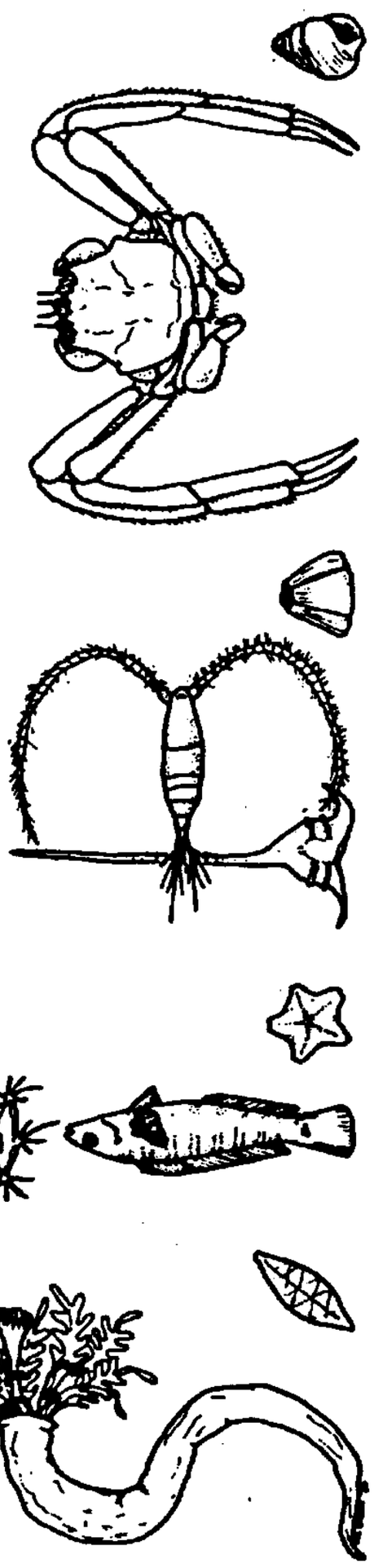
ISSN 1123-4245

Società Italiana di Biologia Marina



# BIOLOGIA MARINA MEDITERRANEA



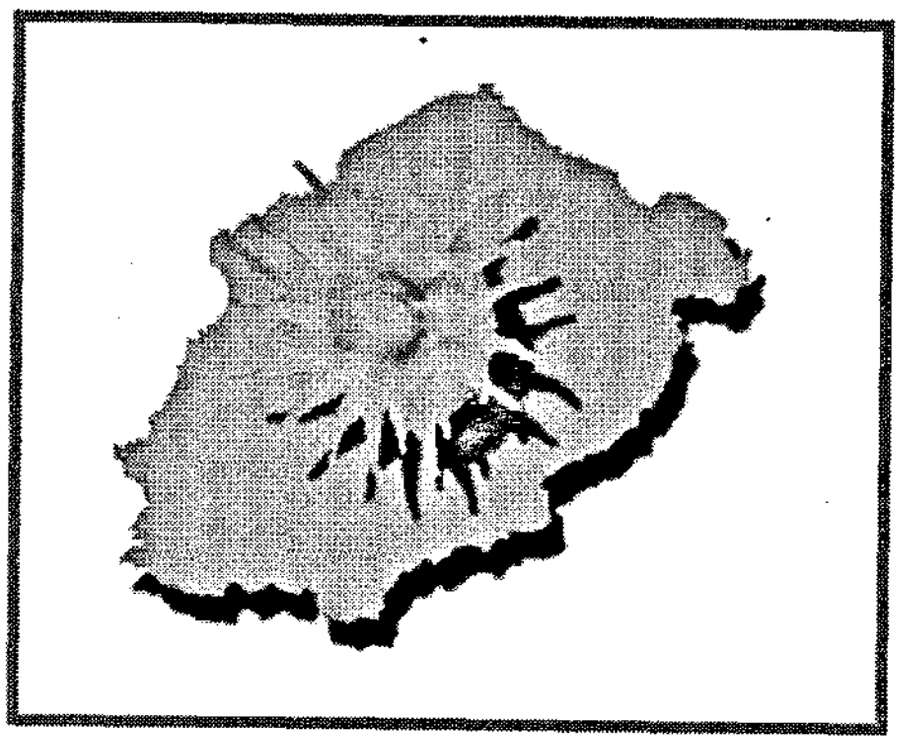
Vol. 6 - fasc. 1 - 1999

## ATTI XXIX Congresso SIBM

*USTICA (PALERMO)*

*15 - 20 Giugno 1998*

**S.I.B.M.**



**'98**

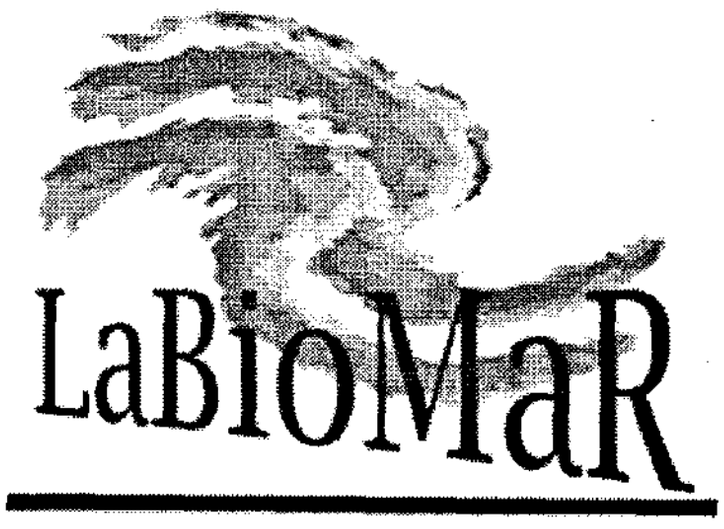
# ATTI

## del XXIX CONGRESSO DELLA SOCIETÀ ITALIANA DI BIOLOGIA MARINA

**USTICA**
**Centro Mostra della Riserva Nautica Marina**
**15-20 giugno 1998**



UNIVERSITÀ DI PALERMO




DIPARTIMENTO DI BIOLOGIA ANIMALE
LABORATORIO DI BIOLOGIA E RISORSE MARINE
UNIVERSITÀ DI PALERMO

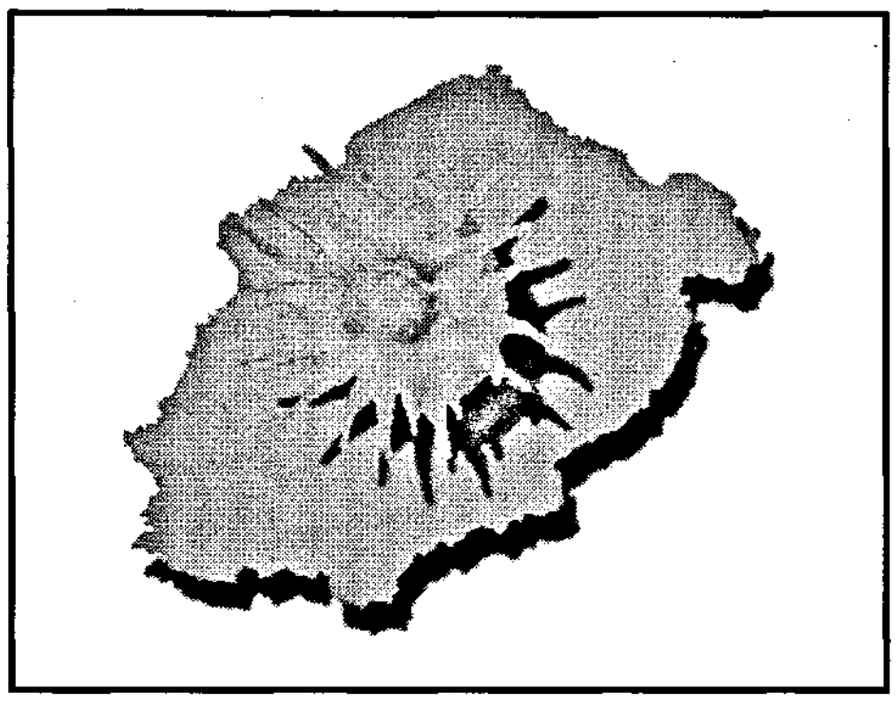


RISERVA NATURALE MARINA
ISOLA di USTICA



ICRAM

ISTITUTO CENTRALE PER LA RICERCA SCIENTIFICA E TECNOLOGICA APPLICATA AL MARE



# PRESENTAZIONE del
# XXIX Congresso della Società Italiana di Biologia Marina

Ustica, 15-20 Giugno 1998

*Centro Mostre della Riserva Marina*

## Saluto del Sindaco di Ustica

Con grande soddisfazione e un pizzico di emozione rivolgo un saluto al Prof. Giulio Relini, Presidente della Società Italiana di Biologia Marina, al Prof. Antonio Mazzola Presidente del Comitato organizzatore di questo congresso, a tutti i congressisti e agli illustri ospiti presenti in questa sala, alle autorità presenti.

Rivolgo a tutti voi questo breve intervento di saluto a nome mio personale, nella qualità di Sindaco di Ustica e di Presidente della Riserva Marina, ed anche a nome della Giunta Municipale, del Consiglio Comunale, dei ragazzi e delle ragazze che hanno lavorato per la realizzazione di questo Congresso. Mi rivolgo a voi anche a nome dei ragazzi e delle ragazze (ma qui il dato non è anagrafico, ma attiene allo spirito) della PRIMAVERA USTICESE che in questi anni stanno guidando la rinascita culturale civile ed economica di quest' isola e di cui questo Congresso rappresenta un punto di arrivo e, nello stesso tempo, un più avanzato punto di partenza.

Si tratta di un punto di arrivo perché i cittadini di Ustica, il Comune di Ustica, la Riserva Naturale Marina, la Consulta Tecnico Scientifica della Riserva hanno voluto fortemente questo Congresso. E voglio ringraziare il Prof. Relini, Presidente della S.I.B.M. e il Consiglio Direttivo della Società per avere accolto la candidatura di Ustica a sede del XXIX Congresso della vostra prestigiosa società scientifica. Per Ustica questo Congresso rappresenta il più importante evento scientifico mai realizzato nell'isola sia per l'aspetto della qualità, sia per la sua durata, sia per le sue dimensioni quantitative: benvenuti ad Ustica, vi aspettavamo!

Questo appuntamento scientifico è anche un punto di partenza più avanzato di un cammino sul quale Ustica è impegnata da anni: la ricerca scientifica sul mare. Tanti sono stati gli appuntamenti già realizzati e tanti altri ve ne sono in programma. Ne voglio citare solo alcuni, scusandomi se altri li dimenticherò: il Workshop internazionale sul metodo del Visual Census; la I e la II edizione della International School on Marine Chemistry; il seminario Internazionale sugli ecosistemi marini; il Seminario di presentazione delle ricerche effettuate nella Riserva Marina di Ustica; il corso di bentonologia dell'Università di Palermo.

Coltiviamo un sogno: fare di Ustica la "Erice del mare" ossia il centro di eccellenza per l'incontro tra mare e scienza. Per raggiungere questo ambiziosissimo obiettivo Ustica può già mettere a disposizione alcuni elementi: il suo mare, grande laboratorio naturale; la Riserva Marina che ha già compiuto il suo primo decennio di vita; una cultura del mare che si è sedimentata negli anni attraverso il passaggio da Ustica dei principali protagonisti mondiali delle attività marine; il laboratorio marino attrezzato della Riserva Marina; questa sala Congressi recuperata dopo anni di abbandono. E ancora i tanti progetti in cantiere tra i quali il progetto europeo GEOSTAR promosso dall'Istituto Nazionale di Geofisica, che prevede la deposizione a nord di Ustica, a 3000 metri di profondità, di una stazione automatica per la raccolta in continuo e l'invio in superficie di dati scientifici attinenti la geologia, la geofisica, l'oceanografia, la biologia marina: ecco, a partire dal 2001 dai fondali di Ustica arriveranno notizie e informazioni scientifiche riguardanti la vita e la cultura e non più i misteri e le vergogne relativi alla strage del DC9 ITAVIA inabissatosi con 81 persone a bordo il 27 giugno 1980.

Ustica, negli ultimi 10-15 anni, sta subendo profonde trasformazioni: dall'isola della strage aerea all'isola della più importante riserva marina italiana. In questa isola stiamo tentando, attraverso la valorizzazione e la fruizione intelligente dei beni ambientali, naturalistici, paesaggistici, storici, archeologici di costruire una ipotesi di sviluppo sostenibile rispettoso dell'ambiente, in grado di dare ai nostri giovani una prospettiva di crescita civile culturale e di lavoro. La conferma ulteriore che questa strada sia quella giusta ci è data dal recente conferimento alla nostra isola dell'ambito riconoscimento di "Bandiera Blu d'Europa" per il 1998, premio che viene attribuito a quelle località balneari che sono in grado di garantire un turismo ambientale con alta qualità dei servizi, compatibile con le risorse naturalistiche esistenti.

Tutto ciò non sarebbe stato possibile senza l'intervento fattivo e concreto dell'Ispettorato Centrale per la Difesa del Mare del Ministero dell'Ambiente che in tutti questi anni ha sostenuto e promosso le attività della Riserva e, con esse, la stessa immagine della nostra isola.

Questo Congresso, ne sono certo, attraverso il coinvolgimento dell'intero paese, dei suoi operatori turistici e commerciali, dei nostri pescatori, darà un ulteriore contributo alla crescita di questa nostra isola.

In questa settimana guardate alla nostra isola con l'occhio severo del turista e con l'occhio problematico del ricercatore scientifico: dateci con franchezza

giudizi e suggerimenti. Sappiate che abbiamo lavorato e stiamo lavorando perché i diversi servizi comunali, quelli della Riserva Marina e l'intero sistema della accoglienza possano funzionare al migliore livello possibile. Visitate il nostro Museo Archeologico di Torre S. Maria, la Rocca della Falconiera, il Villaggio Preistorico dei Faraglioni, l'Acquario della Riserva Marina, la Torre borbonica dello Spalmatore restaurata. Godete della nostra gastronomia oltre che della nostra natura e del nostro mare.

Spero, e ve ne sono tutte le premesse, che l'edizione di Ustica del vostro Congresso annuale venga, nel futuro, ricordata positivamente dai componenti della vostra società.

Per concludere, fra i tanti che ho il dovere di ringraziare, e non me ne vogliano tutti gli altri, ne scelgo due: l'Assessore alla Riserva, Delfina Natale e il Dott. Roberto Sequi, Direttore della Riserva Marina che hanno contribuito in maniera determinante alla riuscita di questo importantissimo appuntamento.

*Grazie ancora a tutti voi di avere scelto Ustica e di essere qui oggi e buon lavoro.*

Dott. Attilio Licciardi

## Discorso di apertura al Congresso SIBM di Ustica

E' sempre con una certa emozione che si avviano i lavori di un Congresso, emozione dettata dalla preoccupazione di dover gestire una macchina organizzativa così complessa, soprattutto quando il numero dei partecipanti è elevato come in questo caso.

Non è la prima volta che la carovana della Società di Biologia Marina approda in Sicilia: si ricordano, infatti, i Congressi di Lipari (altra Isola minore coinvolta), Taormina, Cefalù, Sciacca; ne è la prima volta che il Congresso trova ospitalità su una piccola isola (oltre alla già citata Lipari, si ricorda recentemente l'Elba); è però sicuramente la prima volta che un Congresso della SIBM si svolge presso la sede di una Riserva marina. Era da qualche anno che si proponeva Ustica come sede di un Congresso della nostra Società e almeno per un paio di occasioni la proposta era stata acccantonata e superata da quella di altre sedi. Per la verità anche lo scorso anno, quando a Trani venne fatta la proposta di Ustica, io non fui molto entusiasta e con me anche altri che adesso fanno parte dell'organizzazione, non perché non ritenessimo Ustica sede adatta per un Congresso SIBM, tutt'altro, ma perché eravamo ben consci delle difficoltà a cui si andava incontro. Eravamo consapevoli delle difficoltà di organizzare un Congresso in una fase di ristagno economico del Paese e del Sud in particolare, in un anno di elezioni amministrative alla Provincia, al Comune di Ustica e al Comune di Palermo, con una crisi politica alla Regione. Tutti timori che purtroppo si sono rivelati concreti. Se a questo panorama di incertezze si sovrapponevano le complicazioni dell'insularità e la

carenza di adeguati spazi per le attività congressuali, la prospettiva non era certo delle più rosee e sicuramente non sarebbe stata una passeggiata. Già dalle prime fasi dell'organizzazione di questo Congresso ci siamo resi conto che Ustica sarebbe stata una scommessa, e che le difficoltà non sarebbero mancate. I trasporti, il tempo, il mare di questi giorni ne è la conferma.

Ma nello stesso tempo avevamo la sensazione che sarebbe stata un'avventura affascinante.

Abbiamo pertanto rivisto la nostra posizione, convinti dell'importanza di svolgere un Congresso SIBM nella prima e per certi versi ancora unica Riserva marina nazionale, confortati dall'appoggio della Società (il Prof. Relini ci ha sempre fornito tutta l'assistenza e l'incoraggiamento di cui avevamo bisogno), con la certezza di trovare un valido supporto nella Riserva e soprattutto spinti dall'entusiasmo dell' Amministrazione comunale che ha creduto in questo Congresso come momento di promozione turistica e di grande rilancio delle attività culturali ad Ustica.

Ad Ustica infatti è in corso un esperimento ambizioso che prevede la valorizzazione della splendida fauna marina dei fondali dell'isola, la creazione di una scuola internazionale sul mare, il rilancio di un turismo consapevole su basi protezionistiche, con la partecipazione attiva della popolazione dell'isola.

Il primo ringraziamento pertanto va ad Attilio Licciardi, sindaco della continuità al quale sono molto grato per l'impegno che ha profuso nell'attenuarci i problemi logistici e organizzativi su Ustica e per il supporto economico fornito. Agli altri amici del Comitato che hanno condiviso con me momenti di sconforto e di euforia e che a vario titolo si sono prodigati per curare i molteplici aspetti organizzativi di questa avventura.

La dott.ssa Restivo del Centro Masterly che con elevata professionalità ha curato la preparazione del Congresso, la vostra sistemazione logistica e che in questi giorni si occuperà del buon funzionamento di tutta la macchina organizzativa.

Un ringraziamento particolare alle Istituzioni che ci hanno concesso contributi e patrocini e a tutti gli sponsor che hanno creduto in questa manifestazione.

Per quanto attiene la progettazione del Congresso, da subito abbiamo voluto percorrere strade nuove, stravolgendo un po' le abitudini della Società, inviando una sola comunicazione iniziale e rimandando tutto alla pagina su Internet, che in questi mesi si è continuamente arricchita di notizie, dandoci, in tempo reale, tutti gli aggiornamenti del processo organizzativo. Anche su questo avevamo scommesso e credo che alla fine la pagina si sia dimostrata un utile strumento di lavoro e che gli apprezzamenti abbiano di gran lunga superato le critiche.

Il Congresso è imperniato su due temi principali: **Gestione delle risorse e sviluppo di attività ecocompatibili** e la **Conoscenza, protezione ed evoluzione della biodiversità mediterranea.**

Quest'anno sono state inserite anche tre relazioni a tema libero e due tavole rotonde. Il pomeriggio del venerdì sarà dedicato tutto alla Riserva marina con una tavola rotonda che ne ripercorrerà la storia e le attività scientifiche e con la discussione dei poster delle ricerche svolte ad Ustica e finanziate dalla Riserva.

La fine dei lavori di ogni giorno ci vedrà impegnati in tante attività sociali pensate per far vivere l'isola ai congressisti ed agli accompagnatori; tutte iniziative che ci consentiranno di conoscere meglio la comunità usticese, anche attraverso la degustazione dei loro piatti tipici.

Tutto il Congresso è stato organizzato integrandolo il più possibile con la gente di Ustica e sviluppandolo nel tessuto urbano. Ne sono testimonianza il decentramento dei lavori su due poli (la sede del Congresso e l'area espositiva dei poster), le pause caffè in piazza e i momenti di socialità serali.

I biologi marini italiani in questo modo vogliono rendere omaggio a quest'isola che ha sempre rappresentato per loro un punto di riferimento importante per lo sviluppo delle loro ricerche.

Sig. Sindaco, la presenza di tanti ricercatori oggi ad Ustica è la testimonianza più alta del riconoscimento per gli sforzi e i sacrifici che la comunità che Lei rappresenta ha fatto in questi anni per mantenere inalterato lo splendore di quest'isola e del suo mare. E' a nome loro, Sig. Sindaco, che io La ringrazio per quello che ha fatto per questo Congresso ed è tramite Lei che ringrazio Ustica per l'ospitalità che ci offrirà in questi giorni.

Prof. Antonio Mazzola

*Presidente del Comitato organizzatore*

Biol. Mar. Medit. (1999), 6 (1): 1-51

F. DOUMENGE

Directeur du Musée Océanographique, Av. Saint Martin - 98000 Monaco Ville, Monaco P.tè.

# L'OSCILLATION AUSTRALE EL NIÑO (ENSO): ANOMALIES DE L'HYDROCLIMAT ET CONSEQUENCES

# *THE EL NIÑO SOUTHERN OSCILLATION (ENSO): HYDROCLIMATIC ANOMALIES AND CONSEQUENCES*

***Abstract***

*It took no less than fifty years for the scientific community to finally adopt the ENSO concept initially proposed by Walker in 1923.*

*The strong 1982-83 event induced a tremendous development of oceanographic monitoring (10 year TOGA program) and new satellite surveys. These new data processed by the way of modelisation led to a more accurate understanding of the successive events. It appears that the main dynamics factors for ENSO are the balance of Western Equatorial Pacific warm-fresh-pool and the influx of Kelvin waves trapped at the Equator, giving reflected Rossby waves functioning with a delayed oscillator mechanism with an advective / reflective series of thermocline upwelling and downwelling.*

*The analysis of ENSO events of the last 40 years reveals a very flexible and still unpredictable system. The climatic record for the intertropical belt during the last 150 years shows a series of contrasting seesaw events between India, Indo-Malaya and Australasia, and Central Andean South America. A warm El Niño is often followed by a cold La Niña but this is not a general rule. Historical data from the XVI$^{th}$ century and many record from the Pacific, the Indian Ocean and Africa (Nile floods) provide geological and geomorphological evidence that ENSO functioned during the Holocene as a dynamic factor stressing periodically the Indo Pacific intertropical belt.*

*Present teleconnections extend the ENSO influx as far away as the North Pacific and the Austral seas.*

***Key-words:*** *Pacific Ocean, Indian Ocean, ENSO, El Niño, La Niña, Southern Oscillation Index, Multivariate Oscillation Index, Warm-fresh-pool, Kelvin wave, Rossby waves, Pacific tunas, Climate teleconnections, Holocene climate history, Forecasting climate, Climate models, Chaos.*

## Introduction

Sous le raccourci terminologique d'El Niño, une intense médiatisation a popularisé, en 1997-1998, le phénomène hydroclimatique de l'Oscillation australe El Niño, dit ENSO (El Niño Southern Oscillation).

Un concept ayant mis plus d'une soixantaine d'années à émerger, pour n'être vraiment reconnu que depuis environ 30 ans par la météorologie (Bjerknes, 1966 a et b; 1969) et à peine plus de 20 ans par l'océanographie (Wyrtki, 1975), est sorti brusquement du domaine réservé aux spécialistes des Sciences fondamentales pour devenir un des sujets les plus populaires de la vulgarisation scientifique.

Ce phénomène de société est lié à l'émoi de l'opinion publique devant la multiplication des catastrophes écologiques éprouvant à répétition le Pacifique intertropical: vastes périmètres incendiés dans les forêts humides d'Indo-Malaisie soumises à une sécheresse extrême; destructions et dommages provoqués dans les archipels polynésiens par des précipitations violentes et des cyclones; ravages des côtes péruviennes subdésertiques par de vastes inondations et altérations profondes de leur environnement marin littoral.

Par extension, une véritable diabolisation a impliqué l'ENSO, à tort ou à raison, dans tous les dérèglements climatiques qui pouvaient laisser croire que les deux années 1997-1998 étaient sous influence maléfique. Compte tenu de l'importance désormais reconnue à cet ensemble de phénomènes interactifs océan-atmosphère de la ceinture intertropicale, il convient de faire le point des acquis apportés à l'océanographie physique et biologique grâce à une diversité et une nouveauté sans égale d'observations faites depuis le précédent épisode de 1982-1983.

Le but de cette contribution est de mieux informer les biologistes marins et les halieutes sur un phénomène océanique majeur qui, par ses implications, a fait l'objet de nombreuses et volumineuses publications de références, mais pose encore bien des interrogations.

## I - Hydroclimat et ENSO

### 1) La lente émergence d'un concept global

Une perception essentiellement continentale du climat a pendant longtemps empêché de concevoir que des manifestations de variations locales ou régionales pouvaient résulter de phénomènes globaux.

Ainsi, les efforts précurseurs de Sir Gilbert Walker pour englober dans un système plus vaste les variations de la mousson indienne, afin d'en prévoir les sécheresses catastrophiques, ne purent convaincre ses contemporains malgré des publications démonstratives. Le concept d'une Oscillation australe affectant l'océan Indien et le Pacifique occidental, susceptible d'être la cause aussi bien des irrégularités de la mousson que des sécheresses australiennes ou des crues du Nil, a été repoussé comme ne correspondant pas aux idées classiques de l'époque. Il a fallu attendre l'année géophysique internationale (1957-1958) marquée justement par un tel phénomène pour que l'on prenne en compte cette interprétation (Walker et Bliss, 1932) et qu'on l'étende à un concept plus vaste englobant les apparitions à éclipses d'un courant chaud sur les côtes du Pérou, courant nommé El Niño.

Ce sera le mérite du climatologue Jacob Bjerknes (1966 a et b; 1969) de revenir à l'Oscillation australe en proposant, avec des arguments dynamiques et thermodynamiques plausibles, un scénario d'interrelations océan-atmosphère pour l'ensemble des régions tropicales. Il établit que l'ensemble des phénomènes sont liés au fonctionnement de cellules de convection dont la circulation dans la basse atmosphère peut s'inverser en fonction du positionnement des pôles de haute et de basse pression: ces cellules sont liées à la température océanique de surface dont le gradient permet l'établissement d'un différentiel de pression atmosphérique qui fait fonctionner la circulation de Walker. Le passage de la situation normale à la situation ENSO (Fig. 1) se fait par l'inversion des courants atmosphériques et aboutit à un décalage vers l'Est des zones de convergence. Quelques années plus tard, Klaus Wyrtki (1975) intégrait cette théorie à la dynamique océanique en démontrant, par les observations des variations du niveau saisonnier de l'océan, des corrélations entre Oscillation australe et El Niño.

La succession de nombreux épisodes, en 1965, 1969, 1972 et 1976, permet alors de confirmer ces propositions, en particulier en établissant la validité de la coïncidence de l'ENSO avec le minimum de l'indice de l'oscillation australe: celui-ci est calculé à partir des différences de valeur de pression atmosphérique au niveau de la mer entre Port Darwin (Australie Nord) et Tahiti (Polynésie française) (Bacastow *et al.*, 1980).

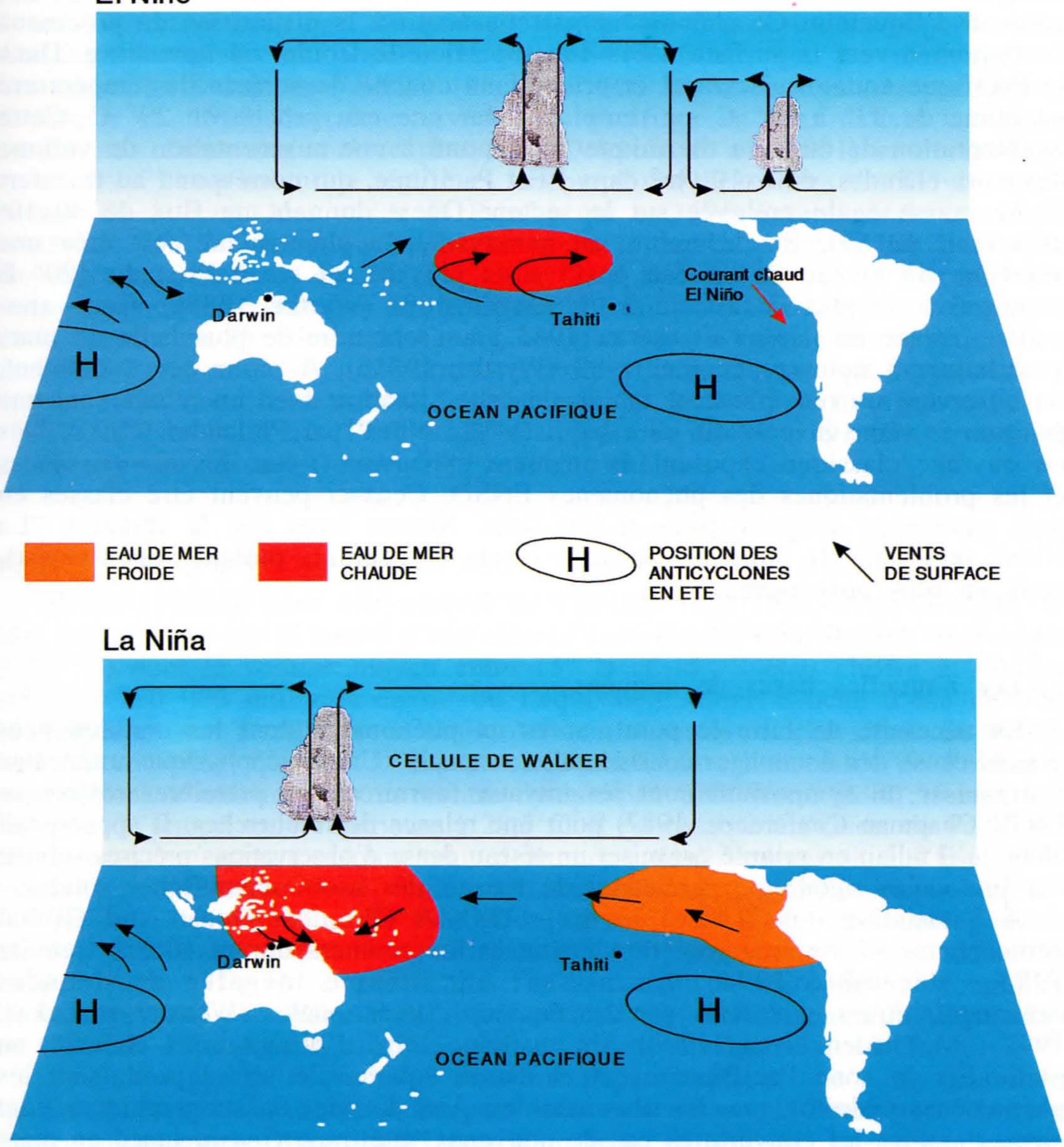



Fig. 1 - Dynamique océanique et circulation atmosphérique dans un plan vertical à l'équateur en situation normale La Niña et en situation El Niño (Maitrepierre L., 1998: Le risque cyclonique en Nouvelle-Calédonie, *Météo France*, Nouméa, p. 37) (publié avec l'aimable permission de Météo France, Nouvelle-Calédonie).

*Oceanic dynamic and atmospheric circulation in a vertical plane to equator in a normal situation La Niña and in El Niño situation (Maitrepierre L., 1998: Le risque cyclonique en Nouvelle-Calédonie,* Météo France, *Nouméa, p. 37) (published with the kind permission of Météo France, New Caledonia).*

## 2) L'ENSO de 1982-1983

L'épisode ENSO de 1982-1983 attire l'attention par sa force et sa durée. En 1982, à partir d'avril, on observe un réchauffement anormal des eaux de

la ceinture équatoriale, de l'archipel du Kiribati aux Galapagos, puis jusqu'aux côtes de l'Equateur. Ce phénomène est consécutif à la disparition du processus de remontée vers la surface d'eau sub-superficielle froide, ou upwelling. Dans le Pacifique équatorial central et oriental, la couche de surface de température moyenne de 27° à 24° C est remplacée par une eau proche de 29° C. Cette augmentation de contenu thermique correspond à une augmentation de volume des eaux chaudes, de $6x10^{14}$ $m^3$ dans l'Est Pacifique, qui correspond au transfert d'une masse égale prélevée sur le secteur Ouest donnant un flux de $40x10^6$ $m^3/s$ (soit 40 Sv). En décembre, au paroxysme du phénomène, cela crée une anomalie du niveau de l'océan positive de plus de 20 cm à l'Est du 120° E et négative de plus de 20 cm à l'Ouest du 180° (Wyrtki, 1985a). Cette anomalie s'efface en janvier et février 1983 pour reprendre de plus belle en mars et culminer à nouveau en mai 1983 (Wyrtki, 1985b). A partir de ce moment, on observera un renversement rapide de cette situation avec un retour vers une position extrême inverse qui sera baptisée "La Niña" par Philander (1990) dans un ouvrage classique exposant de manière exhaustive l'état des connaissances et les problématiques des phénomènes ENSO. Ceux-ci peuvent être classés en trois catégories: moyens, forts et très forts. Notons aussi que la situation "La Niña" représente la situation normale (vents et courants portant vers l'Ouest), mais en plus prononcée.

## 3) Les nouvelles bases de données

La nécessité de faire le point, après un phénomène dont les conséquences avaient causé des dommages considérables, amenait l'Union géophysique américaine à organiser un symposium dont les travaux fourniront les premières références (AGU Chapman Conference, 1987) pour une relance des recherches. Il apparaissait alors qu'il fallait en priorité organiser un réseau dense d'observations précises suivant des protocoles rigoureux, permettant de fournir des bases scientifiques solides.

A l'initiative des U.S.A., le projet TOGA (Tropical Ocean and Global Atmosphere) va être organisé rapidement et fonctionnera durant 10 ans (janvier 1985 - décembre 1994), fournissant une somme inégalée de données océanographiques exploitées par des équipes internationales (Webster et Lukas, 1992 ; McPhaden *et al.*, 1998). Un maillage serré d'observations couvrira en particulier la zone Pacifique ouest et centre équatoriale où se produisent les phénomènes hydrologiques les plus notables. Aux données océanographiques vont aussi s'ajouter les couvertures par de nouveaux satellites: *Geosat* lancé en mars 1985 donnant avec son altimètre radar les niveaux de surface de l'océan avec une précision de 3 cm (Cheney et Miller, 1988; Picaut *et al.*, 1990) mais qui ne fonctionnera que jusqu'en août 1989, puis *Topex-Poseidon* qui, à partir de septembre 1992, va apporter de nouvelles couvertures aussi précises (Picaut *et al.*, 1995). Par ailleurs, *ERS 1* (puis *ERS 2*) procurera les données des vents et de la dynamique superficielle (Bentamy *et al.*, 1996; Rufenach, 1995).

Le réseau TOGA, conçu et exploité en fonction d'une problématique scientifique (TOGA Panel, 1996), permettait de suivre l'évolution de la masse d'eau océanique jusqu'à 400 m de profondeur et de mesurer avec sûreté l'évolution des paramètres physico-chimiques et d'en déduire les mouvements (Busalacchi *et al.*, 1994). On voyait évoluer la thermocline en temps réel en fonction des transferts internes de quantité de chaleur. Les données satellitaires

permettaient d'avoir une vue synoptique des phénomènes de surface et, grâce à leur finesse altimétrique, on pouvait traquer les manifestations superficielles d'ondes équatoriales qui auparavant n'étaient identifiées que par modélisation. Les ondes de Kelvin de l'ENSO 1986-1987 était clairement suivies par Geosat (Miller *et al.*, 1988) dans leur traversée du Pacifique en deux mois à la vitesse de 2,4 m/s. Dans une analyse plus fine, Delcroix *et al.* (1991) et du Penhoat *et al.* (1992) confirment la réalité et la complexité des ondes de Kelvin, mais surtout ils détectent des ondes de Rossby qui se réfléchissent sur le continent américain et font un retour d'Est en Ouest à environ 1 m/s. Les ondes de Rossby sont observées dans le Pacifique Nord (Kessler, 1990) et leur rôle est toujours controversé bien que leur existence se manifeste à la fois dans l'évolution de la thermocline (Kessler et McCreary, 1993) et dans le mécanisme de rétroaction de l'ENSO (Kessler, 1991). Désormais, l'observation satellitaire est un instrument indispensable pour la détection des phénomènes dynamiques de surface liés à l'ENSO (Delcroix *et al.*, 1992 et 1994). L'épisode ENSO 1991-1993 a montré l'efficacité du réseau TOGA (McPhaden, 1993).

### 4) Le "Warm-Fresh-Pool"

Wyrtki (1985a), dans son analyse de l'ENSO 1982-1983, avait souligné le rôle majeur tenu par la masse d'eau chaude superficielle (température supérieure à 25 °C) dont le volume moyen entre 15° N et 15° S était chiffré à $70x10^{14}$ $m^3$ (soit 700 000 milliards de $m^3$ ou l'équivalent d'une couche d'eau de 100 m s'étendant sur 7 millions de $km^2$). Au sein de cette couche située au-dessus de la thermocline, qui peut occuper occasionnellement l'ensemble du Pacifique intertropical, s'individualise un centre dynamique, dit "Warm Pool", formé par les eaux de température supérieure à 28,5°C. Il est localisé à l'Ouest du Pacifique où il forme un noyau extrêmement dynamique dont l'extension à l'Est ou le retour vers l'Ouest marque l'intensité des phénomènes ENSO ou La Niña.

L'épisode 1986-1988 a été l'occasion de souligner l'amplitude que pouvait avoir le phénomène (McPhaden et Picaut, 1990). La succession de trois situations caractéristiques (fig. 2) a montré que l'extension ou la régression en longitude du bord oriental du "Warm-Pool" correspondait très exactement à la fluctuation de l'Indice d'Oscillation australe (fig. 3; Picaut et Delcroix, 1995).

Les fortes précipitations liées au warm-pool entraînent une nette baisse de la salinité des eaux de surface. On peut ainsi caractériser un "fresh-pool" (masse moins salée) qui se trouve à l'Ouest d'un front de salinité, lui-même marqué par une convergence où plongent les eaux, sur le bord oriental de la masse chaude (Picaut *et al.*, 1996; Delcroix et Picaut, 1998; Hénin *et al.*, 1998; Vialard et Delecluse, 1998). Ce front thermo-halin se forme quand les eaux moins salées qui s'ébranlent vers l'Est rencontrent les eaux plus salées de la zone centrale et orientale. Cette convergence entre le courant sud équatorial à plus de 35,2 ‰ de salinité et le warm pool nettement moins salé (34,6 à 34,2 ‰) génère une plongée, ou downwelling, à l'Est du front, ce qui approfondit nettement la thermocline. Ce downwelling piège les eaux salées sous les eaux dessalées et chaudes de surface, ce qui forme une barrière thermo-haline intermédiaire (barrier layer) caractéristique (fig. 4). Cette stratification thermo-haline modulera en surface l'énergie des pulsations des vents d'Ouest, alimentant ainsi le jet superficiel vers l'Est, générateur d'ondes océaniques internes.

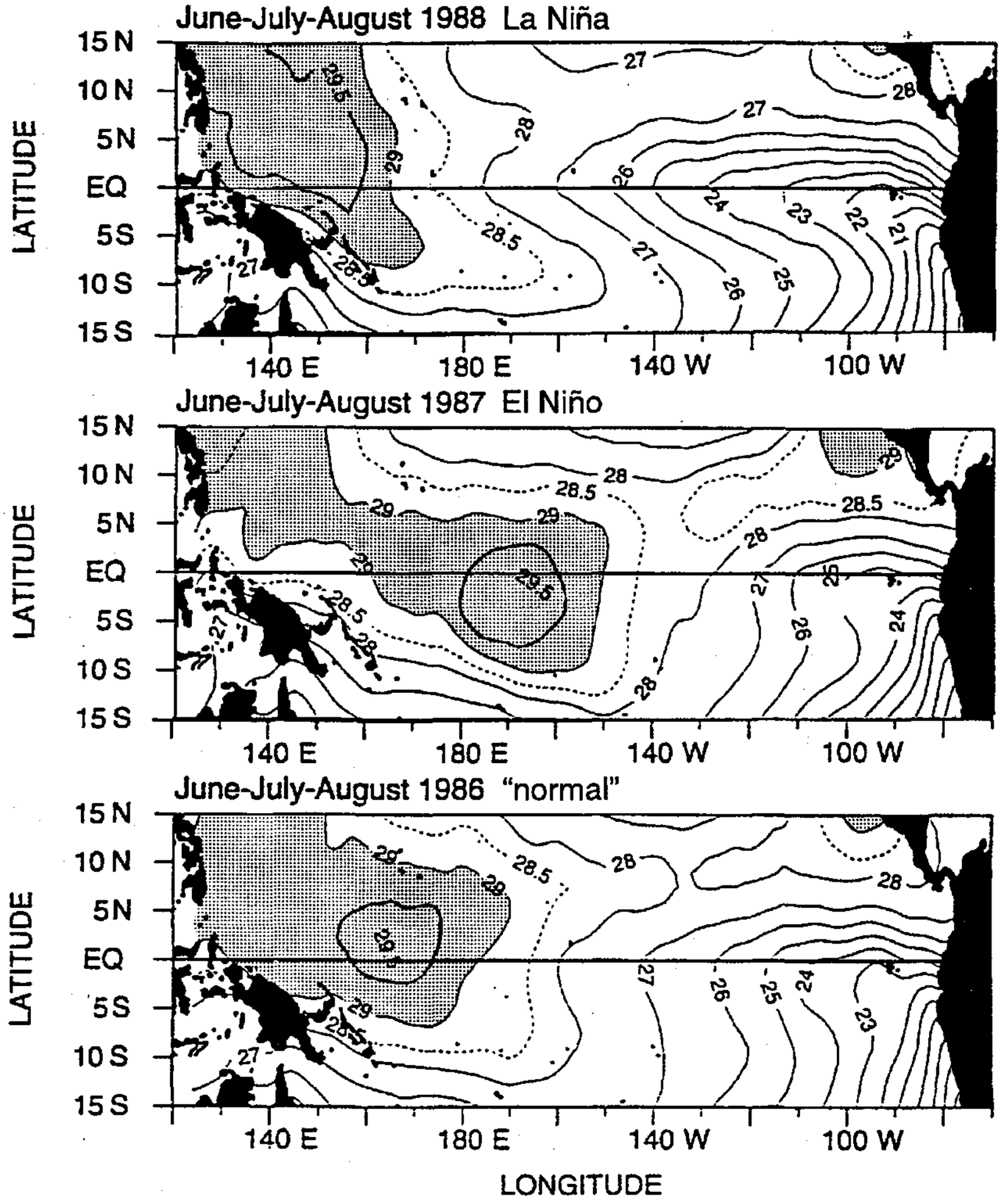



Fig. 2 - Evolution du warm pool (+29 °C) du Pacifique Ouest (surface en grisé) dans un cycle El Niño-La Niña moyen (Picaut et Delcroix, 1995, p. 18,395) (publié avec l'aimable permission de l'American Geophysical Union).

*Evolution of warm pool (+29 °C) of western Pacific (grey areas) during an El Niño-La Niña medium cycle (Picaut and Delcroix, 1995, p. 18,395) (published with the kind permission of American Geophysical Union).*

5) Le rôle des ondes équatoriales

Les transferts thermiques et massiques, identifiés et quantifiés par Wyrtki (1985, a et b) et confirmés par bien d'autres observations (McPhaden et Picaut, 1990; Johnson et McPhaden, 1993), mettent en mouvement de tels volumes d'eau, sur plusieurs milliers de kilomètres en quelques mois, qu'il faut faire appel à la notion d'effets d'ondes internes pour compléter les mécanismes liés aux seuls courants géostrophiques. Ces flux géostrophiques illustrent la situation normale, lorsque les vents alizés poussent vers l'Ouest les masses d'eaux

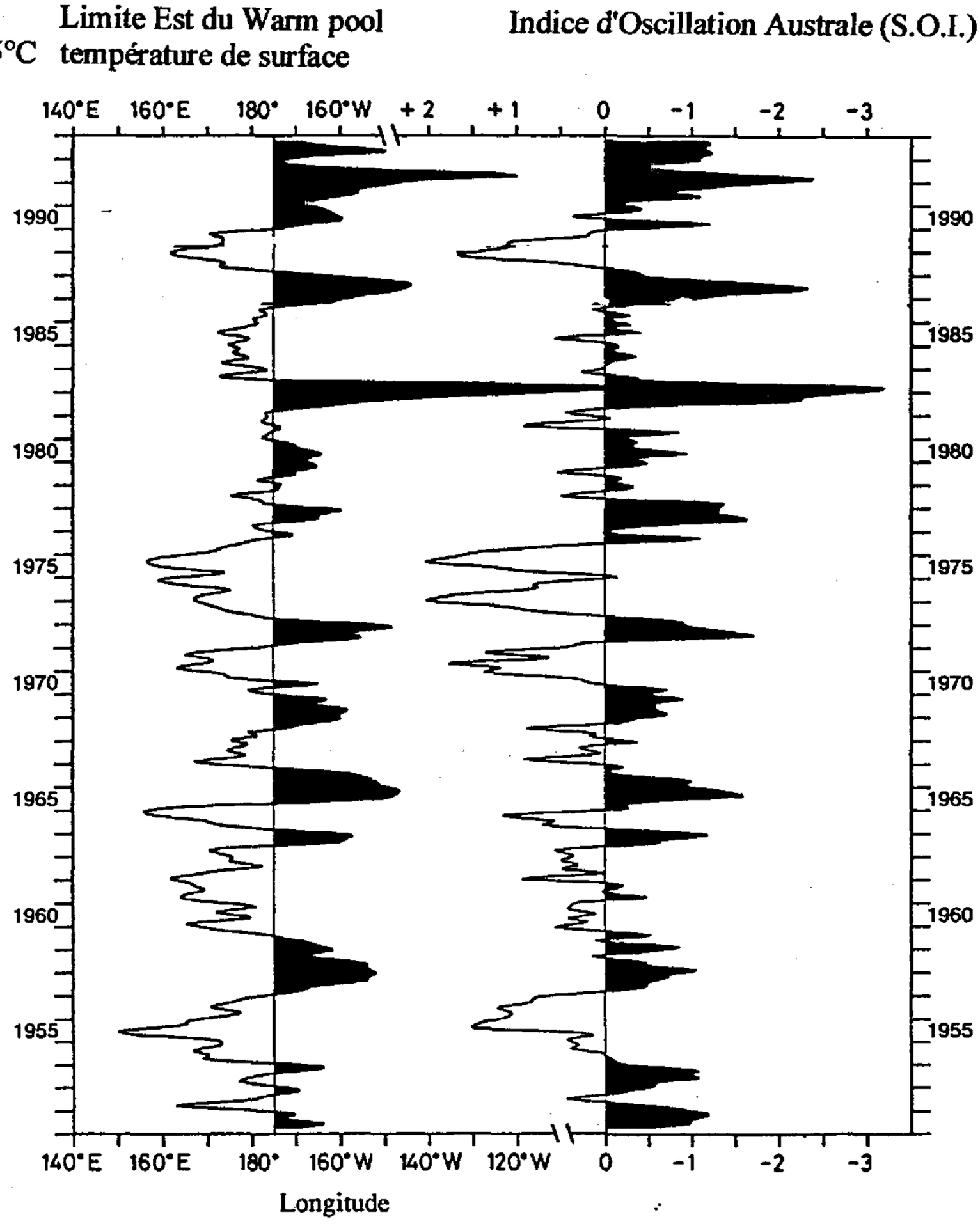



Fig. 3 - Déplacement des limites Est du Warm pool entre 4° N et 4° S en corrélation avec l'Indice d'Oscillation Australe de 1951 à 1993. Les épisodes ENSO sont figurés en noir (Picaut et Delcroix, 1995, p. 13,394) (publié avec l'aimable permission de l'American Geophysical Union).

*Changes of eastern limits of warm pool between 4° N and 4° S in relation with Southern Oscillation Index from 1951 to 1993. The ENSO events are represented in black (Picaut and Delcroix, 1995, p. 13,394) (published with the kind permission of American Geophysical Union).*

intertropicales, créant de ce fait les grands courants tropicaux et équatoriaux. C'est au sein de ce dernier (courant équatorial) que se produit la remontée d'eau froide ou upwelling, processus annihilé par le passage d'une onde de Kelvin. On exprime cette dualité en disant que les vents (alizés) et les courants d'Est sont divergents, alors que les vents et courant d'Ouest sont convergents. Leur propagation vers l'Est est donc piégée le long de la ligne équatoriale.

La structure du bassin Pacifique intertropical est particulièrement favorable aux impulsions d'ondes de Kelvin, le long de l'équateur: ces ondes sont déclenchées par la rotation des vents, lorsque les alizés sont remplacés par des

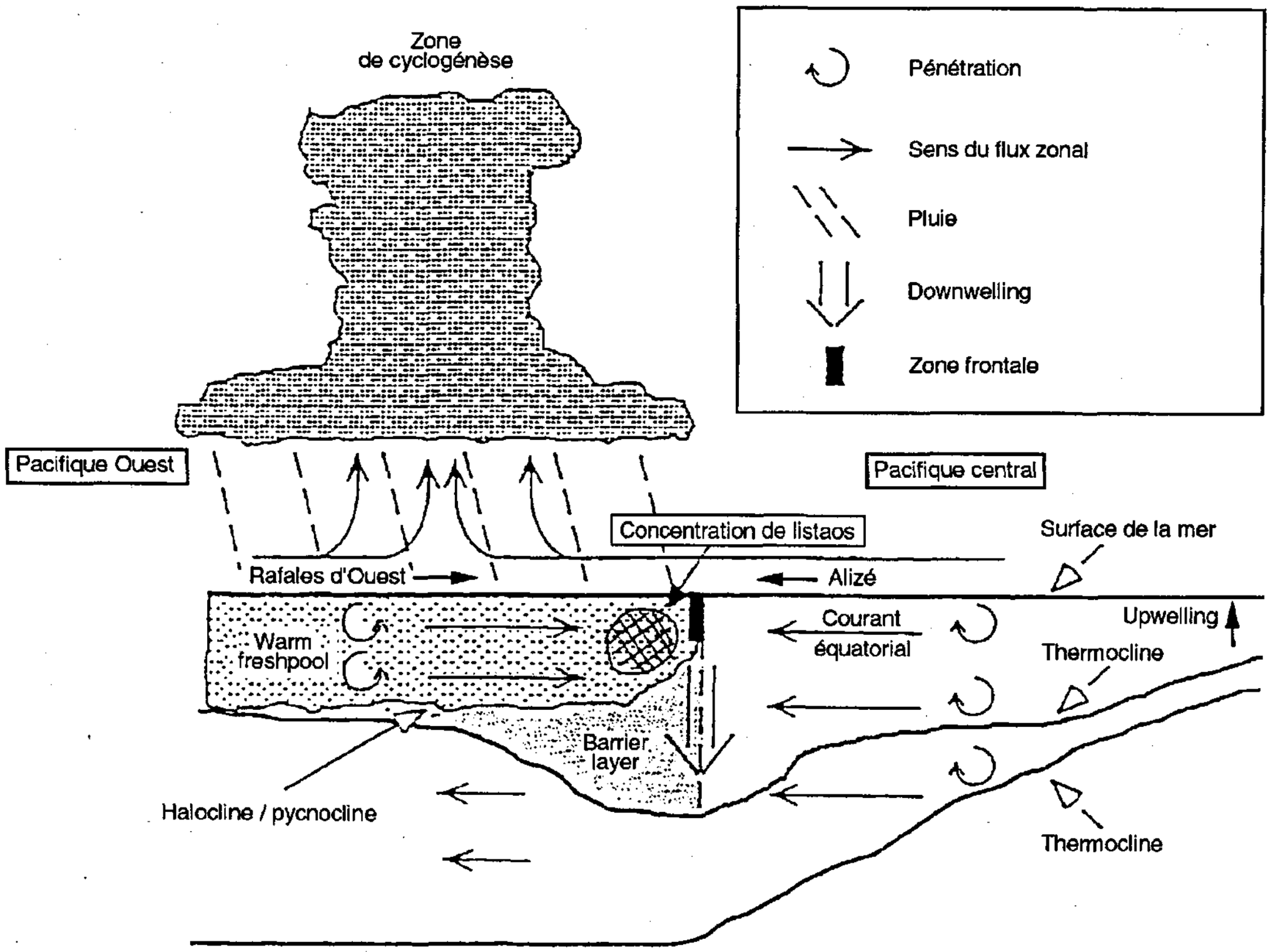



Fig. 4 - Structure et fonctionnement de fresh pool de l'Ouest Pacifique équatorial (d'aprés Vialard et Delecluse, 1998, p. 1097). L'indication de la concentration des bonites listaos est figurée selon Lehodey *et al.,* 1997 (publié avec l'aimable permission de l'American Meteorological Society).

*Structure and running of fresh pool western equatorial Pacific (according to Vialard et Delecluse, 1998, p. 1097). The concentration of skipjacks is indicated following Lehodey* et al., *1997) (published with the kind permission of American Meteorological Society).*

vents d'Ouest; elles se propagent le long de l'équateur et atteignent, en quelques mois, le continent américain. Pour Wyrtki (1985, a et b), cette arrivée à la côte entraîne une déflection de l'onde vers le Nord et le Sud, ce qui donne deux ondes de Rossby qui évacuent la chaleur de l'océan tropical vers les latitudes moyennes. L'oscillation australe est ainsi un cycle de relaxation de l'énergie du système océan-atmosphère, dont la fréquence dépend du temps nécessaire pour reconstituer le Warm pool, jusqu'au moment critique où se produira le remplacement des alizés par les vents d'Ouest. Ce renversement est le signal déclenchant le phénomène El Niño et l'onde de Kelvin qui en est son messager. Cette théorie est dite du "build up".

Cette construction simple et rationnelle doit rapidement évoluer en intégrant: - les données TOGA, - les observations du passage des ondes internes marquées par les changements du niveau de la mer (images satellitaires), et - les enregistrements des marégraphes.

En effet, l'épisode considéré comme classique de l'ENSO 1982-1983 est suivi de phénomènes moins accentués mais souvent plus complexes dans le temps et

l'espace en 1986-1987 et 1992-1993. Des fluctuations brutales imprévues font ressortir le rôle réflecteur de la barrière archipélagique du Pacifique Ouest équatorial et le fonctionnement "onde de Kelvin / ondes de Rossby" couplé en succession d'upwelling et de downwelling.

Pour rendre compte de ces phénomènes, Suarez et Schopf (1988) proposent un modèle simple non linéaire mettant en jeu un mécanisme oscillateur retardé (delayed oscillator mechanism) dont le facteur clé est l'intégration de l'effet de transit des ondes internes par une rétroaction retard négative. Dans ce schéma, le passage abrupt sans transition, de la situation ENSO à son inverse La Niña, est généré par une onde de Kelvin d'upwelling, développée au maximum chaud de l'ENSO, et dont les réflexions successives entraînent, par renverse immédiate des vents et des courants, le passage à l'épisode froid. Dans ce modèle, le maximum froid se produit 6 mois après le chaud, soit 18 mois après le début de l'ENSO (Mantua et Battisti, 1994).

Une analyse plus précise durant le cycle ENSO - La Niña 1986-1989 montre les successions temporelles et spatiales des différentes ondes internes en rapport avec les anomalies de forçage des vents et les anomalies des températures de surface (Picaut et Delcroix, 1995). Pour l'ENSO 1992-1993, Boulanger et Menkes (1995) confirment le mécanisme d'une onde de Kelvin, se propageant de l'Ouest Pacifique en septembre 1993 pour arriver à l'Est en novembre, ce qui termine l'épisode chaud. Mais contrairement au modèle du mécanisme oscillateur retardé, ce n'est pas la déflection à la bordure Ouest, d'une onde de Rossby en upwelling, qui a induit le retour de l'onde de Kelvin mais, au contraire, c'est un forçage intense de l'alizé d'Est sur l'Ouest Pacifique qui l'a généré. Le forçage d'ondes de Kelvin intra saisonnières joue un rôle moteur (Kessler *et al.*, 1995).

Finalement, un nouveau concept advectif / réflectif (Picaut *et al.*, 1997) permet l'intégration dans un système cohérent de l'ensemble ENSO en laissant le rôle essentiel à la déflection sur la façade continentale américaine, alors que dans le Pacifique Ouest le rôle moteur revient à la dérive vers l'Est du Warm Pool.

Le schéma développé repose, à l'origine, sur un fort coup de vent d'Ouest sur le Warm Pool, ce qui génère une onde de Kelvin de downwelling; celle-ci induit une rupture d'équilibre et la propagation vers l'Est, à 2,5 m/s, d'une surélévation du niveau marin. La déflection sur la façade continentale américaine donne en retour vers l'Ouest des ondes Rossby d'upwelling qui sont 3 fois moins rapides (0,9 m/s). En cas de forçage de vent d'Est (alizé), le système se renverse (La Niña), ce qui rétablit les courants géostrophiques vers l'Ouest (fig. 5). Dans ce modèle, l'ENSO évolue et se transforme en La Niña en 13 mois, tandis qu'à l'inverse La Niña peut initier un nouvel ENSO en 39 mois.

## 6) L'ENSO 1997-1998

Dès le début de 1997, les signes précurseurs d'un épisode ENSO fort à très fort apparaissent à la suite de coups de vents d'Ouest originaires du Pacifique Nord et de l'océan Indien: ces vents convergents affectent le Warm Pool en novembre 1996, puis de façon plus prolongée et plus accentuée en février-mars 1997. En avril-mai 1997, l'indice composite ENSO, plus précis que l'indice d'oscillation australe, indique le départ du phénomène (Wolter et Timlin, 1998). Sous l'effet de l'onde de Kelvin, les transferts de quantité de chaleur se développent et, en juillet 1997, on observe la dissymétrie caractéristique du

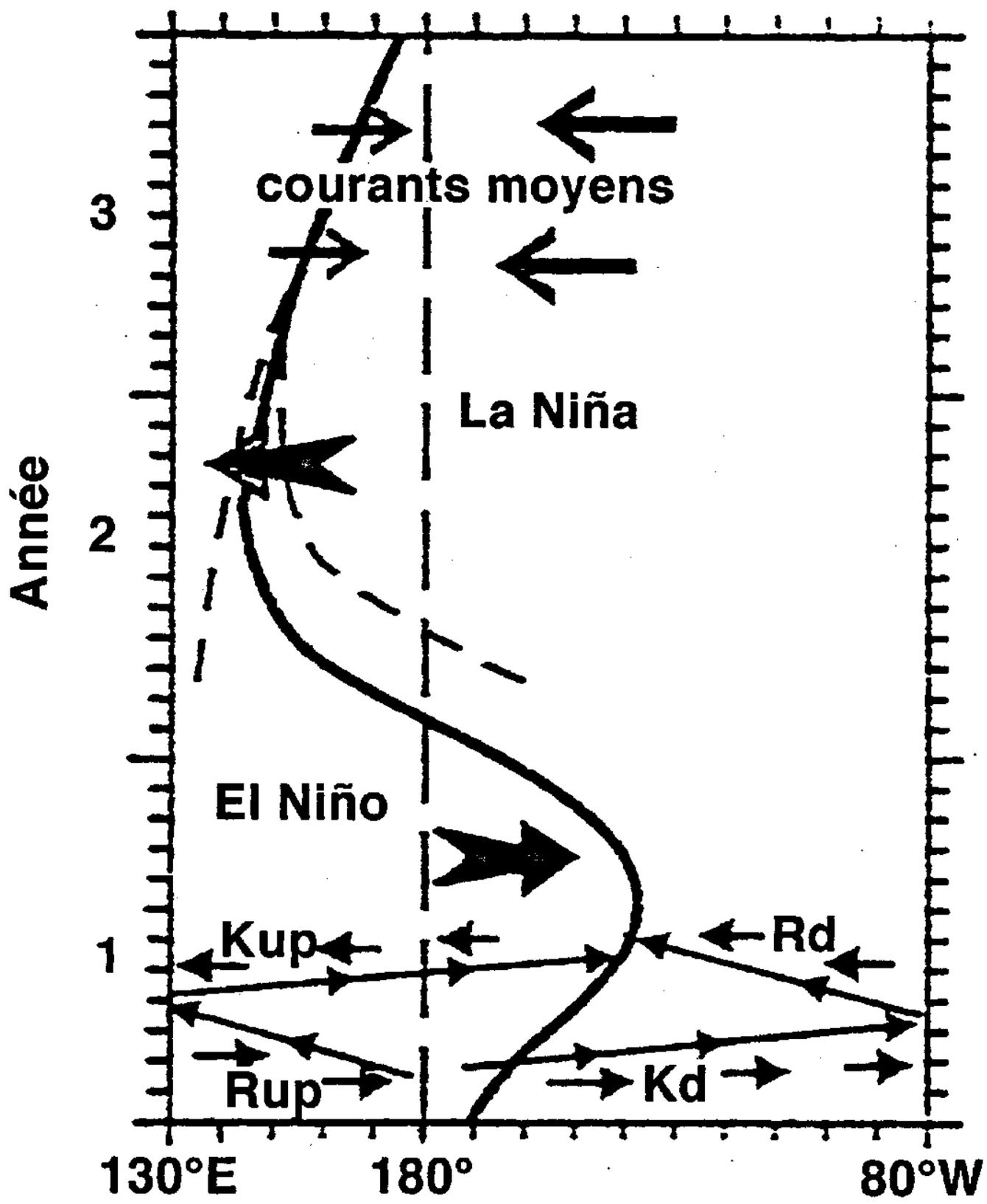



Fig. 5 - Cycle El Niño-La Niña. Fluctuation en longitude dans la bande équatoriale de la limite du warm pool (——); Ondes de Kelvin: K; Ondes de Rossby: R; et transferts dans un système couplé réflectif/advectif (upwelling: up - downwelling: d) (Picaut, Masia et du Penhoat, 1997, p. 664) (publié avec l'aimable permission de l'American Association for the Advancement of Science, 1999).

*El Niño-La Niña cycle. Longitudinal fluctuation in the equatorial side of the warm pool limit (——); and transfers in a coupled system (upwelling: up - downwelling: d) Kelvin wave: K; Rossby wave: R (Picaut, Masia et du Penhoat, 1997, p. 664) (published with the kind permission of American Association for the Advancement of Science, 1999).*

mécanisme ENSO: dépression du niveau océanique dans le Warm Pool de l'Ouest équatorial de 10 à 20 cm, et gonflement de 15 à 30 cm entre 15° N et 15° S à l'Est du 120° W (fig. 6). La particularité de l'ENSO 1997-1998 tient non seulement à son début précoce par rapport aux épisodes précédents, en particulier celui de 1982-1983, mais aussi au fait qu'après une relaxation en octobre-novembre 1997, il a connu une seconde phase chaude initiée par de forts vents d'Ouest; ceux-ci ont provoqué un second train d'onde de Kelvin de downwelling se traduisant, en décembre 1997, par une anomalie positive très forte sur la bande équatoriale à l'Est du 150° W (fig. 7 haut), par suite de l'approfondissement de la thermocline à l'Est du 180° et de l'extension du warm-pool jusqu'au 140° W, avec une tranche d'eau de plus de 29°C sur une centaine de mètres d'épaisseur entre 170° W et 140° W (fig. 8 gauche).

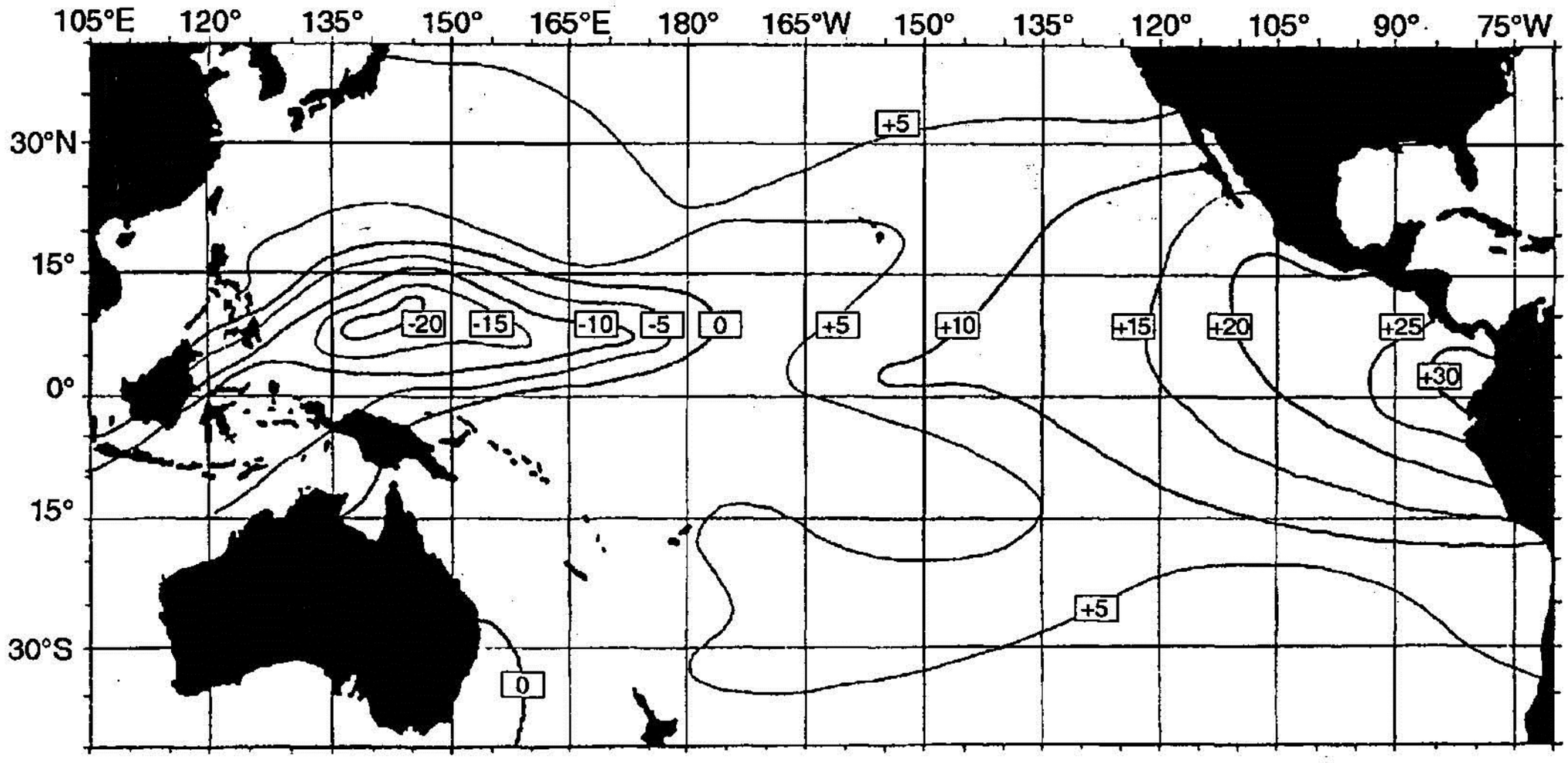



Fig. 6 - Anomalies du niveau de la mer (en cm) - juillet 1997 par rapport à la moyenne 1975-1995 (d'aprés NOAA-Climatic Diagnostic Bulletin).

*Anomalies of sea level (cm) in July 1997 in relation to the 1975-1995 average (according to NOAA-Climatic Diagnostic Bulletin).*

L'épisode chaud va se terminer brutalement avec une onde de Kelvin d'upwelling, facteur décisif du renversement vers La Niña; celle-ci se manifeste à la mi-juin par une forte anomalie négative des températures d'eau de la bande équatoriale (fig. 7 bas), résultant de la reprise de l'upwelling et de la remontée de la thermocline vers la surface dans le Pacifique oriental (fig. 8 droite).

## 7) La variabilité des phénomènes ENSO – La Niña

La durée et l'ampleur inusitées de l'ENSO 1997/98, de même que son interruption abrupte qui semble déboucher sur une phase La Niña, conduit à essayer de trouver des termes de comparaison avec les phénomènes enregistrés dans les dernières décennies. L'indice composite, calculé pour les 50 ans écoulés depuis 1949, a permis de sélectionner les 7 derniers épisodes les plus forts de l'ENSO et de La Niña (Wolter et Timlin, 1998). Les courbes établies en fonction des anomalies de l'indice (fig. 9) permettent de distinguer clairement deux séries de phénomènes.

Les trois plus anciens ENSO (1957/58, 1965/66, 1972/73) se caractérisent par un réchauffement précoce du secteur Pacifique oriental américain, réchauffement qui s'accentue et s'élargit jusqu'à la fin de l'année où les anomalies positives de température sont à leur maximum. Cette situation change au bout de quelques semaines et le déclin des températures, amorcé dès février-mars, s'accentue jusqu'au retour à la situation antérieure au début de l'été. Dans cette configuration, la durée propre de l'ENSO ne dépasse guère 13 à 14 mois. Surtout, il aura été précédé par un épisode La Niña comme ceux de 1954/55 ou de 1964/65, ou même encadré par deux phases, comme l'ENSO de 1972/73 précédé par une Niña en 1970/71 et suivi par une autre en 1973/74, qui se prolongera même par un cycle froid supplémentaire en 1975/76.

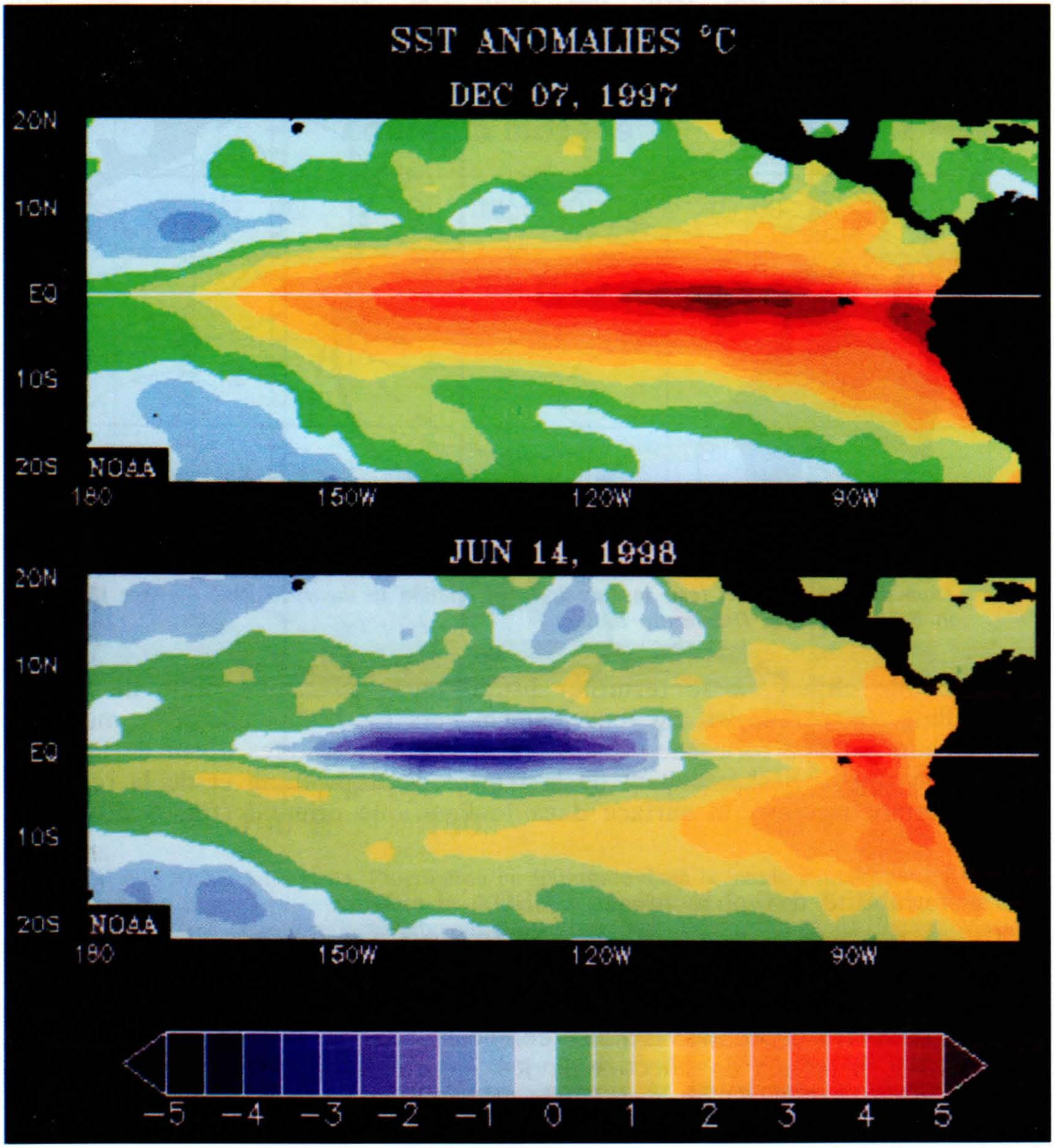



Fig. 7 - ENSO 1997-1998. Anomalie des températures de surface. 7 dècembre 1997: maturité de l'ENSO; 14 juin 1998: retour vers La Niña (source NOAA, Climate Diagnostic Center, htpp://www.cdc.noaa.gov/-afl/download.html).

*ENSO 1997-1998. Anomalies of surface temperatures. 7 December 1997: maturity of ENSO; 14 June 1998: return to La Niña (source NOAA, Climate Diagnostic Center, htpp://www.cdc.noaa.gov/-afl/download.html).*

En somme, de 1949 à 1976, ce sont les anomalies froides qui ont dominé nettement le secteur intertropical du Pacifique ne laissant place qu'à des épisodes chauds brefs et de peu d'ampleur.

A partir de 1977 et jusqu'en 1997/98, une situation fort différente s'établit, avec une réduction du nombre et de la puissance des épisodes La Niña, tandis

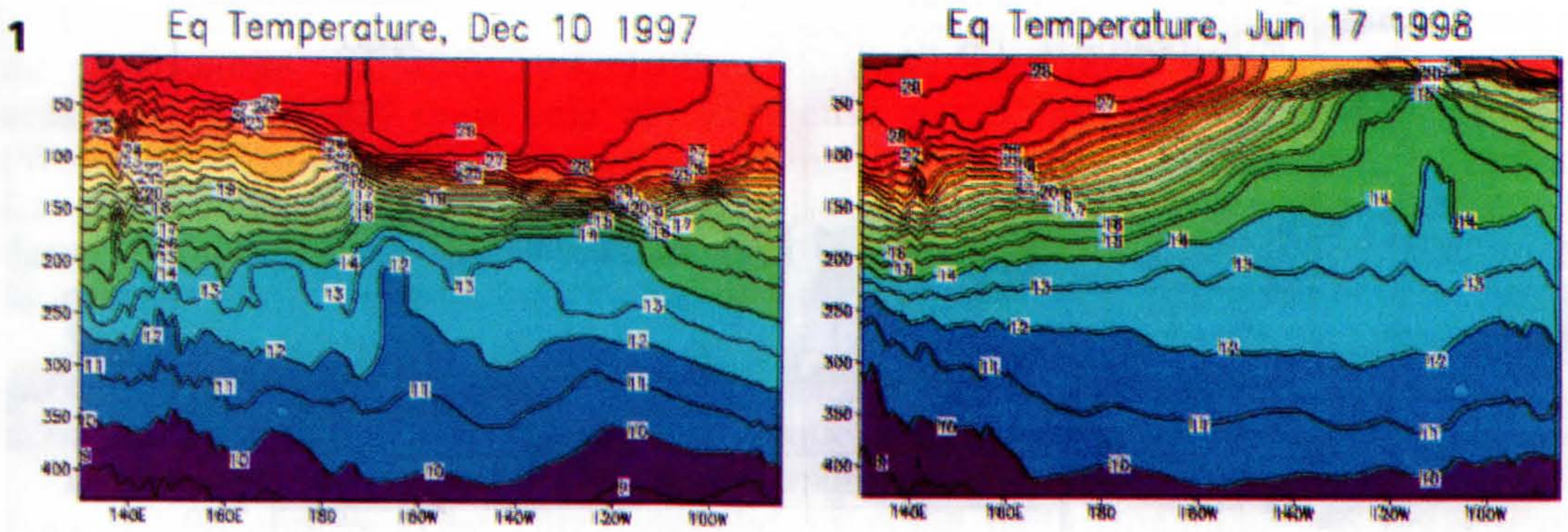



Fig. 8 - Structures hydrologiques verticales à l'Equateur. 10 décembre 1997: maturité de l'ENSO; 17 juin 1998: retour vers La Niña 1) Température 2) Anomalies des températures (source NOAA, Climate Prediction Center, htpp://www.nnic.noaa.gov/cpc).

*Vertical hydrological structures at Equator. 10 December 1997: maturity of ENSO; 17 June 1998: return to La Niña 1) Temperature 2) Temperature anomalies (source NOAA, Climate Prediction Center, htpp://www.nnic.noaa.gov/cpc).*

que des ENSO puissants (1982/83, 1986/87) ou très prolongés (1991/1995) (Trenberth et Hoar, 1996) occupent la quasi totalité de la période, à l'exception d'une petite Niña caractéristique en 1988/89.

Les ENSO de cette période sont très différents de ceux qui les ont précédés. Longs à démarrer et à monter en puissance, ils n'apportent qu'une anomalie chaude faible et tardive dans le secteur Pacifique oriental américain. Par contre, s'ils n'arrivent à maturité qu'au printemps de la seconde année, ils prolongent l'épisode chaud durant plusieurs mois jusqu'à la fin de l'été (Goddard et Graham, 1997).

Finalement, l'ENSO de 1997/98 aura été une composante de ces deux types de situation. En 1997, démarrage rapide avec forte anomalie positive à l'Est et premier maximum dès l'automne, selon le mécanisme des ENSO des années 1957/1973. Mais ensuite, après un léger déclin au dernier trimestre 1997, brutale reprise dès le début 1998 prolongeant jusqu'à la fin du printemps une seconde phase chaude du type 1992/1995. Cette originalité s'accentue avec un renversement rapide et brutal en juin-juillet 1998 semblant conduire à un épisode La Niña (fig. 9).

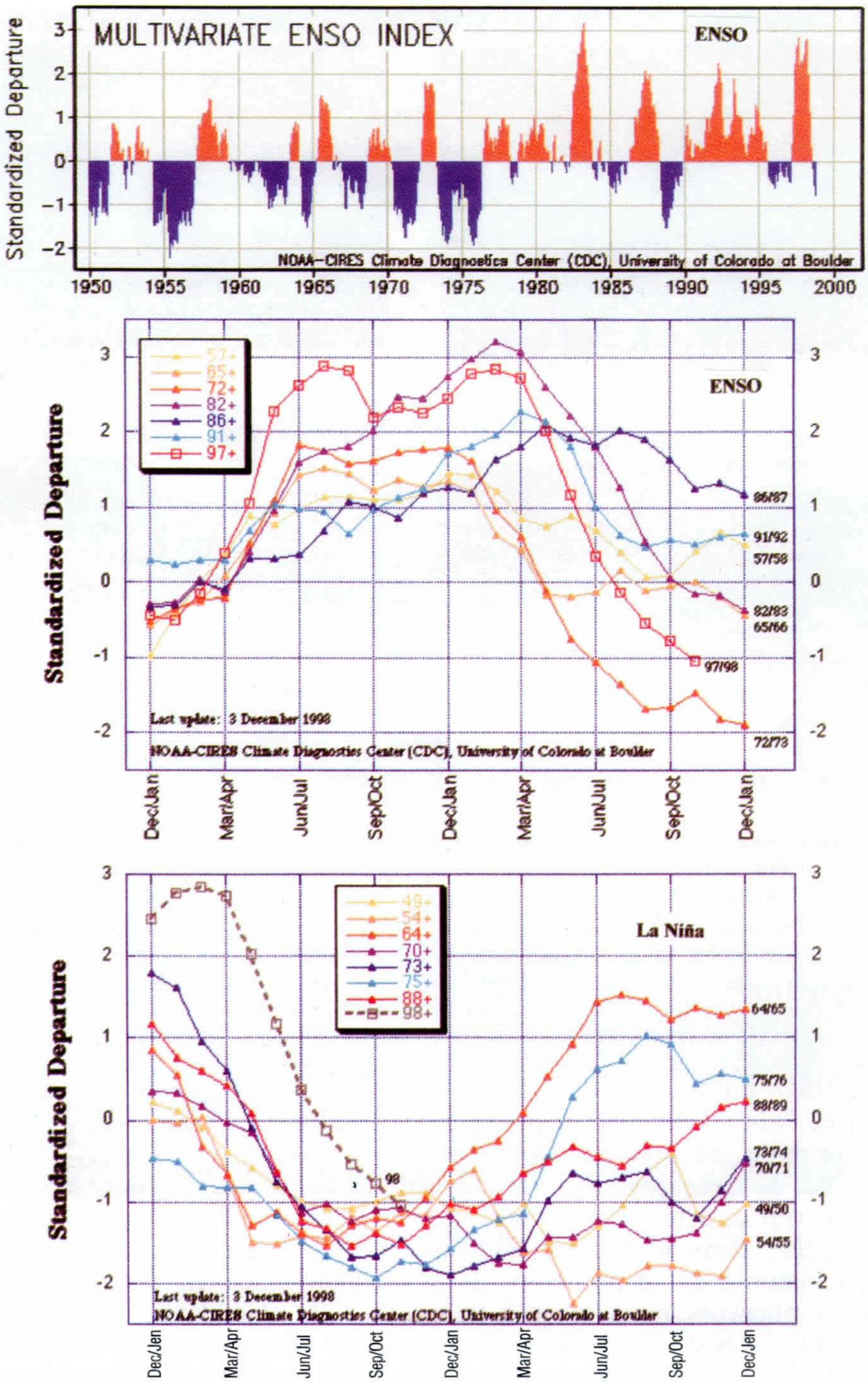



Fig. 9 - Comparaison des 7 épisodes ENSO et 7 épisodes La Niña les plus forts enregistrés de 1949 à 1998 - Anomalies de l'Indice Composite ENSO (Wolter et Timlin, 1993 et 1998) (source NOAA, http://www.cdc.noaa.gov/).

*Comparison between 7 ENSO events and 7 La Niña events the strongest recorded from 1949 to 1998. Anomalies of multivariate ENSO index (Wolter and Timlin, 1993 and 1998) (source NOAA, http://www.cdc.noaa.gov/).*

Cependant, si l'on se livre à une comparaison des différentes composantes du phénomène, l'ENSO 1997/1998 a certains caractères plus accentués que celui de 1982/1983, mais cela est compensé par d'autres traits moins marqués (Wolter et Timlin, 1998). On ne peut ainsi dire que l'un l'emporte sur l'autre. La seule conclusion est qu'une succession à seulement 14 ans d'intervalle de deux épisodes classés tous deux dans la catégorie de force exceptionnelle pose le problème de l'origine de cet excès d'énergie.

Si l'on se reporte sur une plus longue période: 120 ans (1871-1990) analysée par Kane (1997), on constate que les épisodes sont fort irréguliers et contrastés, mais qu'il se passe tout de même quelque chose presque tous les ans.

En effet, seules 22 années apparaissent marquées par un "non-événement" général. Pour les 98 années ayant enregistré une anomalie hydroclimatique, 46 ont connu un El Niño caractéristique sur les côtes andines. Mais en analysant les différentes composantes des épisodes, l'association de l'Oscillation australe et de l'El Niño n'a eu lieu que 30 fois, soit seulement une corrélation de 65 % et encore faut-il distinguer 16 cas d'enchaînement normal (El Niño se produit en début d'année et l'Oscillation et la phase chaude viennent ensuite), tandis que dans 14 cas, l'El Niño de début d'année n'est pas en phase avec l'oscillation chaude qui se produit simultanément, ou au contraire qui se décale vers la fin de l'année.

Par ailleurs, l'El Niño andin ne se manifeste pas pour 16 années connaissant une oscillation associée ou non avec un épisode chaud.

Enfin, 36 années froides, de type La Niña, équilibrent la balance hydrologique mais elles ont été nettement plus nombreuses avant 1956 et, en outre, des phases froides ont pu même être associées à des oscillations (1935 - 1936 - 1946 - 1949) ou même à des El Niño (1874 - 1887 - 1889 - 1907).

Il est donc évident qu'il faille pour le moment faire appel à des modèles variés pour répondre à des situations aussi contrastées. Parmi les idées qui commencent à émerger, on peut citer celle d'un circuit continu d'anomalies vers l'Est le long de l'Equateur, vers le Nord à 85 W, vers l'Ouest le long du 14° N et vers le Sud à 135 E (les conditions hydroclimatiques à l'équateur et à 14° N étant globalement en opposition de phase). Ce bouclage par une cellule Nord mis en évidence (Zhang et Levitus, 1997; Delcroix, 1998) n'a pas de symétrique au Sud de l'Equateur, peut-être faute de disposer d'un réseau de mesures adéquates.

Il convient donc encore d'élargir et d'approfondir les observations. Pour cela, un nouveau programme CLIVAR (Climate Variability and predictability) a été lancé dès la fin de TOGA pour en assurer le relais.

D'une durée de 15 ans (1995-2009), il doit permettre de comprendre les processus physiques responsables de la variété des climats afin d'en améliorer la prévisibilité.

Le programme englobe désormais la réponse du système climatique aux influences anthropogéniques, en particulier la libération d'excédent de dioxyde de carbone.

## II - Quelles conséquences de l'ENSO?

Les phénomènes hydroclimatiques de l'ENSO intéressent directement près de la moitié de la circonférence du globe occupé par le Pacifique intertropical. Par leur ampleur et leur développement, ils ont nécessairement de nombreux impacts directs ou indirects qui soulèvent de multiples interrogations.

Bien que des observations de la décennie TOGA et les progrès des modélisations permettent de faire ressortir de mieux en mieux les implications proches et lointaines des épisodes récents, on doit encore reconnaître que bien des réponses

restent imparfaites et sont provisoires. Les concepts actuels devront subir de nombreuses retouches et même peut-être accepter des remises en cause drastiques.

L'exploitation des données recueillies lors du paroxysme 1997-1998 sera certainement fructueuse et permettra des progrès dans la compréhension des interrelations qui font de l'ENSO un des éléments majeurs de notre environnement. C'est donc en tenant compte du caractère souvent hypothétique et parfois controversé de certaines conclusions provisoires que l'on examinera trois aspects principaux des manifestations qui semblent reliées aux phases ENSO - La Niña: fonctionnement du Warm-fresh Pool, El Niño sur les côtes Andines, téléconnections dans la zone et hors de la zone tropicale.

## 1) Les phénomènes liés au Warm-fresh-Pool

Par définition, le "Warm-fresh-Pool" génère de fortes convections entraînant des précipitations maximales vers la bordure orientale où se produisent les phénomènes de convergence (fig. 4). Les zones pluvieuses suivront donc l'évolution de la structure hydrologique s'étendant à l'Est du 140° W en phase ENSO et se retirant à l'Ouest du 160° E en période La Niña (fig. 2). Il s'ensuivra à l'Ouest des périodes de fortes sécheresses (Quinn *et al.*, 1978) qui pourront se poursuivre durant plus d'un an en Indo-Malaisie et en Mélanésie (Nouvelle-Guinée et îles Salomon), comme lors de l'ENSO 1997-1998, tandis qu'à l'Est les îles équatoriales de Micronésie et Polynésie reçoivent des précipitations très supérieures à la moyenne. Inversement, en phase La Niña, les archipels occidentaux retrouvent leurs précipitations activement convectives, tandis que la sécheresse affecte le secteur insulaire du Pacifique centre équatorial. L'archipel des îles Gilbert (Ouest du Kiribati) est gravement déstabilisé tandis que les archipels du Centre (Phœnix) et de l'Est (îles de la Ligne) deviennent inhabitables.

Un autre phénomène spectaculaire, aux bordures Nord et Sud du warm-pool, est lié à la cyclogénèse qui se manifeste de part et d'autre du piège équatorial, lorsque les eaux sont de plus de 29 °C. L'activité cyclonique du Sud-Ouest Pacifique et de la Mer de Corail est strictement soumise aux fluctuations de l'extension du warm-pool (Hastings, 1990 ; Revell et Goulter, 1986). Le contraste entre la situation ENSO et la phase La Niña est spectaculaire (fig. 10). Quand l'extension est à son maximum, la cyclogénèse se tient entre 10° S et 20° S et elle se manifeste des côtes australiennes du Nord Queensland jusqu'au 135° W. La phase ultime de l'ENSO est alors marquée par de forts cyclones qui peuvent causer des ravages considérables en Polynésie française (Doumenge, 1984). Sur le plan biologique, les récifs coralliens, en particulier sur les atolls, subissent des impacts catastrophiques (Laboute, 1985 ; Harmelin-Vivien et Laboute, 1986; Randall et Eldredge, 1977) qui peuvent détruire de 80 à 100 % des colonies coralliennes ayant été affectées directement par les effets de houle. La partie supérieure du bourrelet récifal est moins touchée car elle est adaptée à un mode battu. Les débris évacués sur le platier vont constituer un rempart qui marque un bourrelet de tempête cyclopéen en bordure du rivage (Hernandez-Avila *et al.*, 1977). La partie inférieure, en cas de forte pente, peut être aussi détruite presque en totalité par un effet d'avalanche des débris, provenant de la partie supérieure, qui n'ont pas été rejetés au rivage du platier et qui dévalent jusqu'à -50 m à -60 m en broyant tout sur leur passage. En tout état de cause, les formations coralliennes ainsi endommagées mettent plus d'une dizaine d'années à repousser et à retrouver leur équilibre.

Parfois, des petites îles peuvent être totalement balayées quand elles subissent l'impact direct des cyclones: au début 1983, les 6 atolls du Sud-Ouest des Tuamotu (Doumenge, 1984) et en fin 1997 les 3 atolls à l'Ouest des îles de la Société (Bellingshausen, Scilly et Mopelia) submergées par le cyclone *Martin* les 2 et 3 novembre. Les îles hautes ne sont pas épargnées. Les reliefs entraînent des effets secondaires de tourbillon et de tornade accompagnant ou suivant des précipitations diluviennes. Cela peut causer de violents paroxysmes comme ceux ayant accompagné la dépression *Alan* aux Iles sous le Vent (Polynésie française) les 24 et 25 avril 1998.

Si les cyclones liés à l'ENSO sont généralement dévastateurs et s'il n'existe guère d'îles qui n'aient eu à en subir les violences occasionnelles, les effets ne sont pas exclusivement négatifs: sur terre, ils facilitent la régénération de nombreux arbres et l'année qui suit le cyclone connaît généralement des fructifications abondantes; dans les lagons, ils assurent un brassage des eaux et un renouvellement par les arrivées d'eaux du large oxygénées déferlant par les chenaux temporaires du platier (Hoa) ou passant au-dessus du platier ennoyé. Ces effets sont régénérateurs pour les atolls fermés ou semi-fermés qui peuvent connaître des blooms planctoniques dans les mois suivant les perturbations cycloniques. On doit aussi considérer que par de puissants effets de brassage, les cyclones activent sur leur trace les eaux du large, tandis que le pompage d'énergie effectué par l'atmosphère peut éviter de dépasser des seuils thermiques létaux pour certains organismes aquatiques.

Cette dynamique active de la fin de l'ENSO contraste avec une activité très limitée durant la phase La Niña, pendant laquelle la cyclogénèse se tient au Nord de la Mer de Corail et ne dépasse pas le 180°, les cyclones évoluant essentiellement de 15° S à 30° S (fig. 10).

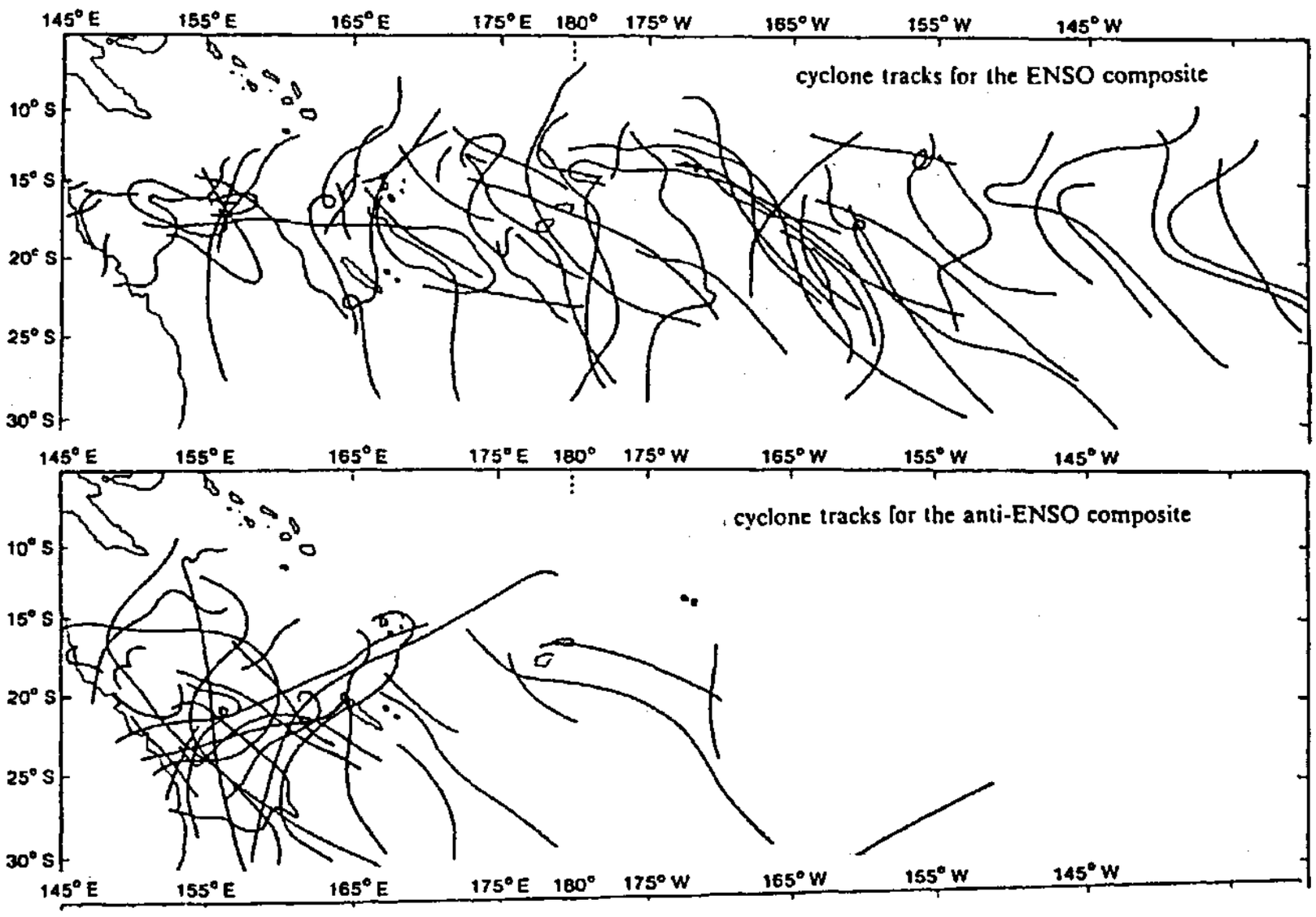



Fig. 10 - Trajectoire des cyclones dans le Pacifique intertropical Ouest (Hastings, 1990, p. 296) (publié avec l'aimable permission de la Royal Meteorological Society).

*Cyclones tracks in the West intertropical Pacific (Hastings, 1990, p. 296) (published with the kind permission of Royal Meteorological Society).*

Lors des épisodes les plus actifs de l'ENSO, l'extension du warm-pool produit des conséquences biologiques directes sur l'équilibre des écosystèmes. Actuellement, il semble que le complexe récifal soit proche de la limite supérieure létale de la température des eaux. Aussi, une augmentation brutale de quelques degrés, même temporaire, peut produire des stress dont certains effets apparaissent rapidement. Il semble qu'un des désordres, le plus général et le plus apparent, s'exprime dans le phénomène du blanchissement qui est de plus en plus observé depuis 1983 (Rougerie *et al.*, 1992).

Des mortalités massives ont ainsi affecté de larges secteurs récifaux dans certains atolls de l'archipel des Tuamotu où les eaux dépassent, en avril-mai 1998, 29,5 °C et même 30 °C, aussi bien dans les lagons qu'au large. On a pu ainsi observer des blanchissements pouvant dépasser 80% dans certains secteurs des passes (Avatoru à Rangiroa) et sur des pentes externes où, jusque vers 40 m de profondeur, certaines colonies massives, âgées vraisemblablement de plusieurs centaines d'années, étaient touchées (J. Jaubert et P. Siu, com. pers. et fig. 11, 12) dans les atolls de Rangiroa, Fakarava et Toau. Dès le début juin, les algues filamenteuses et les autres organismes pionniers recouvrant occupaient les surfaces des colonies mortes. A la mi-août, on observait un noircissement général des zones mortes (P. Siu, com. pers. et fig. 13, 14).

De telles crises paroxysmiques ont dû se produire lors de précédents épisodes. Certaines peuvent être enregistrées dans l'examen dendrologique de vieilles colonies qui permettent de situer la chronologie d'anciens ENSO partout où des changements brutaux des caractères hydrologiques ont provoqué des troubles de croissance et la désorganisation du système corallien.

En tout état de cause, les mêmes secteurs de Rangiroa et Takapoto ont été déjà gravement affectés en 1983 (P. Laboute, ORSTOM Nouméa, com. pers.) et, depuis lors, on a pu multiplier les observations, faisant du blanchissement un des facteurs clés de la déstabilisation bioclimatique des récifs coralliens (Brown, 1997; Glynn, 1993 et 1996; Goreau et Hayes, 1994).

Le caractère de "fresh pool" s'ajoutant à celui de "warm pool" est déterminant pour la concentration des petits thonidés pélagiques (listao – skipjak – *Katsuwonus pelamis* et jeunes albacores Dakar *Thunnus albacares*) qui sont exploités par la pêche industrielle de surface, en particulier par les senneurs congélateurs asiatiques et américains.

La production annuelle d'environ 1 million de tonnes (¾ listao, ¼ petit albacore Dakar) est essentiellement liée à la présence de bancs d'anchois pélagiques (*Stolephorus buccanneeri*) et de macro zooplancton qui se localisent strictement à l'Ouest de la zone de convergence du front de salinité: celui-ci se forme à la limite entre la zone de remontée des eaux froides salées de l'upwelling équatorial et les eaux à 28,5 °C moins salées du pool (Lehodey *et al.*, 1997). Les flottilles de pêche se déplacent donc vers l'Est jusque vers le 140° W en période ENSO et se retirent à l'Ouest du 180° en phase La Niña. Les champs de pêche ont ainsi un balancement sur plus de 2000 km. Les variations dans le temps et l'espace sont très rapides mais comme elles obéissent à des paramètres relativement évidents: température de l'eau, direction du vent et du courant, il est possible de faire des prévisions (Lehodey *et al.*, 1997) confirmées par la modélisation (Lehodey *et al.*, 1998). Pour ce champ de pêche tout à fait exceptionnel qui n'a pas encore atteint la limite de sa productivité, le stock de listao est caractérisé par une croissance rapide et l'arrivée

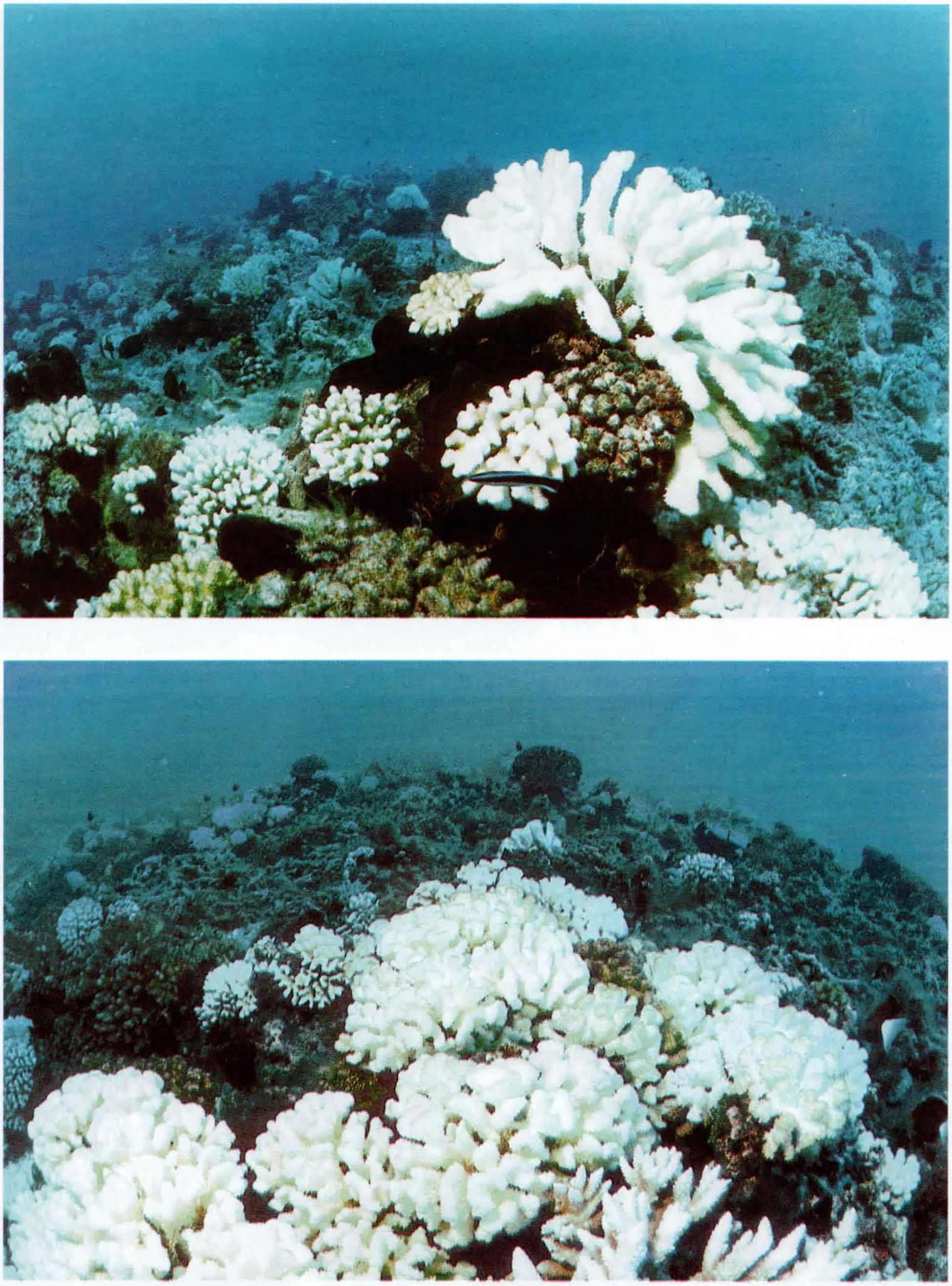


Fig. 11 et 12 - Blanchissement des colonies de *Pocillopora verrucosa* et *Acropora* sp. dans la passe de Avatoru (atoll de Rangiroa, archipel des Tuamotu, Polynésie française). Les colonies déjà mortes sont devenues noirâtres sous l'effet du recouvrement par les algues filamenteuses. (26 mai 1998; profondeur-15 m; photo Jean Jauber).

*Severe bleaching of colonies of* Pacillopora verrucosa *and* Acropora *sp. in the pass of Avatoru (atoll of Rangiroa, Tuamotu Archipelago, French Polynesia). Yet, recently dead colonies are black due to the fact that they are coated by filamentous algae. (May 26th, 1998: depth: -15 m; photo Jean Jaubert).*

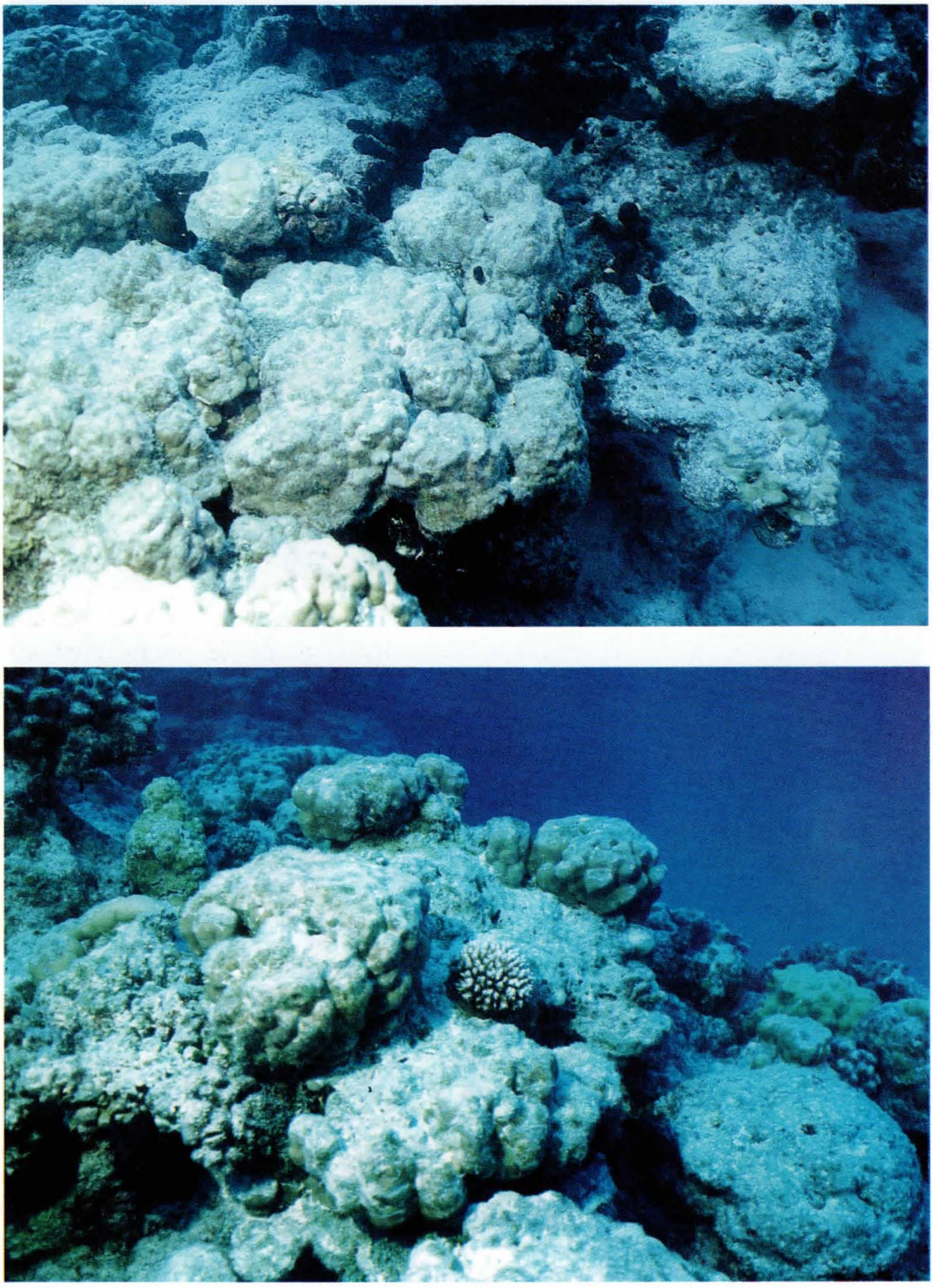


Fig. 13 et 14 - Mortalité générale définitive d'un pâté corallien de *Porites* sp. dans le lagon de Rangiroa près de la passe de Tiputa (8 septembre 1998; profondeur: -10 m; photo Yves Bérard).

*Complete death of a coral patch composed of* Porites *sp. colonies in the lagoon of Rangiroa near the pass of Tiputa (September 8th, 1998; depth -10 m; photo Yves Bérard).*

à maturité dès la première année pour des poissons de 45 cm, ce qui permet un turn-over rapide de la population. Mais la concentration trophique sur les zones de nourrissage est nécessaire pour répondre à la très forte demande énergétique qui se monte quotidiennement de 10 à 15% du poids de ces poissons. Ceci peut se réaliser grâce à l'abondance de proies (fourrage pélagique) procuré par les anchois stolephorides qui atteignent leur maturité à 3-4 mois dans un cycle vital de moins d'un an. Cette fertilité est sous la dépendance de sels nutritifs emmenés en grandes quantités jusqu'en surface par l'upwelling équatorial. La situation normale et son extrême, La Niña, sont donc caractérisées par la présence d'eaux équatoriales, froides, riches en sels nutritifs et donc très productives. La situation El Niño conduit à des conditions inverses, eaux chaudes, pauvres en sels nutritifs et donc peu productives.

## 2) Le grand chambardement des côtes Andines

La perturbation majeure entraînée par l'arrivée des eaux chaudes sur la façade orientale du bassin pacifique équatorial est un des signes fort de l'ENSO. La réflexion vers le Sud de la masse d'eau transférée par l'onde de Kelvin se manifeste par un courant induit dit d'El Niño, qui bloque l'upwelling littoral et entraîne l'approfondissement de la thermocline. Il en résulte l'invasion des eaux côtières par des espèces d'eaux chaudes qui se substituent temporairement à celles liées aux eaux froides et nutritives, tandis qu'une chute brutale de productivité affecte le système pélagique qui se disloque. Sur la façade littorale Nord péruvienne, de Tumbes à Chimbote, un secteur d'environ 600 kilomètres reçoit des précipitations diluviennes qui, durant le premier semestre, se concentrent sur quelques secteurs qui reçoivent alors plusieurs mètres d'eau; en 1983, Piura: 2 400 mm et Tumbes: 3 700 mm. Il en résulte d'énormes inondations et une sédimentation qui change le trait de côte et modifie l'équilibre des secteurs sédimentaires. On peut même voir se former d'importants deltas temporaires comme après l'épisode 1982-1983 (Rio Jequetepeque et Quebrada Pariñas - DeVries, 1997).

Pendant un an et quelquefois deux, l'ensemble de l'écosystème côtier est bouleversé du Sud de l'Equateur au Nord du Chili (Arntz *et al.* Ed., 1985; Macharé et Ortlieb Ed., 1993). L'on voit s'établir temporairement une forme nouvelle de colonisation, aussi bien littorale que néritique qui va disparaître aussi vite qu'elle est apparue.

L'invasion des eaux chaudes, qui peut être très brutale: +4° en 24 h à Paita en septembre 1982 (Barber et Chavez, 1983), provoque très rapidement un bouleversement de la faune et de la flore (Barber et Chavez, 1986) sur l'ensemble de l'étage infra-littoral (Arntz, 1986): les mollusques, crustacés et échinodermes d'eau froide meurent et sont remplacés par des espèces d'eau chaude dont certaines peuvent proliférer en l'absence de prédateurs et de régulateurs éliminés (pétoncle *Argopecten circularis* et murex *Thais chocolata*). L'El Niño favorise aussi de très forts recrutements des crevettes pénéides (*P. stylirostris* et *P. vannanei*) sur les côtes de l'Equateur et du Nord du Pérou. Il s'ensuit une surabondance de post-larves qui vont alimenter à bon marché les 100 000 ha des élevages intensifs; ceux-ci délaissent les produits des écloseries artificielles qui connaissent alors une dure crise de mévente temporaire. Quelques mois plus tard, les élevages rencontrent des difficultés à écouler leur production car une pêche abondante déverse des prises exceptionnelles qui les concurrencent sur le marché. Ceci d'autant plus

que l'on voit apparaître d'énormes populations de plus petite taille de *Xiphopenaeus riveti* qui permettent des prises massives jusqu'au Nord du Chili.

Mais c'est le domaine pélagique qui connaît la déstructuration la plus spectaculaire. La chaîne alimentaire, où une abondante floraison planctonique due à l'upwelling soutient une très forte densité de petits pélagiques à cycle court (anchois *Engraulis ringens*, sardine *Sardinops sagax*), servant à alimenter une population très dense de prédateurs supérieurs (oiseaux, pinnipèdes et cétacés) concurrencés par la pêche minotière industrielle, est rompue. Avec l'arrivée des premières eaux chaudes, les bancs de clupéidés et eugraulidés se concentrent dans les poches froides persistant quelque temps par inclusion dans un système de front tourbillonnaire. Cela procure temporairement des pêches miraculeuses. Ceci ne dure que quelques semaines, puis les petits pélagiques disparaissent, éliminés par le manque de nourriture ou se repliant vers le Sud ou en dessous de la thermocline dans des eaux plus froides. Il en résulte très vite une mortalité massive des super prédateurs privés de leurs proies. Les oiseaux producteurs de guanos meurent par millions, les phoques et otaries se dispersent et la jeune génération est décimée. Par contre, les pélagiques de plus forte taille, tels que maquereau espagnol (*Scomber japonicus peruanus*) ou saurel-chinchard (*Trachurus murphyi*) se maintiennent et élargissent leur aire de peuplement vers le Nord, sans que cet effet de substitution puisse toutefois compenser la quasi-disparition des anchois et des sardines. Les changements les plus spectaculaires dans le peuplement littoral se manifestent par la disparition rapide des espèces d'affinité d'eau froide: sériole (*Seriolella violacea*), corvine (*Sciaena gilberti*) ou limande (*Paralichthys adspersus*), qui sont remplacées par des migrateurs tropicaux venus du Nord et des eaux du large: coryphène Mahi-Mahi (*Coryphaena hippurus*), bonites (*Katsuwonus pelamis* et *Sarda chiliensis*), petits albacores Dakar (*Thunnus albacares*) et aussi nombreux requins (*Sphyrna* spp. et *Isurus*) et grandes raies aigles (*Myliobatis* spp.) et Manta (*Manta hamiltoni*). On a pu au total dénombrer la présence de 51 espèces d'affinité tropicale ayant étendu leur aire de répartition au littoral péruvien à l'occasion de l'ENSO de 1982-1983, alors qu'il n'y en avait que 16 en 1976 et 37 en 1972-1973. Par ailleurs, on enregistre aussi des arrivées massives de crustacés pélagiques tropicaux en particulier des crabes nageurs Portunidés (*Portunus acuminatus*, *Euphylax robustus* et *Callinectes arenatus*), (Velez et Zeballos, *in*: Arntz *et al.*, 1985, pp. 173-180, et Arntz, 1986).

Ces phénomènes impressionnent d'autant plus les populations qu'une grave crise économique s'installe, avec l'effondrement des prises pélagiques des armements industriels et l'arrêt des usines de farine et d'huile de poisson.

La crise de la pêche minotière en 1973 et 1983 (Barber et Chavez, 1983) a été reproduite et même amplifiée en 1998 où les apports du Pérou et du Nord Chili ont chuté de plus de 80%, pour les derniers mois de l'ENSO (janvier-mai 1998), par rapport aux cinq premiers mois du début de l'épisode (janvier-mai 1997).

Sur les côtes andines de l'Equateur et du Pérou, les bouleversements dus à l'établissement de l'El Niño apparaissent clairement et se développent avec un enchaînement cohérent. Si l'on regarde, par contre, le secteur de l'Amérique centrale, qui va du golfe de Panama à la mer de Cortés et où les ondes de Kelvin se réfléchissent vers le Nord en donnant des successions de changements de profondeur de la thermocline, la situation est beaucoup moins nette.

Tab. 1 - Effondrement des prises de la pêche sur le littoral Andin affecté par El Niño 1997-1998. Débarquements 1er janvier au 24 mai (en kt), d'après *Fishing News Int.*

*Collapse of fish catches along the Andean Coast due to El Niño 1997-1998. Landings from 1st January to 24 May (kt), after* Fishing News Int.

| Régions | 1997 | 1998 | % 97/98 - chute |
|---|---|---|---|
| Pérou Nord | 2062 | 132 | 95,6 |
| Centre | 681 | 222 | 67 |
| Sud | 1570 | 403 | 26 |
| Chili Nord | 704 | 197 | 28 |
| Centre | 212 | 15 | 93 |
| Total | 5239 | 969 | 81,5 |

La configuration du relief continental favorise ou bloque les upwellings en fonction de l'orientation de l'alizé par rapport au relief. Des précipitations élevées, liées à des convections locales, contribuent à des formations sporadiques de fresh-pool. Ce n'est que plus au large, dans le secteur des îles Galapagos et Clipperton, que l'on voit s'établir des situations plus caractéristiques de l'ENSO. Les épisodes forts, tels que ceux de 1982-1983, sont cependant partout ressentis.

L'ensemble des petites constructions récifales isolées et dispersées dans cette zone, qu'elles soient continentales ou insulaires, a enregistré un choc thermique majeur dont la signature apparaît dans une phase de dérèglement du rapport entre les rapports isotopiques de l'oxygène ($O^{18}/O^{16}$) et du carbone ($C^{13}/C^{12}$) (Wellington et Dunbar, 1995). Par contre, les ENSO modérés ont des impacts différents suivant la position géographique des constructions coralliennes et l'on ne peut y établir des corrélations sûres.

Si l'on regarde les conséquences plus globales sur l'environnement marin, ce sont les îles Galapagos qui ont eu à souffrir le plus d'une déstabilisation de leurs prédateurs phoques et otaries, mais aussi iguanes marins et delphinidés qui ont dû faire face à une famine prolongée consécutive à la raréfaction de leurs proies fuyant les eaux chaudes.

Mais, par ailleurs, on doit considérer le rôle positif de l'ENSO dont les pulsations les plus brutales produisent des effets colonisateurs, en transférant vers le Pacifique oriental des espèces récifales: aussi bien coraux, mollusques divers que poissons, comme cela apparaît nettement dans le peuplement de l'île de Clipperton (Glynn *et al.*, 1996). Certaines de ces espèces finissent par s'implanter et colonisent durablement le secteur tropical centre américain. D'autres, au contraire, ne sont qu'épisodiques et elles s'éteignent au terme de l'existence de leur classe d'âge. L'ENSO a donc, dans ce secteur, un double effet dévastateur et colonisateur.

### 3) Les téléconnections

La notion d'interrelations lointaines entre les grandes manifestations climatiques ou océaniques a été longtemps repoussée faute de démonstration théorique. L'effort de Walker pour relier la mousson indienne à l'Oscillation australe est resté sans suite. Cependant, l'interaction des dynamiques climatiques théorisée par Ångström (1935) apparaissait de plus en plus évidente avec les progrès des analyses reposant sur de meilleures observations et une nouvelle approche théorique de modélisation (Brown et Katz, 1991).

Sur le plan pratique et historique, le critère le plus représentatif est fourni par les observations des variations de précipitations (Ropelewski et Halpert, 1989; Kane, 1997). C'est l'ENSO 1982/1983, analysé et suivi dans sa globalité, qui a fait apparaître un système de téléconnection, tant atmosphérique qu'océanique, intéressant aussi bien l'ensemble de la zone intertropicale (Yarnal et Kiladis, 1985) que de nombreuses régions extra-tropicales (Yarnal, 1985).

a) L'extension Pacifique de l'ENSO

- dans l'hémisphère austral

Les réseaux d'observations ne sont pas encore assez denses et anciens pour permettre des analyses fines. Cependant, le secteur du Pacifique Sud-Ouest répond à l'ENSO avec un décalage de 3 à 6 mois (Halbrook et Bindoff, 1997). Il y a ainsi, pour l'ensemble du Pacifique subtropical, des alternances de phases chaudes et froides dont les bio-indicateurs se manifestent dans les cycles de croissance ou de reproduction de certaines espèces.

Au Sud-Est de la Nouvelle-Calédonie (23°-25° S / 165°-171° E), les *Beryx splendens* (Empereur–Alfonsino), s'alimentant dans la tranche d'eau supérieure à 500 m, ont une croissance accélérée pour les épisodes ENSO et ralentie pour les phases La Niña (Lehodey et Grandperrin, 1996), ce qui témoigne de l'extension en profondeur des anomalies hydrologiques détectées par Delcroix et Hénin (1989) entre 10° et 24° S, pour la couche de 0 à 400 m.

D'une façon plus générale, la dynamique des stocks pélagiques du Pacifique Sud ne peut manquer d'enregistrer des fluctuations de recrutement, suivant que leur phase larvaire et juvénile est favorisée ou non par des apports d'eaux chaudes ou d'eaux froides dans la bande équatoriale (Yamanaka, 1984).

Ainsi pour le germon (*Thunnus alalunga*) du Pacifique austral, qui se reproduit à la fin de sa seconde année, Fournier *et al.* (1998) ont montré que les années de fort recrutement étaient précédées, deux ans auparavant, par une phase La Niña, tandis qu'à l'inverse un ENSO est suivi deux ans après par un recrutement fortement déficitaire (fig. 15).

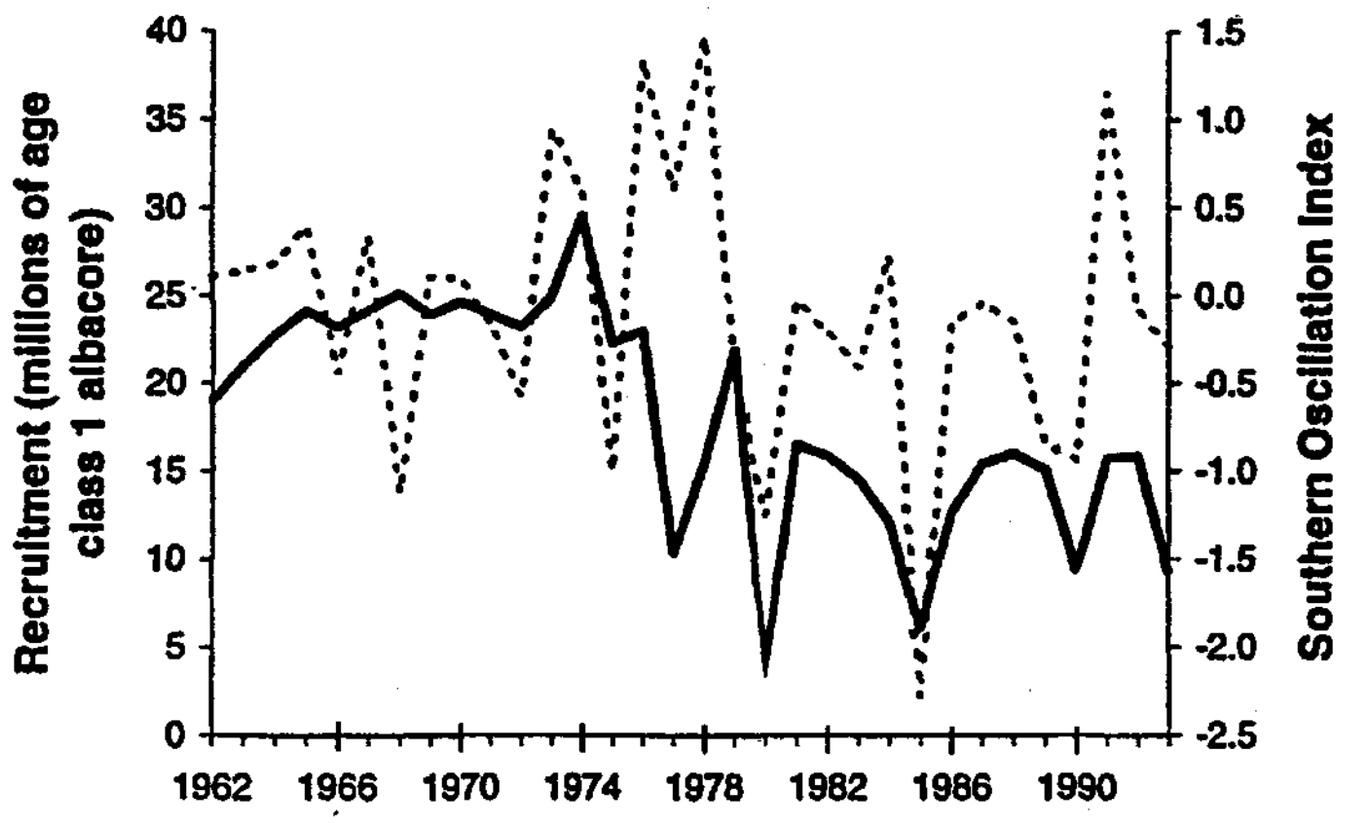



Fig. 15 - Recrutement des germons du Pacifique Sud (——); El Niño SOI négatif - La Niña SOI positif (- - -) (Fournier *et al.*, 1998, p. 2114) (publié avec l'aimable permission du National Research Council of Canada).

*Recruitment of South Pacific albacore (——); El Niño SOI negative - La Niña SOI positive (- - -) (Fournier* et al., *1998, p. 2114) (published with the kind permission of National Research Council of Canada).*

Un phénomène identique avait été déjà souligné pour l'albacore Dakar (*Thunnus albacares*) dont les années de recrutement abondant entre 1969 et 1986 ont été décalées de deux ans par rapport à l'ENSO (Joseph et Miller, 1989).

Pour le patudo (*Thunnus obesus*), les prises des palangriers augmentent durant les années ENSO sans doute par suite de l'approfondissement de la thermocline (Hanamoto et Takeuchi, 1989; Kume et Miyabe, 1987; Miyabe *et al.*, 1989). L'inverse se produit pour les pêcheries pélagiques de surface où les senneurs augmentent fortement leurs prises quand la thermocline s'élève, ce qui défavorise les champs de pêche de l'Est Pacifique par rapport à l'Ouest, entraînant un transfert massif des flottes industrielles (Joseph et Miller, 1989).

- dans l'hémisphère boréal

La déflection vers le Nord de l'onde de Kelvin nord-équatoriale de l'ENSO amène une propagation le long des côtes de l'Amérique du Nord qui peut, dans certains cas, atteindre les îles Aléoutiennes (Chelton et Davis, 1982). L'arrivée des eaux chaudes et l'arrêt de l'upwelling se produisent sur les côtes de Californie environ cinq mois après le départ du signal ENSO. Il s'établit alors un système chaud qui n'est pas sans rappeler celui d'El Niño. Les conséquences, bien qu'apparentes sur le plan de la répartition des espèces pélagiques et de la pêche (fluctuations des prises de maquereaux, Sinclair *et al.*, 1985), restent malgré tout atténuées (Hanan *et al.* Ed., 1995).

Plus au Nord, les influences de l'ENSO gardent cependant une certaine importance. Les fluctuations hydroclimatiques dans les eaux du Nord-Est Pacifique (Colombie britannique) sont imputables pour partie à l'ENSO, dont 42% des épisodes forts et 25% des épisodes modérés ont provoqué de fortes anomalies chaudes; les plus prononcées se trouvant en phase avec les autres modes oscillatoires du bassin (bi-décennal, 20-25 ans et très basse fréquence, 50-75 ans) Ware (1995). L'ENSO dont la période forte n'est que de 5 à 7 ans intervient donc comme un facteur dynamique qui sera amplifié ou, au contraire, amorti en fonction de sa conjugaison ou non avec les autres oscillations à mode long. Les migrations côtières des saumons en enregistrent l'impact (Xie et Hsieh, 1989).

Peu ou prou, l'ensemble des écosystèmes du Pacifique Nord Est a dû s'adapter à ces fluctuations successives en modifiant soit leur répartition géographique, soit leur structure en fonction des modes chauds et froids (McGowan *et al.*, 1998). Par ailleurs, sur la façade occidentale, l'intensité du contre-courant du Kuroshio et le fonctionnement de son extension frontale à méandres mobiles sont reliés aux phases ENSO (Yamagata *et al.*, 1985).

Mais l'originalité du bassin Nord Pacifique est de présenter des phénomènes de retour d'une amplitude jusque là insoupçonnée dans le temps comme dans l'espace.

Il apparaît qu'un bouclage retour d'anomalie, circulant vers l'Ouest le long du 14° N (en opposition de phase avec l'onde de Kelvin originelle et en décalage d'un an), traverse le bassin pour fermer la boucle en prenant la direction Sud au 135° E (Zhang et Levitus, 1997; Delcroix, 1998).

Mais un autre phénomène logique a aussi été détecté à partir de mesures altimétriques satellitaires comparatives du bassin du Pacifique Nord (Jacobs *et al.*, 1994). Une réflexion d'onde de Rossby de retour, initiée par l'onde de Kelvin originelle de l'ENSO 82/83, a été détectée et suivie traversant le Pacifique Nord de l'Amérique du Nord au Japon en une dizaine d'années, ce qui est parfaitement en accord avec la théorie des ondes internes (voir note 8).

L'onde de Rossby, en se propageant vers l'Ouest, se déforme, sa vitesse étant ralentie en progressant en latitude par la sphéricité et la rotation de la terre.

En mars 1984 - février 1985, elle s'arque des côtes de l'Alaska aux Hawaii, l'anomalie chaude se tenant sur le 25° N de 130° à 150° W (fig. 16-1). Trois ans après, en mai 1987 - avril 1988, en progressant l'onde se courbe, la branche Nord étant quasi stationnaire au niveau de l'Alaska, tandis que la branche Sud progresse en moyenne latitude jusque vers Taiwan (fig. 16-2). Ensuite, l'onde se propage vers le Nord et cinq ans après, en avril 1992 - mars 1993, elle s'est déplacée du 25° N au 35° N (fig. 16-3a), ce qui provoque un déplacement vers le Nord de la dérive d'extension du Kuroshio des côtes du Japon au 180° (fig. 16-3b). Toutes les pêches industrielles pélagiques qui exploitent les concentrations de maquereaux, listao, balaous, calmars, en sont affectées, et ce onze ans après l'ENSO équatorial de 1982-1983.

Pour le germon (*Thunnus alalunga*), qui effectue de larges migrations circum-Pacifique aux moyennes latitudes, les années ENSO sont marquées par une chute de l'indice de capture car les classes d'adultes matures se dispersent largement vers les hautes latitudes, en élargissant leur aire migratoire grâce au réchauffement des eaux, ce qui les rend moins vulnérables à l'effort de pêche (Kimura *et al.*, 1997).

Les influences climatiques sont moins apparentes que dans l'hémisphère austral, la cyclogénèse, en particulier, ne semble pas affectée de façon profonde. On ne peut véritablement pas différencier les cyclones de la zone tropicale Nord suivant les phases de l'épisode ENSO - La Niña. Tout au plus, on peut noter que pour l'archipel Hawaii les cyclones, pour la période 1949-1995, sont deux fois plus fréquents avec une trajectoire plus erratique durant les ENSO de 1957, 1972 et 1982 (Chu et Wang, 1997).

b) L'ENSO et l'océan Indien

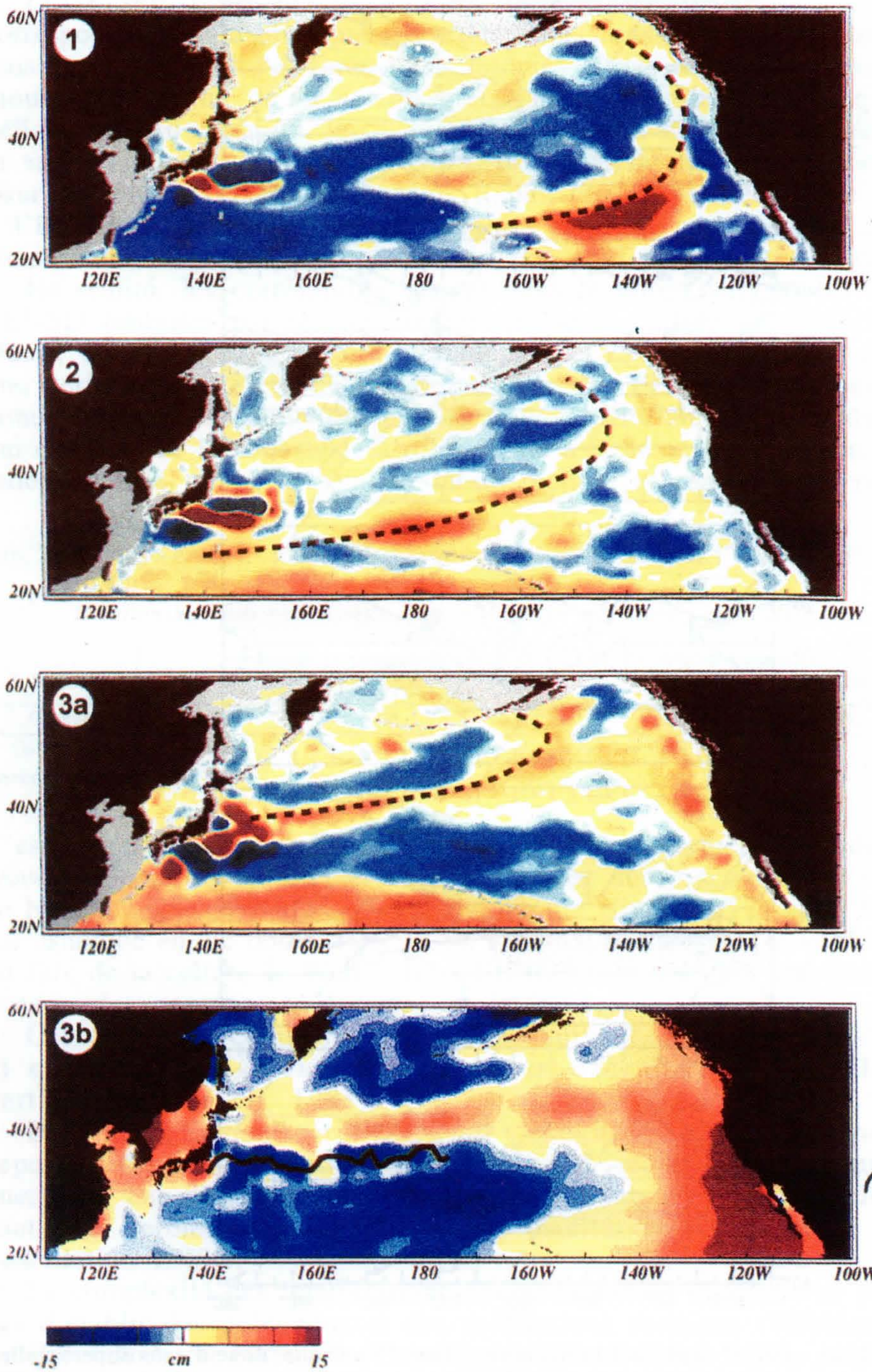
L'oscillation australe affecte aussi l'océan Indien qui interagit avec le warm-pool de l'Ouest Pacifique en fonction des déplacements des centres de convergence et de divergence des cellules de Walker (fig. 17).

Le déclenchement du signal de l'oscillation australe de l'océan Indien a lieu à l'Ouest, le long de la côte africaine, en réponse à un downwelling côtier anormal. Cette convergence va se déplacer vers l'Est (Tourre et White, 1997) à une vitesse de 15 à 25 cm/s, ce qui l'amène en phase chaude au bout de deux ans, au moment où l'ENSO Pacifique a atteint sa maturité (fig. 17, ENSO). Poursuivant son lent cheminement vers l'Est, la convergence passe la mer de Timor pour se fondre dans le warm-pool Ouest Pacifique, alors en phase La Niña, tandis qu'une divergence des eaux froides va déclencher un nouveau cycle d'oscillation.

Le couplage de la convergence de l'océan Indien avec le warm-pool à travers l'archipel indonésien n'est pas expliqué, de même que la lenteur du déplacement de l'anomalie chaude dont le front de convergence chemine à une vitesse de 20 cm/s, très inférieure à celle des autres ondes équatoriales.

Le couplage décalé de l'oscillation australe de l'océan Indien et de l'ENSO Pacifique intervient dans les relations entre le système de la mousson indienne et les facteurs dynamiques du système Océan-Continent-Atmosphère de la façade asiatique méridionale.

Cette problématique d'une liaison entre l'Oscillation australe et plus particulièrement l'ENSO et les périodes pluvieuses ou sèches du sub-continent indien et de l'Australie avait déjà été soulignée par Walker dès le début du siècle.




**1**
**Mars 1984**
**Février 1985**

**2**
**Mai 1987**
**Avril 1988**

**3 a**
**Avril 1992**
**Mars 1993**

**3 b**
**Avril 1992**
**Mars 1993**

**front du Kuroshio**

Fig. 16 - Traversée du Pacifique Nord par l'onde de Rossby de l'ENSO 1982-1983 (- - -) déflectée sur le continent Nord Américain (d'aprés Jacobs *et al.*, 1994, pp. 361-362) (publié avec l'aimable permission de Nature).

*The crossing of North Pacific by the Rossby wave of 1982-1983 ENSO (- - -) deflected towards North American continent (according to Jacobs* et al., *1994, pp. 361-362) (published with the kind permission of Nature).*

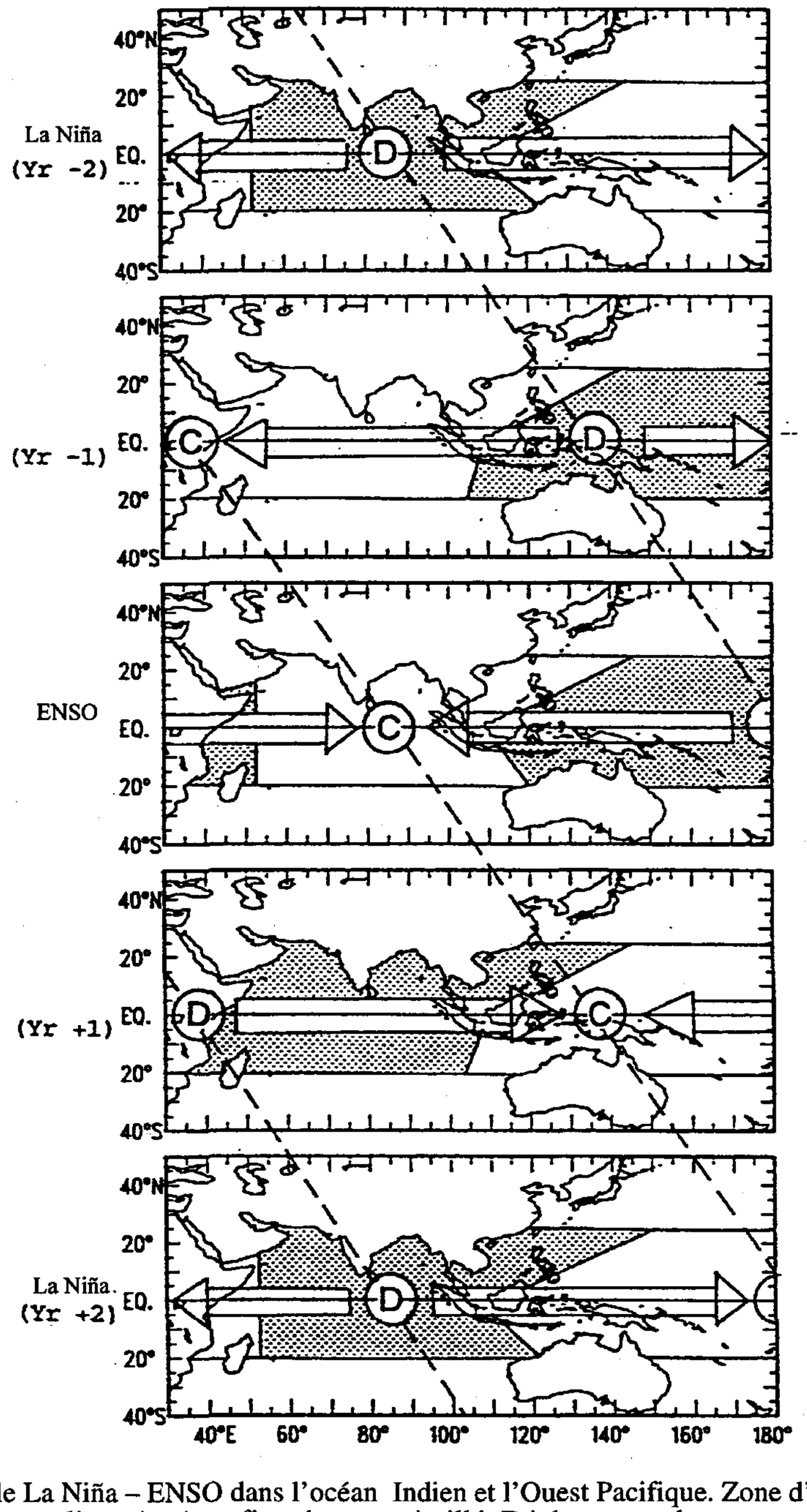



Fig. 17 - Cycle La Niña – ENSO dans l'océan Indien et l'Ouest Pacifique. Zone d'eaux superficielles en anomalies négatives figurées en pointillé. Déplacement des centres de divergence (D) et de convergence (C) (Tourre et White, 1997, p. 694) (publié avec l'aimable permission de l'American Meteorological Society).

*La Niña - ENSO cycle in the Indian Ocean and in the Western Pacific the superficial waters in negative anomalie are represented by dotted areas. Displacement of the divergence (D) and convergence (C) center (Tourre et White, 1997, p. 694) (published with the kind permission of American Meteorological Society).*

Les observations accumulées ont amplement vérifié, dans la pratique, des correspondances qui impliquent des téléconnections entre les phénomènes. Presque tous les ENSO du Pacifique sont associés à des années sèches, les pluies de mousson indienne de la saison précédant le pic de l'ENSO étant fortement déficitaires. Au contraire, les pluies de la mousson indienne dépassent la moyenne la saison suivant la phase La Niña. Il en est de même en Australie du Nord pour les pluies d'été boréal. Mais toutes les années sèches ne sont pas liées à l'ENSO et toutes les années humides ne sont pas liées à La Niña. Il y a simplement une très forte corrélation qui peut parfois être démentie.

En réalité, les corrélations varient dans le temps suivant les fluctuations de l'ENSO traduites par le fonctionnement de la cellule de Walker du Pacifique Ouest, dont la périodicité est interannuelle. Ces anomalies ont, aux Seychelles, une période de 3,5 et 5,3 ans (Charles *et al.*, 1997) et perturbent les courants atmosphériques de mousson latérale trans-équatoriale et de mousson transverse qui circulent de la zone aride afro-asiatique à la péninsule indienne. Ces moussons indépendantes ont à la fois un mode biennal et une période inter-décennale.

Tab. 2 - Relation entre les moussons asiatique et australienne avec l'ENSO du Pacifique équatorial (d'après Webster *et al.*, 1998).

*Relationship between Asiatic and Australian monsoons and ENSO of equatorial Pacific.*

| **Pluies** | **Mousson indienne d'été 1871 - 1994** | | | **Pluies Australie du Nord (été boréal) 1886 - 1993** | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Années | Total | El Niño | La Niña | Total | El Niño | La Niña |
| Déficitaires | 53 | 24 | 2 | 49 | 20 | 4 |
| Excédentaires | 71 | 4 | 19 | 58 | 5 | 17 |

C'est la jonction de ces 3 flux qui constitue le phénomène de mousson asiatique dans sa globalité (Webster *et al.*, 1998), avec une rencontre des flux ascendants en hiver boréal sur l'Indonésie et l'Australie (fig. 18-a) et sur l'Inde et le Sud-Est asiatique en été boréal (fig. 18-b). Dans ce mécanisme, le volume et l'intensité du flux de la cellule de Walker lié à l'ENSO sont toujours sensiblement inférieurs à ceux des courants transverses et latéraux.

Cet ensemble composite fonctionne suivant deux situations (fig. 19 a et b) qui alternent sur une période pluri-décennale (Fu et Fletcher, 1988; Parthasarathy *et al.*, 1991).

Dans une situation méridionale qui s'établit de 1871 à 1900, puis se retrouve depuis 1940, les corrélations de la mousson et de l'ENSO sont fortes tandis que, dans une situation zonale, avant 1871 et de 1901 à 1940, les corrélations sont plus faibles avec une très forte oscillation biennale qui l'emporte sur l'oscillation ENSO.

La complexité des interrelations des phénomènes en cause ne permet toujours pas d'établir des précisions et des corrélations certaines (Webster *et al.*, 1998).

Cependant, on commence à percevoir que l'océan Indien pourrait connaître, comme le Pacifique Sud-Ouest, des concentrations pélagiques de surface de listaos et jeunes albacores Dakar, telles que celles mises en évidence pour le "warm fresh-pool" du Sud-Ouest Pacifique. Le premier semestre 1998, qui a vu la maturation de l'ENSO 1997-1998, a été marqué par un déplacement des champs de pêche des thoniers senneurs vers l'Australie, en relation avec la migration vers l'Est du front de convergence du warm-pool de l'océan Indien.

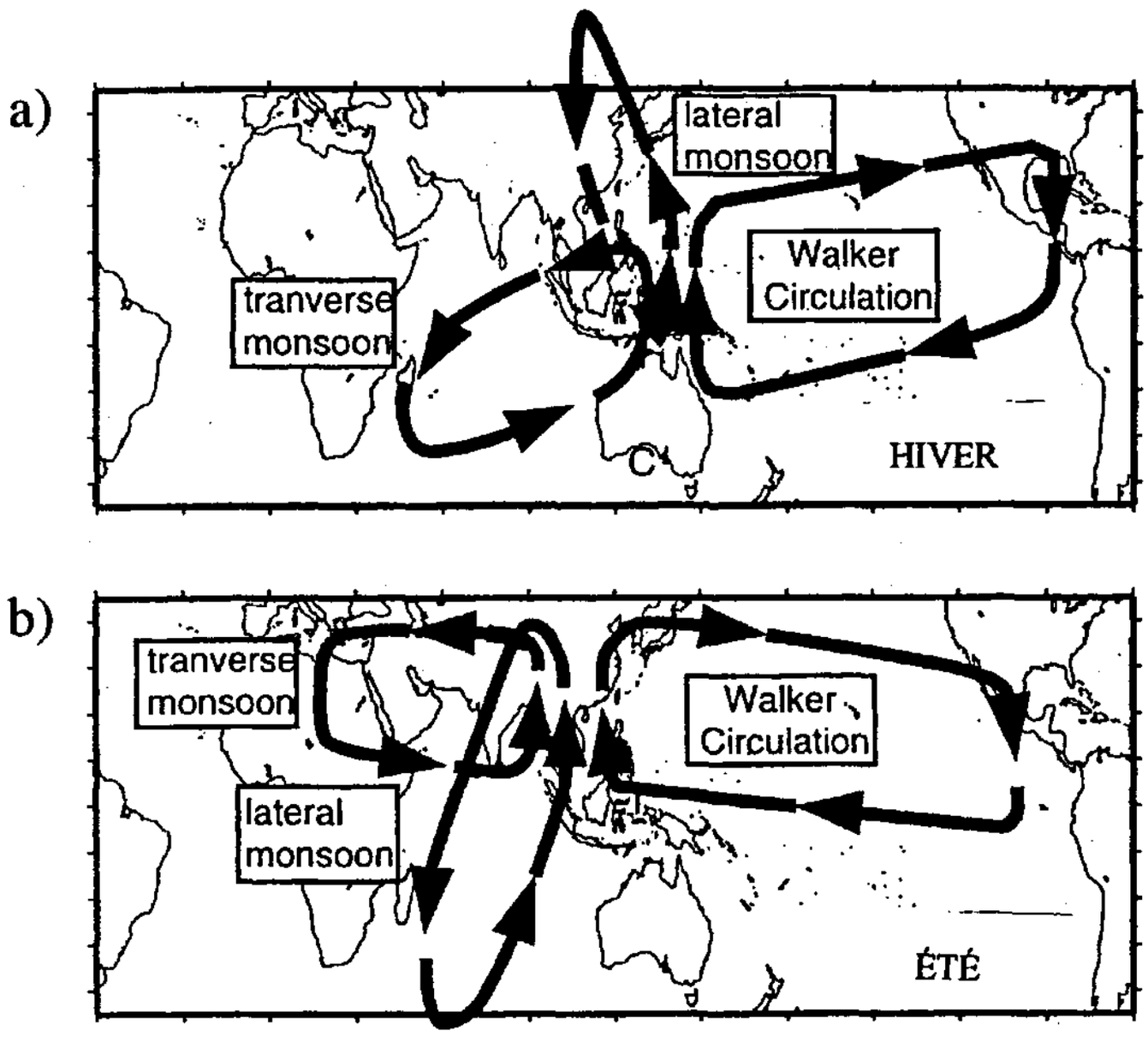
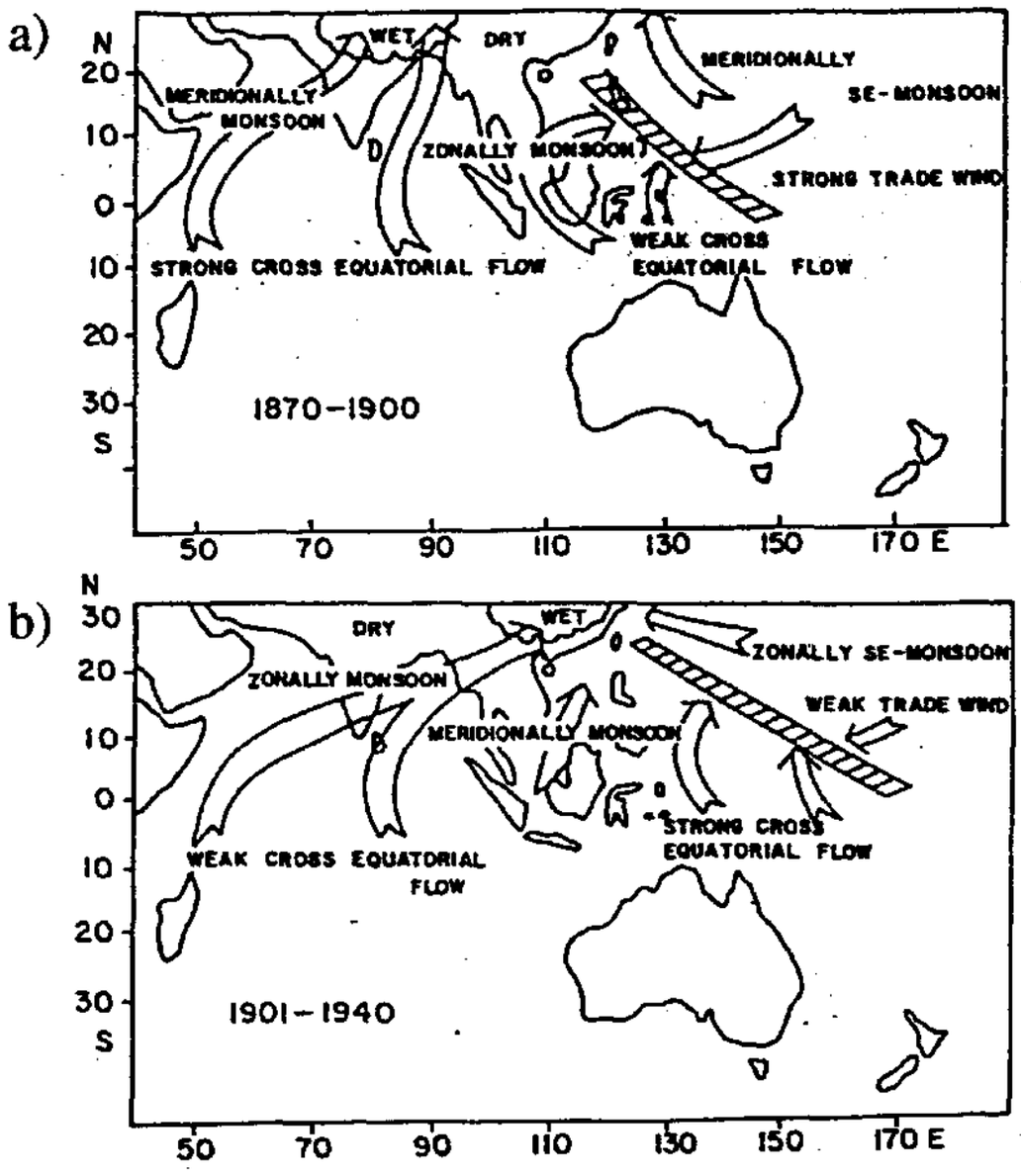



Fig. 18 - Flux composant la mousson en hiver (a) et en été (b) (Webster *et al.*, 1998, p. 14464).
*Monsoon flows at winter (a) and summer (b) ) (Webster* et al., *1998, p. 14464).*




Situation Méridionale
= humide

Situation Zonale
= sec

Fig. 19 - Flux atmosphériques génerés par les deux situations de mousson (a et b) (Fu et Fletcher, 1998 et Parthasarathy *et al.*, 1991, p. 933) (publié avec l'aimable permission de la Royal Meteorological Society).

*Atmospheric flows generated from two monsoon situations (a and b) (Fu et Fletcher, 1998 et Parthasarathy* et al., *1991, p. 933) (published with the kind permission of Royal Meteorological Society).*

c) L'ENSO et l'océan austral

De la zone convective active qui s'étend de la Convergence intertropicale du Pacifique aux bordures du continent antarctique, la structure de l'atmosphère est favorable à une extension des influences de l'anomalie ENSO de la bande équatoriale jusqu'aux plus hautes latitudes. En effet, les trois cellules dynamiques de Hadley, de Ferrel et de la zone polaire (Chen *et al.*, 1996), avec leurs interfaces dynamiques des jets subtropicaux et de front polaire, évoluent en fonction des phases El Niño et La Niña (fig. 20 et 21).

En phase chaude, la branche diagonale de la Convergence Sud Pacifique (Vincent, 1994) s'établit de 35° S - 120° W jusqu'à 170° E où elle tangente la partie zonale du warm pool équatorial. Le jet subtropical s'établit à cheval sur le 30° S de 110° E à 120° W (fig. 21). Cette activité accrue correspond à une réduction sensible de la dynamique de la cellule de Ferrel, dont le jet polaire situé à cheval sur le 50° S ne se manifeste que jusqu'au 170° E. A l'Est du 180°, le secteur polaire Sud Pacifique connaît simplement une faible activité des flux à courte période semi ou pluri-hebdomadaire.

En phase froide, la réduction sensible de l'activité de la convergence Sud Pacifique, qui glisse vers l'Est et se rapproche de l'Equateur (extrémité de la branche diagonale vers 30° S - 150° W et fusion vers l'Equateur dans la branche zonale vers 160° E), se traduit par l'affaiblissement du jet subtropical qui s'amenuise après le 180° et disparaît avant 170° W. Par contre, à l'inverse, le jet du front polaire se renforce avec l'influx accru du pôle de basse pression de la mer d'Amundsen (fig. 20). L'action du front polaire se fait sentir du 45° S au 60° S jusqu'au 80° E (fig. 21) tandis que les flux à courte période s'enflent et que les vents d'Est adiabatiques de l'inlandsis ajoutent leur forte dynamique à la cellule polaire antarctique.

La propagation vers l'Antarctique du signal ENSO, en diagonale à partir de la convergence du Sud Pacifique, à travers les mécanismes des jets subtropicaux et polaires, s'inscrit dans les variations de la banquise antarctique (Simmonds et Jacka, 1995; Gloersen, 1995) et apparaît aussi dans les fluctuations des stocks de certains pinnipèdes (Testa *et al.*, 1991) qui, comme les phoques de la mer de Weddell (*Leptonychotes weddellii*), ont une variation cyclique d'abondance en phase avec le signal ENSO.

L'océan austral, dépourvu de barrière continentale, sert donc de relais vers l'Antarctique des pulsations intertropicales dont les influences se retrouveraient dans des fluctuations climatiques et biologiques jusqu'aux abords du continent, où de plus fortes précipitations seraient en phase avec l'ENSO (Bromwich *et al.*, 1995)

d) L'effet balançoire: les deux plateaux de la bascule - corne de l'Afrique et Amérique du Nord

La rapidité des téléconnections et la brutalité des renversements qu'elles entraînent, permettent de penser que l'ENSO génère un effet balançoire (Stocker, 1998) tropical (Cane, 1998), du même genre que celui qui a été mis en évidence entre des zones polaires des deux hémisphères (Broecker, 1998).

Suivant cette optique, la corne de l'Afrique et, plus largement, les bassins du Nil et des Grands lacs à l'Ouest et le continent Nord américain à l'Est seraient sur les deux plateaux de la balançoire soumis aux manifestations climatiques des alternances de phases de l'ENSO (Cane, 1998) qui se manifesteraient, avant tout, dans les fluctuations de précipitations pour le cas de l'Afrique orientale (Quinn, 1992 et 1993; Kane, 1997) mais aussi, de plus, par des variations sensibles des températures sur l'Amérique du Nord (Gershunov et Barnett, 1998).

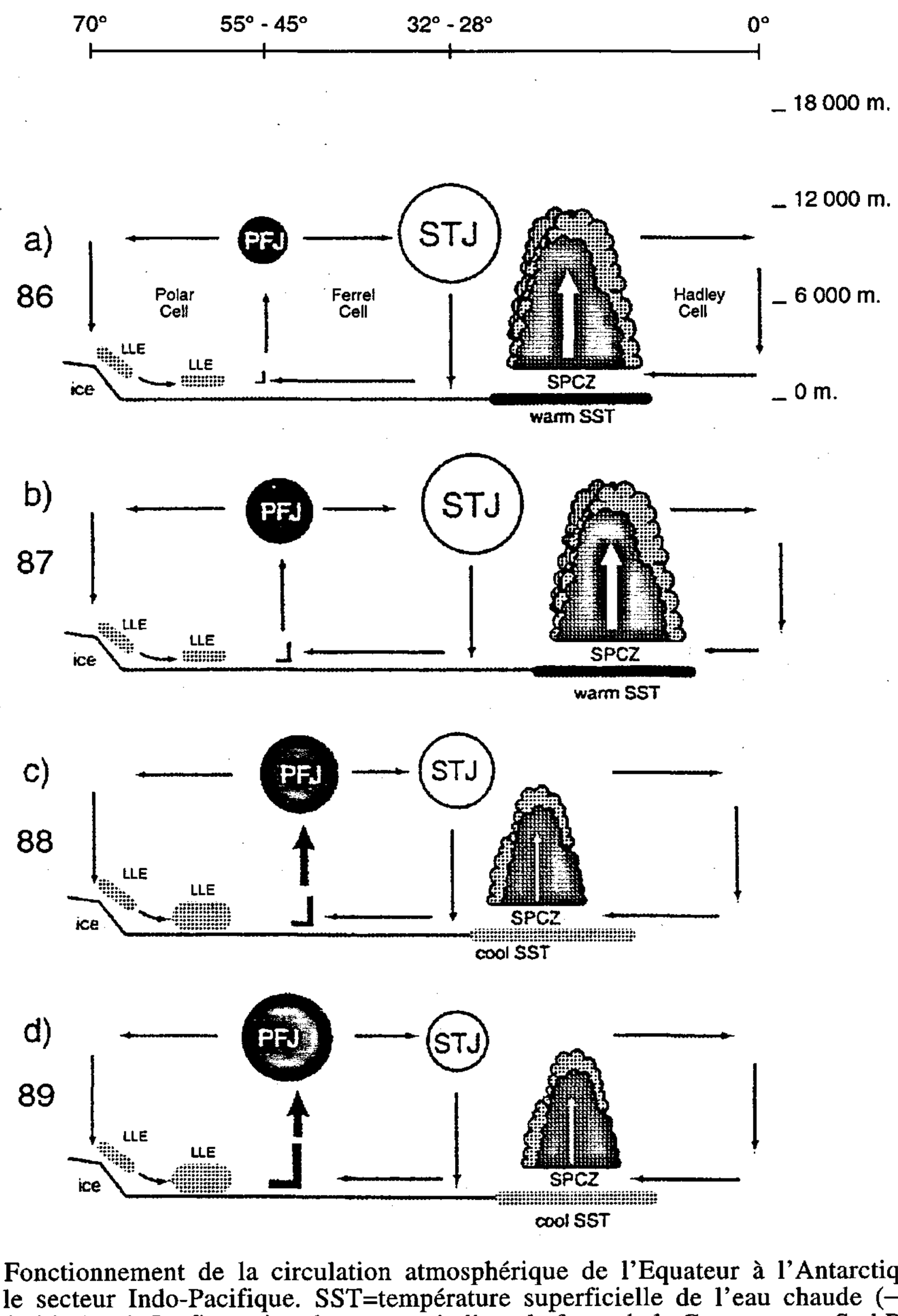



Fig. 20 - Fonctionnement de la circulation atmosphérique de l'Equateur à l'Antarctique dans le secteur Indo-Pacifique. SST=température superficielle de l'eau chaude (———) et froide (·····). La figuration des nuages indique la force de la Convergence Sud Pacifique (SPCZ). Le diamètre des cercles indique la force respective du front subtropical (STJ) et du front polaire (PFJ). L=dépression de la mer d'Amundsen (grandeur de la lettre proportionelle à l'intensité). LLE=vents d'Est adiabatiques de l'inlandsis (Chen *et al.*, 1996, p. 1728) (publié avec l'aimable permission de l'American Meteorological Society).

*Functioning of atmospheric circulation from Equator to Antarctic in the Indo-Pacific sector. SST=warm (———) and cool (·····) water temperature at surface. The size of the clouds represents the South Pacific convergence force. The diameters of circles represent forces of subtropical front (SST) and polar front (PFJ). L= depression of Admunsen sea (The size of letter is proportional to the intensity). LLE= wind of East adiabatic of inlands (Chen* et al., *1996, p. 1728) (published with the kind permission of American Meteorological Society).*

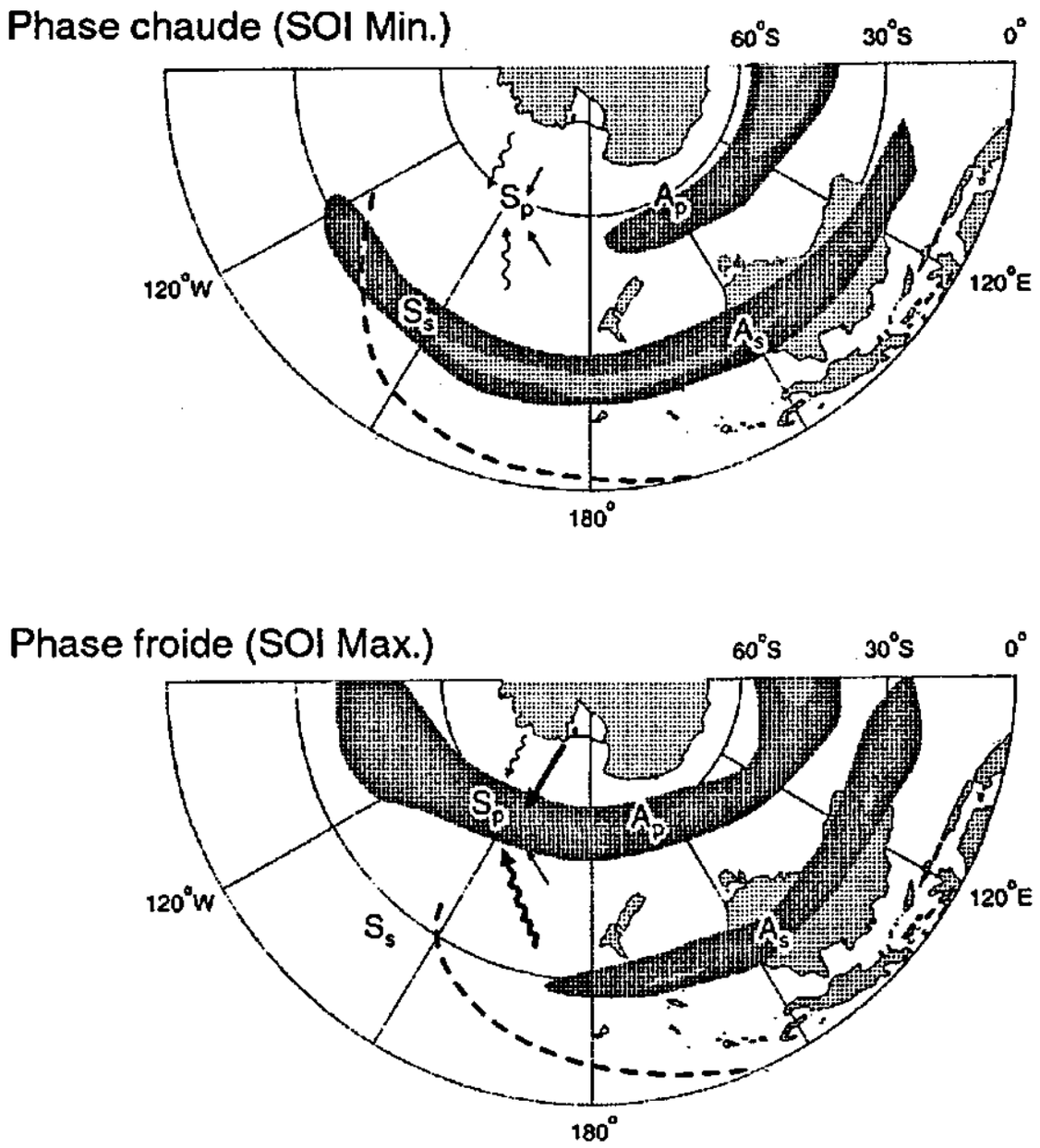



Fig. 21 - Extension et position géographique des zones actives de l'Equateur à l'Antarctique dans le secteur Indo-Pacifique. Zone frontale subtropicale: As-secteur australien; Ss-secteur Sud Pacifique. Zone frontale du front polaire: Ap-secteur polaire Sud australien; Sp-secteur polaire Sud pacifique (Chen *et al.*,1996, p. 1729) (publié avec l'aimable permission de l'American Meteorological Society).

*Geographic position and extension of the active zones from equator to Antarctic in the Indo-Pacific sector. Subtropical frontal zone: As-Australian sector; Ss-Sud Pacific sector. Frontal zone of polar frot: Ap-Sud Australian polar sector; Sp-Sud Pacific polar sector (Chen* et al., *1996, p. 1729) (published with the kind permission of American Meteorological Society).*

Sur le Canada (Shabbar *et al.*, 1997), la phase El Niño se marque par une anomalie de température positive du Yukon au Labrador en englobant La Prairie, et la phase La Niña par une anomalie de température négative sur les Rocheuses et La Prairie. Pour les précipitations, la réponse est sensiblement différente. En phase El Niño, un excédent est localisé au Nord de La Prairie entre les Rocheuses et la baie d'Hudson, tandis que tout le Sud du pays, de la Colombie britannique à l'Ontario, souffre d'un déficit. En phase La Niña, l'excédent de précipitation couvre le Sud des Rocheuses (à l'exception de la côte de Colombie britannique), La Prairie, et s'étend jusqu'au golfe du Saint-Laurent.

Pour les U.S.A., l'hiver de la phase El Niño est marqué par de fortes précipitations sur la zone centrale des Rocheuses ainsi que dans les Etats du golfe du Mexique où les températures s'abaissent fortement. Les hivers de la phase La Niña sont extrêmement chauds et pluvieux sur le bassin de l'Ohio et la vallée du Mississipi.

La signature ENSO n'est cependant pas régulière et les prévisions restent fort aléatoires bien que l'on puisse faire état d'une nette tendance à avoir de meilleures productions de maïs et, dans une moindre mesure, de tabac en année La Niña par suite, surtout, de pluies plus abondantes en juin (Hansen *et al.*, 1998).

e) L'Atlantique et l'Europe, en marge ou dans le système?

Le resserrement de l'Atlantique entre l'Afrique et l'Amérique du Sud n'est pas favorable au développement d'oscillations d'une ampleur semblable à celles de l'Indo-Pacifique. Cependant, plusieurs signes révélateurs paraissent indiquer que des situations de type ENSO s'y déroulent avec un mouvement de balançoire entre le golfe de Guinée et le Brésil.

Durant le printemps et l'été 1984, le golfe de Guinée a connu, à l'Est, une forte anomalie thermique positive accompagnée de pluies sur le littoral aride, avec remontée de la thermocline et blocage de l'upwelling (Philander, 1986; Hisard *et al.*, 1986), qui peut faire disparaître le courant de Benguela (Shannon *et al.*, 1986). Cette situation est tout à fait similaire à celle de l'ENSO Pacifique de l'année précédente avec un mécanisme d'onde de Kelvin piégée à l'équateur et déflectée sur la façade africaine avec retour d'ondes de Rossby (Bearman, 1989, p. 142, et McCreary *et al.*, 1984).

A l'Ouest, la répercussion sur la façade brésilienne est une sécheresse sur la cuvette amazonienne. Par contre, le "jet-stream" polaire austral renforcé donne une forte pluviosité sur une bande couvrant le Nord de l'Argentine, le Paraguay et le Sud du Brésil. Une conséquence majeure de ce type de situation est l'inversion de la dérive littorale le long de la façade orientale du Brésil (Martin *et al.*, 1992). On trouve une telle similitude entre la balançoire ENSO Pacifique de 1982/1983 et la balançoire de l'Atlantique austral de 1984 (Katz *et al.*, 1986) qu'on peut supposer qu'il s'agit d'une téléconnection de la première à la seconde situation, comme l'indique une modélisation qui montre que les conditions anormales dans le Pacifique en 1982-1983 ont créé les conditions favorables au développement de l'anomalie atlantique de 1984 (Delecluse *et al.*, 1994).

Le bassin Caraïbe joue le rôle d'un warm-pool sans en avoir les pulsations, mais il enregistre un net ralentissement de sa cyclogénèse en phase ENSO pour 1972-1973, 1982-1983 et 1997, sans que l'on puisse établir une relation de causalité directe avec l'ENSO Pacifique (Jones et Thorncroft, 1998).

Si l'Atlantique intertropical, surtout dans son secteur austral, est affecté par des pulsations analogues au système ENSO, on ne peut toutefois y trouver des relations de cause à effet aussi claires que dans l'océan Indien (Lamb *et al.*, 1986; Weisberg et Colin, 1986).

Par contre, l'Atlantique Nord est bien plus à l'écart et l'on ne peut y trouver des téléconnections incontestables permettant de fournir des approches prévisionnelles pour l'Europe (Fraedrich, 1994).

## III - Quel passé et quel futur pour l'ENSO?

L'impact des derniers ENSO 1982-1983, 1997-1998, et l'intense médiatisation qui en est résultée, ont mis au premier plan les interrogations quant aux reconstitutions historiques des phénomènes et aux possibilités actuelles de prévisions.

1) La mémoire des hommes et les traces de la nature

L'acceptation tardive du concept d'ENSO, qui ne date que des dernières décennies, ne permet pas de disposer d'observations cohérentes avant l'année

géophysique internationale de 1957-1958. Ceci ne couvre donc que les tous derniers épisodes qui ont toutefois fourni, par leur vigueur, des bases solides d'observation et d'interprétation.

Dès que l'on veut remonter dans le temps, on doit avoir recours à des observations partielles et lacunaires car la ceinture intertropicale n'a été que très lentement intégrée aux systèmes de mesure des phénomènes naturels qui, en Europe occidentale, étaient pourvus de bases scientifiques et de capacités techniques dès le XVII$^{e}$ siècle. Il faudra attendre le milieu et même la fin du XIX$^{e}$ siècle pour voir s'y établir des réseaux d'observations météorologiques fiables, tandis que les données hydrologiques resteront partout épisodiques et fragmentaires.

Pour remonter au-delà, le recours à la mémoire humaine des chroniqueurs sera la seule source de recueil pour des observations qui ne retiendront que les aspects les plus inhabituels et les plus catastrophiques. L'analyse critique, selon les méthodes historiques des sources archivées, s'impose car il est habituel de devoir corriger des erreurs de transcription ou de narration qui biaisent l'ampleur, et la date et même la localisation des phénomènes.

Les XVI$^{e}$ et XVII$^{e}$ siècles fourniront quelques bases relativement sûres que des recoupements permettront de confirmer. Au-delà, on ne peut plus compter qu'exceptionnellement sur des données humaines fiables recueillies dans des situations tout à fait exceptionnelles.

Il faudra, en l'absence de documents écrits, avoir recours à des observations archéologiques qui enregistreront les destructions ou les dommages causés par des crises climatiques pouvant même aboutir à la disparition de cités et à la déstabilisation de civilisations autochtones. Mais, dans ce domaine, les datations restent souvent incertaines et varient de plusieurs dizaines, sinon de plusieurs centaines, d'années.

La mémoire défaillante des hommes doit donc être suppléée par les enseignements de la nature.

On peut retrouver les traces des crises climatiques dans les marques de troubles biologiques passagers interrompant par la sécheresse ou accélérant par l'humidité les cycles de croissance de végétaux: dendrochronologie (Diaz et Markgraf Ed., 1992, pp. 201-292), ou d'invertébrés, ou provoquant des fluctuations physiologiques ou des substitutions chez certaines espèces bio-indicatrices. Les résultats les plus intéressants ont été obtenus par les analyses isotopiques des carottes prélevées sur des colonies coralliennes anciennes (Cole *et al.*, 1992; Shen, 1993; Wellington et Dunbar, 1995). On peut ainsi établir des datations précises de l'ordre d'une année, aussi bien pour les variations de température de l'eau de mer que pour l'évolution de sa salinité. Les résultats restent cependant limités car on ne peut guère remonter dans le temps, ce qui pour le moment ne fournit que des confirmations: sur un siècle pour les corrélations ENSO - mousson asiatique (Charles *et al.*, 1997), et l'activité convective du warm-pool (Cole *et al.*, 1993); sur deux ou trois siècles pour la variabilité climatique des Galapagos (Dunbar *et al.*, 1994) et la reconstruction du fonctionnement de la Convergence Intertropicale sur le littoral pacifique de l'Amérique centrale (Linsley *et al.*, 1994). Malgré ces limites, l'étude des carottes prélevées dans des colonies coralliennes peut permettre de reconstituer sur trois ou quatre siècles les conditions de l'hydroclimat océanique pour des régions où, avant la seconde guerre mondiale, n'existent que des observations incertaines ou même pas d'observation du tout (travaux en cours de l'ORSTOM aux Marquises et aux Fidji). Mais on peut, aussi, en déduire le régime des alizés (Shen *et al.*, 1992) et en obtenir une grande variété de données climatiques (Fairbanks *et al.*, 1997).

Les phases pluviales aberrantes provoqueront des alluvionnements en nappe indiquant l'importance des précipitations (une nappe torrentielle donnant un dépôt d'une couche de 3 m d'épaisseur indiquera qu'il y a eu au minimum 4 200 mm de pluies bloquées sur un temps court).

La dynamique côtière des cordons littoraux traduira, par sa morphologie, le sens du transport des sédiments et indiquera quels étaient les régimes des vents et des houles qui ont permis d'édifier des formes fossiles. Mais, là encore, les conditions de datation restent incertaines et ne permettent guère d'établir qu'une chronologie relative dont la précision est, au mieux, de l'ordre du siècle.

2) L'histoire de l'El Niño andin

Par son originalité et par sa localisation, l'El Niño de la côte péruvienne permet d'accrocher l'ENSO à une série de phénomènes spectaculaires qui retiennent l'attention et qui permettent de suppléer à l'indigence des mesures physiques (7 stations météorologiques littorales disposent d'observations suivies depuis 1940 et, pour l'hydrologie marine, une seule station depuis 1924 et 3 depuis 1960).

Ce sont, en réalité, les rapports des chroniqueurs et les récits des voyageurs qui fournissent des repères fiables pour déterminer, avec une quasi certitude, la date et la localisation des épisodes les plus accusés. Les recoupements des sources historiques ont permis de composer et d'affiner un tableau dont la trame a été établie par Quinn *et al.* (1978), puis précisé et amélioré par Hamilton et Garcia (1986), Quinn et Neal (1987) et Quinn (1992). Une révision critique des sources historiques par Hocquenghem et Ortlieb (1992) et Mabres *et al.* (1993) a modifié certaines données amenant à supprimer des épisodes, à en rajouter d'autres et, surtout, à modifier les degrés d'intensité atteints par les phénomènes.

Il ressort de la confrontation des différents auteurs que l'on peut considérer qu'il existe un consensus pour quelques El Niño particulièrement forts en 1578, 1728, 1828, 1877-1878, 1891, 1925-1926, et pour finir 1982-1983 et 1997-1998. Pour ces années critiques, les paroxysmes pluviaux qui accompagnent les eaux chaudes littorales se localisent dans le secteur Nord-Ouest du Pérou (Vallejos, 1993) qui s'étend sur une façade d'environ 700 kilomètres de Chimboté à Tumbes où les foyers du paroxysme pluvial se situent tantôt au Nord-Ouest sur Tumbes-Piura comme en 1982-1983, ou au Centre sur Lambayeke comme en 1578, ou au Sud sur Trujillo comme en 1728.

Mais il convient d'ajouter à ces années de précipitations et d'invasion littorale d'eaux chaudes, vraiment d'ampleur exceptionnelle, d'autres épisodes qui ont été tout de même plus forts que la moyenne. En retenant les années pour lesquelles il y a accord entre les différents auteurs pour 15 épisodes (1541, 1614, 1624, 1701, 1720, 1747, 1804, 1814, 1844, 1864, 1899-1900, 1932, 1940-1941, 1957-1958, 1972-1973), on a alors un groupement caractéristique: 2 épisodes au milieu du XVI$^{e}$ et 2 au milieu du XVII$^{e}$, puis 4 dans la première moitié du XVIII$^{e}$, 9 au XIX$^{e}$ siècle (en joignant l'épisode de 1791), 7 au XX$^{e}$ siècle, ceci traduit une perception plus aiguë des phénomènes les plus forts, qui sont notés par des sources de plus en plus nombreuses à partir du XVIII$^{e}$ siècle.

Les épisodes moins catastrophiques, plus courts ou plus localisés, sont en réalité bien plus nombreux et, si l'on se réfère aux dernières tables de Quinn (1993), on y relève 8 années supplémentaires d'El Niño fort de 1541 à 1614, 8 de 1614 à 1692 et 6 au XVIII$^{e}$ siècle, ce qui, avec 2 autres à la fin du XIX$^{e}$ siècle, double le nombre d'années remarquables et avec 48 El Niño forts ou très forts de 1541 à 1983, donne une fréquence de retour d'environ 9 ans. En prenant

en compte 69 autres épisodes d'intensité moyenne, la période de retour tombe à environ 4 ans, ce qui correspond bien aux données des modèles actuels.

Avec la période préhispanique, on entre dans des temps plus obscurs où l'on doit avoir recours aux sources archéologiques et aux données sédimentologiques. Il est évident que de grandes inondations ont périodiquement recouvert les piémonts et les basses vallées littorales par des ruissellements en nappe qui ont pu détruire de larges zones défrichées et habitées.

Seuls les très forts épisodes seront assez étendus et caractérisés pour pouvoir être datés. Il n'est pas sûr que l'on ait aujourd'hui la capacité de caractériser tous les mécanismes qui ont pu jouer et les datations absolues et même relatives restent souvent imprécises et aléatoires.

Il est cependant clairement établi (Wells, 1987) que les phénomènes liés à l'El Niño se produisent sur la côte péruvienne depuis plus de 40 000 ans. Le Pléistocène terminal aurait connu au moins 21 épisodes violents et l'Holocène (avant la période hispanique) au moins 14.

Dans l'Holocène, la période pré-agricole (7500 à 5000 B.P.) aurait eu 5 sédimentations torrentielles liées à l'El Niño. On en trouverait ensuite 2 dans la période agricole pré-céramique (5000 à 3500 B.P.), puis 4 dans la période de la céramique (3500 à 1200 B.P.) et 3 dans la période tardive (1200 à 550 B.P.). Pour cette dernière période, deux épisodes séparés, qui peut-être n'en font qu'un seul par suite des marges d'erreurs de datation, se situeraient à la fin du XIV$^{e}$ (1380±140) et (ou) au milieu du XV$^{e}$ siècle (1460±20).

Des découvertes récentes ont élargi sensiblement la période anthropique puisque l'on a pu dater de façon précise des établissements humains côtiers de 11 000 B.P. (Sandweiss *et al.*, 1996) et 12 500 B.P. (Keefer *et al.*, 1998). Dans ces sites, qui sont au Sud du Pérou, les nappes alluviales dévastatrices se seraient produites avant 8700 B.P. par suite de 4 épisodes à environ 12 500, 10 700, 9500 et 8700 B.P. Puis, aucune sédimentation ne se retrouve avant 5300 B.P. où une nappe torrentielle recouvre en discordance l'ensemble précédent. Ce hiatus de plus de trois millénaires, qui aurait correspondu à une stabilisation de la faune chaude sur les côtes péruviennes, est fort contesté (voir *Science*, 1997, vol. 276, pp. 965-967).

Sur la côte Nord-Ouest, dans le secteur côtier le plus affecté par les apports torrentiels consécutifs aux pluies diluviennes d'El Niño sur la région de Piura, les cordons littoraux fossiles fournissent des témoignages d'anciens épisodes forts (Ortlieb *et al.*, 1993).

L'étude sédimentologique et morphologique ne permet malheureusement pas le plus souvent de déterminer si la formation d'un bourrelet littoral provient d'un ou de plusieurs ENSO successifs, et ces phases cumulatives de construction peuvent s'étendre sur des intervalles de plusieurs années, plusieurs décennies, voire plusieurs siècles.

Par ailleurs, les méthodes de datation au $C^{14}$ ne permettent des précisions que de l'ordre du siècle, sinon de plusieurs siècles. On ne peut donc que faire des datations approximatives qui permettent cependant de situer l'importance des perturbations dans les derniers millénaires. La formation la plus ancienne aurait plus de 5000 ans (3140 avant J.-C.). Puis, après un intervalle d'environ 1500 ans, on trouverait une seconde formation âgée d'environ 3600 ans (1650 avant J.-C.). Ensuite, les constructions d'intervalle de quelques siècles se succèdent, les dernières se situant au XV$^{e}$ siècle et l'avant-dernière entre le IX$^{e}$ et le XII$^{e}$

siècle. Les datations les plus anciennes sont affectées d'intervalles de confiance de plus en plus larges, ce qui leur enlève beaucoup d'intérêt.

3) Les archives du Nil

Depuis plus de cinq millénaires, la dépendance vis-à-vis de l'eau, d'une civilisation agricole intensive de haute densité, a entraîné des observations précises sur les variations des crues nourricières du Nil.

Ceci se révèle précieux car l'ampleur des crues du fleuve dans la basse vallée et le delta est en rapport direct avec le volume des précipitations reçues par les hautes terres de l'Abyssinie et des grands lacs de l'Afrique orientale. On peut donc, après une analyse critique des sources historiques et des techniques d'enregistrement utilisées pour fournir une quotation du niveau des eaux, établir une chronologie des paliers atteints par la crue d'été qui exprime l'intensité de la convection sur l'Afrique orientale, elle-même en rapport avec la mousson indienne (Camberlin, 1997). Ceci reflète la dynamique sur l'océan Indien dans laquelle l'ENSO tient une place importante sans être exclusive.

Cependant, les années sèches sur l'Afrique orientale, se traduisant par une faible crue du Nil, coïncident généralement avec l'ENSO tout en pouvant avoir d'autres causalités. Ceci permet une reconstruction depuis le haut Moyen Age (Quinn, 1992 et 1993) qui traduit bien la succession des phases climatiques froides dans lesquelles se situent davantage d'ENSO très fortement actifs; de 622 à 999: période froide avec 6 épisodes (650, 689, 694, 842, 903, 967), de 1000 à 1290: optimum climatique avec 4 épisodes (1096, 1149, 1200, 1230), période de transition de 1291 à 1522 avec un seul épisode en 1450, puis de 1523 à 1900: petit âge glaciaire avec 7 épisodes (1661, 1694/1695, 1782/1784, 1791/1793, 1844/1845, 1877/1878, 1899/1900), enfin, la période actuelle depuis 1900 marquée par les 2 épisodes de 1940/1941 et 1982/1983.

Ceci est en corrélation évidente avec les El Niño andins très forts enregistrés depuis la période hispanique.

En remontant dans le temps des périodes romaines, hellénistiques puis pharaoniques, on dispose de nombreuses observations qu'il est difficile de raccorder car on n'a pas de niveaux de référence précis permettant de calibrer les différentes mesures. On peut simplement considérer, comme certain, que le Nil a bien eu, depuis au moins cinq millénaires, des phases alternantes de crues excédentaires et déficitaires évoquées par la Bible. Les sept années de disette de Joseph se seraient produites aux alentours de 1708 avant J.-C. (3658 B.P.) dans une période froide. Dans des temps encore plus anciens, des inscriptions s'échelonnant sur un millénaire (5000 à 4000 B.P.), de la première à la cinquième dynastie pharaonique, mettent en évidence des fluctuations d'une ampleur telle qu'elles doivent traduire des crises majeures: deux épisodes de grandes sécheresses enregistrées vers 2950 avant J.-C. (4900 B.P.) et deux autres vers 2800 avant J.-C. (4750 B.P.).

Il y a donc des indications incontestables de crises que l'on peut mettre en relation avec la balançoire Indo-Pacifique de l'ENSO.

4) Quelles prévisions pour l'ENSO?

Les conséquences réelles ou supposées, attribuées aux dérèglements hydroclimatiques de l'ENSO, ont conduit à la mise en place d'un système de prévision permettant d'alerter à l'avance les régions susceptibles d'être touchées.

Or, malgré l'ampleur des phénomènes en jeu et l'apparente régularité dans l'enchaînement des phases ou dans l'établissement des téléconnections, il se révèle que l'objectif est encore loin d'être atteint.

L'exemple le plus célèbre, qui est encore présent dans toutes les mémoires, est l'absence totale de prédiction pour l'ENSO 1982/1983 qui n'a été détecté que plusieurs mois après son début (McPhaden *et al.*, 1998, Appendix A).

Aussi, avec la multiplication des acquisitions de données en temps réel dans le cadre de TOGA et avec l'appui informatique pour la modélisation, des progrès sensibles allaient être réalisés dans la décennie suivante. Un modèle simple (Zebiak et Cane, 1987) prévoyait un an à l'avance l'épisode 1986. Utilisant le concept de l'oscillateur retardé (Suarez et Schopf, 1988), de nouveaux modèles rendaient de mieux en mieux compte du déroulement des épisodes, plus d'un an à l'avance, en incorporant les données thermiques de la masse d'eau de sub-surface (Rosati *et al.*, 1995). Cependant, les difficultés persistantes à faire fonctionner les modèles de plus en plus sophistiqués conduisaient à la mise en évidence de contraintes prévisionnelles inhérentes au fonctionnement des mécanismes de l'ENSO (Battisti et Sarachik, 1995) tenant à quatre séries de perturbations cumulatives.

1 - Parasites aléatoires internes aux phénomènes atmosphériques et océaniques provoqués par des ondes d'échelle variable allant du synoptique à l'interannuel.

2 – Non-linéarité du couplage océan-atmosphère provoquant des interactions entre modes instables.

3 - Irrégularité des forçages externes de mode décennal à centennal provenant d'ondes météorologiques ou de cycles astronomiques, où la décélération interannuelle de la rotation du globe provoque une redistribution d'énergie et de masse dans l'ensemble du système terrestre.

4 - Impact du facteur saisonnier sur les phases de l'ENSO, le processus qui détermine le cycle annuel étant différent des facteurs causant les variabilités inter annuelles. La variété des facteurs saisonniers (réflexion des couvertures nuageuses, variation de l'albédo et des flux de chaleur latente des océans et des continents), qui s'ajoute au forçage du cycle solaire, conduit, par le changement rapide des fréquences des paramètres, à l'établissement d'un état chaotique déjouant la prévision.

Pour l'heure, la théorie de l'ENSO est encore loin d'être mâture et d'avoir débouché sur un paradigme (Neelin *et al.*, 1998). Une douzaine de modèles prévisionnels fonctionnent, donnant chacun des prédictions de fiabilité fort variable (Latif *et al.*, 1998; Chen 1997; Chen *et al.*, 1995, 1997), sans qu'il soit possible d'identifier quelles sont les informations permettant d'établir les prévisions les plus valables pour détecter la mise en place d'un prochain démarrage de l'ENSO. On ignore dans quelle mesure la nature composite des phénomènes permet d'en extraire les facteurs de causalité (Latif *et al.*, 1997). Dans la pratique, aucun de ces modèles n'a pu prévoir, six mois à l'avance, le départ de l'ENSO de 1997 qualifié, après coup, d'ENSO du siècle (Anderson et Davey, 1998).

Le chevauchement des résonances non linéaires du système oscillateur retardé océan - atmosphère avec les cycles saisonniers est une fonction qui conduit à un état chaotique périodique. La coexistence de différentes résonances provoquant des sauts imprévisibles du système de l'une à l'autre est le propre d'un état chaotique (Tziperman *et al.*, 1994) qui provient essentiellement du caractère sub-harmonique du cycle saisonnier (Jin *et al.*, 1994).

Dans un tel système aléatoire fondamentalement non prévisible, il peut se produire des atténuations et même des annulations de la phase ENSO, tout comme, par ailleurs, l'entrée en phase harmonique de plusieurs systèmes ondulatoires peut produire à l'échelle des siècles des super ENSO et à celle

du millénaire des méga ENSO (Mörner, 1993) dont les conséquences s'inscrivent à l'échelle géologique. On pourrait envisager que des épisodes tels que ceux du Younger Dryas entrent dans cette classe. Le dernier super ENSO se serait situé au début du Moyen Age, entre 1000 et 1100, et aurait été précédé par une quinzaine de manifestations similaires durant l'Holocène. A ce stade, le prévisionnel ENSO rejoint les reconstructions paléoclimatiques.

Sur un plan pratique plus modeste, des diagnostics réguliers peuvent être émis mais ils n'assurent pas une prévision au-delà de quelques semaines. Dans ce domaine, les USA sont les plus impliqués car les répercussions socio-économiques des dérèglements climatiques y sont perçues avec une grande acuité.

La NOAA s'est dotée de moyens puissants de collecte et traitement de données et de diffusion en temps quasi réel auprès des spécialistes et dans des délais hebdomadaires, décadaires ou mensuels pour le grand public. La diffusion universelle se fait par les sites Internet où l'on peut acquérir l'imagerie couleur descriptive des phénomènes en cours accompagnée, au moins tous les mois, de commentaires du Centre de prévision climatique. Un fascicule imprimé mensuel *Climatic Diagnostic Bulletin* fournit la cartographie synthétique en blanc et noir et permet de disposer de commentaires succincts formulant des prévisions à court terme se fondant sur l'analyse du recueil des données présentées et leur modélisation.

Sur le plan global, les prévisions d'évolution, à au moins cinq ou six mois, sont indispensables afin de mettre en garde les gouvernements, les administrations et les acteurs économiques sur les scénarii possibles, en particulier ceux concernant les renversements de situation climatique du sec à l'humide ou les déplacements des centres de cyclogénèse.

Un progrès notable est intervenu avec le développement d'un modèle complexe, qui analyse les données océaniques acquises deux semaines auparavant, pour émettre une prévision à six mois (Stockdale *et al.*, 1998). Ceci a permis au Centre européen de prévision du temps à moyenne échelle (European Centre for Medium Range Weather Forecast) d'obtenir des résultats pertinents (Anderson et Davey, 1998), malgré les effets chaotiques résultant de variations atmosphériques imprévisibles à seulement quelques jours. Dans le cas du début 1997, la douzaine de courbes prévisionnelles, résultant des mêmes données, est assez groupée pour permettre d'émettre une prévision saisonnière.

Cependant, l'intensité et la durée des phénomènes ne peuvent encore être convenablement prévues, ni leur localisation qui n'émerge du chaos qu'au tout dernier moment avant l'enclenchement.

## Conclusions

Longtemps occulté par la pensée dominante en météorologie et aussi largement ignoré par l'océanographie, le système ENSO apparaît comme une des clés des mécanismes actuels des relations océan - atmosphère du globe. C'est aussi un des facteurs explicatifs majeurs à prendre en compte pour la compréhension des mécanismes holocènes et plus largement quaternaires qui ont affecté les relations océans - continents et atmosphère par les manifestations des cycles glaciaires.

Grâce à l'utilisation d'un réseau d'observations, sans cesse élargi et amélioré depuis une quinzaine d'années, la mise en évidence de pulsations hydroclimatiques et leur interprétation aidée par la modélisation, ont permis à la communauté scientifique d'élaborer des scénarii plausibles pour une série de situations générées par les

interactions océan - atmosphère de la zone intertropicale Indo-Pacifique, mais dont les répercussions se font sentir bien au-delà par des téléconnections lointaines.

L'état actuel du foisonnement scientifique, qui répond aux pressions d'une médiatisation intense et aux interrogations des politiques et de l'économie, se manifeste par une densité exceptionnelle de publications.

Ceci explique la nécessité d'un appareil volumineux de citations et références bibliographiques tout à fait récentes, quand elles ne sont pas encore sous presse.

Or, il faut s'attendre à ce que ce mouvement se poursuive et même s'amplifie car les analyses critiques du dernier épisode 1997/1998 sont encore en cours d'élaboration.

En tout état de cause, l'ENSO s'inscrit désormais comme un des facteurs essentiels de la dynamique écologique de la ceinture intertropicale. Son impact sur les formations coralliennes semble entraîner un renversement du cycle de biominéralisation qui passe à la déminéralisation, i. e., que les récifs coralliens produiraient moins de carbonates qu'ils n'en perdent (Eakin, 1996) (fig. 22), ce qui serait confirmé par Jean Jaubert (observations personnelles, mai 1998). Si cela s'avérait durable et généralisé à d'autres régions sensibles (Maldives, par exemple), il y aurait une voie nouvelle pour l'interprétation des phénomènes globaux des mers chaudes, non seulement dans la situation actuelle mais aussi dans la paléoécologie du Quaternaire.

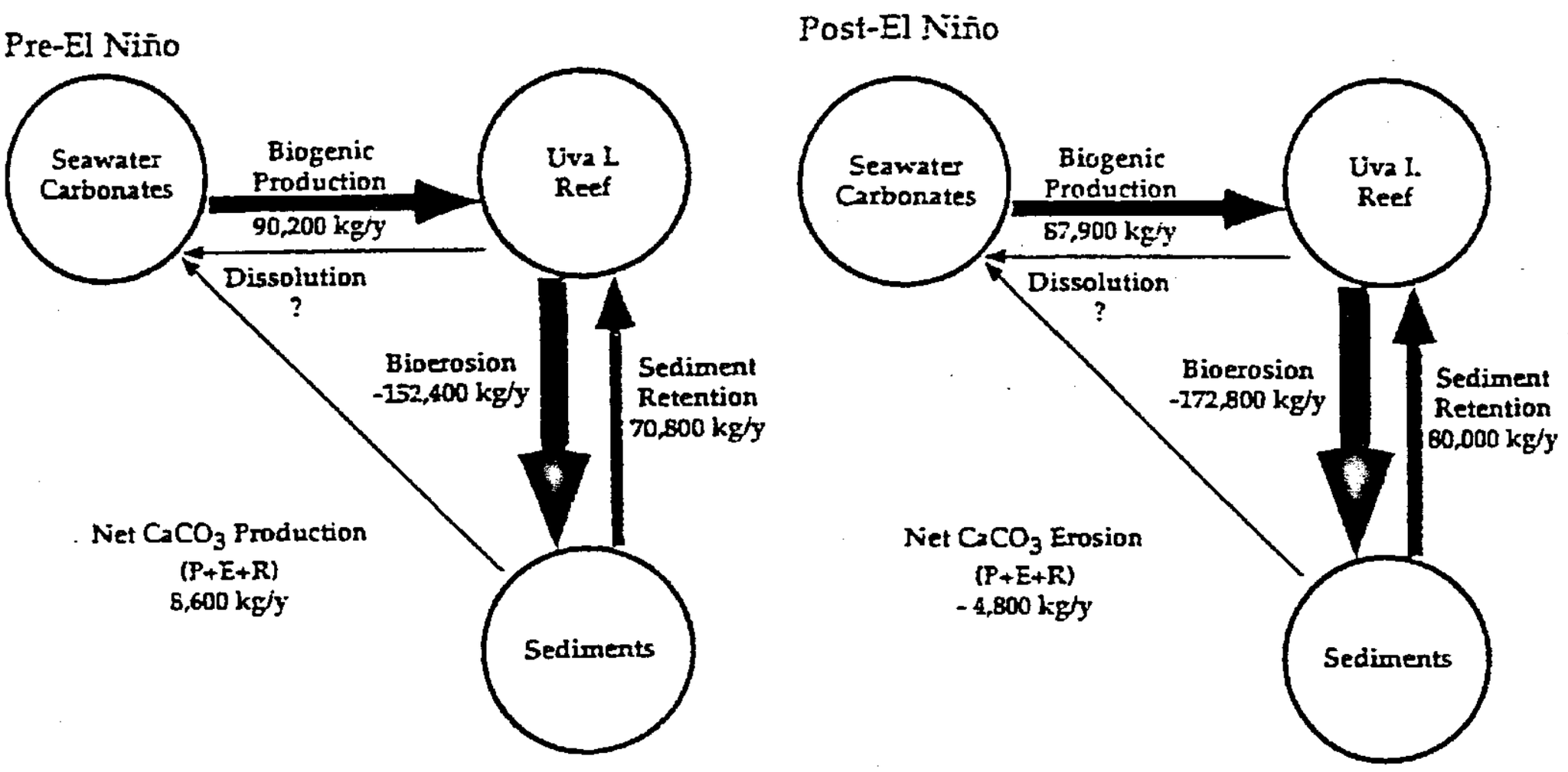



Fig. 22 - De la biominéralisation à la déminéralisation sur un récif frangeant du golfe de Panama. Reversement du bilan des carbonates aprés l'ENSO de 1982-1983 (Eakin, 1996, p. 117).

*From biomineralization to demineralization on a franging reef of Panama gulf. Reversal of carbonates balance after 1982-1983 ENSO (Eakin, 1996, p. 117).*

## Remerciements

La documentation de base de cette mise au point, dont la rédaction n'a été terminée que fin octobre 1998, provient essentiellement des publications écrites ou des sites Internet de la NOAA complétés par les articles les plus récents fournis par la bibliothèque du Musée océanographique de Monaco et par la bibliothèque du Centre ORSTOM de Nouméa.

Les océanographes physiciens de l'ORSTOM du Centre de Nouméa, en particulier Thierry Delcroix, Christian Hénin et Joël Picaut, nous ont fait bénéficier de riches commentaires sur leur problématique de recherche. John Hampton et Patrick Lehodey, de la Division des ressources marines de la Communauté du Pacifique (Nouméa), nous ont procuré leurs documents en cours de publication concernant les pêches thonières du Pacifique.

L'illustration accompagnant le texte provient des sites Internet de la NOAA ou d'articles récents parus dans des revues scientifiques spécialisées dont les auteurs et les éditeurs ont bien voulu accorder l'autorisation de reproduction pour une publication de la Société italienne de biologie marine.

Une révision finale du texte a été assurée par Francis Rougerie (ORSTOM – Centre scientifique de Monaco).

## I - Ouvrages de base sur l'ENSO publiés entre 1987 et 1996 (par ordre chronologique)

ARNTZ W., LANDA A., TARAZONA J. (1985) – "El Niño" Su Impacto en la Fauna Marina. *Bol. Inst. Mar Perú - Callao*, volumen extraordinario: 222 pp.

WOOSTER W.S., FLUHARTY D.L. (1985) – El Niño North - Niño Effects in the Eastern Subarctic Pacific Ocean. *Washington Sea Grant Program*, Seattle: 313 pp.

AGU Chapman Conference (1987) – El Niño. In: *Journal of Geophysical Research*. Special Section. American Geophysical Union Ed., **92** (C13): 14,187-14,479.

PHILANDER S.G. (1990) – El Niño, La Niña, and the southern Oscillation. *International Geophysics Series, Academic Press,*. **46**: 293 pp.

GLYNN P.W. (1990) – Global Ecological Consequences of the 1982-83 El Niño-Southern Oscillation. *Elsevier Oceanography Series*, **52**: 563 pp.

LUKAS R., WEBSTER P., PICAUT J. Ed. (1991) – Oceanography and Meterology of the Western Pacific Warm Pool. Papers from the Western Pacific International Meeting and Workshop on TOGA/COARE. *Journal of Geophysical Research,*. **96**, Supplement to Oceans and Atmosphere, February 28, 1991, pp. 3123-3436.

DIAZ H.F., MARKGRAF V. Ed. (1992) – *El Niño, Historical and Paleoclimatic Aspects of the Southern Oscillation*. Cambridge University Press: 476 pp.

ORTLIEB L., MACHARÉ J. (1992) – Paleo-ENSO Records, international symposium : Extended abstracts, ORSTOM-CONCYTEC, Lima: 335 pp.

MACHARÉ J., ORTLIEB L. Ed. (1993) – Registros del fenómeno El Niño y de eventos ENSO en América del Sur. *Bulletin de l'Institut Français d'Etudes Andines*, **22** (1): 412 pp.

MILLIMAN J.D. Ed. (1995) – Tropical Studies in Oceanography. *Deep Sea Research*, part II,. **42** (2-3): 903 pp.

TOGA PANEL Ed. (1996) – *Learning to Predict Climate Variations Associated with El Niño and the Southern Oscillation*. National Academic Press, Washington: 171 pp.

GLANTZ M.H. (1996) – *Currents of change: El Niño's impact on climate and society*. Cambridge University Press: 194 pp.

CADIER E., GALARRAGA G. Ed. (1998) – Consecuencias climaticas e hidrologicas del evento El Niño a escala regional y local, Incidencia en America del Sur. *Seminario internacional, 26-29 de noviembre de 1997, Quito-Ecuador*. INAMHI, ORSTOM Ed.: 372 pp.

ANDERSON D.L.T., ROTHSTEIN L.M., SARACHIK E.S., WEBSTER P.J. Ed. (1998) – The TOGA Decade. Reviewing the Progress of El Niño Research and Prediction. Reprinted from the *Journal of Geophysical Research*, American Geophysical Union: 14,167-14,510.

## II - Autres références citées dans le texte

ANDERSON D.L.T., DAVEY M.K. (1998) - Predicting the El Niño of 1997/98. *Weather*, **53** (9): 303-310.

ÅNGSTRÖM A. (1935) – Teleconnections of climate changes in present time. *Geografiska Analer*, **17**: 242-258.

ARNTZ W.E. (1986) – The two faces of El Niño 1982-83. *Meeresforsch*, **31**: 1-46.

BACASTOW R.B., ADAMS J.A, KEELING C.D., MOSS D.J., WHORF T.P. (1980) – Atmospheric carbon dioxide, the Southern Oscillation, and the weak 1975 El Niño. *Science*, **210**: 66-68.

BARBER R.T., CHAVEZ F.P. (1983) – Biological Consequences of El Niño. *Science*, **222** (4629): 1203-1210.

BARBER R.T., CHAVEZ F.P. (1986) – Ocean variability in relation to living resources during the 1982-83 El Niño. *Nature*, **319** (6051): 279-285.

BATTISTI D.S., SARACHIK E.S. (1995) – Understanding and predicting ENSO. *Reviews of Geophysics*, (Suppl.): 1367-1376.

BEARMAN G. ed. (1989) – *Ocean Circulation*. (Oceanography series n° 3). Milton Keynes : the Open University – Pergamon Press: 238 pp; 5-3 The role of long waves in Ocean circulation:. 138-145; 5-4 El Niño: 145-148.

BENTAMY A., QUILFEN Y., GOHIN F., GRIMA N., LENAOUR M., SERVAIN J. (1996) – Determination and validation of average wind fields from ERS-1 scatterometer measurements. *J. Global Atmos. Ocean Syst.*, **4**: 1-29.

BJERKNES J., (1966a) – Survey of El Niño 1957-58 in its relation to tropical Pacific meteorology. *Inter-American Tropical Tuna Commission Bulletin*, **12**: 1-62.

BJERKNES J., (1966b) – A possible response of the atmospheric Hadley circulation: equatorial anomalies of ocean temperature. *Tellus*, **18**: 820-829.

BJERKNES J., (1969) – Atmospheric teleconnections from the equatorial Pacific. *Monthly Weather Review*, **97**: 163-172.

BOULANGER J.-P., MENKES C. (1995) – Propagation and reflection of long equatorial waves in the Pacific Ocean during the 1992-1993 El Niño. *Journal of Geophysical Research*, **100** (C12): 25,041-25,059.

BROECKER W.S. (1998) – Paleocean circulation during the last deglaciation: A bipolar seesaw? *Paleoceanography*, **13** (2): 119-121.

BROMWICH D.H., ROBASKY F.M., CULLATHER R.I., VAN WOERT M.L. (1995) – The atmospheric hydrologic cycle over the Southern Ocean and Antarctica from operational numerical analyses. *Monthly Weather Review,* **123**: 3518-3538.

BROWN B.E. (997) – Coral bleaching: Causes and consequences. *Coral Reefs*, **16** (Suppl.): S129-S138.

BROWN B.G., KATZ R.W. (1991) – The use of statistical methods in the search for teleconnections : Past, present and future. In : *Teleconnections Linking Worldwide Climate Anomalies*, ed. M.H. Glantz, R.W. Katz and N. Nicholls, Cambridge University Press: 371-400.

BUSALACCHI A.J., McPHADEN M.J., PICAUT J. (1994) – Variability in equatorial Pacific sea surface topography during the verification phase of the TOPEIX/POSEIDON mission. *J. Geophys. Res.*, **99**: 24,725-24,738.

CAMBERLIN P. (1997) – Rainfall Anomalies in the Source Region of the Nile and Their Connection with the Indian Summer Monsoon. *Journal of Climate*, **10**: 1380-1389.

CANE M.A. (1998) – A Role for the Tropical Pacific. *Science*, **282**: 59-61.

CHARLES C.D., HUNTER D.E., FAIRBANKS R.G. (1997) – Interaction Between the ENSO and the Asian Monsoon in a Coral Record of Tropical Climate. *Science*, **277**: 925-928.

CHELTON D.B., DAVIS R.E. (1982) – Monthly Mean Sea-Level Variability Along the West Coast of North America. *Journal of Physical Oceanography*, **12** (8): 757-784.

CHEN B., SMITH S.R., BROMWICH D.H. (1996) – Evolution of the Tropospheric Split Jet over the South Pacific Ocean during the 1986-89 ENSO Cycle. *Monthly Weather Review*, **124**: 1711-1731.

CHEN D. (1997) – Computer Models for ENSO Prediction. *Sea Technology*, single issue,. **38** (5):. 37-42.

CHEN D., ZEBIAK S.E., BUSALACCHI A.J., CANE M.A. (1995) – An Improved Procedure for El Niño Forecasting: Implications for Predictability. *Science*, **269** (5231): 1699-1788.

CHEN D., ZEBIAK S.E., CANE M.A., BUSALACCHI A.J. (1997) – Initialization and Predictability of a Coupled ENSO Forecast Model. *Monthly Weather Review*, **125** (5): 773-788.

CHENEY R.E., MILLER L. (1988) – Mapping the 1986-1987 El Niño With GEOSAT Altimeter Data. *EOS*, **69** (31): 754-755.

CHU P.S., WANG J. (1997) – Tropical Cyclone Occurrences in the Vicinity of Hawaii : Are the Differences between El Niño and Non-El Niño Years Significant ?, *Journal of Climate*, **10** (10): 2683-2689.

COLE J.E., FAIRBANCKS R.G., SHEN G.T. (1993) – Recent Variability in the Southern Oscillation: Isotopic Results from a Tarawa Atoll Coral. *Science*, **260**: 1790-1793.

COLE J.E., SHEN G.T., FAIRBANKS R.G., MOORE M. (1992) – Coral monitors of El Niño/ Southern Oscillation dynamics across the equatorial Pacific. In : Diaz H.F., Markgraf V. Ed., Cambridge University Press: 349-376.

DELCROIX T. (1998) – Observed surface oceanic and atmospheric variability in the tropical pacific at seasonal and ENSO time scales: a tentative overview. *J. Geophys. Res.*, **103** (C9): 18,611-18,633.

DELCROIX T., BOULANGER J.-P., MASIA F., MENKES C. (1994) – GEOSAT derived sea level and surface current anomalies in the equatorial Pacific, during the 1986-89 El Niño and La Niña. *J. Geophys. Res.*, **99**: 25,093-25,107.

DELCROIX T., ELDIN G., RADENAC M.-H., TOOLE J.M., FIRING E. (1992) – Variations of the western equatorial Pacific Ocean, 1986-1988. *J. Geophys. Res.*, **97**: 5423-5445.

DELCROIX T., HÉNIN C. (1989) – Mechanisms of subsurface thermal structure and sea surface thermohaline variabilities in the southwestern tropical Pacific during 1979-85. *Journal of Marine Research*, **47**: 777-812.

DELCROIX T., PICAUT J. 819989 – Zonal displacement of the western equatorial Pacific "fresh pool". *J. Geophys. Res.*, **103**: 1087-1098.

DELCROIX T., PICAUT J., ELDIN G. (1991) – Equatorial Kelvin and Rossby Waves Evidenced in the Pacific Ocean Through Geosat Sea Level and Surface Current Anomalies. *Journal of Geophysical Research*, **96** (Suppl.): 3249-3262.

DELECLUSE P., SERVAIN J., LEVY C., ARPE K., BENGTSSON L. (1994) – On the connection between the 1984 Atlantic warm event and the 1982-1983 ENSO. *Tellus*, **46A**: 448-464.

DeVRIES T.J., ORTLIEB L., DIAZ A., WELLS L., HILLAIRE-MARCEL Cl., NOLLER J.S. (1997) – Determining the Early History of El Niño. *Science,*. **276**: 965-966.

DOUMENGE F. (1984) – Les cyclones de l'été austral 1982-1983 en Polynésie française - Seuils climatiques et viabilité des petites îles. In : *Nature et Hommes dans les îles tropicales.* Collection "Iles et Archipels", **3** CEGET-CRET : 51-68.

DUNBAR R.B., WELLINGTON G.M., COLGAN M.W., GLYNN P.W. (1994) – Eastern Pacific sea surface temperature since 1600 A.D.: The $d^{18}O$ record of climate variability in Galápagos corals. *Paleoceanography*, **9** (2): 291-315.

EAKIN C.M. (1996) – Where have all the carbonate gone ? A model comparison of calcium carbonate budgets before and after the 1982-1983 El Niño at Uva Island in the eastern Pacific. *Coral Reefs*, **15**: 109-119.

ECHEVIN V., MINSTER J.-F. (1998) – L'observation de l'océan par satellites. In : *Les Humeurs de l'Océan. Pour la Science*, dossier hors série, octobre 1998: 78-85.

FAIRBANKS R.G., EVANS M.N., RUBENSTONE J.L., MORTLOCK R.A., BROAD K., MOORE M.D., CHARLES C.D. (1997) – Evaluating climate indices and their geochemical proxies measured in corals. *Coral Reefs,*. **16** (Suppl.): S93-S100.

FOURNIER D.A., HAMPTON J., SIBERT J.R. (1998) – MULTIFAN-CL : a length-based, age-structured model for fisheries stock assessment, with application to South Pacific albacore, *Thunnus alalunga. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science*, in press.

FRAEDRICH K. (1994) – An ENSO impact on Europe? A review. *Tellus*, **46A**: 541-552.

FU C., FLETCHER J. (1988) – Large signals of climatic variations over the ocean in the Asian monsoon region. *Adv. Atmos. Sci.*, **5**: 389-404.

GERSHUNOV A., BARNETT T.P. (1998) – ENSO Influence on Intraseasonal Extreme Rainfall and Temperature Frequencies in the Contiguous United States : Observations and Model Results. *Journal of Climate*, **11** (7): 1575-1586.

GLOERSEN P. (1995) – Modulation of hemispheric sea-ice cover by ENSO events. *Nature*, **373**: 503-505.

GLYNN P.W. (1993) – Coral reef bleaching : ecological perspectives. *Coral Reefs*, **12**: 1-17.

GLYNN P.W. (1996) – Coral reef bleaching: facts, hypotheses and implications. *Global Change Biology*, **2** (6): 495-509.
GLYNN P.W., VERON J.E.N., WELLINGTON G.M. (1996) – Clipperton Atoll (eastern Pacific): oceanography, geomorphology, reef-building coral ecology and biogeography. *Coral Reefs*, **15**: 71-99.
GODDARD L., GRAHAM N.E. (1997) – El Niño in the 1990s. *Journal of Geophysical Research*, **102** (C5): 10,423-10,436.
GOREAU T.F., HAYES R.L. (1994) – Coral bleaching and Ocean "hot spots". *Ambio*, **23**: 176-180.
HAMILTON K., GARCIA R.R. (1986) – El Niño/Southern Oscillation Events and their Associated Midlatitude Teleconnections 1531-1841. *Bulletin of the American Meteorological Society*, **67** (11): 1354-1361.
HANAMOTO E., TAKEUCHI S. (1989) – Effects of El-Niño on bigeye tuna fishery in the eastern Pacific. *Bull. Jap. Soc. Fish. Oceanogr.*, **53**: 80-84.
HANAN D., MULLIN M., TILLMAN M. (Ed.) (1995) – Symposium of the CalCOFI Conference. *California Cooperative Oceanic Fisheries Investigations Reports*, **36**: 43-133.
HANSEN J.W., HODGES A.W., JONES J.W. (1998) – ENSO Influences on Agriculture in the Southeastern United States. *Journal of Climate*, **11** (3): 404-411.
HARMELIN-VIVIEN M.L., LABOUTE P. (1986) – Catastrophic impact of hurricanes on atoll outer reef slopes in the Tuamotu (French Polynesia). *Coral Reefs*, **5**: 55-62.
HASTINGS P.A. (1990) – Southern Oscillation Influences on Tropical Cyclone Activity in the Australian/South-West Pacific Region. *International Journal of Climatology*, **10**: 291-298.
HÉNIN C., PENHOAT Y. Du, IOUALALEN M. (1998) – Observations of sea surface salinity in the western Pacific fresh pool : Large-scale changes in 1992-1995. *Journal of Geophysical Research*, **103** (C4): 7523-7536.
HERNANDEZ-AVILA M.L., ROBERTS H.H., ROUSE L.J. (1977). – Hurricane generated waves and coastal boulder rampart formation. *Proc. 3rd Int. Coral Reef Symp.*, **2**: 72-78.
HISARD P., HENIN C., HOUGHTON R., PITON B., RUAL P. (1986) – Oceanic conditions in the tropical Atlantic during 1983 and 1984. *Nature*, **322**:. 243-245.
HOCQUENGHEM A.-M., ORTLIEB L. (1992) – Eventos El Niño y lluvias anormales en la costa del Perú: siglos XVI-XIX*. *Bull. Inst. fr. études andines*, **21** (1): 197-278.
JACOBS G.A., HURLBURT H.E., KINDLE J.C., METZGER E.J., MITCHELL J.L., TEAGUE W.J., WALLCRAFT A.J. (1994) – Decade-scale trans-Pacific propagation and warming effects of an El Niño anomaly. *Nature*, **370**: 360-363.
JIN F.-F., NEELIN J.D., GHIL M. (1994) – El Niño on the Devil's Staircase: Annual Subharmonic Steps to Chaos. *Science*,. **264**: 70-72.
JOHNSON E.S., McPHADEN M.J. (1993) – Structure on Intraseasonal Kelvin Waves in the Equatorial Pacific Ocean. *Journal of Physical Oceanography*,. **23**: 608-625.
JONES C.G., THORNCROFT C.D. (1998) – The rôle of El Niño in Atlantic tropical cyclone activity. *Weather*, **53** (9): 324-336.
JOSEPH J., MILLER F.R. (1989) – El-Niño and the surface fishery for tunas in the eastern Pacific. *Bull. Jap. Soc. Fish. Oceanogr.*, **53**: 77-80.
KANE R.P. (1997) – Relationship of El Niño-Southern Oscillation and Pacific Sea Surface Temperature with Rainfall in Various Regions of the Globe. *Monthly Weather Review*, **125**: 1792-1800.
KATZ E.J., HISARD P., VERSTRAETE J.-M., GARZOLI S.L. (1986)– Annual change of sea surface slope along the Equator of the Atlantic Ocean in 1983 and 1984. *Nature*, **322**: 245-247.
KEEFER D.K., DeFRANCE S.D., MOSELEY M.E., RICHARDSON III J.B., SATTERLEE D.R., DAY-LEWIS A. (1998) – Early Maritime Economy and El Niño Events at Quebrada Tacahuay, Peru. *Science*, (281): 1833-1835.
KESSLER W.S. (1990) – Observations of long Rossby waves in the northern tropical Pacific. *J. Geophys. Res.*, **95**: 5183-5218.
KESSLER W.S. (1991) – Can reflected extra-equatorial Rossby waves drive ENSO ?. *J. Phys. Oceanogr.*, **21**: 444-542.
KESSLER W.S., McCREARY (1993) – The annual wind-driven Rossby wave in the subthermocline equatorial Pacific. *J. Phys. Oceanogr.*, **23**: 1192-1207.

KESSLER W.S., McPHADEN M.J., WEICKMANN K.M. (1995) – Forcing of intraseasonal Kelvin waves in the equatorial Pacific. *Journal of Geophysical Research*, **100** (C6): 10,613-10,631.

KIMURA S., NAKAI M., SUGIMOTO T. (1997) – Migration of albacore, *Thunnus alalunga*, in the North Pacific Ocean in relation to large oceanic phenomena. *Fish. Oceanogr.*, **6** (2): 51-57.

KUME S., MIYABE N. (1987) – El-Niño and bigeye tuna fishery in the eastern equatorial Pacific. *Bull. Jap. Soc; Fish. Oceanogr.*, **51**: 62-68.

LABOUTE P. (1985) – Evaluation des dégâts causés par les passages des cyclones de 1982-1983 en Polynésie française sur les pentes externes des atolls de Tikehau et de Takapoto (Archipel des Tuamotu). *Proceedings of the Fifth International Coral Reefs Congress, Tahiti*, **3**: 323-329.

LAMB P.J., PEPPLER R.A., HASTENRATH S. (1986) – Interannual variability in the tropical Atlantic. *Nature*, **322** (6076) : 238-240.

LATIF M., ANDERSON D., BARNETT T., CANE M., KLEEMAN R., LEETMAA A., O'BRIEN J., ROSATI A., SCHNEIDER E. (1998) – A review of the predictability and prediction of ENSO. *Journal of Geophysical Research*, **103** (C7): 14,375-14,394.

LATIF M., KLEEMAN R., ECKERT C. (1997) – Greenhouse Warming, Decadal Variability, or El Niño? An Attempt to Understand the Anomalous 1990s. *Journal of Climate*, **10**: 2221-2239.

LEHODEY P., ANDRÉ J.M., BERTIGNAC M., HAMPTON J., STOENS A., MENKES C., MEMERY L., GRIMA N. (1998) - Predicting skipjack tuna forage distributions in the equatorial Pacific using a coupled dynamical bio-geochemical model. *Fisheries Oceanography*, (Special Issue, GLOBEC Open Science Meeting, Paris, March 1998), **7** (3/4):.317-325.

LEHODEY P., BERTIGNAC M., HAMPTON J., LEWIS A., PICAUT J. (1997) – El Niño Southern Oscillation and tuna in the western Pacific. *Nature*, **389**: 715-718.

LEHODEY P., GRANDPERRIN R. (1996) – Influence of temperature and ENSO events on the growth of the deep demersal fish alfonsino, *Beryx splendens*, off New Caledonia in the western tropical south Pacific Ocean. *Deep-Sea Research I*, **43** (1): 49-57.

LINSLEY B.K., DUNBAR R.B., WELLINGTON G., MUCCIARONE D.A. (1994) – A coral-based reconstruction of Intertropical Convergence Zone variability over Central America since 1707. *Journal of Geophysical Research*, **99** (C5): 9977-9994.

MABRES A., WOODMAN R., ZETA R. (1993) – Algunos apuntes históricos adicionales sobre la cronologia de El Niño. *Bull. Inst. fr. études andines*, **22** (1): 395-406.

MANTUA N.J., BATTISTI D.S. (1994) – Evidence for the Delayed Oscillator Mechanism for ENSO: The "Observed" Oceanic Kelvin Mode in the Far Western Pacific. *Journal of Physical Oceanography*, **24** (3): 691-699.

MARTIN L., ABSY M.A., FLEXOR J.-M., FOURNIER M., MOURGUIART P., SIFEDDINE A., TURCQ B. (1992) – Enregistrements de conditions de type El Niño, en Amérique du Sud, au cours des 7000 dernières années. *C.R. Acad. Sci. Paris*, t. **315** série II: 97-102.

McCREARY J.P., PICAUT J., MOORE D.W. (1984) – Effects of remote annual forcing in the eastern tropical Atlantic Ocean. *Journal of Marine Research*, **42**: 45-81.

McGOWAN J.A., CAYAN D.R., DORMAN L.M. (1998) – Climate-Ocean Variability and Ecosystem Response in the Northeast Pacific. *Science*, **281** (5374): 210-217.

McPHADEN M.J. (1993) – TOGA-TAO and the 1991-93 ENSO event. *Oceanogr. Mag.* **6**: 36-44.

McPHADEN M.J., BUSALACCHI A.J., CHENEY R., DONGUY J.-R., GAGE K.S., HALPERN D., JI M., JULIAN P., MEYERS G., MITCHUM G.T., NIILER P.P., PICAUT J., REYNOLDS R.W., SMITH N., TAKEUCHI K. (1998) – The Tropical Ocean-Atmosphere observing system : A decade of progress. *Journal of Geophysical Research*, **103** (C7): 14,169-14,240.

McPHADEN M.J., PICAUT J. (1990) – El Niño - Southern Oscillation Displacements of the Western Equatorial Pacific Warm Pool. *Science*, **250**: 1385-1387.

MILLER L., CHENEY R.E., DOUGLAS B.C. (1988) – GEOSAT Altimeter Observations of Kelvin Waves and the 1986-87 El Niño. *Science*, **239**: 52-54.

MIYABE N., KOIDO T., SUZUKI Z. (1989) – El-Niño and tuna fishery. *Bull. Jap. Soc. Fish. Oceanogr.*, **53**: 70-77.

MÖRNER N.A. (1993) – Present El Niño-ENSO Events and Past Super-ENSO Events. *Bull. Inst. fr. études andines*, **22** (1): 3-12.

MYSAK L.A. (1986) – El Niño, Interannual Variability and Fisheries in the Northeast Pacific Ocean. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, **43** (2): 464-497.

NEELIN J.D., BATTISTI D.S., HIRST A.C., JIN F.-F., WAKATA Y., YAMAGATA T., ZEBLAK S.E. (1998) – ENSO theory. *Journal of Geophysical Research*, **103** (C7): 14,261-14,290.

ORTLIEB L., FOURNIER M., MACHARÉ J. (1993) – Beach-ridges series in Northern Peru: Chronology, correlation, and relationship with major late Holocene El Niño events. *Bull. Inst. Fr. études andines*, **22** (1): 191-212.

PARTHASARATHY B., RUPA KUMAR K., MUNOT A.A. (1991) – Evidence of Secular Variations in Indian Monsoon Rainfall-Circulation Relationships. *Journal of Climate*, **4** (9): 927-938.

PENHOAT Y. du, DELCROIX T., PICAUT J. (1992) – Interpretation of Kelvin/Rossby waves in the equatorial Pacific from model-GEOSAT data intercomparison during the 1986-1987 El Niño. *Oceanol. Acta*, **15**: 545-554.

PHILANDER S.G.H. (1986) – Unusual conditions in the tropical Atlantic Ocean in 1984. *Nature*, **322**: 236-238.

PICAUT J., BUSALACCHI A.J., McPHADEN M.J., CAMUSAT B. (1990) – Validation of the geostrophic method for estimating zonal currents at the equator from GEOSAT altimeter data. *J. Geophys. Res.*, **95**: 3015-3024.

PICAUT J., BUSALACCHI A.J., McPHADEN M.J., GOURDEAU L., GONZALEZ F.I., HACKERT E.C., (1995) – Open-ocean validation of TOPEX/POSEIDON sea level in the western Pacific. *J. Geophys. Res.*, **100**: 109-125.

PICAUT J., DELCROIX T. (1995) – Equatorial wave sequence associated with warm pool displacements during the 1986-1989 El Niño-La Niña. *Journal of Geophysical Research*, **100** (C9): 18,393-18,408.

PICAUT J., IOUALALEN M., MENKES C., DELCROIX T., McPHADEN M.J. (1996) – Mechanism of the Zonal Displacements of the Pacific Warm Pool: Implications for ENSO. *Science*, **274**: 1486-1489.

PICAUT J., MASIA Y., PENHOAT Y. Du (1997) – An Advective-Reflective Conceptual Model for the Oscillatory Nature of the ENSO. *Science*, **277**: 663-666.

QUINN W.H. (1992) – A Study of Southern Oscillation-related climatic activity for A.D. 622-1900 incorporating Nile River flood data. In : Diaz (H.F.), Markgraf (V.) Ed., Cambridge University Press: 119-149.

QUINN W.H. (1993) – The large-scale event, the El Niño and other important regional features. *Bull. Inst. fr. études andines*, **22** (1): 13-34.

QUINN W.H., NEAL V.T. (1987) – El Niño Occurrences Over the Past Four and a Half Centuries. *J. Geophys. Res.*, **92** (C13): 14,449-14,461.

QUINN W.H., ZOPF D.O., SHORT K.S., KUO YANG R.T.W. (1978) – Historical Trends and Statistics of the southern Oscillation, El Niño, and Indonesian Droughts. *Fishery Bulletin*, **76** (3): 663-696.

RANDALL R.H., ELDREDGE L.G. (1977) – Effects of typhoon Pamela on the coral reefs of Guam. *Proc. 3rd Int. Coral Reef Symp.*, **2**: 526-531.

REVELL C.G., GOULTER S.W. (1986) – South Pacific Tropical Cyclones and the Southern Oscillation. *Monthly Weather Review*, **114**: 1138-1444.

ROPELEWSKI C.F., HALPERT M.S. (1989) – Precipitation Patterns Associated with the High Index Phase of the Southern Oscillation. *Journal of Climate*, **2**: 268-284.

ROSATI A., MIYAKODA K., GUDGEL R. (1995) – The Impact of Ocean Initial Conditions on ENSO Forecasting with a Coupled Model. *Monthly Weather Review*, **125** (5): 754-772.

ROUGERIE F., SAVAT B., TARATATA M. (1992). – La mort blanche des coraux. *La Recherche*, **23** (245): 826-834.

RUFENACH C. (1995) – A new relationship between radar cross-section and ocean surface wind speed using ERS-1 scatterometer an buoy measurements. *Int. J. Remote Sens.*, **16**: 3629-3647.

SANDWEISS D.H., RICHARDSON III J.B., REITZ E.J., ROLLINS H.B., MAASCH K.A. (1996) - Geoarchaeological Evidence from Peru for a 5000 Years B.P. Onset of El Niño. *Science*, **273**: 1531-1533.

SHABBAR A., BONSAL B., KANDEKAR M. (1997) – Canadian Precipitation Patterns Associated with the Southern Oscillation. *Journal of Climate*, **10** (12): 3016-3026.

SHANNON L.V., BOYD A.J., BRUNDRIT G.B., TAUNTON-CLARK J. (1986) – On the existence of an El Niño-type phenomenon in the Benguela System. *Journal of Marine Research*, **44**: 495-520.

SHEN G.T. (1993) – Reconstruction of El Niño History from Reef Corals. *Bull. Inst. fr. études andines*, **22** (1): 125-158.

SHEN G.T., LINN L.J., CAMPBELL T.M., COLE J.E., FAIRBANKS R.G. (1992) – A Chemical Indicator of Trade Wind Reversal in Corals From the Western Tropical Pacific. *Journal of Geophysical Research*, **97** (C8): 12,689-12,697.

SIMMONDS I., JACKA T.H. (1995) – Relationships between the interannual variability of Antarctic sea ice and the Southern Oscillation. *J. Climate*, **8**: 637-647.

SINCLAIR M., TREMBLAY M.J., BERNAL P. (1985) – El Niño events and variability in a Pacific mackerel (*Scomber japonicus*) survival index : support for Hjort's second hypothesis. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, **42**: 602-608.

STOCKDALE T.N., ANDERSON D.L.T., ALVES J.O.S., BALMASEDA M.A. (1998) – Global seasonal rainfall forecasts using a coupled ocean-atmosphere model. *Nature*, **392** (6674): 370-372.

STOCKER T.F. (1998) – The Seesaw Effect. *Science*, **282**: 61-62.

SUAREZ M.J., SCHOPF P.S. (1988) – A delayed action oscillator for ENSO. *J. Atmos. Sci.*, **45**: 3283-3287.

TAYLOR A.H., JORDAN M.B., STEPHENS J.A. (1998) – Gulf Stream shifts following ENSO events. *Nature*, **393**: 638.

TESTA J.W., OEHLERT G., AINLEY D.G., BENGSTON J.L., SINIFF D.B., LAWS R.M., ROUNSEVELL D. (1991) - Temporal Variability in Antarctic Marine Ecosystems: Periodic Fluctuations in the Phocid Seals. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, **48**: 631-639.

TOURRE Y.M., WHITE W.B. (1997) – Evolution of the ENSO Signal over the Indo-Pacific Domain. *Journal of Physical Oceanography*, **27** (5): 683-695.

TRENBERTH K.E., HOAR T.J. (1996) – The 1990-1995 El Niño-Southern Oscillation event: Longest on record. *Geophysical Research Letters*, **23** (1): 57-60.

TZIPERMAN E., STONE L., CANE M.A., JAROSH H. (1994). – El Niño Chaos: Overlapping of Resonances Between the Seasonal Cycle and the Pacific Ocean-Atmosphere Oscillator. *Science*, **264**: 72-74.

VALLEJOS L.H. (1993) – Anomalías cíclicas de la naturaleza y su impacto en la sociedad: "El fenómeno El Niño". *Bull. Inst. fr. études andines*, **22** (1): 345-393.

VIALARD J.,, DELECLUSE P. (1998) – An OGCM Study for the TOGA Decade. Part I: Role of Salinity in the Physics of the Western Pacific Fresh Pool – Part II: Barrier-Layer Formation and Variability. *Journal of Physical Oceanography*, **28** (6): 1071-1106.

VINCENT D.G. (1994) – The South Pacific Convergence Zone (SPCZ) :a Review. *Monthly Weather Review*, **122**: 1949-1970.

WALKER G.T. (1923) – Correlation in seasonal variations of weather. *Mem. Indian Meteorol. Dept.*, **24**: 75-131.

WALKER G.T., BLISS E.W. (1932) – World weather. V. *Mem. R. Meteorol. Soc.*, **4**: 53-84.

WARE D.M. (1995) – A century and a half of change in the climate of the NE Pacific. *Fisheries Oceanography*, **4** (4): 267-277.

WEBSTER P.J., LUKAS R. (1992) – TOGA-COARE : The Coupled Ocean-Atmosphere Response Experiment. *Bull. Am. Meteorol. Soc.*, **73**: 1377-1416.

WEBSTER P.J., MAGAÑA V.O., PALMER T.N., SHUKLA J., TOMAS R.A., YANAI M., YASUNARI T. (1998) – Monsoons : Processes, predictability, and the prospects for prediction. *Journal of Geophysical Research*, **103** (C7): 14,451-14,510.

WEISBERG R.H., COLIN C. (1986) – Equatorial Atlantic Ocean temperature and current variations during 1983 and 1984. *Nature*, **322** (6076): 240-243

WELLINGTON G.M., DUNBAR R.B. (1995) – Stable isotopic signature of El Niño-Southern Oscillation events in eastern tropical Pacific reef corals. *Coral Reefs*, **14** (1): 5-25.

WELLS L.E. (1987) – An alluvial record of El Niño events from Northern coastal Peru. *Journal of Geophysical Research*, **92** (C13): 14,463-14,470.

WOLTER K., TIMLIN M.S. (1993) – Monitoring ENSO in COADS with a seasonally adjusted principal component index. In: *Proceedings of the 17th Climate Diagnostic Workshop, Norman, Oklahoma*: 52-57.

WOLTER K., TIMLIN M.S. (1998) – Measuring the strength of ENSO events: How does 1997/98 rank? *Weather*, **53** (9): 315-324.

WYRTKI K. (1975) – El Niño - The dynamic response of the equatorial Pacific Ocean to atmospheric forcing. *J. Phys. Oceanogr.*, **5**: 572-584.

WYRTKI K. (1985a) – Water Displacements in the Pacific and the Genesis of El Niño Cycles. *Journal of Geophysical Research*, **90** (C4): 7129-7132.

WYRTKI K. (1985b) – Sea level fluctuations in the Pacific during the 1982-83 El Niño. *Geophy. Res. Lett.*, **12**: 125-128.

XIE L., HSIEH W.W. (1989) – Predicting the Return Migration Routes of the Fraser River Sockeye Salmon (*Oncorhynchus nerka*). *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, **46** (8): 1287-1292.

YAMAGATA T., SHIBAO Y., UMATANI S.-I. (1985) – Interannual Variability of the Kuroshio Extension and its Relation to the Southern Oscillation/El Niño. *Journal of the Oceanographical Society of Japan*, **41** (4): 274-281.

YAMANAKA H. (1984) – The Relationship Between El Niño Episodes and Fish Migration and Yields in the Western Pacific. *Tropical Ocean - Atmosphere Newsletter*, **25**: 2-4.

YARNAL B. (1985) – Extratropical teleconnections with El Niño/Southern Oscillation (ENSO) events. *Progress in Physical Geography*, **9** (3): 315-352.

YARNAL B., KILADIS G. (1985) – Tropical teleconnections associated with El Niño/Southern Oscillation (ENSO) events. *Progress in Physical Geography*, **9** (4): 524-558.

ZEBIAK S.E., CANE M.A. (1987) – A model El Niño/Southern Oscillation. *Mon. Weath. Rev.*, **115**: 2262-2278.

ZHANG R.H., LEVITUS S. (1997) – Interannual Variability of the Coupled Tropical Pacific Ocean-Atmosphere System Associated with the El Niño-Southern Oscillation. *Journal of climate*, **10**: 1312-1330.

## NOTE

[1] On trouvera à la fin de cet article la liste de 14 ouvrages consacrés à l'ENSO, parus de 1985 à 1998, dont le total des textes représente plus de 5000 pages.

[2] Sir Gilbert WALKER (1868-1958) dont on trouvera des notices nécrologiques dans *Nature* (vol. 182, n° 4651, 20 décembre 1958, p. 1706) et dans *Quaterly Journal of the Royal Meteorological Society* (n° 85, 1959, p. 186) s'est illustré comme mathématicien et physicien dans le développement théorique et appliqué de l'électromagnétisme et de la dynamique des fluides.
Sa nomination au poste prestigieux de Directeur général des Observatoires de l'Empire des Indes qu'il occupera de 1904 à 1924 le conduira à la météorologie. Sa préoccupation essentielle dans cette activité consistera à rechercher des voies permettant d'établir des prévisions pour les variations de la mousson en s'efforçant de baser ses théories sur des liaisons susceptibles d'exister entre plusieurs grandes zones climatiques, en particulier dans l'hémisphère austral. Le concept d'avant-garde qu'il propose sous le nom d'Oscillation *australe* sera accueilli avec scepticisme, sinon hostilité, malgré de multiples publications démonstratives qui se succéderont de 1924 jusqu'en 1937. Cette idée, conduisant à la notion de téléconnection sera remisée au rang des lubies d'un personnage surdoué capable de réaliser des expériences scientifiques inédites et surprenantes, mais aussi sportif performant et artiste de grand talent (aquarelliste distingué, et mélomane expert reconnu de l'instrumentation de la flûte.

[3] Cette appellation vient de la coïncidence de l'apparition en fin d'année de ce courant, dont le flux d'eau chaude s'écoule Nord Sud, avec les fêtes de Noël consacrées à l'Enfant Jésus. Une définition a été adoptée officiellement en 1982 par le Working Group 55 du SCOR : «The appearance of anomalously warm water along the coast of Ecuador and Peru as far south as Lima (12° S) during which a normalized SST anomaly exceeded one standard derivation (typically 1.5 – 2 °C) for at least four consecutive months at three or more of five coastal stations extending from Talara to Lima, Peru».

[4] Rendant hommage au rôle de précurseur de Sir Gilbert Walker, J. Bjerknes baptisera ces structures atmosphériques dynamiques : cellules de Walker.

[5] Le Southern Oscillation index est établi par la différence de la pression au niveau de la mer entre Tahiti et Port Darwin au Nord de l'Australie. Quand il est négatif (Tahiti bas et Darwin haut), on est en situation ENSO alors que, quand il est positif, on est en situation normale (Tahiti haut et Darwin bas), ou La Niña (chiffre positif maximal).

[6] Le nom de l'océanographe physicien norvégien, H.S. SVERDRUP (1888-1957) a été donné à l'unité de mesure du volume du débit des courants marins: 1 Sverdrup=1 million de $m^3/s$.

[7] En décembre 1994, il y avait en fonctionnement 263 bouées dérivantes, 103 marégraphes et 69 bouées en station fixe. Par ailleurs, 18 lignes de navigation commerciale lançaient régulièrement sur leur route des sondes bathythermographes. Par ailleurs, les observations météorologiques en haute altitude étaient obtenues à partir de 11 nouvelles stations implantées dans la bande pacifique équatoriale (6 à l'Ouest, 3 au Centre et 2 à l'Est).

[8] Les ondes équatoriales (Bearman G. Ed., 1989) sont générées par une excitation brutale à l'interface océan-atmosphère par un vent générant des vagues en surface de propagation très rapide (onde baratropique) ou se propageant plus lentement en profondeur (onde baroclinique) au niveau d'un fort gradient de densité (thermocline).
La propagation de l'onde est unidirectionnelle : le sens, l'amplitude et la vitesse dépendent du gradient entre la pression horizontale de l'excitation et la force de Coriolis.
A l'Equateur, l'annulation de la force de Coriolis crée un «mur virtuel» guidant de part et d'autre vers l'Est des ondes dites de Kelvin. A la rencontre d'une barrière continentale, les ondes de Kelvin seront déflectées vers le Nord et vers le sud induisant en sens inverse un retour vers l'Ouest d'ondes dites de Rossby tourbillonnaires dans le sens des aiguilles d'une montre dans l'hémisphère Nord, et en sens inverse dans l'hémisphère Sud (voir croquis Bearman, 1989, *op. cit.* p. 145). Pour une illustration commentée concernant les mécanismes des ondes internes sur la façade nord américaine du Pacifique : voir Mysack, 1986 (fig. 2, p. 460 ; fig. 12, p. 474; fig. 14, p. 475 ; fig. 15, p. 476). On trouvera aussi une présentation illustrée des ondes de Kelvin et de Rossby liées à l'ENSO dans : Echevin et Minster, 1998, pp. 82-85.
Les ondes susceptibles de modifier rapidement les structures hydrologiques océaniques sont générées exclusivement dans la bande équatoriale (une onde traversant le Pacifique équatorial en 3 mois mettrait 10 ans à parcourir le même trajet au 30° N ou 30° S). Elles abaissent (downwelling) ou relèvent (upwelling) la thermocline. Les transferts qui en résultent élèvent (abaissent) le niveau superficiel de l'océan. 1 m d'approfondissement de la thermocline se manifeste par une élévation d'un centimètre de la surface (et inversement).

[9] La terminologie anglo-saxonne exprime bien la réalité d'une masse d'eau se distinguant par une température élevée ainsi que par une salinité légèrement plus basse que celle du courant Sud-Equatorial. L'expression de «piscine» pour désigner cette gigantesque loupe superficielle dynamique (Echevin et Minster, 1998, fig. 8, p. 85) ne nous paraît pas être véritablement appropriée. Tout en gardant le vocabulaire anglais dans le texte afin de n'induire aucune confusion, nous avons choisi la terminologie de «compartiment d'eau chaude adoucie» qui nous paraît être la plus proche.

[10] La capacité d'absorption de la vapeur d'eau par l'atmosphère s'accroît dans une fonction non linéaire avec la température. Une température de surface supérieure à 29°C nourrit une convection qui peut évoluer en cyclone.

[11] L'indice composite ENSO (Multivariate ENSO Index) se compose par l'intégration de 6 variables:

1) Pression au niveau de la mer – 2)Vent zonal en surface – 3) Vent austral en surface – 4) Température en surface de la mer – 5) Température de l'air en surface – 6) Pourcentage de couverture nuageuse.
Les valeurs de l'indice sont côtées en référence à la moyenne saisonnière de la période 1950-1993. La position ENSO correspond à une valeur positive de l'indice.

[12] Pour parvenir à ces objectifs, CLIVAR s'organise en trois composantes:
- CLIVAR-GOALS: étude de la variabilité climatique saisonnière à inter annuelle et de la prévisibilité du système global océan-atmosphère-continents;
- CLIVAR-DecCen: variabilité décennale à centennale du climat et prévisibilité;
- CLIVAR-Acc: modélisation et détection des changements de climat anthropogéniques.

[13] Les Iles hautes sous le Vent dans l'archipel de la Société (Polynésie française) ont subi des destructions du type de celles de 1982-1983, du fait des cyclones générés par l'ENSO 1997-1998. Maupiti, la plus petite et la plus occidentale des Iles hautes, est dans l'œil du cyclone *Osea* le 25 novembre 1997 qui ne laisse pratiquement aucune construction debout après son passage. Cinq mois plus tard, la dépression *Alan* détruira, le 25 avril 1998, ce qui avait pu subsister et ce que l'on avait pu reconstruire.
Cette même dépression *Alan* cause d'énormes dégâts et fait de nombreuses victimes par glissements de pans entiers de montagne dans les îles de Bora-Bora, Raiatéa-Tahaa et Huahine qui ont subi des précipitations torrentielles (318 mm à Bora-Bora, et 182 mm à Huahine en 24 h les 24/25 avril 1998). De surcroît, des tornades secondaires imprévues se déchaîneront dans la nuit du 25/26 avril détruisant embarcations, habitations et bâtiments publics et commerciaux, laissant ces îles totalement ravagées.

[14] Le blanchissement se manifeste chez les organismes endosymbiotiques (coraux sclératiniaires, alcyonaires, ascidies, tridacnes, etc.) quand les zooxanthelles quittent ou sont expulsées par le tissu animal qui les hébergeait et qu'elles coloraient.
Cette dissociation témoignant d'un stress est provoquée par de nombreux facteurs internes ou extérieurs qui peuvent entraîner une mortalité partielle ou totale des organismes affectés. Si les hôtes arrivent à surmonter la période critique qui les affecte, ils peuvent être recolonisés par de nouvelles zooxanthelles. Chez de nombreuses colonies coralliennes, la phase d'expulsion est marquée par une coloration fluorescente de teinte pâle qui peut durer quelques jours (Glynn, 1993; Goreau et Hayes, 1994; Brown, 1997).

[15] Valeur comparative moyenne des flux composant la mousson (d'après Webster *et al.*, 1998, pp. 14,464).

| Quantité | Eté boréal | | | Hiver boréal | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | TM | LM | WC | TM | LM | WC |
| Gradient de chaleur latente $W\ m^{-2}\ 1000\ km^{-1}$ | 72 | 56 | 20 | 49 | 61 | 17 |
| Gradient d'échauffement radiatif $W\ m^{-2}\ 1000\ km^{-1}$ | 36 | 20 | 9 | 20 | 21 | 8 |
| Flux divergents dans la basse troposphère $Gkg\ s^{-1}$ | 25 | 25 | 18 | 12 | 18 | 15 |

TM, mousson transverse ; LM, mousson latérale ; WC, cellule de Walker

[16] L'absence de signal révélateur de la mise en place du phénomène sur le Pacifique intertropical aurait été causée par le biaisage des données satellitaires par les aérosols injectés dans la basse stratosphère en mars-avril 1982 à la suite de l'éruption au Mexique du volcan El Chichón.

[17] Climate Prediction Center – Attn: Climate Diagnostic Bulletin – W/NP52, Room 605, WWBG – 5200 Auth Road – Camp Springs, MD 20746-4304.

Biol. Mar. Medit. (1999), 6 (1): 52-63

M. ASTRALDI, G.P. GASPARINI, A. VETRANO, S. VIGNUDELLI

Istituto per lo studio dell'Oceanografia Fisica (IOF), CNR, Forte S. Teresa - 19036, Pozzuolo di Lerici (La Spezia), Italia.

# STUDIO DELLA VARIABILITÀ STAGIONALE ED INTERANNUALE NEL CANALE DI CORSICA E NELLO STRETTO DI SICILIA SULLA BASE DI LUNGHE SERIE TEMPORALI DI DATI

# *STUDY OF THE SEASONAL AND INTERANNUAL VARIABILITY IN THE CORSICA CHANNEL AND THE SICILY STRAIT BASED ON LONG TIME SERIES OF DATA*

***Abstract***

*Long term hydrographic and current data have allowed us to define the characteristics of water masses exchanged across the Corsica Channel and the Sicily Strait. This includes the water properties and transport as well as their changes with time, and, as a whole, it provides basic information on the internal characteristics of the ecosystems of the adjacent basins and on the mechanisms governing it.*

***Key-words:*** *Strait dynamics, Corsica Channel, Sicily Strait, water transport, hydrological and chemical properties, supply side.*

## Introduzione

Come è noto, il M. Mediterraneo è un mare marginale e semi-chiuso collegato all'Oceano Atlantico dallo Stretto di Gibilterra (Fig. 1). Il Mediterraneo, a sua volta, è formato da due bacini principali, l'Occidentale e l'Orientale, divisi dallo Stretto di Sicilia. Ognuno di questi bacini, infine, racchiude diversi mari regionali, anch'essi connessi da stretti e canali. Stretti e canali nel Mediterraneo formano quindi una rete privilegiata attraverso cui può essere controllato lo scambio delle masse d'acqua e delle proprietà associate tra tutti i mari che lo compongono e fra questo bacino e l'oceano esterno. Una precisa quantificazione di questi scambi risulta quindi fondamentale per la conoscenza dello stato dei diversi mari interni e di quello del Mediterraneo nel suo complesso. Essa porta inoltre informazioni di base sulle caratteristiche delle masse d'acqua che formano la circolazione di questo bacino.

Le particolari condizioni atmosferiche mantengono nel Mediterraneo una circolazione di tipo estuarino inverso, alimentata da un flusso superficiale di acqua relativamente poco salata proveniente dall'Atlantico. Scorrendo su tutto il bacino, quest'acqua diventa più densa a causa dell'eccesso di evaporazione e del raffreddamento cui è sottoposta. Parte di questo flusso viene quindi restituito all'Atlantico come un'acqua intermedia, mentre un'altra parte è trasformata in acqua profonda, sia nel Mediterraneo Occidentale che in quello Orientale. Da questo schema, si possono identificare le principali masse d'acqua che compongono la circolazione del Mediterraneo: l'Acqua Atlantica Modificata, che forma uno strato superficiale esteso su tutta l'area, l'Acqua Levantina Intermedia che forma la componente principale del flusso che ritorna verso l'Oceano ed, infine, l'Acqua Profonda del Mediterraneo Occidentale e l'Acqua Profonda del Mediterraneo Orientale. Naturalmente, questi tipi di acqua sono soggetti alle condizioni par-

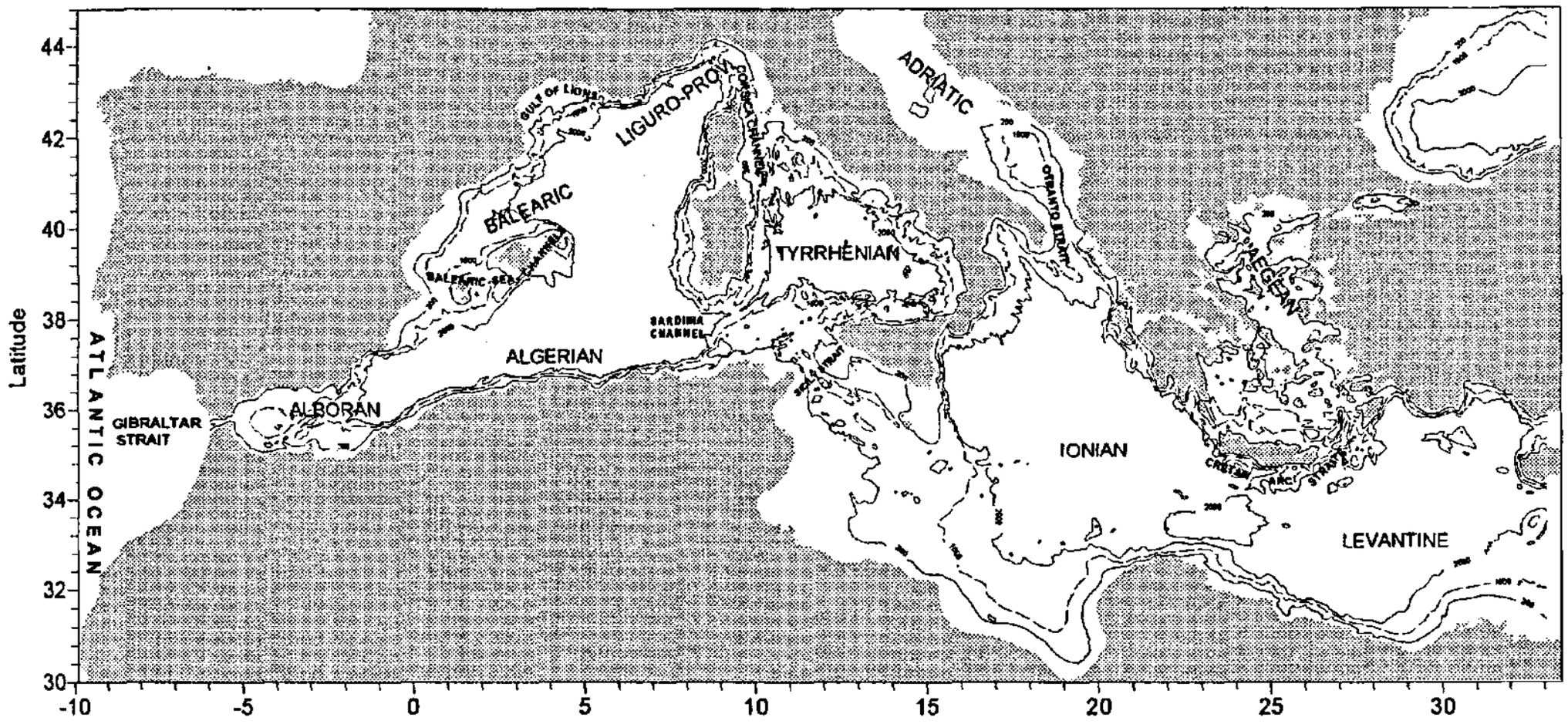



Fig. 1 - Il M. Mediterraneo con la posizione dei diversi stretti e canali.
*The Mediterranean Sea with the position of different straits and channels.*

ticolari dei singoli sotto-bacini, e ciò determina la creazione di nuove masse d'acqua che rendono più complesso questo schema di base.

Negli ultimi anni, tutti gli stretti del Mediterraneo sono stati soggetti ad una serie di osservazioni nell'ambito di diversi progetti della CE e ciò ha permesso di acquisire informazioni significative sulle proprietà delle masse d'acqua scambiate e sulla circolazione nei punti critici di questo bacino (Astraldi *et al.*, 1999). Tra di essi, due in particolare (il Canale di Corsica e lo Stretto di Sicilia) sono stati monitorati per estesi periodi di tempo con campagne oceanografiche periodiche e con lunghe serie correntometriche, consentendo così di evidenziare le principali scale temporali associate agli scambi. Qui di seguito sono riportati i principali risultati ottenuti da questa investigazione.

## Il Canale di Corsica

Il Canale di Corsica è un'apertura larga circa 35 Km e profonda 450 m che connette il M. Tirreno con il Mediterraneo Occidentale attraverso il M. Ligure-Provenzale ed il Golfo del Leone. Quest'ultima regione (qui di seguito Bacino Settentrionale) è cruciale per il bilancio di tutto il bacino poichè, durante l'inverno, è soggetta a condizioni atmosferiche molto severe che determinano una perdita di calore e acqua (attraverso evaporazione e processi di formazione di acqua profonda) producendo un bilancio negativo. Il Tirreno, invece, al riparo da questi effetti, è sostanzialmente un mare meno energetico e, soprattutto, più caldo rispetto al bacino adiacente.

A partire dal 1985, l'IOF ha ormeggiato una catena di correntometri presso la soglia del Canale di Corsica per la valutazione degli scambi d'acqua tra il M. Tirreno ed il M. Ligure-Provenzale. La lunga serie temporale finora raccolta (Fig. 2) mostra che il trasporto attraverso il canale, composto per circa l'80% di Acqua Atlantica Modificata e per il resto da Acqua Levantina Intermedia, è, in genere, diretto verso il M. Ligure-Provenzale ed ha una marcata stagionalità. Ogni anno, verso la fine del periodo autunnale, la velocità

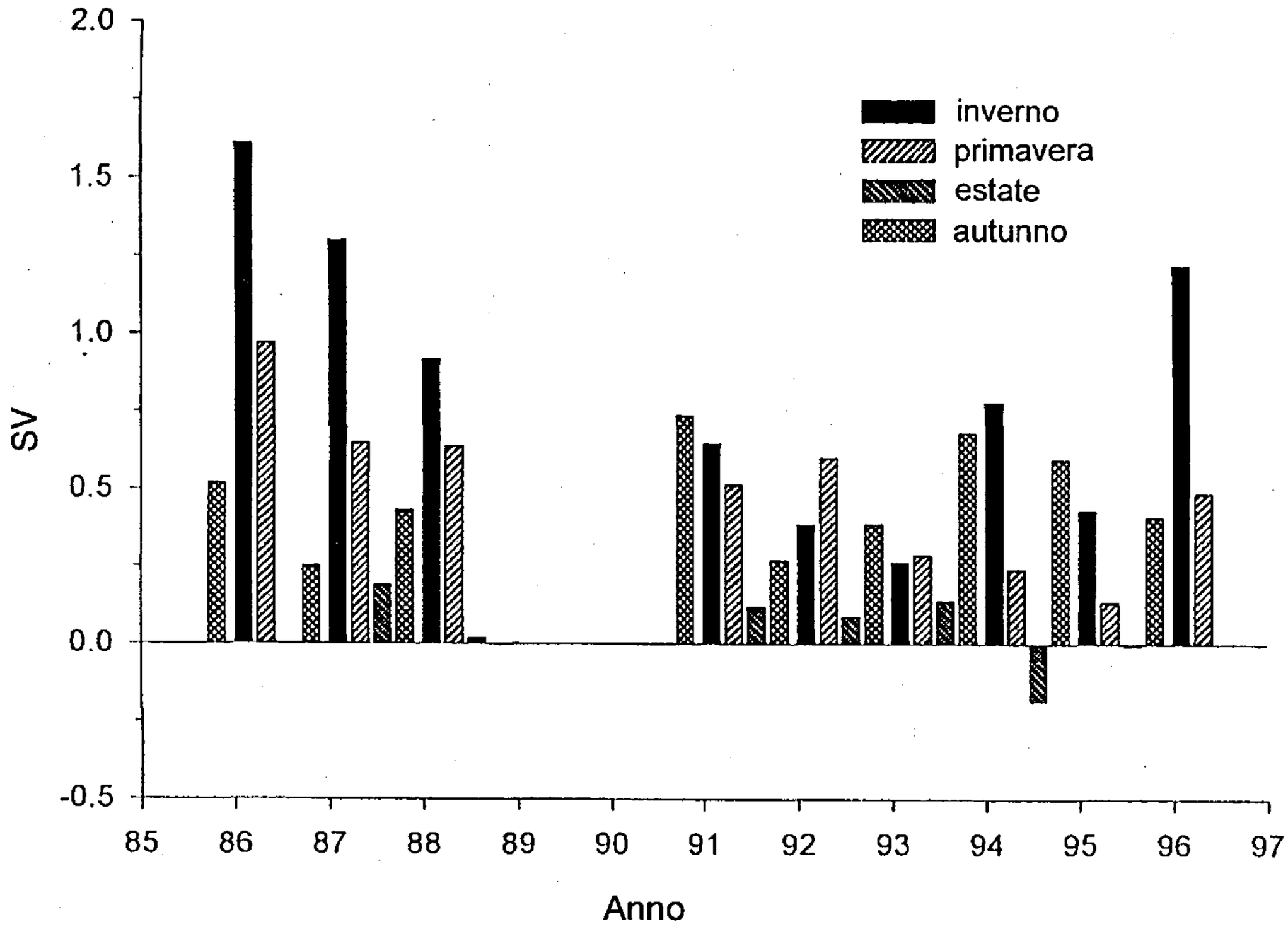



Fig. 2 - Trasporto stagionale della corrente nel Canale di Corsica dal 1985 al 1996 (da Vignudelli *et al.*, 1999).

*Seasonal transport in the Corsica Channel from 1985 to 1996 (from Vignudelli* et al., *1999).*

della corrente a tutte le profondità subisce un rapido incremento e quest'andamento si mantiene, con alcune oscillazioni, per tutta la stagione fredda. A partire dalla tarda primavera il trasporto decresce, e, per tutta l'estate fino all'autunno, solo correnti molto deboli, che possono anche invertirsi, attraversano il canale. Questa situazione si ripete con regolarità da un anno all'altro, come è dimostrato dall'andamento mensile 'climatologico' del processo (Fig. 3), simile ad una sinusoide quasi perfetta. Ciò che cambia è il volume di acqua trasportato ogni anno verso il Bacino Settentrionale. La Figura 2 mostra infatti che, mentre il trasporto stagionale misurato nel primo anno di misura è stato vicino ai 2 Sv ($10^6$ $m^3/s$), nel 1993 questo valore si è ridotto a 0.3 Sv, con una diminuzione di oltre il 70%. Quindi la serie temporale finora raccolta mostra che il passaggio della corrente nel Canale di Corsica avviene con una marcata cadenza stagionale, e che il volume di acqua cambia significativamente da un anno all'altro. Ciò produce una variabilità interannuale nella circolazione e nei processi del Bacino Settentrionale.

Queste caratteristiche della circolazione sono state messe in relazione con i parametri atmosferici tipici di questo bacino e, tra essi, i flussi di calore e acqua ceduti, durante l'inverno, all'atmosfera. Astraldi e Gasparini (1992) hanno mostrato che esiste una relazione diretta tra l'intensità di questi flussi ed il passaggio della corrente nel Canale di Corsica, e ciò ha permesso di concludere che

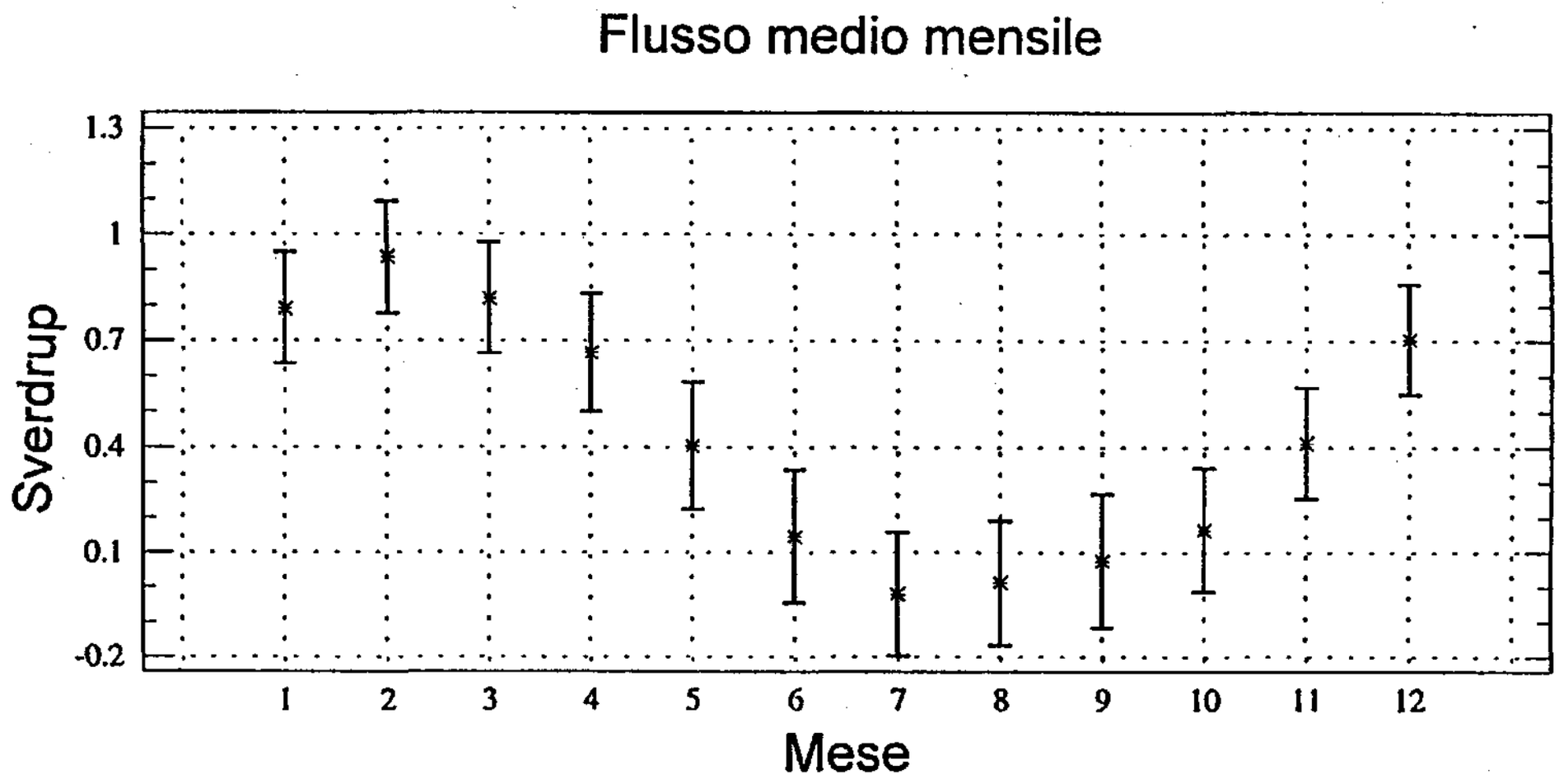



Fig. 3 - Media mensile delle correnti nel Canale di Corsica nel periodo considerato.
*Monthly mean of the Corsica Channel currents in the considered period.*

l'ingresso stagionale dell'Acqua Tirrenica serve a reintegrare il deficit di calore e di acqua prodotto ogni anno da questi flussi. In questo caso, le oscillazioni interannuali del processo dipendono dalla variabilità delle condizioni atmosferiche presenti ogni anno sul bacino.

E' ormai ben noto che le caratteristiche dell'atmosfera sul Mediterraneo Occidentale durante l'inverno sono caratterizzate dall'alternanza di masse d'aria relativamente calde e umide di origine Atlantica con altre fredde e secche provenienti dalle regioni polari (Fig. 4). Wanner *et al.* (1997) hanno mostrato che questo meccanismo è controllato dalla Oscillazione Nord Atlantica (NAO), che è il modo principale della variabilità climatica nel Nord Atlantico. L'attività del NAO è caratterizzata da un indice calcolato sulla base della differenza di pressione al suolo tra il Portogallo e l'Islanda, e Hurrel (1995) ha mostrato che, quando l'indice NAO è negativo, prevalgono sul Mediterraneo le masse d'aria di origine polare, mentre quando l'indice è positivo, è prevalente l'arrivo di masse d'aria dal vicino Atlantico (Fig. 5). Nel primo caso, si può prevedere un'intensificazione dei flussi di acqua e calore verso l'atmosfera ed un conseguente aumento delle correnti attraverso il Canale di Corsica. Viceversa, quando l'indice NAO è positivo, si possono aspettare inverni più miti sul Mediterraneo ed una conseguente diminuzione nell'apporto di Acqua Tirrenica verso il Bacino Settentrionale. Partendo dalla serie temporale raccolta nel Canale di Corsica, Vignudelli *et al.* (1999) hanno in effetti mostrato che, durante l'inverno, una stretta correlazione può essere stabilita tra i valori del trasporto e l'indice NAO (Fig. 6). Infatti, gli alti valori del trasporto dei primi anni di misura sono chiaramente collegati a valori negativi dell'indice NAO, mentre i minori volumi trasportati negli anni più recenti corrispondono a valori positivi dello stesso indice. E' significativo, a questo riguardo, il fatto che, durante l'ultimo anno di misura (1996), sia l'indice NAO che il trasporto nel Canale siano entrambi soggetti ad una inversione significativa che conferma il rapporto diretto tra questi due parametri. Questa relazione fornisce così una sostanziale evidenza che l'Oscillazione Nord

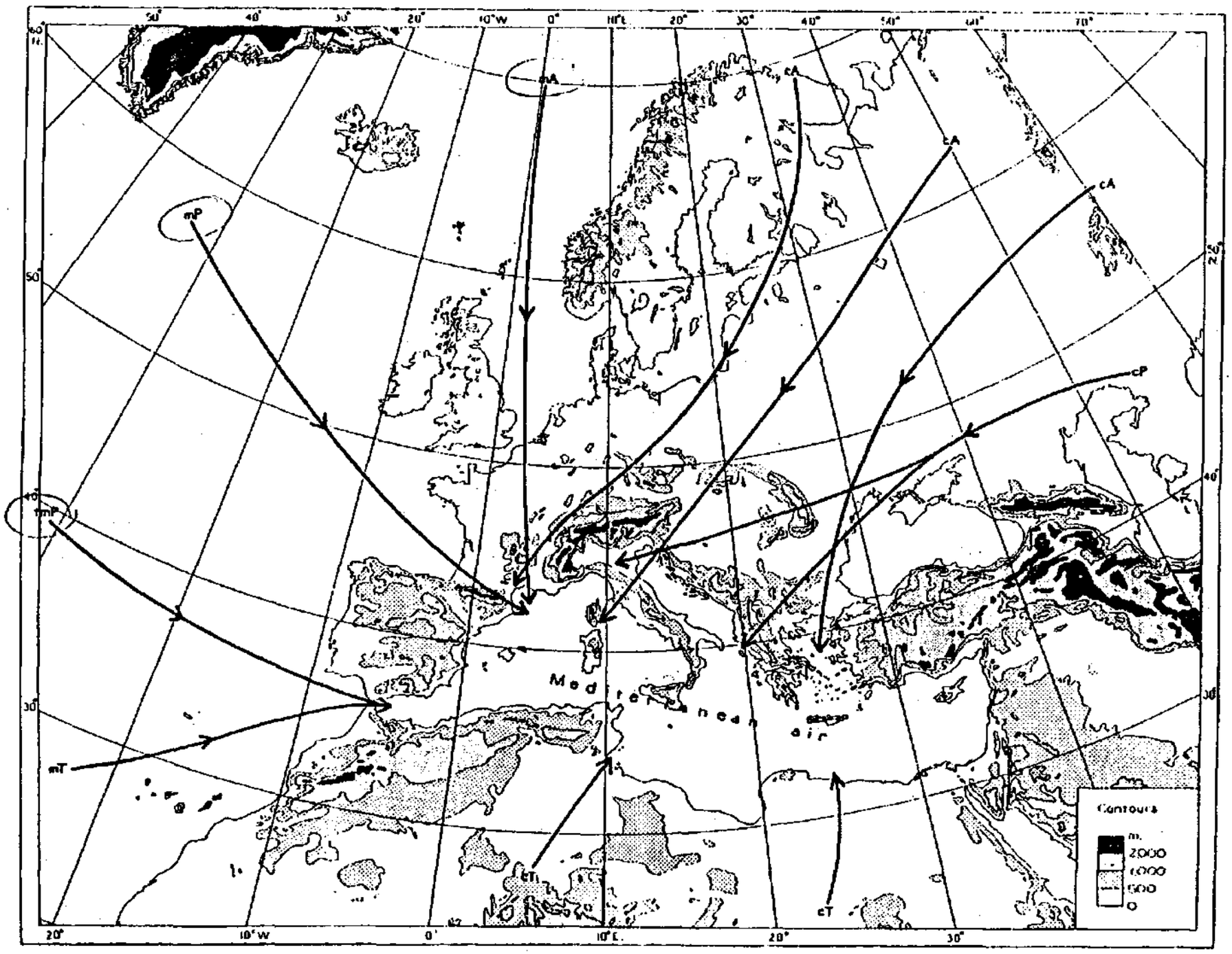



Fig. 4 - Traiettoria delle principali masse d'aria sul Mediterraneo Occidentale (da Meteorological Office, 1962).

*Trajectory of the main air masses above the Western Mediterranean (from Meteorological Office, 1962).*

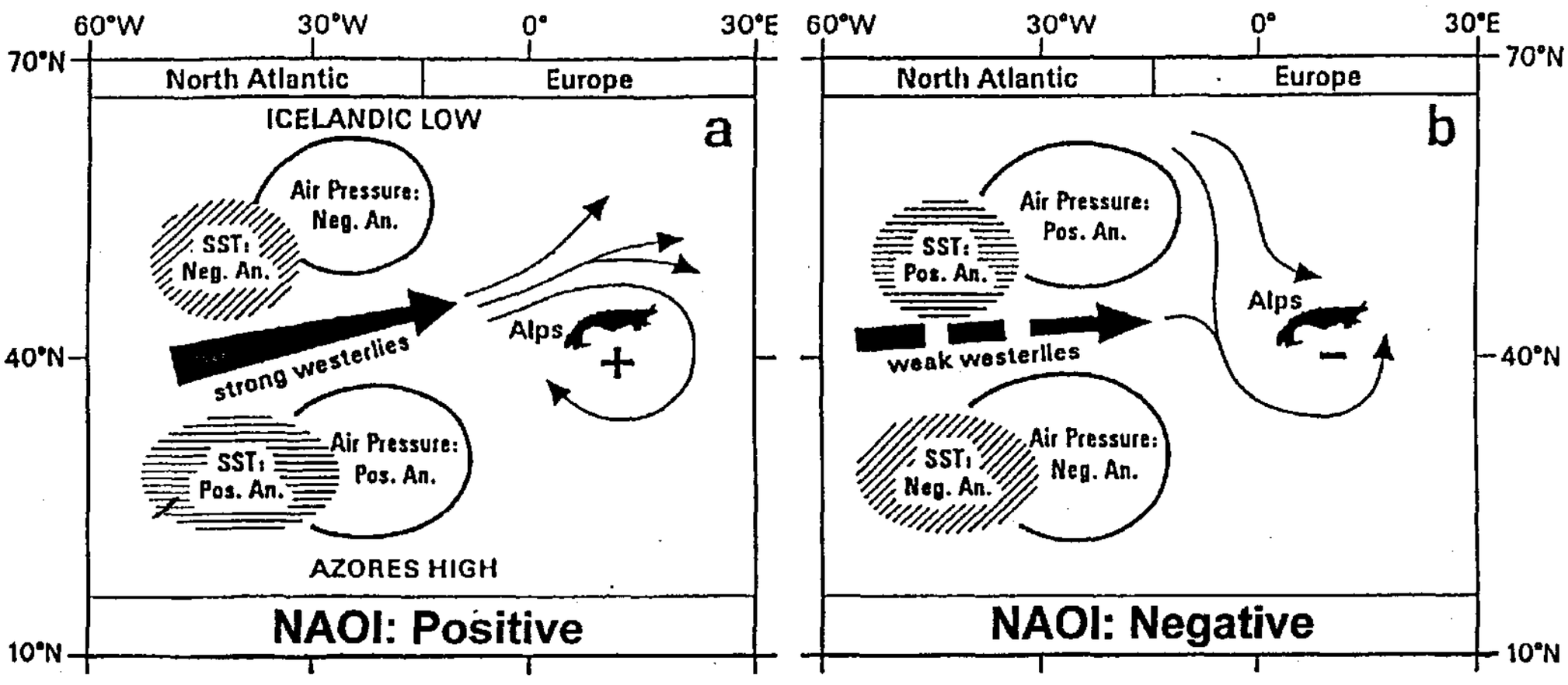



Fig. 5 - Distribuzione dei centri di alta e bassa pressione sull'Atlantico con le relative masse d'aria nel caso di Indice NAO positivo e negativo (da Wanner *et al.*, 1997).

*Distribution of the high and low pressure centres above the Atlantic with the respective air masses in case of positive and negative NAO Index (from Wanner* et al., *1997).*

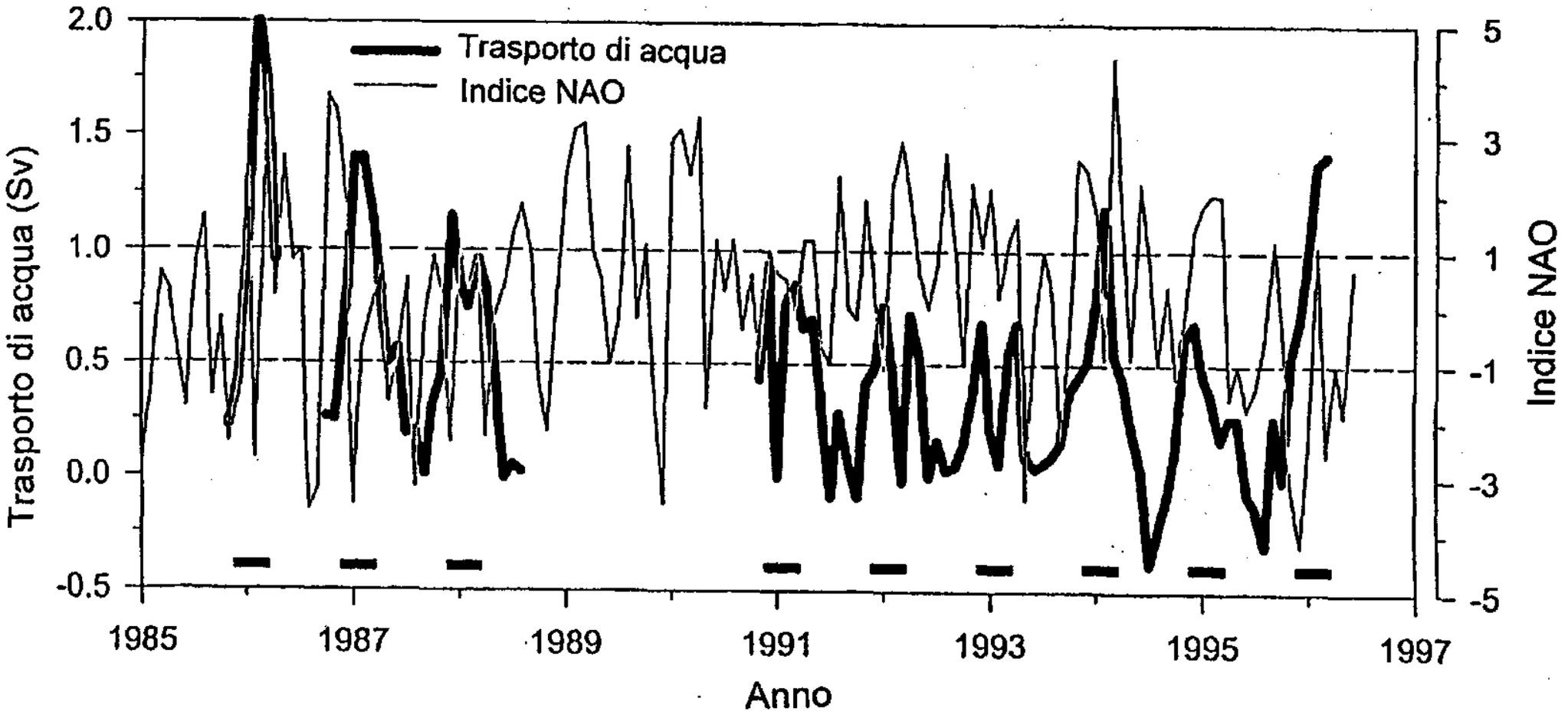



Fig. 6 - Serie temporali dei valori mensili dell'indice NAO e del trasporto di acqua nel Canale di Corsica dal 1985 al 1996 (da Vignudelli *et al.*, 1999).

*Time series of the monthly values of NAO Index and the water transport in the Corsica Channel from 1985 to 1996 (from Vignudelli et al., 1999).*

Atlantica gioca un ruolo importante nel determinare gli scenari non solo dell'atmosfera, ma anche quelli relativi alla circolazione nel Mediterraneo Occidentale.

Il particolare meccanismo che regola il passaggio delle correnti nel Canale di Corsica e' servito ad Astraldi *et al.* (1995) per spiegare un apparente paradosso che caratterizza la presenza di specie calde epibentiche, come la *Thalassoma pavo*, nel Mar Ligure. Infatti, contrariamente a ciò che si potrebbe aspettare, i casi di ritrovamento di queste specie sono stati visti aumentare durante gli inverni più freddi e ciò è stato posto in relazione con il maggiore contributo di acqua più calda Tirrenica verso questo bacino (supply side). Il fatto poi che, negli ultimi anni, queste specie si siano progressivamente ambientate in un bacino tendenzialmente più freddo, dando anche luogo allo stabilirsi di pseudo-popolazioni, è stato spiegato dagli stessi autori come una conseguenza dell'andamento del NAO, che ha determinato un progressivo miglioramento dello stato dell'atmosfera e quindi più favorevoli condizioni dell'ambiente marino.

Queste relazioni mostrano che la variabilità dei sistemi climatici a grande scala, come l'Oscillazione Nord Atlantica, può anche produrre effetti sulla distribuzione di alcune popolazioni dell'ecosistema marino, che diventano così possibili indicatori biologici dei cambiamenti climatici in atto.

## Stretto di Sicilia

Lo Stretto di Sicilia, tra Capo Bon e Mazzara del Vallo, è un passaggio relativamente ampio (circa 130 Km) e poco profondo (la massima profondità è di circa 430 m) tra i due bacini principali del Mediterraneo. Come a Gibilterra, lo stretto è caratterizzato da un sistema a doppio strato (Acqua Atlantica Modificata che scorre verso Est, Acqua Levantina Intermedia diretta verso Ovest), mantenuto dall'eccesso di evaporazione sul Mediterraneo Orientale. Un rilievo nella parte mediana dello stretto determina la presenza di due canali attraverso cui è

convogliata l'Acqua Levantina proveniente dal Bacino Orientale. Il canale orientale, adiacente all'ampia piattaforma Siciliana, è molto stretto, mentre quello occidentale sul versante Tunisino è molto più ampio, anche se meno profondo. In genere la batimetria della regione è molto complicata ed esercita una profonda influenza sulle masse d'acqua che la attraversano.

Misure sistematiche compiute durante i Programmi MAST mostrano che, allo stretto, l'Acqua Atlantica Modificata è presente con due distinti flussi (Astraldi *et al.*, 1996) (Fig. 7): uno vicino a Capo Bon ed un altro, molto stretto, sulla

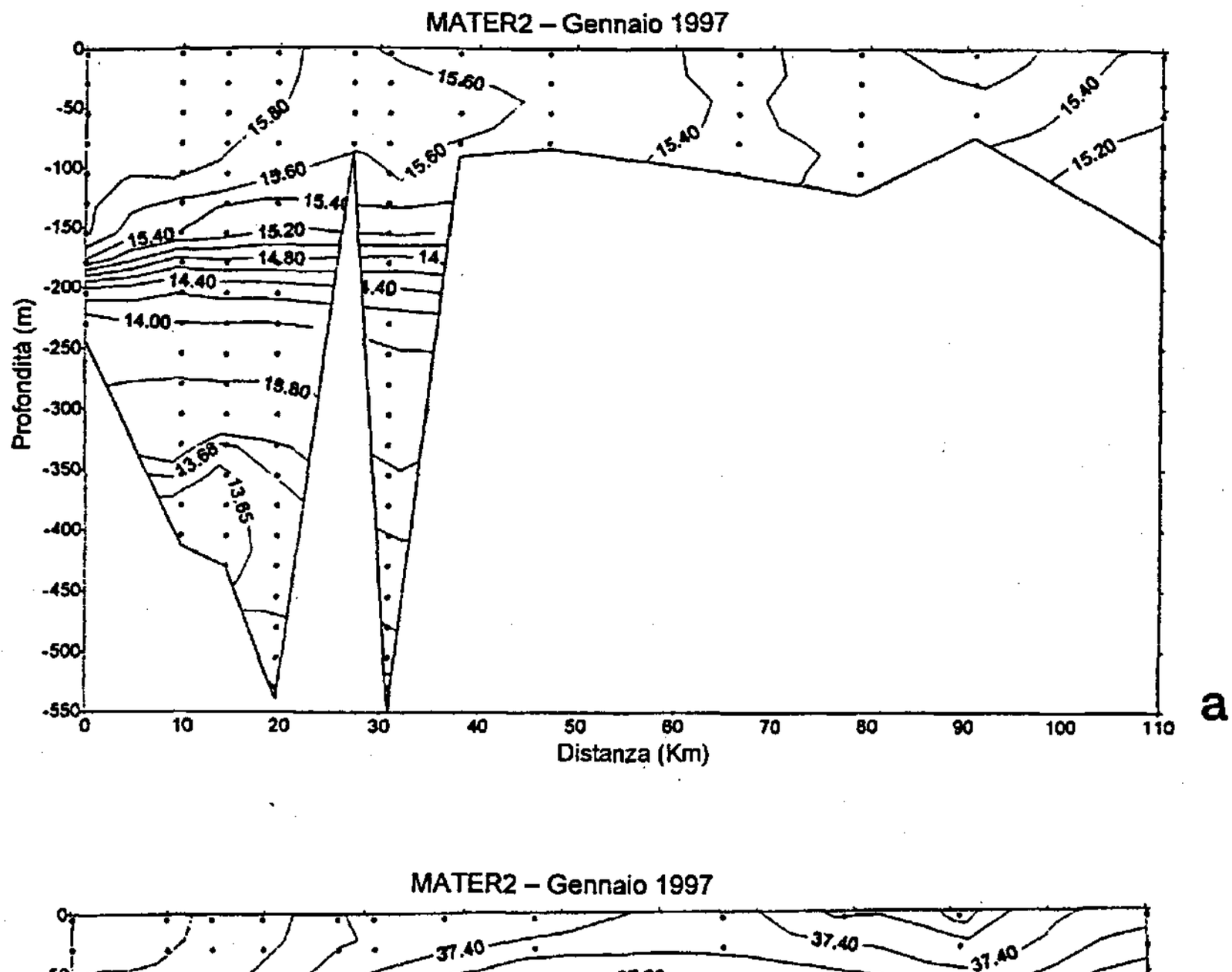



Fig. 7 - Sezioni verticali di temperatura (a) e salinità (b) presso le soglie dello Stretto di Sicilia a Gennaio 1997 (da Astraldi *et al.*, 1999).

*Vertical section of Temperature and Salinity near the Sicily Strait passages in January 1997 (from Astraldi* et al., *1999).*

piattaforma Siciliana, vicino alle coste sud-occidentali dell'isola. La Figura mostra anche che il flusso Levantino è in realtà composto da due distinti tipi di acqua: uno di essi è la classica Acqua Levantina Intermedia, che riempie entrambi i canali con un 'core' a circa 300 m di profondità. L'altra massa d'acqua è presente solo al fondo del versante Tunisino ed è caratterizzata da una temperatura più bassa. Quest'acqua appare nelle sezioni climatologiche dello stretto (Guibout, 1987), per cui si può pensare che sia una componente stabile del flusso Levantino. Sparnocchia *et al.* (1999) hanno riconosciuto in quest'acqua un prodotto di transizione, derivato dal mescolamento tra l'Acqua Levantina Intermedia e l'Acqua Profonda del Mediterraneo Orientale. Una volta entrata nel Canale di Sicilia attraverso la soglia Maltese, quest'acqua sprofonda a causa della sua densità più alta rispetto alle acque residenti, e da quel momento in poi scorre sul fondo del Canale fino alla sua estremità occidentale. Insieme con l'Acqua Levantina Intermedia, essa entra quindi nel M. Tirreno dove continua a sprofondare mescolandosi con le acque profonde di questo bacino.

E' interessante rimarcare che la distribuzione dei diversi tipi d'acqua trova una significativa corrispondenza con la distribuzione dei nutrienti presenti nella colonna d'acqua. Infatti, l'analisi dei campioni presi dalla Stazione Zoologica durante le diverse campagne, ha mostrato che le due vene superficiali di Acqua Atlantica Modificata sono caratterizzate da bassi valori di nutrienti, mentre i flussi di Acqua Levantina Intermedia contengono valori più alti, con un massimo relativo in corrispondenza del 'core'. Infine, i valori massimi sono associati all'Acqua di Transizione che scorre sul fondo del Stretto. A causa delle sue proprietà, quest'acqua rappresenta quindi una sorgente significativa di calore e nutrienti per la parte profonda del M. Tirreno e per tutto il Mediterraneo Occidentale.

L'analisi delle serie temporali di corrente raccolte presso le due soglie dello Stretto di Sicilia dal 1993 al 1997, mostra che l'Acqua Atlantica Modificata e l'Acqua Levantina Intermedia sono interessate da due regimi sostanzialmente diversi (Fig. 8a, b). Le correnti dello strato superficiale appaiono soggette ad intensi processi di mesoscala, con la formazione di vortici e meandri che rendono difficile la stima di un flusso medio. La situazione è ulteriormente complicata dalla presenza di un importante upwelling che si estende lungo la fascia costiera meridionale dell'isola e collegabile agli eventi di vento di Nord-Ovest associati con il Mistral. Al contrario, il flusso di Acqua Levantina appare fortemente costretto dalla batimetria del fondo ed è caratterizzato da una serie di impulsi coerenti alle due soglie. L'intensità delle due correnti mostra un incremento durante la stagione fredda. Anche se significativo, l'aumento del flusso è tuttavia meno marcato di quello osservato nel Canale di Corsica. Ciò può essere anche dovuto al fatto che, in talune occasioni, l'intensità degli impulsi aumenta considerevolmente durante la stagione estiva, contribuendo a rendere meno marcato l'aumento invernale della corrente.

Partendo dalle serie correntometriche, è stata fatta una valutazione del trasporto dell'Acqua Levantina nel periodo considerato (Fig. 9). Anche il trasporto mostra una variazione stagionale, più evidente nel lato Tunisino dello Stretto. Il valore annuo calcolato è stato di 0.55±0.17 Sv per la soglia orientale e 0.54±0.58 Sv per quella occidentale, con un totale di 1.10±0.58 Sv, con una ridotta variabilità interannuale.

E' da rilevare che, a causa della forte presenza della componente a mesoscala, gli stessi dati non possono essere utilizzati per calcolare il trasporto dell'acqua

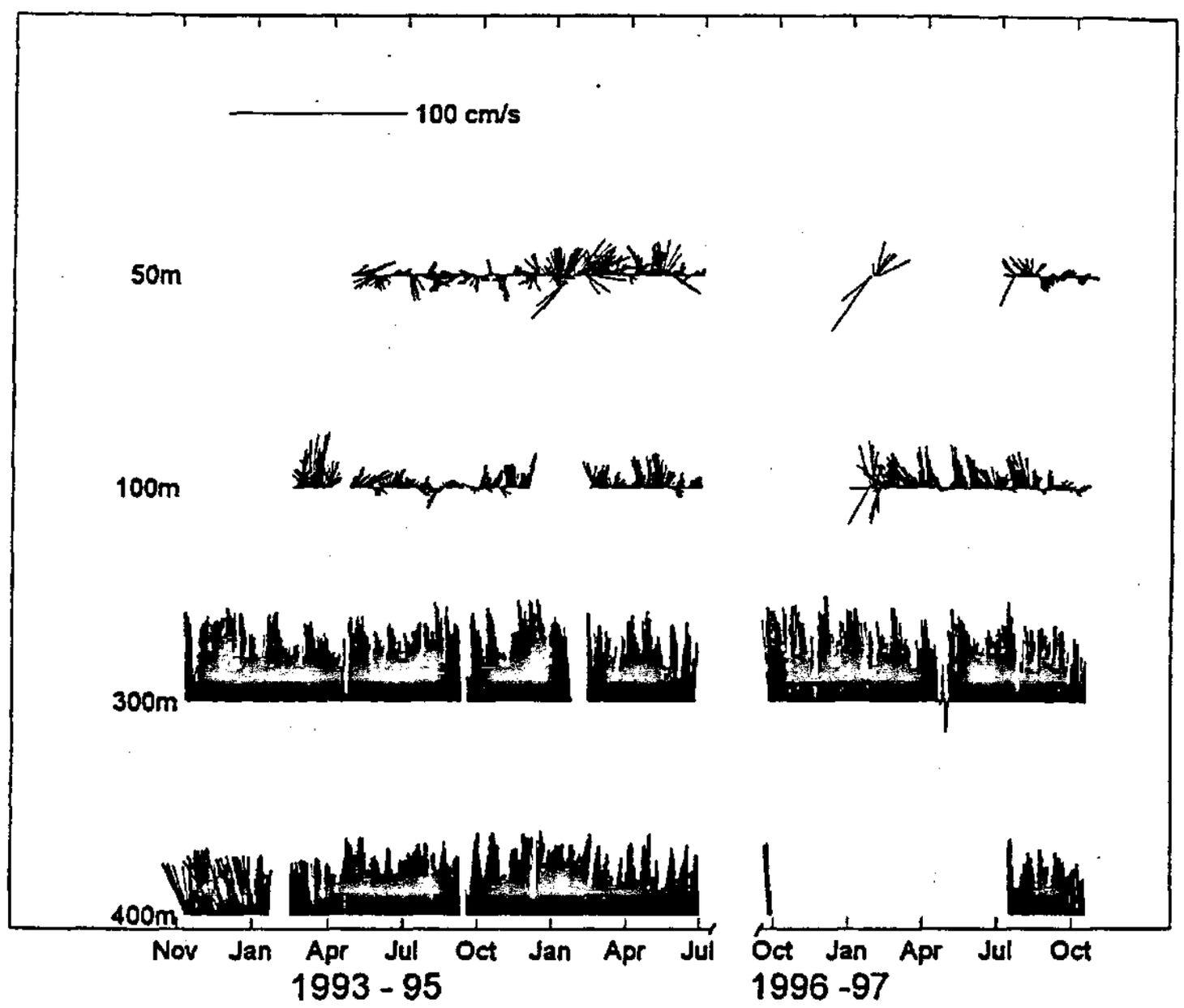



Fig. 8a, b - Serie temporali di corrente a quattro profondità presso le due soglie dello Stretto di Sicilia dal novembre 1993 al luglio 1997 (da Astraldi *et al.*, 1999).

*Current time series at four depths near the two Sicily Strait passages from November 1993 to July 1997 (from Astraldi* et al., *1999).*

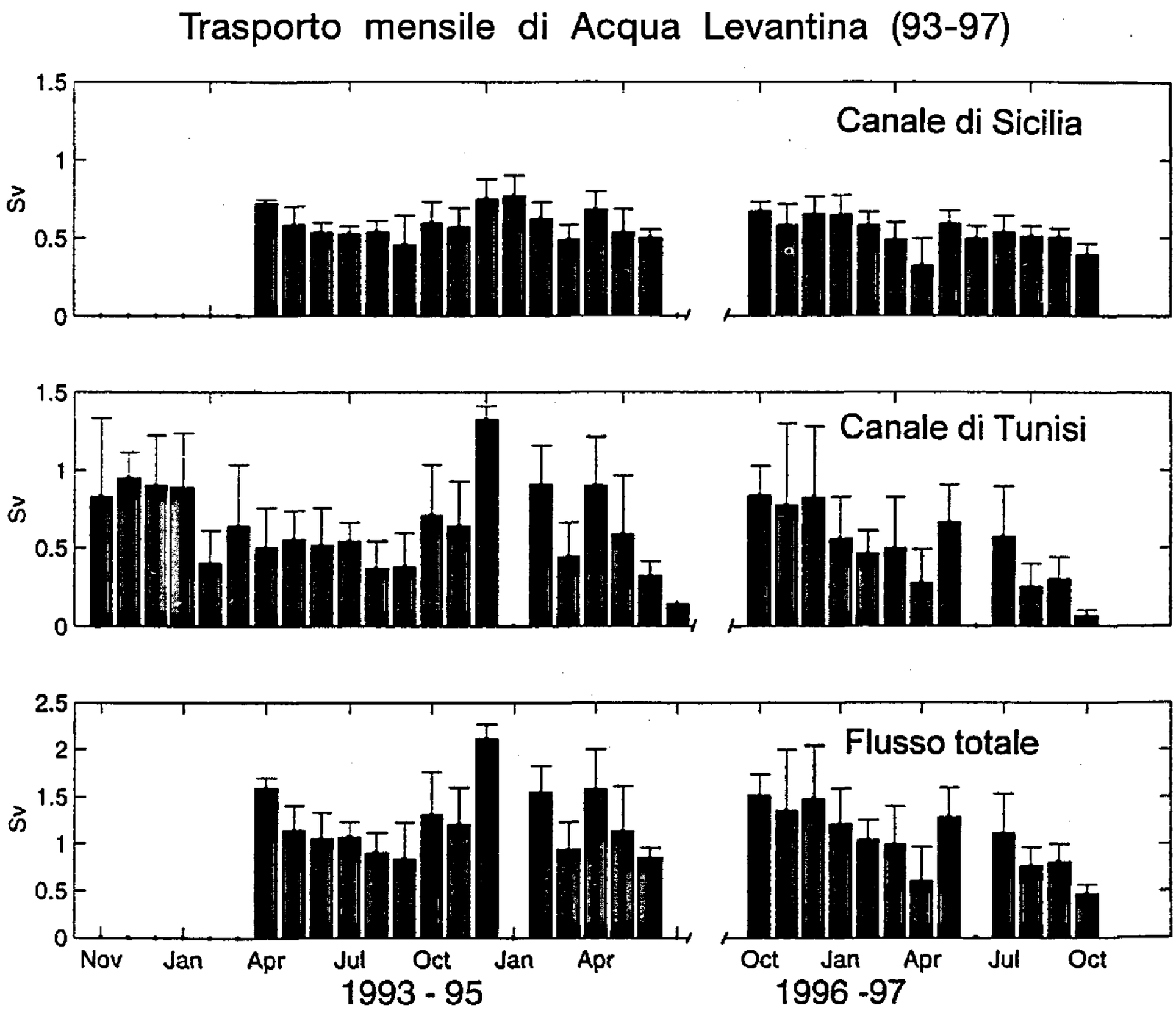



Fig. 9 - Serie temporale del trasporto mensile dell'Acqua Levantina presso le due soglie dello Stretto di Sicilia e del trasporto totale (da Astraldi *et al.*, 1999).
*Time series of the Levantine Water monthly transport near the two Sicily Strait passages and of the total flux (from Astraldi* et al., *1999).*

superficiale di origine Atlantica. Questo valore è stato calcolato attraverso la conservazione del sale e del calore, risultando di circa il 4% più alto di quello dell'Acqua Levantina, a causa dell'eccesso di evaporazione nel bacino Orientale.

## Conclusioni

Le recenti investigazioni nel Canale di Corsica e nello Stretto di Sicilia hanno significativamente accresciuto le nostre conoscenze sulle modalità dello scambio di acqua tra i bacini da essi collegati. Ciò include una più precisa determinazione delle proprietà idrologiche e chimiche dei diversi tipi di acqua, del loro trasporto e della loro evoluzione nel tempo. Da esse, può essere derivata una più affidabile valutazione dello stato dei bacini coinvolti negli scambi ed una più realistica descrizione della loro circolazione.

La serie temporale di corrente nel Canale di Corsica mostra l'importanza del segnale stagionale ed interannuale negli scambi tra il M. Tirreno ed il M. Ligure-Provenzale. L'identificazione di queste componenti agli stretti è importante perchè

provvede il segnale di profonde modificazioni all'interno dei bacini e quindi l'informazione di cambiamenti sostanziali nei forzanti esterni. Nel Canale di Corsica entrambe le componenti appaiono strettamente collegate alla variabilità dello stato dell'Oscillazione Nord Atlantica, attraverso l'azione da esso esercitata sui trasferimenti di calore all'interfaccia aria-mare del Bacino Settentrionale. Considerato che il ritrovamento di alcune specie termofile come la *Thalassoma pavo* in questo bacino sembra essere essenzialmente legata agli scambi di acqua attraverso il Canale di Corsica, la loro presenza e l'eventuale stanziamento come pseudo-popolazioni stabili, può essere quindi collegabile agli effetti generati da questa teleconnessione.

Nello Stretto di Sicilia le condizioni appaiono sostanzialmente differenti, con un diverso comportamento dei due strati presenti. Lo strato superficiale appare interessato da una prevalente componente a mesoscala con la presenza di vortici e meandri. Essi possono determinare risalite di masse d'acqua con una concentrazione di nutrienti in aree particolari dello stretto. Quest'effetto è accresciuto dalla presenza dell'upwelling semi-stazionario costiero e dei filamenti ad esso associati, che contribuiscono a trasportare nutrienti e biomassa al largo con un ulteriore arricchimento della produttività. Tutto ciò contribuisce a creare un ecosistema particolarmente favorevole all'attività di pesca, che sostiene una delle più importanti flotte pescherecce del Mediterraneo. Uno dei problemi di base da affrontare in un prossimo futuro è quello di cercare di chiarire i meccanismi che regolano il funzionamento di questo ecosistema, anche in funzione degli aspetti socio-economici ad esso collegati.

Le condizioni cambiano se si considera il passaggio dell'acqua intermedia e di fondo, che sono anch'esse coinvolte nei processi produttivi di quest'area. Poichè' il loro flusso è generalmente costretto dalla geometria dello stretto, l'identificazione delle loro proprietà e del loro trasporto è più agevole che nello strato superficiale. Le nostre misure mostrano che il flusso proveniente dal Bacino Orientale del Mediterraneo è, in realtà, composto da due tipi di acqua (Acqua Levantina Intermedia e Acqua di transizione con l' Acqua Profonda del Mediterraneo Orientale). Entrambe danno luogo ad un flusso di circa 1 Sv, soggetto ad una variabilità stagionale ed ad una debole variabilità interannuale.

Infine è interessante rilevare che il 'core' di tutte le masse d'acqua identificate nello stretto può essere riconosciuto, oltre che dalle caratteristiche idrologiche, anche sulla base del contenuto di sostanze nutrienti trasportate (minimo per l'Acqua Atlantica e massimo per l'Acqua Levantina).

## Summary

Straits and channels, by definition, represent places where are conveyed the exchanges of water and associated properties between the basins they connect. Straits and channels are then choke locations, where to achieve basic information on water, heat, salt and biogeochemical budgets as well as on the mechanisms governing them. Straits are even privileged places where to control/compare the results of dynamical/ecological models relative to the basins. Straits in the Mediterranean form an important network from which one can determine the characteristics of the water exchanged between all the internal sub-basins and between the Mediterranean and the adjacent ocean. In the last years, both the Corsica Channel and the Sicily Strait were subject to an intense investigation, based on hydrological campaigns and long term current measures and this allowed us to verify the conditions of the water

exchange in both sections. In the Corsica Channel, the water exchange appears to be affected by an important seasonal and interannual variability, dependent on the state of the North Atlantic Oscillation. As the transport of the Tyrrhenian epibenthic species appears to be connected with this water exchange, their eventual setting in the colder Ligurian Sea seem to be related with the variability of the NAO. Seasonal and interannual variability are less important in the Sicily Strait, where a two layer system is present. Measurements show that the mesoscale signal is the prevailing signal in the surface layer, with the presence of eddies and meanders. The associated vertical motion may uplift the bottom richer water to the surface, thus enhancing the productivity of this layer.

**Ringraziamenti**

Le misure nel Canale di Corsica e nello Stretto di Sicilia sono state svolte nell'ambito dei Progetti EUROMODEL 1 e 2 (MAST-CT90-0043-C e MAS-CT93-0066) e MATER (MAS3-CT96-0051) della CE e nell'ambito dei Progetti Speciali del COMITATO FISICA del CNR. Le misure sono state svolte con la N/O URANIA del CNR, i cui ufficiali ed il cui equipaggio hanno fornito una sostanziale assistenza durante il lavoro a mare.

Tutte le operazioni a mare nelle due localita' ed il trattamento preliminare dei dati sono stati interamente gestiti dai Sign. Mireno Borghini, Carlo Galli ed Egisto Lazzoni dell'IOF.

**Bibliografia**

ASTRALDI M., GASPARINI G. P. (1992) - The seasonal characteristics of the circulation in the North Mediterranean Basin and their relationship with the atmospheric-climatic conditions. *Journal of Geophysical Research*, 97, **C6**: 9531-9540.

ASTRALDI M., BIANCHI C. N., GASPARINI G. P., MORRI C. (1995) - Climatic fluctuations, current variability and marine species distribution: a case study in the Ligurian Sea (north-west Mediterranean). *Oceanologica Acta*, **18** (2): 139-147.

ASTRALDI M., GASPARINI G. P., SPARNOCCHIA S., MORETTI M., SANSONE E. (1996) - The characteristics of the water masses and the water transport in the Sicily Strait at long time scales. In: F. Briand Editor, *Dynamics of Mediterranean Straits and Channels*, CIESM Science Series, 2, Monaco: 95-115.

ASTRALDI M., BALOPOULOS S., CANDELA J., FONT J., GACIC M., GASPARINI G.P., MANCA B., TEOCHARIS A., TINTORE' J. (1999) - The role of straits and channels for the comprehension of the Mediterranean circulation characteristics. In Stampa su *Progress in Oceanography*.

GUIBOUT P. (1987) - *Atlas hydrologique de la Mediterranee*, Shom editor, Ifremer: 150 pp.

HURRELL J.W. (1995) - Decadal trends in the North Atlantic Oscillation: regional temperatures and precipitation. *Science*, **269**: 676-679.

Meteorological Office, Weather in the Mediterranean, Her Majesty's Office, London, U.K., 1962.

SPARNOCCHIA S., GASPARINI G. P., ASTRALDI M., BORGHINI M. (1999) - Dynamics and mixing of the Eastern Mediterranean outflow in the Tyrrhenian Basin. Special Volume Journal of Marine Systems, M. Gacic, M. Astraldi and P.E. La Violette eds., 20: 301-318.

VIGNUDELLI S., GASPARINI G.P., ASTRALDI M., SCHIANO E. (1999) - A possible influence of the North Atlantic Oscillation on the circulation of the Western Mediterranean Sea. *Geophysical Research Letters*, **26** (5): 623-626.

WANNER H., RICKLI R., SALVISBERG E., SCHMUTZ C., SCHUEPP M. (1997) - Global climate change and its influence on Alpine climate: concepts and observations. *Theorethical and Applied Climatology*, **58**: 53-76.

Biol. Mar. Mędit. (1999), 6 (1): 64-72

G. BOMBACE, G. FABI, G. RIVAS*

Istituto di Ricerche sulla Pesca Marittima - CNR, Largo Fiera della Pesca - 60125 Ancona, Italia.
*Centro Oceanologico Mediterraneo, Via Libertà, 37 - 90139 Palermo, Italia.

# EFFETTI SUL POPOLAMENTO ITTICO INDOTTI DA UNA PIATTAFORMA ESTRATTIVA DELL'ALTO ADRIATICO: PROSPETTIVE DI GESTIONE DELLE RISORSE COSTIERE

## *EFFECTS INDUCED BY A PRODUCTIVE GAS PLATFORM OF THE NORTHERN ADRIATIC SEA ON FISH ASSEMBLAGE: PERSPECTIVES FOR THE MANAGEMENT OF COASTAL RESOURCES*

***Abstract***

*A fishing survey was carried out in the period August 1996 - December 1997 to compare the effects induced on the fish assemblage by a gas platform with those of an artificial reef in the northern Adriatic Sea. The overall catch yield was higher at the platform than at the artificial reef, with a ratio of 1.6 in weight and 3.2 in number of specimens. The difference was mainly due to higher catches of pelagic fish, crustaceans and molluscs. These results stated that the platform can act like an artificial reef in attracting fishable fauna and in diversifying the fish assemblage of the original sand-muddy habitat. Therefore, it could be considered as feasible the use of these structures, when decommissioned, for the creation of artificial reefs.*

***Key-words:*** *fishing yields, gas platforms, artificial reefs, decommissioning, Adriatic Sea.*

## Introduzione

Il presente studio si inserisce in un programma di ricerca finanziato dal Ministero per le Politiche Agricole ed è volto a valutare gli effetti esercitati sulla fauna vagile da una piattaforma metanifera in attività tramite il confronto con quelli, già noti, indotti da una barriera artificiale dell'Adriatico centro-settentrionale.

In Adriatico esistono attualmente 60 installazioni tra piattaforme estrattive, che sfruttano giacimenti di gas metano, e terminali; tali strutture hanno una vita operativa media di circa 20 anni e, una volta raggiunto tale limite, devono essere dismesse (DPR n. 886 art. 63 del 24/05/79).

D'altra parte è ormai noto che le piattaforme operative offrono delle possibilità di sfruttamento alieutico. Secondo Seaman *et al.* (1989) infatti esse agirebbero analogamente a barriere artificiali, aggregando fauna vagile dispersa e/o inducendo un aumento della produzione secondaria favorendo la crescita e la sopravvivenza di nuovi organismi (Wilson *et al.*, 1991; Bombace *et al.*, 1993).

In particolare, nel caso della piattaforma Paguro, affondata nell'Adriatico centro-settentrionale nel 1964 in seguito ad una esplosione accidentale, l'habitat che si è creato è caratterizzato da una elevata biodiversità e da una complessa distribuzione delle comunità biologiche (Ponti *et al.*, 1998).

Pertanto, la rimozione e lo smantellamento delle piattaforme obsolete non rappresentano esclusivamente un notevole sforzo finanziario per le compagnie petrolifere, ma anche una perdita di habitat marini in cui i processi produttivi sono ormai consolidati ed utili alla pesca (Reggio e Kasprzak, 1991).

## Materiali e metodi

La ricerca è stata condotta presso la piattaforma metanifera dell'AGIP S.p.A. denominata PCW B-C, situata tre miglia al largo di P.to Corsini, e presso la barriera artificiale a fini multipli immersa al largo di Cattolica (fig. 1).

La piattaforma, installata nel 1968 ed ampliata nel 1987, consiste di un primo modulo a 8 gambe (PCW-B) e di un secondo a 12 gambe (PCW-C) dislocati su una superficie totale di 4.950 $m^2$; è posta su un fondale sabbio-fangoso a circa 12 m di profondità e non è presidiata.

La barriera artificiale di Cattolica, utilizzata come sito di confronto, è stata realizzata nel 1988-89, è situata a circa 1,5 miglia dalla costa, anch'essa su un fondale sabbio-fangoso, a 10-11 m di profondità. É costituita da 4 oasi, ciascuna composta da 29 piramidi in calcestruzzo, posizionate a circa 15 m una dall'altra, e da 12 gabbioni in cemento armato (4x6x5 m) per la molluschicoltura. La distanza tra le oasi è di circa 200 m e la superficie totale coperta dai substrati è di 24.000 $m^2$. Ogni piramide è formata da 5 cubi (4 alla base e 1 al vertice), aventi dimensioni di 2 m di lato e peso di 13 t. Attorno al masso di vertice di ogni piramide sono stati assemblati quattro cilindri cavi di cemento, per incrementare sia la superficie di colonizzazione, sia i rifugi per la fauna vagile. Infine, le piramidi sono poste su una base di pietrisco per evitare l'eventuale affondamento nel substrato originario.

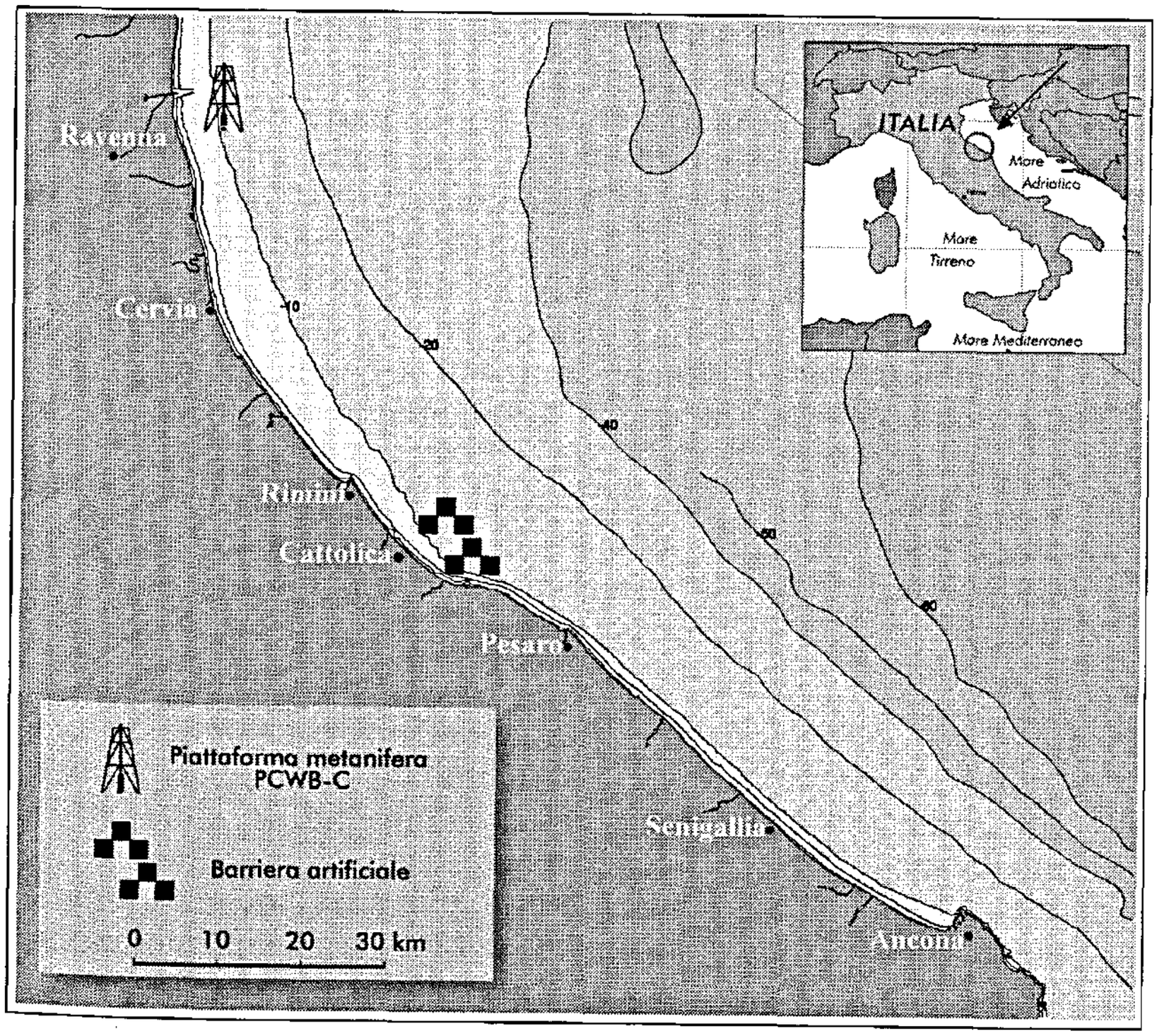



Fig. 1 - Posizione geografica della barriera artificiale a fini multipli di Cattolica e della piattaforma metanifera PCWB-C al largo di P.to Corsini.

*Location of the multipurpose artificial reef off Cattolica and of the gas platform PCWB-C off P.to Corsini.*

Per il campionamento è stata utilizzata una rete tremaglio avente lunghezza di 500 m, altezza di 2 m, pannello interno con maglie di 70 mm di apertura, pannelli esterni con maglie di 340 mm di apertura. L'attrezzo veniva calato al tramonto e salpato all'alba, per una permanenza media in mare di 12 ore. Nel periodo Agosto 1996 - Dicembre 1997 sono state effettuate in totale 40 operazioni di pesca, con frequenza mensile o quindicinale, di cui 22 presso la barriera artificiale e 18 presso la piattaforma.

Pesci, crostacei e molluschi presenti nelle catture sono stati classificati a livello specifico e su ciascun esemplare sono stati misurati taglia (lunghezza totale per i pesci, lunghezza del carapace e del mantello rispettivamente per crostacei e molluschi cefalopodi) ed il peso fresco, ad eccezione di *Sardina pilchardus*, *Engraulis encrasicolus* e *Squilla mantis* per i quali sono stati rilevati numero e peso complessivo.

L'analisi statistica dei dati è stata condotta tenendo separati pesci pelagici, pesci necto-bentonici, pesci bentonici, molluschi e crostacei. Inoltre, ogni specie è stata classificata come attratta (AT), parzialmente attratta (PA) e non attratta (NA) in base alla sua affinità per i substrati duri (Bombace *et al.*, 1994).

Per annullare l'effetto di fattori quali l'accidentale danneggiamento dell'attrezzo usato come campionatore o le differenze nella permanenza in mare della rete in relazione alla stagione, i rendimenti di pesca sono stati standardizzati ad un periodo di 12 h e ad una lunghezza dell'attrezzo di 500 m.

Prima di effettuare l'analisi statistica, i dati di cattura sono stati trasformati al fine di normalizzare le distribuzioni e di rendere omogenee le varianze. La trasformazione $\log_{10}(x+0,1)$ ha dato nella maggior parte dei casi risultati positivi sia per la normalità (test di Shapiro-Wilks), sia per l'omoschedasticità (test di Cochran e test di Bartlett; Snedecor e Cochran, 1967). Successivamente è stato effettuato il test ANOVA a 2-vie, in cui sito e stagione costituivano gli effetti principali. Nei casi in cui il test ANOVA ha dato differenze stagionali significative ($p<0,05$), è stato utilizzato il test di Tukey, adeguatamente corretto per campioni non bilanciati, per effettuare confronti a coppie. Per i pesci pelagici e bentonici, per i quali la trasformazione adottata non garantiva il rispetto delle ipotesi, non è stata applicata l'ANOVA.

Per ognuno dei due siti sono stati infine calcolati i valori medi trimestrali della ricchezza specifica, espressa come numero di specie catturate ad ogni operazione di pesca, e dell'indice di diversità specifica di Shannon-Weaver H'(Pielou, 1974).

## Risultati

*Rendimenti di pesca* - La cattura media dell'insieme delle specie, calcolata sull'intero periodo di campionamento, è risultata 1,6 volte in peso e 3,2 volte in numero di individui più elevata presso la piattaforma. In entrambi i siti i pesci hanno costituito la maggior parte delle catture (tab. 1). Tra questi, il gruppo dei necto-bentonici ha rappresentato la categoria più rilevante in termini ponderali, seguito dal gruppo dei pesci pelagici, quindi dai crostacei, dai molluschi ed, infine, dai pesci bentonici.

Ad un'analisi più approfondita dei rendimenti di cattura dei singoli gruppi si nota che, per quanto riguarda i pesci necto-bentonici, comprendenti prevalentemente specie parzialmente attratte o attratte dai substrati duri (es. *Sciaena umbra*, *Umbrina cirrosa*, *Lithognathus mormyrus*, *Diplodus annularis*), le catture sono state generalmente più abbondanti presso la barriera artificiale (fig. 2). Comunque

Tab. 1 - Cattura media standard per trimestre in peso (kg) ed in numero di individui. P=pelagici; B=bentonici; NB=necto-bentonici; NA=non attratti; AT=attratti; PA=parzialmente attratti.

*Average standard catch per quarter in weight (kg) and number of specimens. P=pelagic species; B=benthic species; NB=nekto-benthic species; NA=not attracted species; AT=attracted species; PA=partially attracted species.*

| | Trimestre | | | III trim 96 | | | | IV trim 96 | | | | I trim 97 | | | | II trim 97 | | | | III trim 97 | | | | IV trim 97 | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Sito | | | Barriera | | Piattaforma | | Barriera | | Piattaforma | | Barriera | | Piattaforma | | Barriera | | Piattaforma | | Barriera | | Piattaforma | | Barriera | | Piattaforma | |
| | Cale effettuate | | | 2 | | 1 | | 4 | | 3 | | 5 | | 3 | | 5 | | 3 | | 3 | | 4 | | 3 | | 4 | |
| | Rendimento | | | Kg | n. ind. | Kg | n. ind. | Kg | n. ind. | Kg | n. ind. | Kg | n. ind. | Kg | n. ind. | Kg | n. ind. | Kg | n. ind. | Kg | n. ind. | Kg | n. ind. | Kg | n. ind. | Kg | n. ind. |
| PESCI | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Belonidae | *Belone belone* | P | NA | | | | | | | 0,32 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Bothidae | *Arnoglossus laterna* | B | NA | | | | | | | | | 0,01 | 0,16 | 0,01 | 0,27 | | | | | | | 0,04 | 0,64 | 0,00 | 0,54 | | |
| Carangidae | *Lichia amia* | P | AT | | | 4,21 | 9,60 | 0,20 | 0,50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | *Trachurus mediterraneus* | P | PA | | | 0,18 | 10,67 | | | | | | | | | 0,08 | 0,24 | 0,05 | 1,68 | 0,03 | 0,47 | 0,01 | 0,54 | | | | |
| | *Trachurus trachurus* | P | PA | | | | | | | 0,02 | 0,62 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Centracanthidae | *Spicara maena* | P | PA | | | | | | | 0,02 | 0,32 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Clupeidae | *Alosa fallax* | P | NA | 0,12 | 1,20 | | | 0,20 | 1,20 | 0,07 | 0,32 | 0,72 | 2,19 | 0,16 | 0,55 | 0,07 | 0,24 | 0,18 | 0,50 | | | 0,05 | 0,34 | 0,14 | 0,60 | 0,16 | 0,60 |
| | *Sardina pilchardus* | P | NA | 0,25 | 7,80 | 0,97 | 125,87 | 0,40 | 9,70 | 2,00 | 65,92 | | | 0,06 | 1,22 | 0,07 | 0,82 | 0,19 | 2,94 | 0,10 | 3,77 | 0,34 | 7,93 | 0,12 | 2,43 | 0,37 | 8,35 |
| Congridae | *Conger conger* | B | AT | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,40 | 0,27 | | |
| Engraulidae | *Engraulis encrasicolus* | P | NA | 0,04 | 5,07 | 5,36 | 98,13 | 0,37 | 31,00 | 0,24 | 25,85 | 0,05 | 7,37 | 0,15 | 39,81 | 0,09 | 0,86 | 0,33 | 35,22 | 0,02 | 15,54 | 0,16 | 17,21 | 0,15 | 19,32 | 0,54 | 64,75 |
| Gadidae | *Gaidropsarus mediterraneus* | B | AT | | | | | | | 0,06 | 0,32 | 0,03 | 0,18 | | | | | | | | | | | | | | |
| Gobidae | *Gobius niger* | B | PA | | | | | 0,01 | 0,30 | | | 0,01 | 0,18 | 0,01 | 0,55 | 0,04 | 1,47 | 0,04 | 1,42 | | | 0,01 | 0,32 | | | 0,01 | 0,38 |
| | *Pomatoschistus spp* | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,00 | 0,54 | | |
| Merluccidae | *Merluccius merluccius* | NB | NA | | | | | 0,01 | 0,20 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Mugilidae | *Chelon labrosus* | P | PA | | | | | 1,39 | 1,80 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | *Liza aurata* | P | PA | 0,26 | 0,60 | | | 1,39 | 4,21 | 1,03 | 3,23 | | | 0,14 | 0,40 | | | 5,45 | 11,34 | | | | | 0,19 | 0,60 | 0,07 | 0,17 |
| | *Liza ramada* | P | PA | | | 19,04 | 38,40 | 11,76 | 32,20 | 1,56 | 3,28 | 1,78 | 2,80 | | | | | 16,40 | 21,44 | | | | | 2,50 | 2,20 | | |
| | *Liza saliens* | P | PA | | | | | | | | | 0,05 | 0,16 | | | 0,16 | 0,82 | 31,07 | 43,50 | | | | | | | | |
| | *Mugil cephalus* | P | PA | | | 2,53 | 3,20 | 2,61 | 3,20 | 2,80 | 4,58 | 0,40 | 0,50 | | | | | | | | | | | | | | |
| Mullidae | *Mullus barbatus* | B | NA | 0,09 | 1,10 | 0,69 | 13,87 | | | 0,13 | 3,44 | | | | | | | 0,04 | 0,84 | | | 0,13 | 2,66 | | | | |
| | *Mullus surmuletus* | B | AT | | | | | | | 0,07 | 0,59 | | | | | | | | | | | | | | | 0,01 | 0,30 |
| Pleuronectidae | *Platichthys flesus* | B | NA | | | | | | | 0,02 | 0,26 | | | | | 0,15 | 0,27 | | | | | 0,06 | 0,32 | 0,05 | 0,54 | 0,13 | 0,21 |
| Sciaenidae | *Sciaena umbra* | NB | AT | 4,40 | 15,72 | 5,01 | 17,07 | 7,74 | 24,60 | 0,48 | 1,81 | 0,15 | 0,50 | | | 1,12 | 3,36 | 1,36 | 5,47 | 1,31 | 4,23 | 0,96 | 2,58 | 1,87 | 7,30 | 0,15 | 0,50 |
| | *Umbrina cirrosa* | NB | AT | 0,18 | 0,54 | 13,48 | 40,53 | 7,48 | 22,00 | 5,94 | 32,57 | 0,37 | 2,52 | 1,10 | 7,30 | 5,13 | 27,40 | 1,44 | 7,52 | 0,24 | 1,41 | 0,09 | 1,09 | 7,28 | 24,46 | 3,12 | 20,70 |
| Scorpaenidae | *Scorpaena porcus* | B | AT | 0,27 | 1,80 | 0,23 | 2,13 | 0,03 | 0,20 | | | | | | | 0,03 | | 0,03 | 0,50 | | | 0,04 | 0,68 | | | | |
| Serranidae | *Dicentrarchus labrax* | NB | AT | | | 0,40 | 1,07 | 0,28 | 0,70 | 0,32 | 1,12 | | | | | | | | | | | 0,10 | 0,32 | | | 0,29 | 0,08 |
| Soleidae | *Solea impar* | B | NA | 0,03 | 0,60 | | | | | 0,01 | 0,31 | 0,07 | 0,19 | | | 0,05 | 0,90 | | | 0,05 | 0,90 | | | | | | |
| | *Solea vulgaris* | B | NA | 0,06 | 0,60 | | | | | 0,20 | 3,63 | 0,01 | 0,16 | 0,04 | 0,54 | 0,02 | 0,02 | 0,06 | 0,50 | 0,08 | 0,80 | 0,41 | 4,89 | 0,06 | 1,36 | 0,05 | 0,90 |
| Sparidae | *Boops boops* | P | PA | | | | | | | | | | | | | | | 0,09 | 1,00 | 0,21 | 1,06 | 0,41 | 2,67 | | | 0,08 | 0,38 |
| | *Diplodus annularis* | NB | PA | 5,65 | 49,36 | 6,83 | 62,93 | 4,28 | 31,70 | 2,43 | 24,72 | 0,12 | 0,83 | 0,28 | 2,18 | 3,10 | 26,26 | 2,52 | 21,29 | 0,47 | 4,67 | 0,76 | 5,71 | 2,39 | 19,34 | 1,82 | 14,92 |
| | *Diplodus vulgaris* | NB | PA | | | | | 0,03 | 0,10 | | | | | | | | | | | | | | | 0,03 | 0,77 | 0,01 | 0,08 |
| | *Lithognathus mormyrus* | NB | PA | 6,31 | 27,43 | 18,35 | 70,40 | 2,77 | 9,00 | 4,38 | 15,72 | 0,27 | 1,34 | 0,30 | 0,96 | 10,53 | 48,00 | 10,69 | 38,94 | | | 1,95 | 8,84 | 3,45 | 17,50 | 0,87 | 3,46 |
| | *Sarpa salpa* | NB | PA | | | 0,26 | 1,07 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | *Sparus aurata* | NB | AT | | | 0,29 | 1,07 | | | 0,04 | 0,31 | | | | | | | | | | | 0,09 | 0,34 | 0,03 | 0,27 | | |
| Triglidae | *Trigla lucerna* | NB | NA | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,01 | 0,26 | 0,12 | 0,97 | 0,00 | 0,27 | 0,04 | 0,17 |
| MOLLUSCHI | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Loliginidae | *Loligo vulgaris* | | PA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,05 | 0,21 |
| Muricidae | *Rapana venosa* | | AT | 0,36 | 0,60 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Octopodidae | *Eledone cirrhosa* | | PA | | | | | 0,34 | 0,70 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Sepiidae | *Sepia officinalis* | | NA | | | 0,83 | 4,27 | | | 0,68 | 3,89 | | | 0,07 | 0,10 | 2,18 | 9,18 | 21,32 | 75,31 | | | 0,41 | 1,64 | | | 0,05 | 0,21 |
| CROSTACEI | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Penaeidae | *Penaeus kerathurus* | | NA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,06 | 0,32 | | | | |
| Squillidae | *Squilla mantis* | | NA | 0,59 | 12,38 | 0,35 | 9,60 | 0,60 | 14,90 | 4,56 | 95,79 | 0,12 | 3,02 | 10,43 | 432,00 | 0,03 | 0,71 | 6,42 | 264 | | | 3,39 | 88,02 | | | 3,14 | 181,38 |
| TOTALE | | | | 18,60 | 124,80 | 79,00 | 509,88 | 41,88 | 188,21 | 27,05 | 288,92 | 4,02 | 22,10 | 12,74 | 485,88 | 22,87 | 120,55 | 97,69 | 533,41 | 2,51 | 33,11 | 9,59 | 148,03 | 18,68 | 98,31 | 10,96 | 297,75 |

l'ANOVA non ha indicato differenze statisticamente significative tra i due siti, mentre l'effetto stagione è risultato significativo in entrambe le zone, con il I trimestre inferiore al II ed al IV (tab. 2).

I pesci pelagici sono stati rappresentati nelle catture prevalentemente da specie gregarie e molto mobili non attratte (es. *S. pilchardus* ed *E. encrasicolus)* o parzialmente attratte dai substrati rocciosi (mugilidi). Per questa categoria la cattura media totale è stata superiore presso la piattaforma a causa, soprattutto, di una cattura eccezionale di mugilidi (151,5 Kg/500 m/12 h) ottenuta nel giugno '97 (fig. 2).

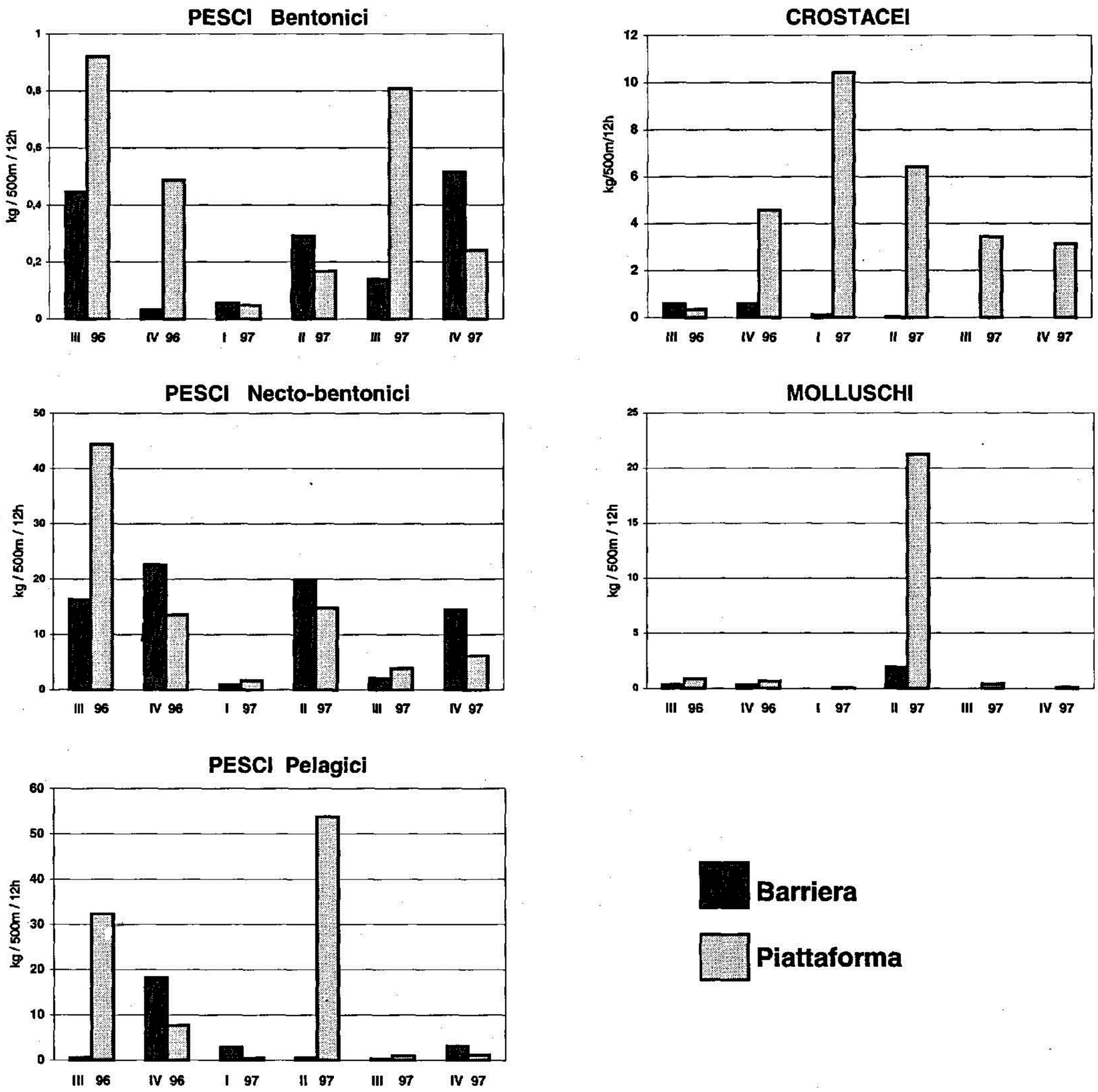



Fig. 2 - Cattura media standard per trimestre per i diversi gruppi sistematici.
*Average standard yields per quarter of the different groups.*

Tab. 2 - ANOVA a 2 vie per sito e stagione. GL=gradi di libertà; *=risultato significativo; **=risultato altamente significativo; nc=non confrontabile.

*Two ways ANOVA, site and season the two effects. GL=degrees of freedom; *=significant result; **=highly significant result; nc=not comparable.*

| | GL | Crostacei | | GL | Molluschi | | GL | Pesci Necto-bentonici | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Sito | 1 | P=0,003* | Piattaforma > Barriera | 1 | p=0,002* | Piattaforma > Barriera | 1 | P=0,643 | Piattaforma = Barriera |
| Stagione | 3 | P=0,802 | | 3 | p=0,00** | II>I=III=IV | 3 | P=0,027* | I<II=IV; III nc. |
| Sito x Stagione | 3 | P=0,26 | | 3 | p=0,99 | | 3 | p=0,65 | |

I pesci bentonici, comprendenti principalmente specie che non mostrano alcuna affinità per i substrati duri, hanno dato un contributo decisamente inferiore alle catture in entrambi i siti (fig. 2). I rendimenti più elevati si sono ottenuti nel III e IV trimestre '96 e nel III trimestre '97 presso la piattaforma, dove si è riscontrato anche un marcato andamento stagionale con un minimo nel I trimestre '97.

Le catture dei molluschi e dei crostacei sono state dominate in entrambi i siti rispettivamente da *Sepia officinalis* e *S. mantis*, due specie tipiche del fondo sabbio-fangoso che si avvicinano alla costa nel periodo riproduttivo. Per ciò che riguarda i molluschi, l'ANOVA a 2 vie ha dato differenze significative sia tra i due siti, con valori superiori presso la piattaforma, sia tra le stagioni, con il II trimestre superiore ai restanti che sono risultati simili tra loro (tab. 2). Tale dato è dovuto al fatto che *S. officinalis* in primavera migra sotto costa per la riproduzione. Anche per i crostacei le catture ottenute presso la piattaforma sono risultate significativamente superiori rispetto a quelle della barriera, mentre non si è rilevata alcuna differenza stagionale significativa (tab. 2).

*Ricchezza e diversità specifica* - Complessivamente sono state catturate 69 specie, di cui 34 presso la barriera (30 pesci, 3 molluschi ed 1 crostaceo) e 35 presso la piattaforma (31 pesci, 2 molluschi e 2 crostacei; tab. 1). Sei specie sono risultate esclusive della barriera, di cui quattro appartenenti ai pesci (*Conger conger*, *Pomatoschistus* spp., *Merluccius merluccius* e *Chelon labrosus*) e due ai molluschi (*Rapana venosa* ed *Eledone cirrhosa*). Solo quattro specie sono invece state catturate esclusivamente presso la piattaforma, di cui due appartenenti ai pesci (*Trachurus trachurus* e *Mullus surmuletus*), una ai molluschi (*Loligo vulgaris*) ed una ai crostacei (*Penaeus kerathurus*).

La ricchezza specifica media per trimestre è risultata sempre più elevata presso la piattaforma (fig. 3A). Tale indice ha mostrato nei due siti un andamento stagionale simile, ad eccezione del III trimestre '97 in cui nella barriera artificiale si è avuto un decremento più marcato rispetto a quello osservato alla piattaforma.

Anche i valori medi di H' sono risultati generalmente più elevati presso la piattaforma, con l'eccezione del I e IV trimestre 1997 (fig. 3B). In questo caso l'andamento è stato caratterizzato da notevoli fluttuazioni presso la piattaforma, mentre è risultato più omogeneo alla barriera.

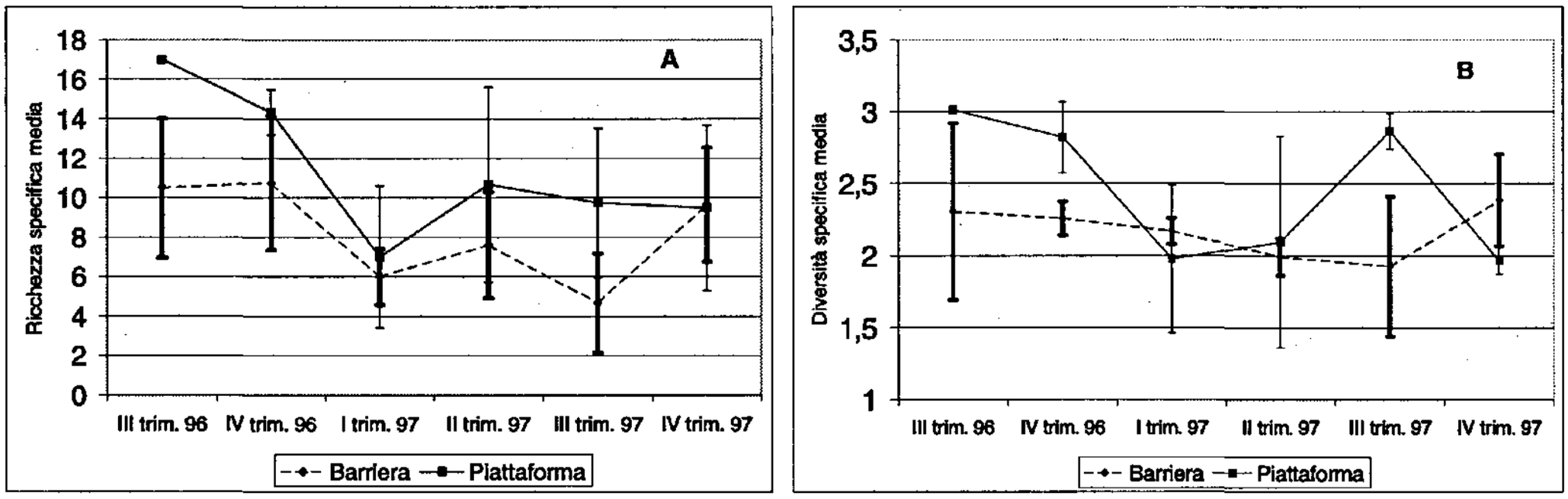



Fig. 3 - (A) Ricchezza specifica media per trimestre; (B) diversità specifica (H') media per trimestre.
*(A) Mean species richness per quarter; (B) mean species diversity (H') per quarter.*

## Conclusioni

I risultati ottenuti nel presente lavoro indicano che, similmente a quanto già riportato per altre aree ad alta densità di strutture estrattive (Scarborough Bull e Kendall, 1994), anche nell'Adriatico centro-settentrionale le piattaforme *off-shore* possono influenzare il popolamento ittico dell'habitat originario esercitando un effetto di attrazione su molte specie ittiche. Tale effetto appare paragonabile, se non superiore, a quello indotto da barriere artificiali realizzate ai fini di ripopolamento e determina una diversificazione del popolamento ittico dell'habitat sabbio-fangoso originario grazie alla comparsa e all'incremento di specie con affinità per i substrati duri.

Nel caso specifico la piattaforma, pur occupando un'area pari circa ad 1/5 della barriera, ha dato rendimenti più elevati per quasi tutte le categorie di specie considerate. Ciò potrebbe essere dovuto al fatto che la piattaforma si eleva ad una maggiore altezza lungo la colonna d'acqua, esercitando un maggiore potere di attrazione soprattutto nei confronti delle specie pelagiche. La situazione di equilibrio riscontrata per i pesci necto-bentonici è probabilmente in relazione al fatto che la barriera è costituita da corpi specifici che si sono rivelati particolarmente idonei per tale gruppo (Bombace *et al.*, 1997).

Pertanto, nell'ambito di programmi integrati di valorizzazione e gestione della fascia costiera, l'utilizzo delle piattaforme dismesse potrebbe costituire un'utile occasione per ridurre i costi di realizzazione di barriere artificiali, sia che si utilizzino unicamente tali strutture, sia che esse vengano integrate con altri manufatti predisposti per diverse finalità.

Le piattaforme potrebbero essere altresì utilizzate per la creazione di riserve integrali destinate sia ad attività ricreative (*sea-watching*), sia per ricerche scientifiche. Gli habitat così creati costituirebbero inoltre aree di rifugio per assicurare la sopravvivenza di molte specie.

E' comunque necessario tenere presente che l'eventuale riutilizzo di una piattaforma deve essere valutato con rigore di volta in volta e che non è

ipotizzabile un reimpiego di tutte le piattaforme dismesse. L'uso di tali strutture obsolete per la creazione di oasi artificiali andrebbe pianificato sulla base sia delle esigenze di fruizione delle varie zone di mare che dei programmi di dismissione pluriennali predisposti dalle compagnie petrolifere.

## Summary

To date in the Adriatic Sea there are 60 offshore structures, exploiting natural gas fields. Operative life span of these structures is about 20 years and when such limit is reached they have to be removed and decommissioned. There is some evidence that the offshore platforms positively affect the fishery resources. Consequently the decommissioning of these structures is not only a relevant economic effort for the companies, but it also causes a public loss of marine habitats which productivity is consolidated.

The aim of the present study was to evaluate the effects on the fish assemblage by a productive gas platform located in the northern Adriatic sea through the comparison with the changes induced by an artificial reef placed in the same area. The gas platform investigated is placed 3 miles off P.to Corsini on muddy-sandy 12 m bottom; the artificial reef is located 1.5 miles off Cattolica on muddy bottom, roughly at the same depth. The area covered by the platform amounted 4,950 $m^2$, whilst the artificial reef covers a higher surface, equal to 24,000 $m^2$.

From Summer 1996 until Autumn 1997 both sites were monitored once or twice a month with a trammel net (length 500 m, height 2 m, 70 mm inner mesh size and 340 mm outer mesh size). The net was lowered into the water at dusk and pull in at dawn for an average set of 12 h. A total of 40 hauls was carried out: 22 at the artificial reef and 18 at the platform.

Overall catch rate was higher at the platform, by a ratio of 1.6 in weight and 3.2 in number of specimens, mainly due to higher catches of pelagic fish (*Sardina pilchardus, Engraulis encrasicolus*), crustaceans (*Squilla mantis*) and molluscs (*Sepia officinalis*). No statistical differences were obtained between the two sites for the nekto-benthic fish, showing that the two systems have a similar effect on this group.

Mean species richness and mean diversity indices were generally higher in the catches recorded at the platform, showing a more diversified and a more homogeneous community at this site.

These considerations allow to point out that productive offshore structures can work as artificial reefs in the enhancement of fish populations and in the improvement of near shore small scale fishery, thanks to their power of attracting and/or producing new biomass.

The chance of using obsolete platforms should be accomplished out on the basis of long term decommissioning plans performed by the companies. Each case should be carefully investigated and planned jointly with research institutes and stakeholders in order to reach mutual benefits.

**Ringraziamenti**

Gli Autori desiderano ringraziare il Dott. F. Luccarini dell'IRPEM-CNR e l'Ing. D. Ardente del CEOM per il contributo all'elaborazione statistica dei dati. Si ringrazia inoltre l'AGIP-DIRA di Ravenna per la disponibilità fornita allo svolgimento dello studio.

**Bibliografia**

BOMBACE G., FABI G., FIORENTINI L. (1993) - Theorie et experiences sur les recifs artificiels. *Actes du Colloque Scientifique "Le Système littoral Méditerranéen", Montpellier, Francia, 22-23 Aprile 1993*: 68-72.

BOMBACE G., FABI G., FIORENTINI L., SPERANZA S. (1994) - Analysis of the efficacy of artificial reefs located in five different areas of the Adriatic Sea. *Bull. Mar. Sci.*, **55** (2-3): 559-580.

BOMBACE G., FABI G., FIORENTINI L., SPAGNOLO, A. (1997) - Assessment of the ichthyofauna of an artificial reef through visual census and trammel net: comparison between the two sampling techniques. In: Hawkins *et al.* (eds), *The responses of marine organisms to their environments - Proceedings of the 30th European Marine Biological Symposium,*

*Southampton, UK, September 1995,* Southampton Oceanography Centre: 291-305.
PIELOU E.C. (1974) - *Population and community ecology: principles and methods.* Gordon and Breach Sci. Publ., New York: 424 pp.
PONTI M., CAPRA A., GABBIANELLI G., CECCHERELLI V.H. (1998) - Environmental characterisation and macrobenthic communities of the northern Adriatic "Paguro" wreck. *Rapp. Comm. Int. Mer. Médit.*, **35** (2): 478-479.
REGGIO V.C., KASPRZAK R. (1991) - Rigs to reefs: fuel for fisheries enhancement through cooperation. *American Fishery Society Symposium*, **11**: 9-17.
SCARBOROUGH BULL A., KENDALL J.J. JR. (1994) - An indication of the process: offshore platforms as artificial reefs in the Gulf of Mexico. *Bull. Mar. Sci.*, **55** (2-3): 1086-1098.
SEAMAN W., BUCKLEY R.M., POLOVINA J.J. (1989) - Advances in knowledge and priorities for research, technology and management related to artificial aquatic habitats. *Bull. Mar. Sci.*, **44** (2): 527-532.
SNEDECOR G.W., COCHRAN W.G. (1967) - *Statistical methods.* IOWA State University Press, AMES: 593 pp.
WILSON C.A., STANLEY D.R., KASPRZAK R. (1991) - Technology for assessing the abundance of fish around oil and gas structures. In: Nakamura M., Grove R.S., Sonu C.J. (eds.), *Recent advances in aquatic habitat technology - Proceedings of the Japan-U.S. Symposium on Artificial Habitats for Fisheries*, Southern California Edison Company, Rosemead, California, USA: 115-118.

Biol. Mar. Medit. (1999), 6 (1): 73-80

D. Cuccu, S. Campisi, M. C. Follesa, M. Murenu, A. Sabatini

Dipartimento di Biologia Animale ed Ecologia,
Università di Cagliari, Viale Poetto, 1 - 09126 Cagliari, Italia.

# RIVALUTAZIONE DEI SISTEMI ARTIGIANALI PER LA PESCA DEI CEFALOPODI IN AREE MARINE PROTETTE

## *REVALUATION OF CEPHALOPODS ARTISAN FISHING SYSTEMS IN MARINE PROTECTED AREAS*

***Abstract***

*Three types of artisan fishing (traps, trammel nets and beach seine) are studied. In certain times of the year these fishing systems are specifically used to fish for a few cephalopod species.*

*Having checked the low environmental impact and high selectivity of this gear, the authors consider that this activity may be compatible in marine protected areas.*

***Key-words:*** *Small scale fisheries, cephalopods, Sardinian sea.*

## Introduzione

La Sardegna dopo la Sicilia è la regione con il maggior numero di aree marine per le quali è stata proposta l'istituzione di parchi o aree protette (L.n. 979/82). Considerando che tali aree ricadono principalmente entro la batimetrica dei 100 m, è necessario individuare le risorse poco o nulla sfruttate e razionalizzare, in termini ambientali, il prelievo di quelle esistenti al fine di consentire agli operatori locali di continuare e valorizzare l'attività artigianale.

Quanto sopra riveste notevole importanza dato che il 90% della flotta peschereccia ha T.S.L. inferiore alle 10 unità ed esercita la propria attività nella fascia costiera (Cau, 1992).

Quantunque la gestione di quest'ultima sia di primaria rilevanza, se si escludono le indagini che tendono ad individuare aree di rilevanza biologica quali *nurseries* (Sabatini *et al.*, 1994), poco è stato fatto. La bibliografia che si può reperire, infatti, riguarda soprattutto studi ecologici, inventari faunistici e stesure di carte geomorfologiche (Cassola e Tassi, 1973; Colomo e Ticca, 1988; Cocito e Bianchi, 1992; Navone *et al.*, 1992; Tursi, 1992).

Da oltre cinque anni il Dipartimento di Biologia Animale ed Ecologia dell'Università di Cagliari conduce studi sull'attività di pesca esercitata nella fascia costiera sarda per valutare gli impatti sull'ambiente e sulle risorse e proporre nuove strategie per la distribuzione dello sforzo di pesca in tutta l'area potenzialmente sfruttabile (Cau, 1992; Secci *et al.*, 1994, 1995; Vignolo *et al.*, 1996).

In questa nota si esaminano tre metodologie di pesca artigianale (nasse, tremagli e pesca a ombra) con l'intento di dimostrare come tali attività, se ben regolamentate nello spazio e nel tempo, siano selettive per alcune specie di cefalopodi ed abbiano un basso impatto ambientale.

## Materiali e metodi

Negli anni 96-97-98 sono state seguite la pesca al polpo con le nasse, quella alle seppie con i tremagli e la sciabica "a ombra", assimilabile alla sciabica da

spiaggia (Cau *et al.*, 1998), per la cattura del calamaro. I rilevamenti effettuati a bordo di imbarcazioni professionali sono stati effettuati in periodi precedentemente stabiliti sulla base dei maggiori rendimenti rilevati dallo sbarcato (anni 90-95).

Tremagli e nasse sono stati utilizzati nei mari prospicienti la Sardegna centro occidentale ad una profondità compresa tra 10 e 40 metri, mentre le pescate con la sciabica sono state effettuate nel Golfo di Cagliari (Sardegna meridionale) e nel Golfo di Palmas (Sardegna sud occidentale).

Il numero, le caratteristiche e le modalità di cattura degli attrezzi sono riportati qui di seguito.

- Nasse

Seicento nasse di rete metallica plastificata alte 50 cm e con diametro di 25 cm (lato della maglia di 15 mm), innescate con granchi vivi, sono state messe in pesca nelle prime ore del mattino per essere salpate in media 24 ore dopo, a partire da metà maggio sino alla prima decade di settembre per un totale di 90 pescate.

Per unità di resa sono stati considerati kg/100 nasse/die.

- Pesca ad ombra

L'attrezzo è costituito da due cavi paralleli di ca. 600 m di lunghezza e distanti fra loro ca. 80 cm. Su tutta la lunghezza dei due cavi sono annodati a distanza regolare (ca. 30 cm) dei pezzi di stoffa rettangolari bianchi di 30x40 cm I cavi, trainati da due imbarcazioni (~10 TSL e 130 HPA ciascuna) ad una velocità di ca. 1 miglio/h, agiscono ad 1-2 m dal fondo. Giunti in prossimità della costa, il sistema dei cavi viene aperto per inserire una rete a sciabica che viene successivamente recuperata manualmente sulla battigia.

Le pescate, svolte due volte al mese da gennaio a marzo, sono state avviate nelle prime ore del mattino a partire da un fondale di 25-30 metri per concludersi a riva dopo circa 3-4 ore.

I rendimenti sono stati espressi come kg/barca.

- Tremagli

Costituiti da 20 pezzi di rete (maglia di 7 cm di apertura da nodo a nodo) venivano calati alla sera da febbraio a luglio, e salpati in media dopo circa 16 ore per un totale di 5 pescate mensili. Per unità di resa sono stati considerati kg/barca/die.

Del pescato sono stati rilevati il peso totale (PT) e la lunghezza mantello (LM), quest'ultima approssimata al mezzo cm inferiore. I dati così rilevati hanno consentito il confronto delle rese, della struttura di popolazione e della composizione quali-quantitativa fra i mestieri considerati e lo strascico.

## Risultati

- Nasse

La composizione ponderale delle catture effettuate con le nasse è rappresentata per l'87% da *Octopus vulgaris*, per il 10% da *O. macropus* e per il 3% da *Muraena helena* e *Gymnotorax unicolor* (fig. 1). Le rese medie giornaliere riferite a 100 nasse, registrate nei mesi estivi sono state di 17 kg con un picco di 31 kg nel mese di giugno (fig. 2).

Tali rendimenti risultano decisamente superiori a quelli ottenuti con il medesimo sistema di pesca lungo il litorale pontino (1,3-8,5 kg/100 nasse) (Belluscio e Ardizzone, 1990).

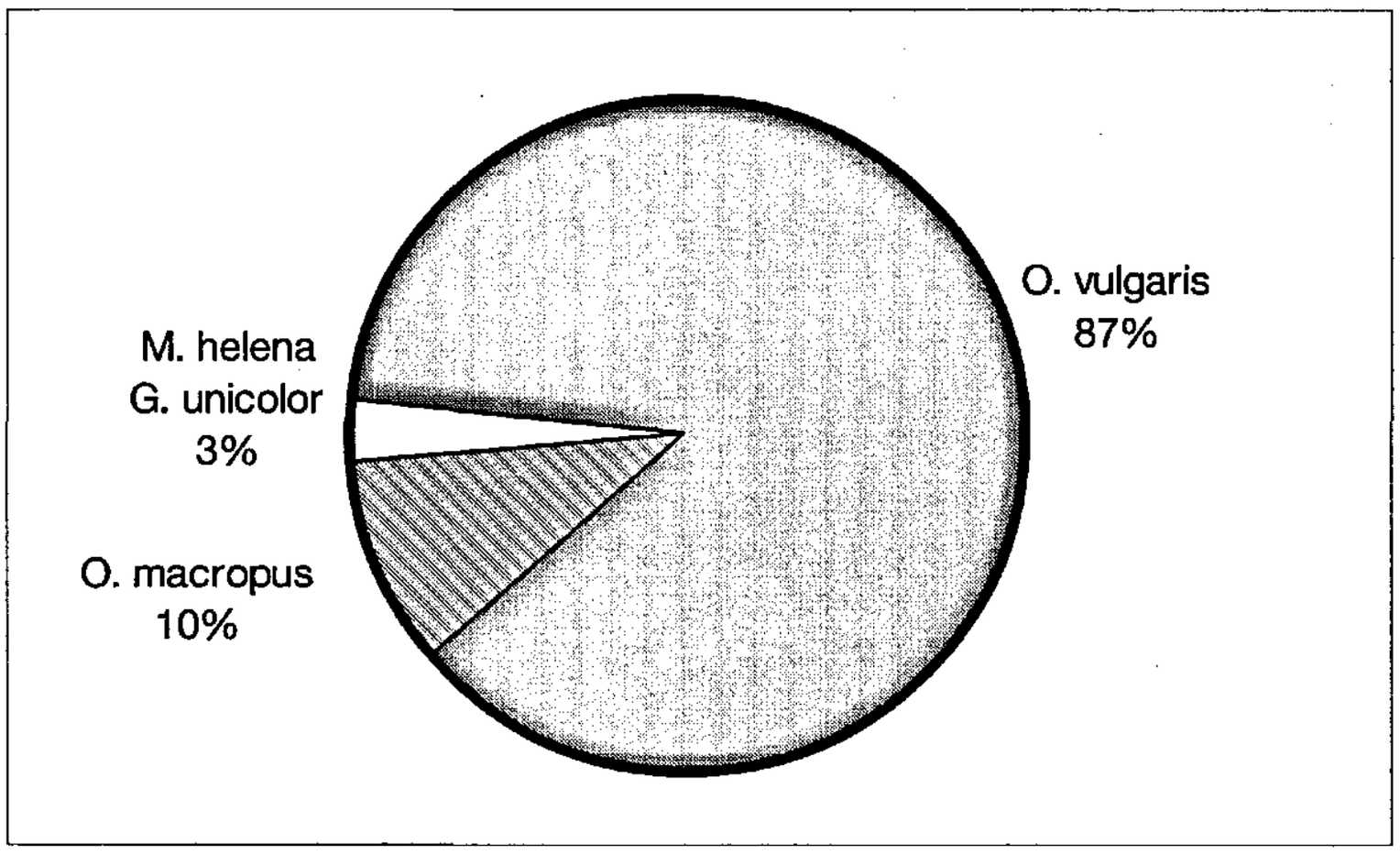



Fig. 1 - Composizione % ponderale delle catture con le nasse.
*Weight composition (%) of the captures made with traps.*

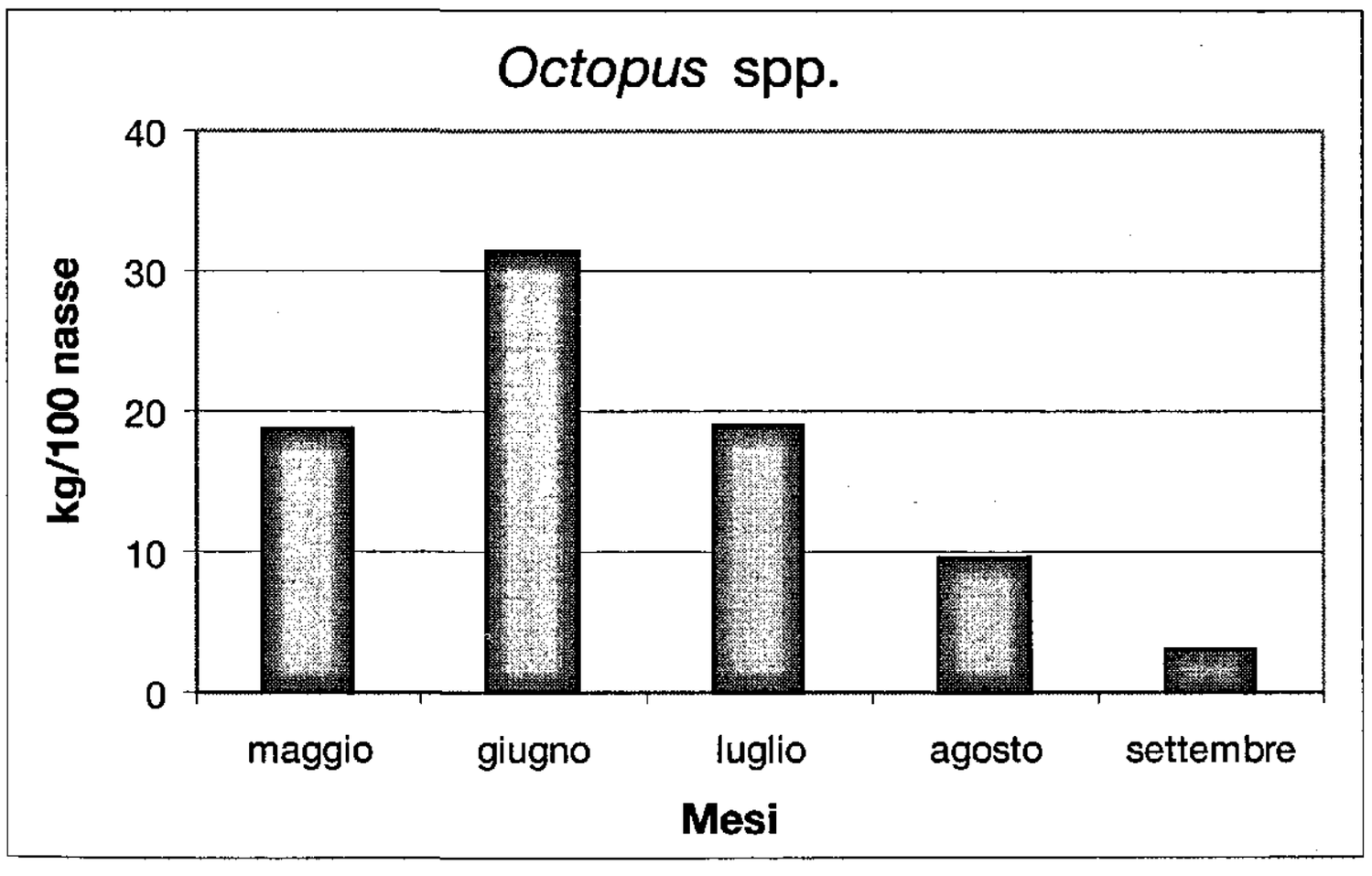



Fig. 2 - Rendimenti medi mensili ottenuti con le nasse.
*Mean monthly yields obtained with traps.*

Entro la prima decade di agosto l'attrezzo ha consentito la cattura di esemplari di grossa taglia (taluni con peso superiore a 5 kg) (fig. 3) e solo successivamente frammisti, sono stati rinvenuti individui giovani.

Per avere informazioni seppure a carattere indicativo sullo stato della risorsa *O. vulgaris,* sono state considerate le rese orarie ottenute con le campagne a strascico effettuate in Sardegna dal 1985 al 1997. L'andamento positivo del *trend* dovrebbe far supporre che la risorsa non mostra evidenti segni di sovrasfruttamento ma, al contrario, nonostante si sia verificato un aumento dello sforzo di pesca proveniente dalla riconversione del piccolo strascico costiero, si assiste ad un netto incremento sia nelle rese assolute nel tempo che in quelle relative alle medie annuali (fig. 4).

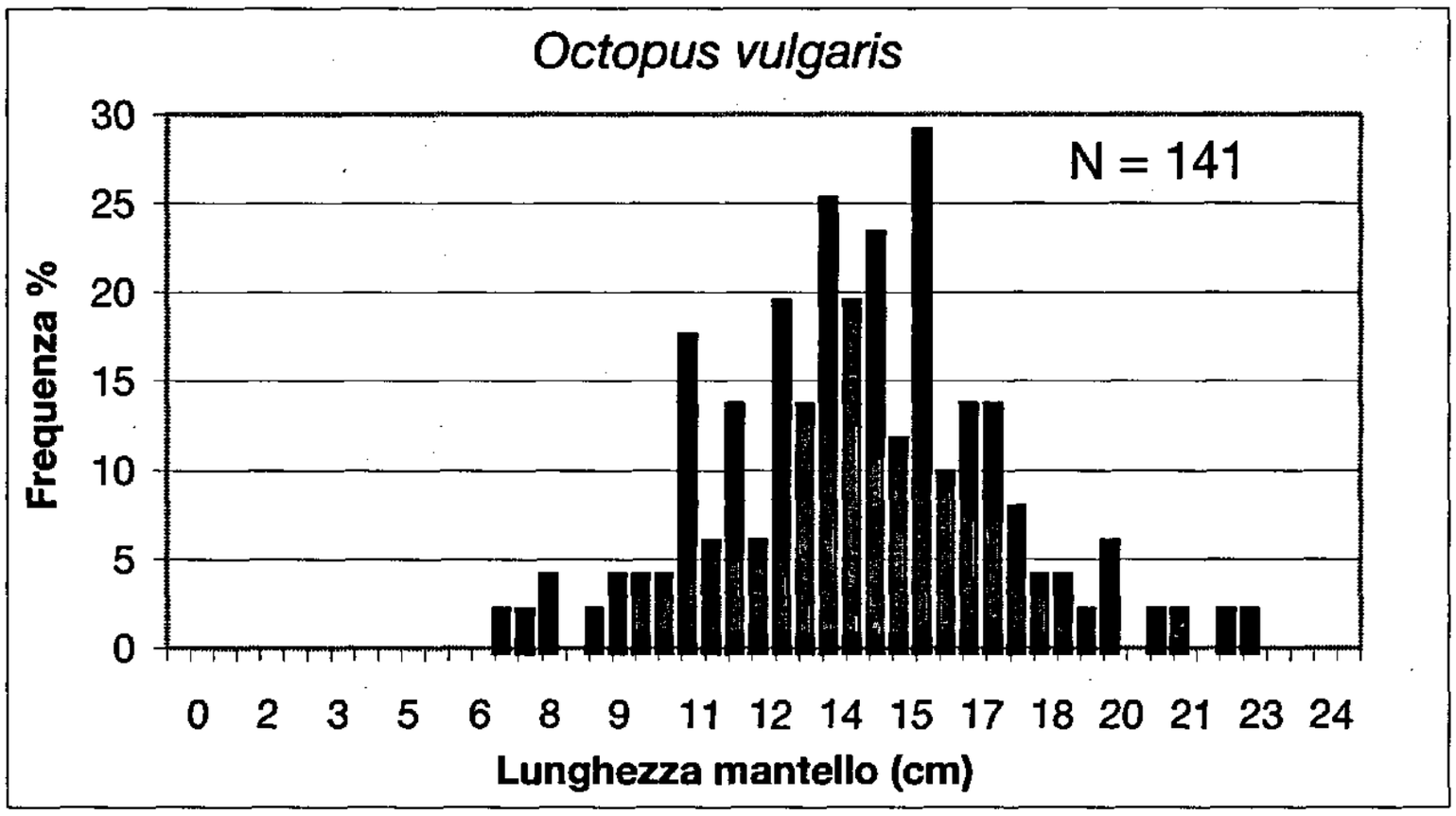



Fig. 3 - Distribuzione delle taglie di cattura ottenute con le nasse.
*Size distribution of captures obtained with traps.*

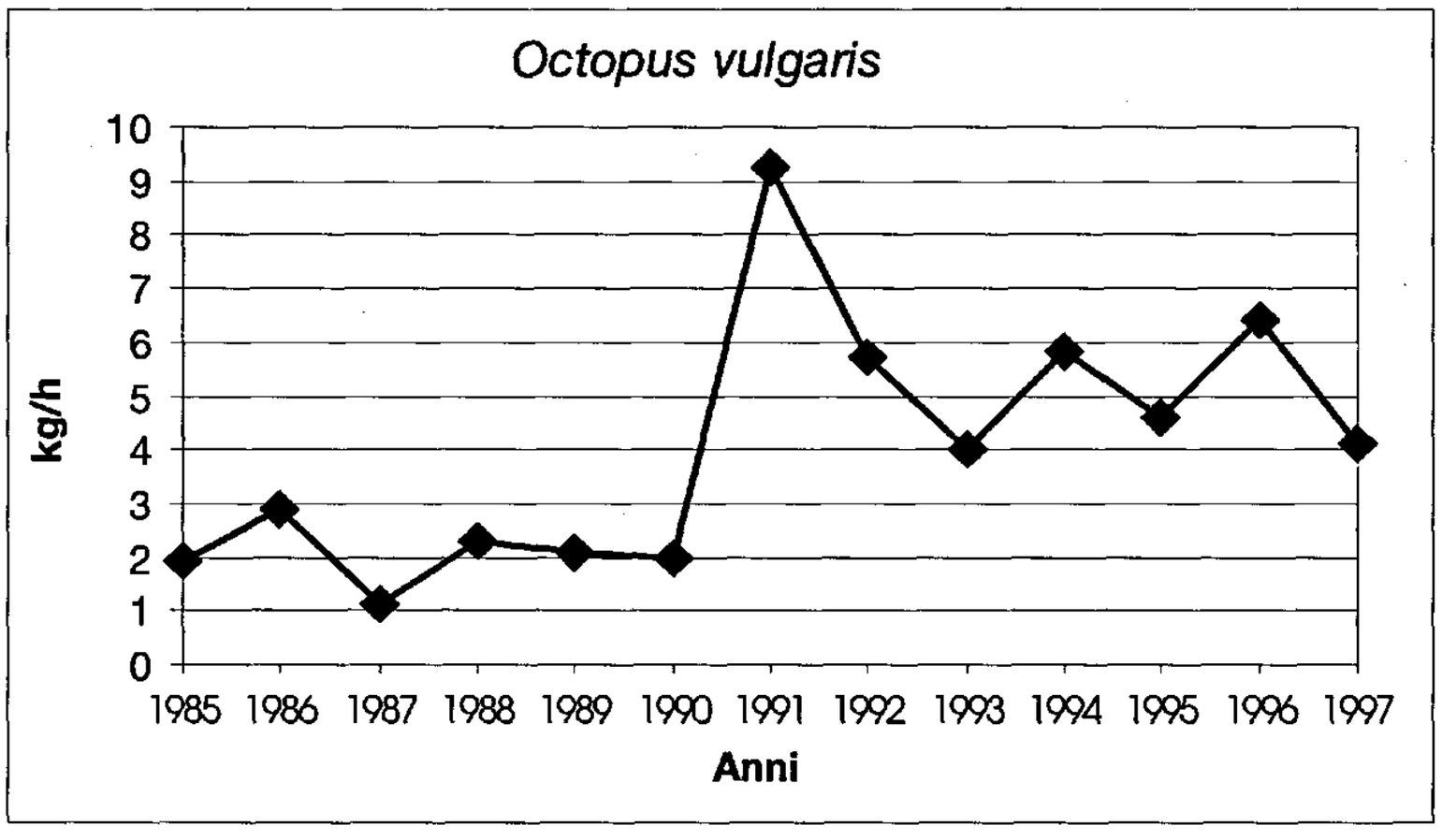



Fig. 4 - Andamento delle rese annuali nei mari sardi.
*Trend of the annual yields in the Sardinian seas.*

- Pesca ad ombra

Questo sistema di pesca, originariamente sorto per la cattura di carangidi (Vignolo *et al.*, 1996) e sparidi e successivamente adattato ed associato a ben precise situazioni eco-biologiche (substrato, temperatura, stagionalità e condizioni meteo-marine), ha consentito la cattura del calamaro *Loligo vulgaris* che in media ha rappresentato in peso circa il 20% delle catture totali (fig. 5). Le rese sono risultate maggiori tra gennaio e febbraio (20-60 kg per pescata), mentre sono diminuite in marzo (intorno ai 10 kg).

La maglia regolamentare del sacco (40 mm) ha permesso la cattura di individui adulti (LM>20 cm). Il confronto delle catture tra la sciabica e la rete a strascico, ottenute nello stesso periodo ed in aree ecologicamente simili, evidenzia come gli individui catturati con quest'ultimo attrezzo abbiano taglie nettamente inferiori a quelle riscontrate con la sciabica (fig. 6).

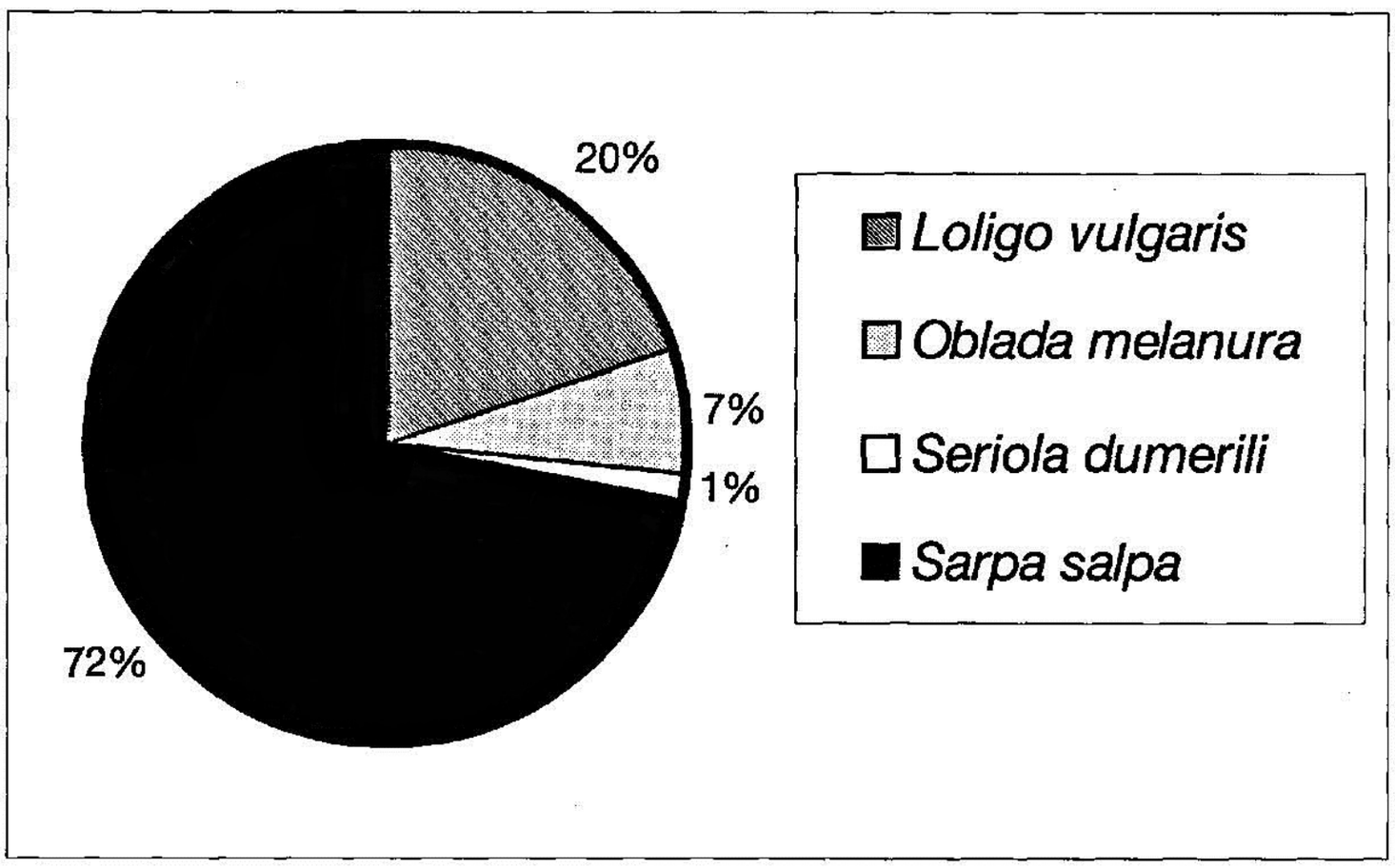



Fig. 5 - Composizione % ponderale delle catture con la sciabica.
*Percentage weight composition of captures made with beach seine.*

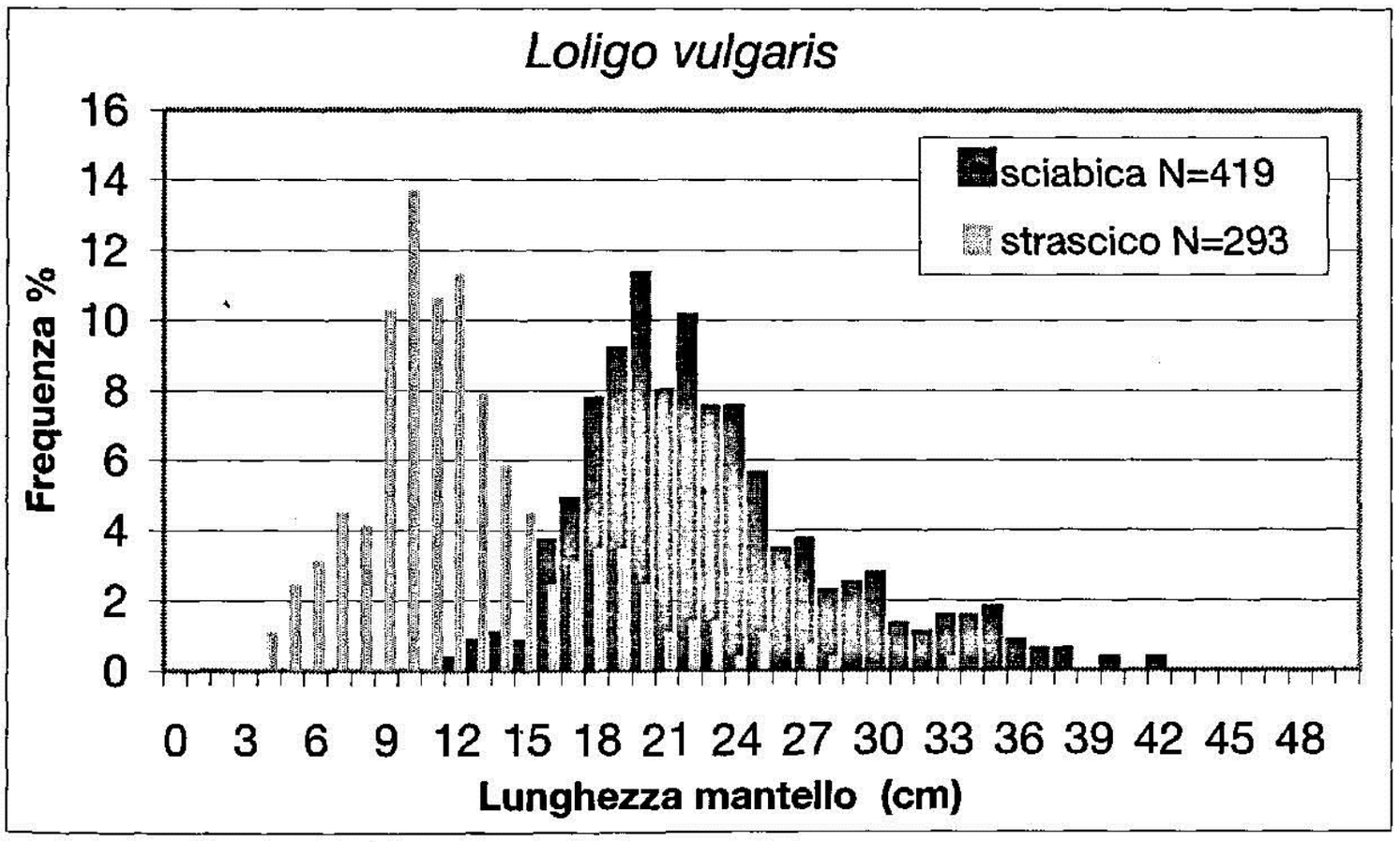



Fig. 6 - Distribuzione delle taglie di cattura con la sciabica e con lo strascico.
*Size distribution of captures obtained with trawl nets and beach seine.*

- Pesca con i tremagli

I rendimenti maggiori, ottenuti tra febbraio e maggio, erano compresi tra 11 e 25 kg per pescata (fig. 7).

*Sepia officinalis* ha rappresentato in media il 78% del peso totale delle catture; la restante parte era costituita da *Diplodus vulgaris, O. vulgaris, Solea vulgaris*, *Scorpaena scrofa* e da alcuni Teleostei meno pregiati come *Labrus merula*, *D. annularis*, *Sarpa salpa,* e *Serranus cabrilla* (fig. 8).

Le seppie catturate, la cui lunghezza mantello era compresa tra 7 e 27 cm, erano in prevalenza rappresentate da individui appartenenti alle classi di lunghezza 11-12 e 19-20 cm (fig. 9).

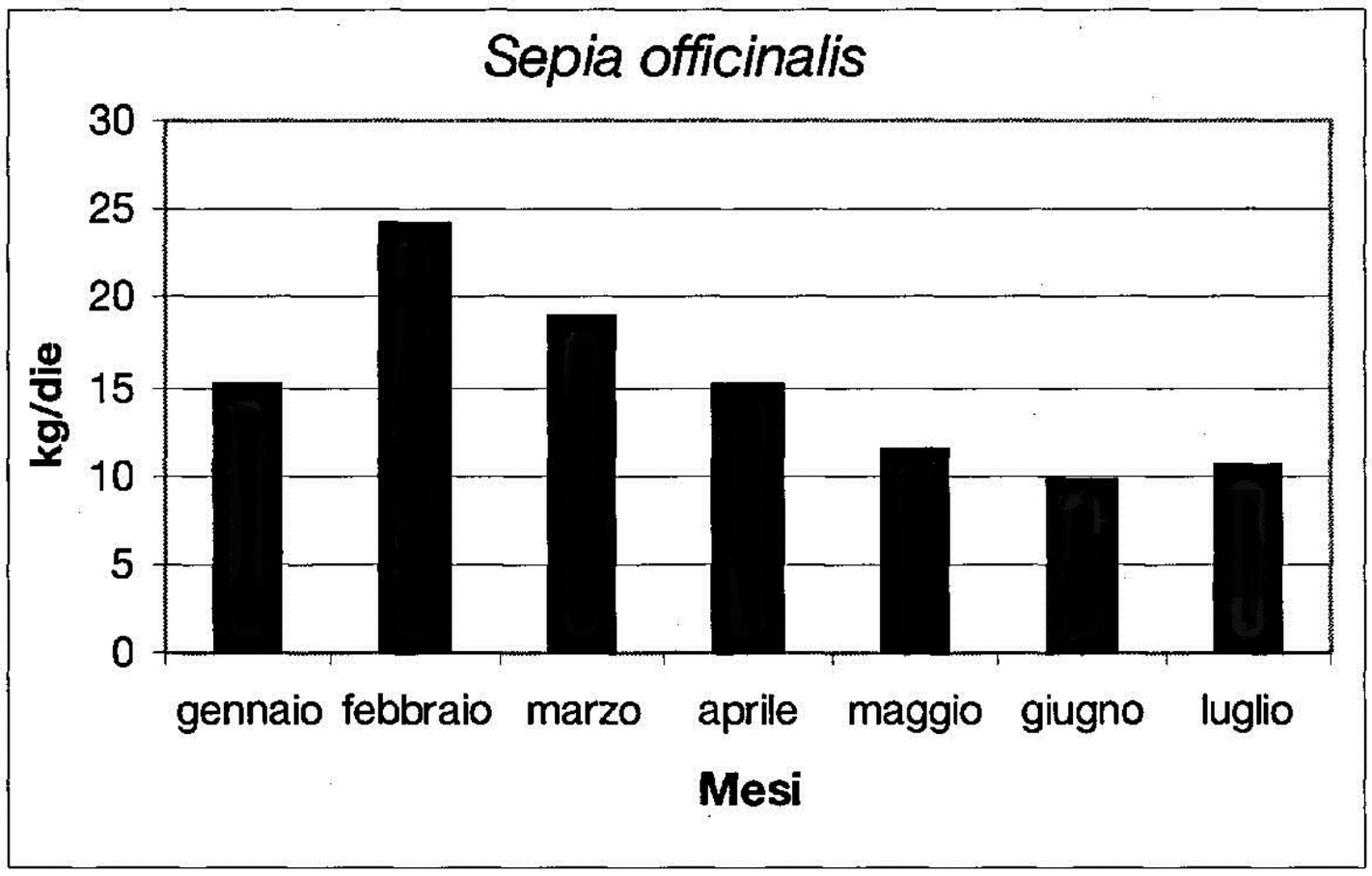



Fig. 7 - Rendimenti medi mensili ottenuti con i tremagli.
*Mean monthly yields obtained with trammel nets.*

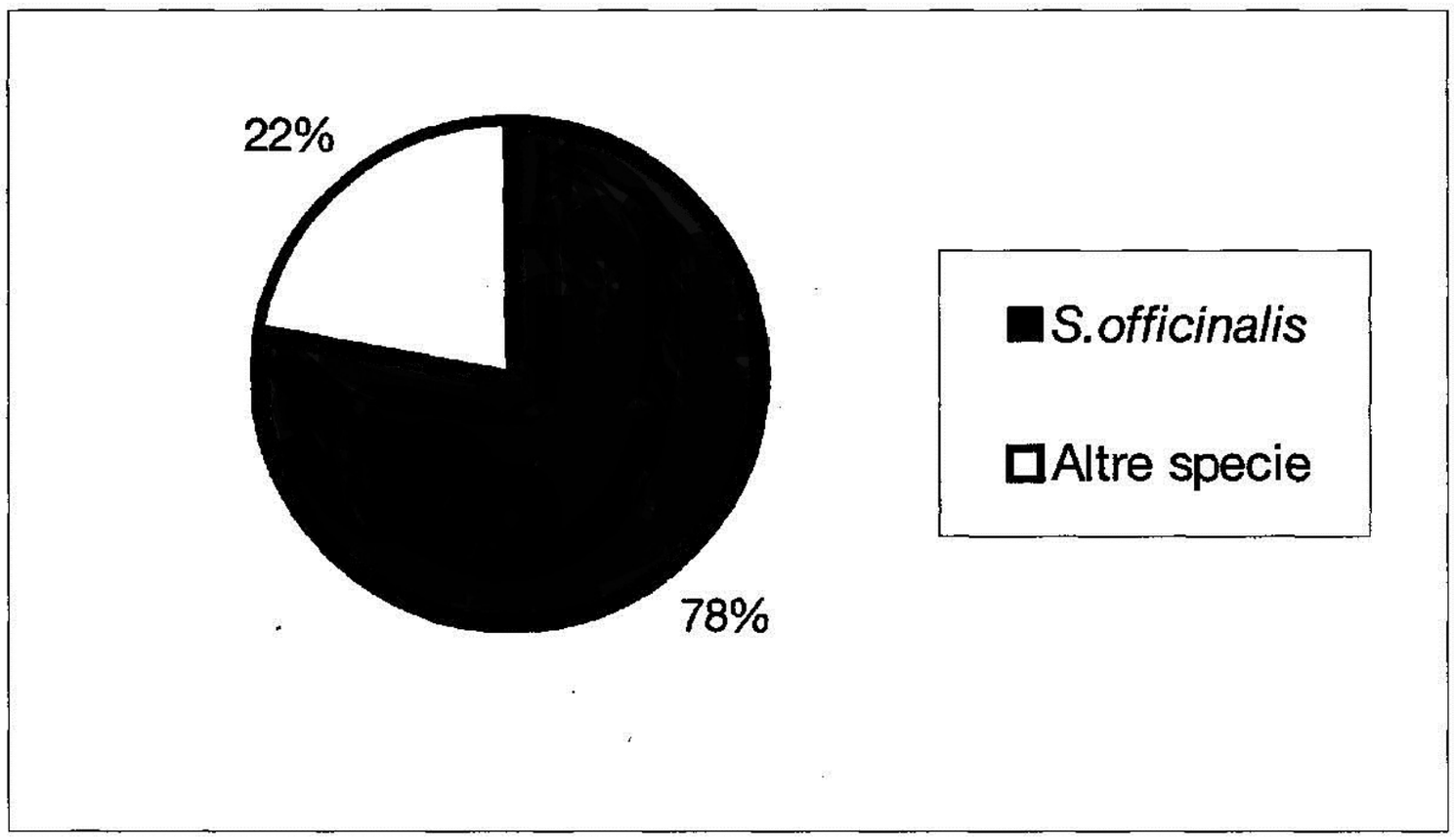



Fig. 8 - Composizione % ponderale delle catture ottenute con i tremagli.
*Percentage weight composition of captures made with trammel nets.*

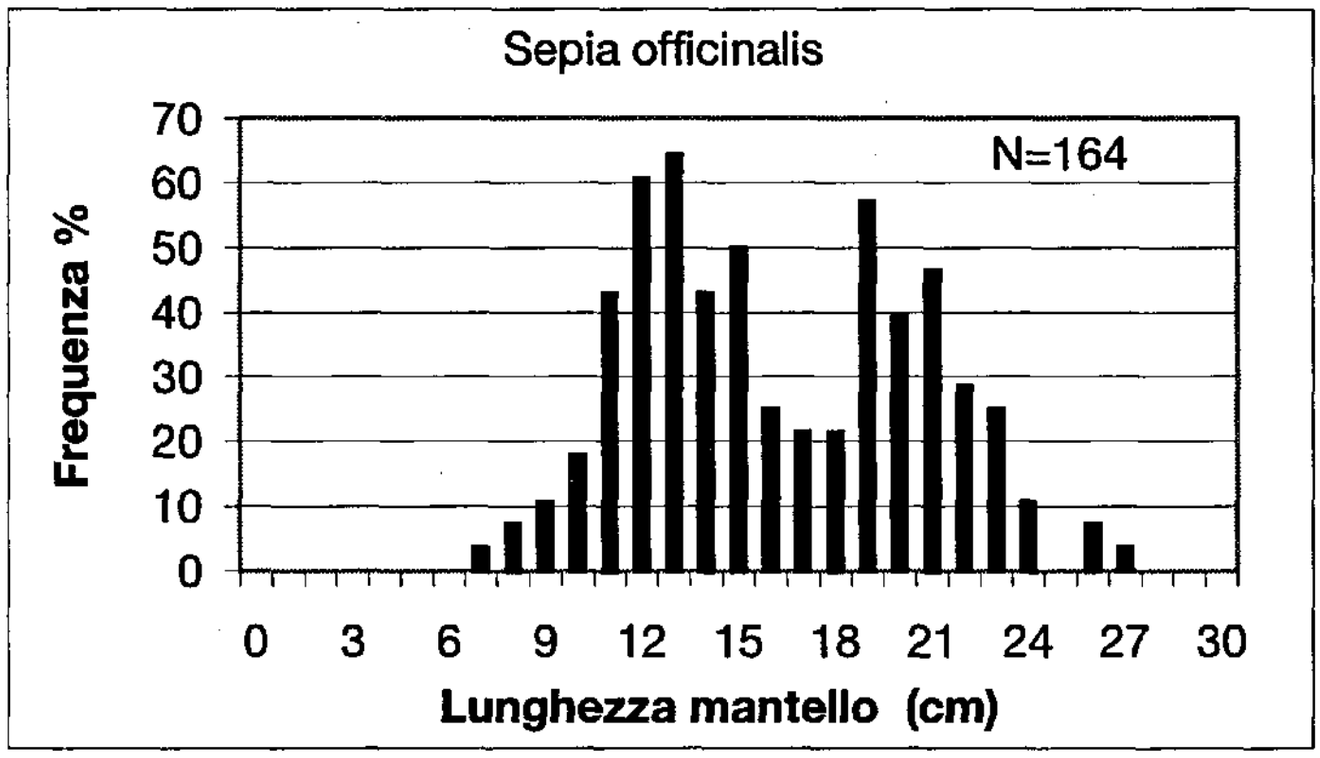



Fig. 9 - Distribuzione delle taglie di cattura ottenute con i tremagli.
*Size distribution of captures obtained with trammel nets.*

## Conclusioni

Compito delle aree protette è: "...conservazione della specie delle comunità e dei differenti processi ecologici in atto in un'area, ovvero la difesa della sua biodiversità, evitando la perdita o l'introduzione di specie, sostanze o manufatti che in qualche modo possano alterare gli equilibri" (Della Croce *et al.*, 1997).

Quanto sopra non esclude che all'interno delle aree protette si possano svolgere attività tradizionali purché sottoposte ad una regolamentazione in modo da non arrecare danni permanenti.

In quest'ottica i sistemi di pesca considerati con le rispettive specie bersaglio soddisfano quanto sopra.

L'impatto ambientale è infatti trascurabile e sicuramente minore di quello causato da altri attrezzi professionali, inoltre l'impatto biologico, inteso come gestione razionale della specie, è nullo o per meglio dire governabile. È conforme, infatti, a tutte le norme comunitarie sulla tutela delle reclute. La mortalità da pesca è limitata solo ad alcune classi d'età o coorti e non nuoce alle altre.

Tali sistemi permettono inoltre un buon controllo della selettività, come dimostrato dal confronto fra le catture di *L. vulgaris* eseguite nello stesso periodo ed area con la sciabica e con lo strascico.

Per quanto attiene lo stato delle risorse "senso lato", il trend delle catture di *O. vulgaris* registrato negli ultimi 12 anni in progressivo aumento ed il fatto che pochi operatori esercitino la pesca delle seppie con il tremaglio e la pesca dei calamari, portano a concludere che a carico delle specie non esiste *over-fishing*.

Altro aspetto interessante è che gli scarti di pesca, che nello strascico di platea costituiscono talvolta oltre il 90%, in tali attività sono ridotti quasi a zero.

Tali attività, essendo mirate alla cattura di alcune specie in determinati periodi dell'anno, possono considerarsi altamente selettive in quanto la biomassa accessoria è irrilevante: il *by-catch* nella pesca dei polpi con le nasse, ad esempio, è risultato del 3%. Le catture accessorie, elevate solo nel caso della pesca ad ombra, sono tuttavia costituite da specie commerciali che hanno raggiunto e superato la taglia di prima maturità.

In definitiva, l'utilizzo di queste metodologie permetterebbe la valorizzazione di quei sistemi di pesca artigianale che possono avere una resa economica importante e mantenere in vita le tradizioni.

## Summary

The establishment of four marine parks and natural reserves as well as the presence of extended areas subjected to military servitude where all activity is banned, are a significant restriction to artisan fishing in the area leading to serious social problems. In this paper the following three ecologically compatible coastal cephalopod fishing systems are described: 1) the beach seine for *Loligo vulgaris* (Mollusca Cephalopoda); 2) the traps for *Octopus spp.* (Mollusca Cephalopoda); and 3) the trammel nets for *Sepia officinalis* (Mollusca Cephalopoda).

The yields obtained with each fishing system and the impact of each gear (in terms of physical damage to the substrate, captures of accessory species and population structure of the species caught) have been compared with traditional system of fishing (trawl net) for the same resources and in the same area.

An analysis of the data of captures made in the above periods with the gear stated above shows the following. Ninety-seven percent in weight of the captures with traps were *Octopus spp.*, with daily yields per boat ranging from 17 to 31 kg/100 traps, while the yields of *S. officinalis* with trammel nets ranged from 11 to 25 kg. The composition of *L. vulgaris* captured with beach seine was 20% of the total with yields ranging from 10 to 60 kg.

The proposed fishing systems can be considered specifically aimed at fishing for certain species, and accessory captures are irrelevant. Gear selectivity is very high and can be increased further. Moreover these systems can be used during most of the year: in May-July for *Octopus spp.*, in January-February for *L. vulgaris*, and in February-May for *S. officinalis*.

The authors therefore believe that if these systems are well managed, they are ecologically compatible and may contribute to the solution of a few social problems.

## Bibliografia

BELLUSCIO A, ARDIZZONE G.D. (1990) - La pesca con le nasse lungo il litorale pontino. *Oebalia,* **16** (2): 595-598.

CASSOLA F., TASSI F. (1973) - Proposta per un sistema di parchi e riserve naturali in Sardegna. *Boll. Soc. Sarda Sci. Nat.,* **13**: 51-129.

CAU A. (1992) - La pesca marittima in Sardegna e sue potenzialità. *Oebalia,* **17** (2): 593-601.

CAU A., SPEDICATO M.T., REPETTO N. (1998) - Valutazione dell'impatto sulle risorse biologiche e socio-economiche della sciabica da spiaggia. *Relazione IV Piano Triennale della Pesca e dell'Acquacoltura. M.I.R.A.A.F.*: 1-17.

COCITO S., BIANCHI C.N. (1992) - Ordinamento e classificazione di descrittori ambientali nel parco marino Penisola del Sinis-Isola di Mal di Ventre. *Oebalia* **17** (Suppl.): 495-501.

COLOMO S., TICCA F. (1988) - *Sardegna da salvare: un sistema di parchi e riserve naturali per le grandi distese selvagge della nostra isola.* Archivio fotografico Sardo Ed., Nuoro, Vol. 1, 2.

DELLA CROCE N., CATTANEO VIETTI R., DANOVARO R. (1997) - *Ecologia e protezione dell'ambiente marino costiero.* UTET Università: 426 pp.

NAVONE A., BIANCHI C.N., ORRU' P., ULZEGA A. (1992) - Saggio di cartografia geomorfologica e bionomica nel parco marino di Tavolara- Capo Coda Cavallo (Sardegna nord orientale). *Oebalia* **17** (Suppl.): 469-478.

SABATINI A., CUCCU D., FOLLESA M.C., MURENU M., SECCI E., VIGNOLO E., CAU A. (1994) – Una paleolaguna del Golfo di Cagliari di notevole interesse ecologico. *Biol. Mar. Medit.,* **1** (1): 345-346.

SECCI E., CAMPISI S. COMUNIAN R., FOLLESA M.C., SABATINI A, STEFANI M, CAU A. (1994) - Primi risultati sull'utilizzo sperimentale delle nasse ai livelli epi-mesobatiali. *Biol. Mar. Medit.,* **1** (1): 343-344.

SECCI E., ADDIS P. A., STEFANI M., CAU A. (1995) - La pesca del *Palinurus elephas* nei mari circostanti la Sardegna. *Biol. Mar. Medit.,* **2** (2): 455-457.

TURSI A. (1992) - I Parchi marini in Sardegna: situazione attuale e prospettive future. *Oebalia* **17** (Suppl.): 11-18.

VIGNOLO E., SECCI E., ADDIS P.A., CAU A. (1996) - Prime osservazioni sulla pesca della ricciola (*Seriola dumerili* Risso, 1810) nei mari circostanti la Sardegna. *Biol. Mar. Medit.,* **3** (1): 380-381.

Biol. Mar. Medit. (1999), 6 (1): 81-89

G. FABI, F. GRATI, F. LUCCARINI, M. PANFILI

Istituto di Ricerche sulla Pesca Marittima – CNR
Largo Fiera della Pesca - 60125 Ancona, Italia.

# INDICAZIONI PER LA GESTIONE RAZIONALE DI UNA BARRIERA ARTIFICIALE: STUDIO DELL'EVOLUZIONE DEL POPOLAMENTO NECTO-BENTONICO

## *ARTIFICIAL REEF MANAGEMENT: STUDY ON THE EVOLUTION OF THE NEKTO-BENTHIC FISH ASSEMBLAGE*

***Abstract***

*The evolution of nekto-benthic fish assemblage living at an artificial reef located in the central Adriatic Sea was analysed on the basis of catch data obtained through a 10-year fishing survey carried out since reef deployment. Analysis was performed using the ratio between the catches obtained at the artificial reef and at a control site without hard substrates. The monthly data series were seasonally adjusted by a Moving Average filter.*

*Mean catch richness reached stabilisation about 3 years after reef deployment with a ratio of 3.5:1. From a quantitative point of view, catch ratio showed a longer period of increase (about 5 years) followed by a levelling on a value of 9:1.*

***Key-words:*** *Artificial reef, nekto-benthic fish, management, Adriatic Sea.*

## Introduzione

Le barriere artificiali sono state utilizzate in passato soprattutto per incrementare la pesca ma, più recentemente, esse sono state realizzate in vari paesi del mondo anche per molti altri scopi. In Mediterraneo, uno dei motivi principali che hanno portato all'immersione di numerose barriere artificiali consiste nella protezione della fascia costiera contro la pesca a strascico illegale con la creazione di zone marine protette che, in funzione dell'area, potessero avere diverse finalità: recupero e sviluppo della piccola pesca locale con attrezzi fissi, quindi non distruttivi per l'ambiente marino (Bombace, 1989; 1995), creazione di aree idonee per riproduttori o per stadi giovanili di varie specie ittiche (Relini *et al.*, 1995; Bombace, 1996), protezione e recupero di habitat depauperati e creazione di vere e proprie riserve marine (Relini e Moretti, 1986; Ramos-Esplá e Bayle-Sempere, 1990; Association Monégasque pour la Protection de la Nature, 1995).

Se da un lato l'impiego di tali strutture ha avuto un rapido sviluppo negli ultimi venti anni, contemporaneamente è aumentata anche la necessità di informazioni a livello scientifico sulla loro ecologia e sul ruolo che esse possono assumere nella gestione delle risorse. In particolare, si assiste attualmente ad una forte richiesta di serie storiche concernenti dati quantitativi di pesca raccolti presso barriere artificiali, al fine di stimare le variazioni annuali e i trend delle popolazioni ittiche e quindi le potenziali produzioni. Lo scopo è quello di avere a disposizione dati sufficienti sia per pianificare nuovi impianti, sia per sviluppare modelli per la gestione delle risorse della barriera e per il controllo dell'attività di pesca (Steimle e Meier, 1997).

In tale tematica si inserisce il presente lavoro, che prende in esame l'evoluzione del popolamento ittico necto-bentonico presente in una barriera artificiale

del medio Adriatico nei dieci anni successivi alla sua immersione con l'obiettivo di verificare se e quando tale popolamento ha raggiunto uno stato di equilibrio, indipendentemente dalle fluttuazioni stagionali che si verificano nell'area costiera. Tale analisi rappresenta quindi un ulteriore approfondimento delle ricerche fin qui svolte dall'Istituto di Ricerche sulla Pesca Marittima (IRPEM-CNR) di Ancona sulle barriere artificiali dell'alto e medio Adriatico, nel corso delle quali si è evidenziato che l'immersione dei substrati artificiali ha determinato un incremento ed una diversificazione del popolamento ittico dell'habitat originario, dovuti essenzialmente alla comparsa e/o all'aumento di specie necto-bentoniche con affinità per i substrati duri (Bombace *et al.*, 1994, 1997; Fabi e Fiorentini, 1994).

## Materiali e metodi

La barriera artificiale a fini multipli di Senigallia è stata costruita per conto dell'IRPEM nell'ottobre 1987 nel medio Adriatico, a circa 15 miglia a Nord-Ovest di Ancona e a 1,2 miglia dalla costa, su un fondale sabbio-fangoso a 10-11 m di profondità.

Essa è costituita da 29 piramidi poste a circa 15 m una dall'altra, su di una superficie di 64,5x94,5 m. Ogni piramide è formata da 5 cubi di calcestruzzo (4 alla base e 1 al vertice) aventi dimensioni di 2 m di lato e peso di 13 tonnellate. Attorno al masso di vertice di ogni piramide sono stati assemblati quattro cilindri cavi di cemento, per incrementare sia la superficie di colonizzazione, sia i rifugi per la fauna vagile. Le piramidi sono poste su una base di pietrisco, al fine di evitarne l'eventuale affondamento nel substrato originario. Tra di esse sono stati immersi dodici gabbioni in cemento armato (4x6x5 m) per l'allevamento di mitili e ostriche.

I dati del presente lavoro provengono da un survey di pesca condotto, con frequenza quindicinale o mensile, nel periodo novembre 1987 – maggio 1998 sia nella zona di ripopolamento sia in un'area di controllo, priva di strutture sommerse naturali o artificiali, situata sulla stessa batimetrica (11 m) e ad una distanza di 2,5 miglia dalla barriera. I campionamenti di pesca sono stati effettuati con una rete tremaglio (lunghezza 500 m; altezza 2 m; pannello interno con maglie di 70 mm di apertura; pannelli esterni con maglie di 340 mm di apertura) che veniva calata al tramonto e salpata all'alba del giorno seguente, per una permanenza in mare di circa 12 ore. Le pescate sono state effettuate contemporaneamente nei due siti, al fine di operare nelle medesime condizioni meteomarine, per un totale di 154 campionamenti in ciascuna zona.

Tutti i pesci presenti nelle catture sono stati determinati dal punto di vista sistematico (Whitehead *et al.*, 1986), misurati (lunghezza totale) e pesati individualmente, ad eccezione di *Sardina pilchardus* ed *Engraulis enchrasicholus*, per i quali è stato rilevato numero e peso complessivo.

Le specie sono state suddivise in pelagiche, necto-bentoniche e bentoniche e, inoltre, ciascuna di esse è stata definita come attratta, parzialmente attratta e non attratta in base all'affinità verso i substrati duri, naturali o artificiali (Bombace *et al.*, 1994). Tab. 1 riporta l'elenco di tutte le specie necto-bentoniche catturate nell'intero periodo di campionamento, con la loro frequenza e l'anno di prima comparsa nelle pescate.

La ricchezza specifica è stata calcolata come numero totale di specie necto-bentoniche catturate in ogni operazione di pesca.

Poiché a volte la rete poteva subire dei danni a causa delle cattive condizioni meteomarine e la permanenza in mare dell'attrezzo variava nelle diverse stagioni, i dati di cattura delle singole specie sono stati standardizzati come peso (Kg) di individui pescati con 500 m di rete e 12 ore di permanenza in mare.

Al fine di evidenziare l'effetto della barriera, per ciascuna operazione di pesca è stato calcolato il rapporto tra la cattura ottenuta nell'area protetta ($P_b$) e nella zona di controllo ($P_c$):

$$R = \log_{10}((P_b + 0{,}1) / (P_c + 0{,}1))$$

La trasformazione logaritmica è stata adottata per ridurre l'influenza dei valori di cattura elevati ma saltuari.

In seguito, al fine di eliminare il fattore "stagionalità" che, come già evidenziato in precedenti lavori (Bombace *et al.*, 1990; Fabi e Fiorentini, 1994), influenza notevolmente l'abbondanza di tali specie nella fascia costiera, i valori del rapporto sopra indicato sono stati filtrati con il metodo della media mobile a 12 mesi che consiste nel calcolare, per ogni mese, un valore medio ottenuto, oltre che dai campionamenti svolti nel mese stesso, anche da tutti quelli effettuati nei 6 mesi precedenti e nei 5 successivi.

L'andamento di lungo periodo è stato successivamente valutato adattando alla serie delle medie mobili mensili, che comunque risente di oscillazioni cicliche legate all'andamento delle popolazioni indipendentemente dalla stagionalità, la curva cubica che meglio approssimava i dati (Draper e Smith, 1966) e che è descritta dall'equazione:

$$y = a + bx + cx^2 + dx^3$$

dove:

y = media mobile a 12 mesi del logaritmo del rapporto fra le catture della barriera e del controllo;

x = mese su cui la Media Mobile è stata calcolata.

Oltre alla cattura media totale dei pesci necto-bentonici, tale procedimento è stato anche utilizzato per seguire il trend delle specie più rappresentative e della ricchezza specifica dell'intero gruppo.

## Risultati

Nell'intero periodo considerato sono state catturate 21 specie ittiche necto-bentoniche, di cui 18 presso la barriera artificiale e 14 nella zona di controllo (Tab. 1). Ad eccezione di *Carcharhinus plumbeus*, non attratto dai substrati duri, le specie catturate più frequentemente nella barriera sono attratte o parzialmente attratte; le principali sono risultate *Lithognathus mormyrus* (presente nel 71% delle pescate), *Diplodus annularis* (63%), *Umbrina cirrosa* (51%) e *Sciaena umbra* (47%). Tra le specie rimanenti pescate presso le strutture artificiali, la più rappresentativa è stata *Dicentrarchus labrax*, comparsa nel 17% delle catture. Al contrario, le specie non attratte sono risultate più frequenti presso la zona di controllo. In quest'area l'unica specie comparsa in oltre metà delle catture è *L. mormyrus* (53%), mentre tutte le altre hanno mostrato una frequenza percentuale inferiore al 20%.

Tab. 1 - Lista delle specie necto-bentoniche catturate presso la barriera artificiale e nella zona di controllo con le rispettive frequenze e date di prima comparsa nelle catture; m=mese, a=anno.

*Frequency and date of first appearance of nekto-benthic fish in catches obtained at the artificial reef and at the control site; m=month, a=year.*

| SPECIE | BARRIERA | | | CONTROLLO | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | frequenza | prima cattura m | a | frequenza | prima cattura m | a |
| ATTRATTE | | | | | | |
| *Umbrina cirrosa* | 79 | 11 | 87 | 16 | 1 | 88 |
| *Sciaena umbra* | 72 | 11 | 88 | 5 | 8 | 88 |
| *Dicentrarchus labrax* | 26 | 1 | 91 | 2 | 11 | 87 |
| *Diplodus sargus* | 11 | 5 | 91 | 3 | 4 | 93 |
| *Sparus aurata* | 11 | 11 | 90 | - | - | |
| *Symphodus roissali* | 4 | 10 | 94 | 1 | 1 | 95 |
| *Diplodus vulgaris* | 3 | 7 | 89 | - | - | |
| *Oblada melanura* | 3 | 12 | 92 | - | - | |
| *Dentex dentex* | 1 | 10 | 92 | - | - | |
| *Diplodus puntazzo* | 1 | 12 | 92 | - | - | |
| *Spondilyosoma cantharus* | 1 | 9 | 95 | - | - | |
| PARZIALMENTE ATTRATTE | | | | | | |
| *Lithognathus mormyrus* | 110 | 4 | 88 | 82 | 12 | 87 |
| *Diplodus annularis* | 97 | 5 | 88 | 25 | 4 | 89 |
| *Pagellus erythrinus* | 3 | 6 | 90 | 9 | 10 | 93 |
| *Sarpa salpa* | - | - | | 1 | 4 | 96 |
| NON ATTRATTE | | | | | | |
| *Merluccius merluccius* | 10 | 5 | 88 | 16 | 5 | 88 |
| *Merlangius merlangus* | 7 | 4 | 89 | 12 | 4 | 89 |
| *Atherina boyeri* | 1 | 2 | 91 | 2 | 12 | 90 |
| *Carcharhinus plumbeus* | 1 | 10 | 92 | - | - | |
| *Hippocampus hippocampus* | - | - | | 1 | 9 | 93 |
| *Trisopterus minutus capelanus* | - | - | | 1 | 5 | 95 |

Il grafico in fig. 1 rappresenta l'andamento del rapporto della ricchezza specifica rilevata presso la barriera e nella zona di controllo. Il trend non mostra oscillazioni cicliche di ampiezza rilevante ed è caratterizzato da un aumento graduale negli anni 1988-90, seguito da una stabilizzazione su un rapporto di 3,5:1 a favore della barriera artificiale.

La cattura media annuale ottenuta per l'intero gruppo e per le principali specie è riportata in Tab. 2. Sia nella barriera che nell'area di controllo le quattro specie citate in precedenza hanno costituito, mediamente, circa il 95% della cattura totale,

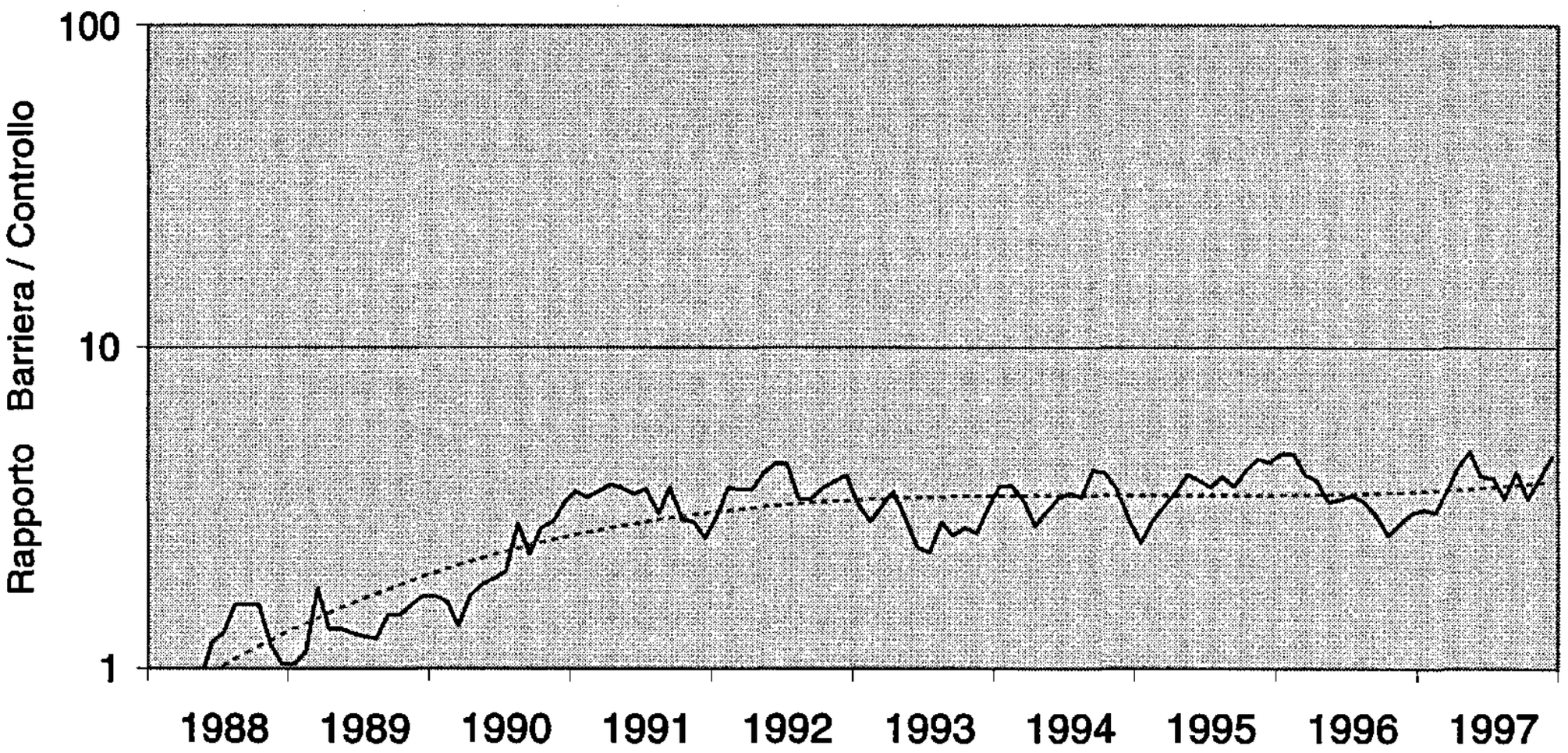



Fig. 1 - Ricchezza specifica: andamento in scala logaritmica del rapporto barriera/controllo. Media Mobile a 12 mesi (——) e trend (---).

*Species richness: logarithmic trend of the ratio reef/control. 12 months moving average (——) and trend (---).*

Tab. 2 - Cattura media (Kg/500 m/12 h) per anno e per l'intero periodo di campionamento ottenuta presso la barriera artificiale (B) e la zona di controllo (C) per il gruppo di specie necto-bentoniche e per le quattro specie principali. E' anche riportato il numero di pescate effettuate in ciascun sito.

*Mean catch (Kg/500 m/12 h) of the nekto-benthic fish group and of the four main species obtained per year and for the whole sampling period at the artificial reef (B) and at the control site (C). The number of fishing operations carried out at each site is also reported.*

| Anno | Cale n° | Totale | | *L. mormyrus* | | *S. umbra* | | *D. annularis* | | *U. cirrosa* | | Altro | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | B | C | B | C | B | C | B | C | B | C | B | C |
| **1987** | 2 | 0,454 | 0,292 | - | 0,117 | - | - | - | - | 0,454 | - | - | 0,175 |
| **1988** | 12 | 0,577 | 0,152 | 0,307 | 0,100 | 0,022 | 0,022 | 0,024 | - | 0,195 | 0,013 | 0,029 | 0,017 |
| **1989** | 13 | 0,733 | 0,163 | 0,137 | 0,135 | 0,527 | - | 0,002 | 0,021 | 0,024 | - | 0,095 | 0,007 |
| **1990** | 14 | 1,797 | 0,201 | 1,213 | 0,156 | 0,034 | - | 0,054 | 0,015 | 0,476 | 0,010 | 0,019 | 0,020 |
| **1991** | 15 | 4,273 | 1,171 | 2,258 | 1,125 | 0,335 | 0,010 | 0,536 | 0,021 | 0,967 | 0,012 | 0,177 | 0,003 |
| **1992** | 16 | 5,972 | 0,377 | 3,088 | 0,336 | 0,777 | - | 0,998 | 0,010 | 0,528 | - | 0,582 | 0,030 |
| **1993** | 19 | 6,575 | 1,016 | 3,300 | 0,925 | 0,902 | 0,002 | 0,711 | 0,007 | 1,537 | 0,061 | 0,125 | 0,021 |
| **1994** | 14 | 13,010 | 1,309 | 5,860 | 1,291 | 1,698 | - | 3,103 | 0,008 | 2,186 | - | 0,164 | 0,010 |
| **1995** | 15 | 4,786 | 0,860 | 1,759 | 0,722 | 1,278 | - | 1,125 | 0,007 | 0,489 | 0,033 | 0,136 | 0,098 |
| **1996** | 13 | 5,058 | 0,606 | 1,407 | 0,516 | 1,641 | - | 0,879 | 0,022 | 1,046 | 0,027 | 0,085 | 0,041 |
| **1997** | 15 | 5,667 | 0,556 | 2,372 | 0,359 | 1,127 | 0,035 | 0,463 | 0,039 | 1,562 | 0,107 | 0,143 | 0,017 |
| **1998** | 6 | 1,999 | 0,084 | 0,481 | 0,084 | 0,570 | - | 0,401 | - | 0,408 | - | 0,138 | - |
| **Totale** | 154 | 4,830 | 0,638 | 2,180 | 0,563 | 0,825 | 0,006 | 0,782 | 0,014 | 0,914 | 0,027 | 0,160 | 0,028 |

assumendo però un'importanza differente nelle due zone. Infatti, al controllo, *L. mormyrus* risulta la specie nettamente dominante, rappresentando circa l'88% della cattura totale. Presso l'area protetta invece, pur rimanendo la specie più abbondante ha costituito solo il 45% della cattura totale, mentre *D. annularis*, *S. umbra* ed *U. cirrosa* sono state rilevati con una percentuale compresa tra il 15 e il 20%.

Si può notare inoltre che, in entrambe le aree, la cattura media più elevata per l'intero gruppo di specie necto-bentoniche è stata riportata nel 1994. Nello stesso anno presso la barriera si è registrato anche un picco di cattura per tutte le quattro specie principali, mentre al controllo ciò si è verificato solo per *L. mormyrus*.

E' da rilevare infine che i bassi valori di cattura riportati per il 1998 sono dovuti al fatto che, per l'anno in corso, sono disponibili i dati relativi ai primi 5 mesi (gennaio-maggio), mentre la maggior parte delle specie considerate raggiunge generalmente i massimi di abbondanza nel periodo fine estate – inizio inverno.

Il rapporto di cattura barriera/controllo dell'intero gruppo ha assunto valori a favore della barriera già a partire dall'immersione dei substrati artificiali (fig. 2). Il suo andamento di lungo periodo è caratterizzato da una serie di fluttuazioni cicliche che hanno inizio dopo circa due anni dalla realizzazione della barriera ed il cui periodo sembra allungarsi con il procedere degli anni. Nonostante ciò, l'evoluzione di tale rapporto risulta ben rappresentato da una curva che mostra un aumento graduale nel periodo 1988-92, seguito negli anni successivi da una stabilizzazione su valori di 9:1.

L'analisi dei trend del rapporto di cattura barriera/controllo ottenuti singolarmente per le quattro specie più rappresentative mostra che *L. mormyrus* ha raggiunto dopo tre anni dalla posa in opera delle strutture una stabilizzazione su un rapporto di 3:1

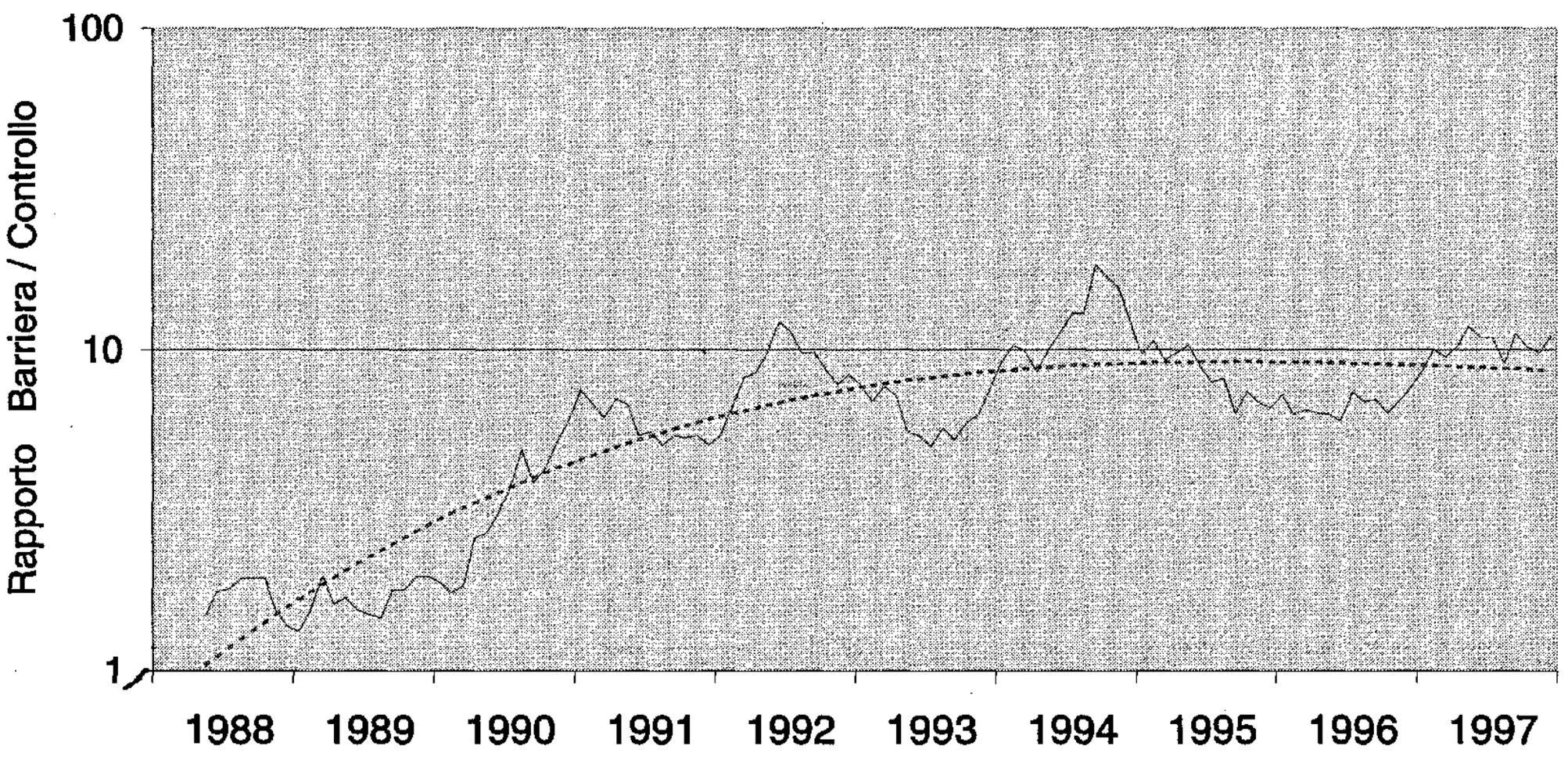



Fig. 2 - Cattura media delle specie necto-bentoniche (Kg/500 m/12 h): andamento in scala logaritmica del rapporto barriera/controllo.
Media Mobile a 12 mesi (——) e trend (---).

*Mean catch of the nekto-benthic fish group (Kg/500 m/12 h): logarithmic trend of the ratio reef/control. 12 months moving average (——) and trend (---).*

(fig. 3a), caratterizzata comunque da oscillazioni cicliche piuttosto ampie che, data l'elevata importanza relativa della specie, sono molto simili a quelle già evidenziate nell'andamento di lungo periodo della cattura media dell'intero gruppo.

Nel caso di *D. annularis,* invece, tali fluttuazioni appaiono meno evidenti (fig. 3b). Si osserva un aumento iniziale, protrattosi per circa sei anni, un periodo di stabilità della durata di circa due anni su un valore di 6,5:1 e, infine, una netta riduzione che ha riportato il rapporto di cattura su livelli simili a quelli riscontrati nel 1991. E' da rilevare, comunque, che tale andamento è probabilmente influenzato dal fatto che, per questa specie, nel 1994 si è registrato un massimo di cattura particolarmente accentuato (Tab. 2).

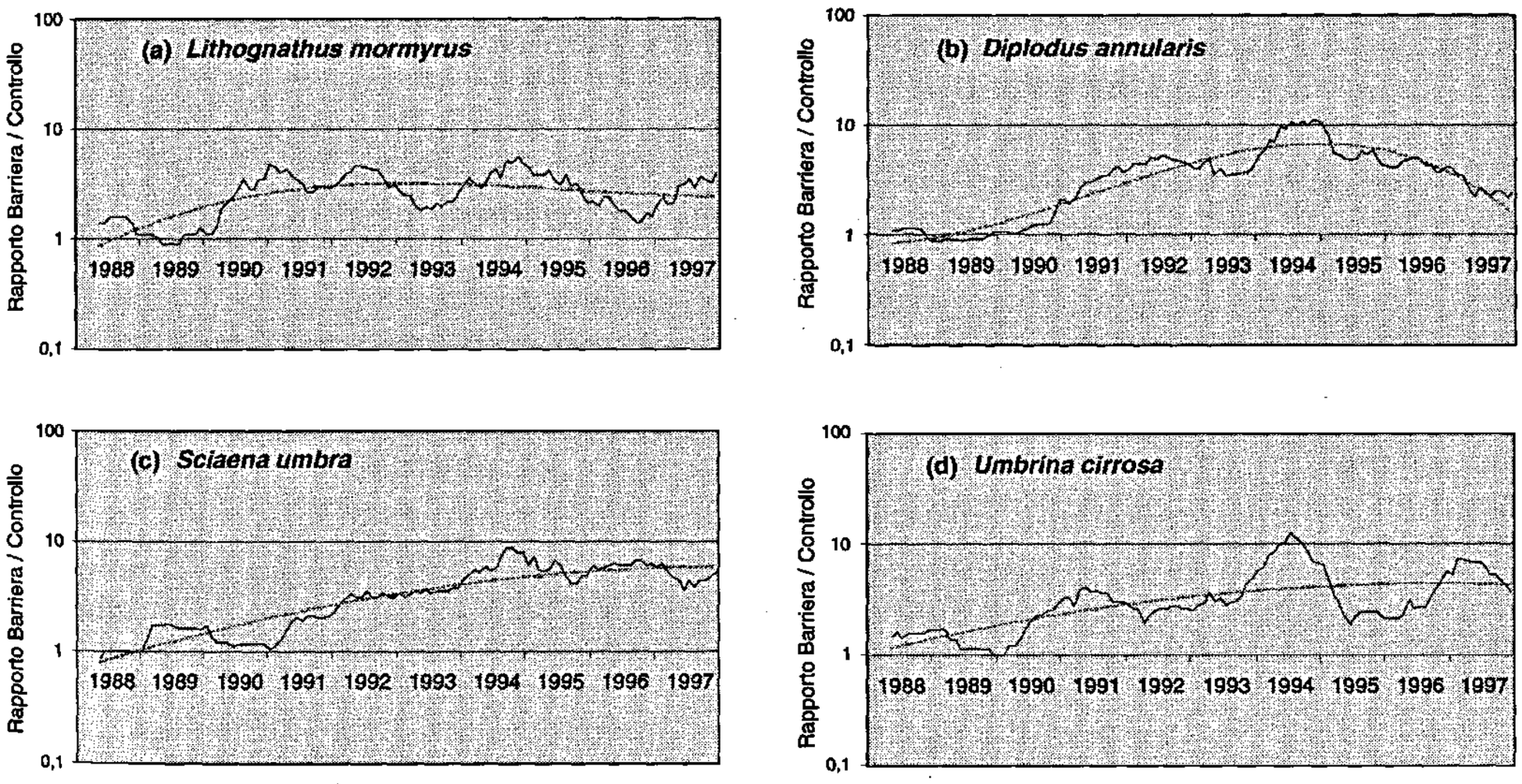



Fig. 3 - Cattura media (Kg/500 m/12 h) di *L. mormyrus* (a), *D. annularis* (b), *S. umbra* (c) e *U. cirrosa* (d): andamento in scala logaritmica del rapporto barriera/controllo. Media Mobile a 12 mesi (——) e trend (---).

*Mean catch (Kg/500 m/12 h) of L. mormyrus (a), D. annularis (b), S. umbra (c) and U. cirrosa (d): logarithmic trend of the ratio reef/control. 12 months moving average (——) and trend (---).*

Le due specie di scienidi hanno mostrato un andamento del rapporto di cattura simile e caratterizzato, in questo caso, da una crescita continua presso la barriera (figg. 3c e 3d). Tale incremento appare molto più evidente e costante per *S. umbra*, la cui presenza è strettamente legata ai substrati duri e che, a differenza delle altre tre specie considerate, ha fatto la sua comparsa nelle catture solo dopo un anno dall'immersione delle strutture (Tab. 1). In *U. cirrosa* il rapporto è andato aumentando più lentamente e sembra avviarsi, alla fine del periodo considerato, verso una stabilizzazione su un valore di circa 4:1. Come già osservato per *L. mormyrus*, anche questa specie presenta delle fluttuazioni cicliche indipendenti dalla stagionalità.

## Conclusioni

Lo studio dei processi di colonizzazione di una barriera artificiale da parte delle varie specie ittiche ha evidenziato che, generalmente, i pesci colonizzano i substrati abbastanza rapidamente. La maggior parte delle ricerche indica inoltre che, quando una barriera viene immersa, all'interno di essa si verifica inizialmente un'esplosione di specie e/o di individui, seguita da un periodo di assestamento, al termine del quale la comunità ittica raggiunge uno stato di equilibrio. Indipendentemente dalle dimensioni della barriera, tale equilibrio viene generalmente raggiunto in un periodo di tempo compreso tra un minimo di 1 e un massimo di 5 anni sebbene, in alcuni casi, il popolamento ittico può essere soggetto a notevoli fluttuazioni stagionali o cicliche che possono risultare più influenti della successione ecologica dovuta all'età della barriera (Bohnsack e Sutherland, 1985).

Simili risultati sono stati anche ottenuti in uno studio che ha preso in considerazione l'evoluzione dell'intero popolamento ittico che ha colonizzato la barriera artificiale di Senigallia (Panfili, 1996).

L'analisi più approfondita e più prolungata nel tempo, effettuata con il presente lavoro sulla frazione necto-bentonica, ha evidenziato che le specie più importanti di tale gruppo sono comparse nella zona protetta entro il primo anno dall'immersione delle strutture e che la ricchezza specifica media si è stabilizzata dopo circa 3 anni.

In termini quantitativi, invece, il rapporto di cattura barriera/controllo ha mostrato un periodo di crescita più lungo (circa 5 anni), caratterizzato dall'incremento di alcune specie attratte o parzialmente attratte, come gli scienidi e alcuni sparidi (*D. annularis* e *L. mormyrus*). E' seguita una stabilizzazione su un livello di 9:1 risultante da una diversa dinamica delle singole specie.

Sulla base delle informazioni fin qui ottenute e relativamente all'alto e medio Adriatico, appare quindi adeguato associare alla posa in opera di una barriera artificiale un periodo di interdizione della pesca, che non dovrebbe comunque essere inferiore a tre anni, per consentire che i substrati esplichino il loro potere attrattivo nei confronti delle varie specie e che la comunità ittica raggiunga un buon livello strutturale. Ulteriori informazioni in senso gestionale potranno derivare da una intensificazione controllata dell'attività di pesca, non solo in termini quantitativi (aumento delle operazioni di pesca), ma anche qualitativi (diversificazione degli attrezzi), al fine di dare indicazioni per la regolamentazione sia dello sforzo di pesca sostenibile che degli attrezzi. In questo senso, un valido aiuto alla ricerca potrebbe venire dal coinvolgimento dei pescatori professionali.

## Summary

Previous researches carried out by IRPEM showed that the artificial reef deployment in the central and northern Adriatic sea induced an increase and a diversification of the original fish assemblage mainly due to a higher occurrence of reef-dwelling, nekto-benthic species. The present study was aimed to a better comprehension of this process and consisted of the analysis of nekto-benthic fish catch data obtained through a fishing survey carried out over ten years (1987-1998), using a trammel net, at Senigallia reef and an unprotected control site about 2.5 miles apart, located along the central Adriatic coast, on a sandy-muddy bottom. Analysis was performed using the catch ratio between the reef and the control site. Seasonal fluctuations in fish catch rate were removed by a 12-term Moving Average filter.

Both species richness and mean catch rates (Kg/500 m/12 h) showed a gradual increase at the reef lasting about three and five years respectively. It was followed by a levelling on a ratio of 3.5:1 for the species richness and 9:1 for the catch rates. A more detailed analysis showed that *Lithognatus mormyrus*, *Diplodus annularis*, *Umbrina cirrosa* and *Sciaena umbra* dominated the catches of this group, even though they assumed a different importance at the

two sites. The trends of the reef/control catch ratio obtained separately for these species evidenced that *L. mormyrus* reached stabilisation on the third year after the reef deployment with a value of 3:1, even though it showed high, seasonally independent, cyclical fluctuations. On the contrary, the trend of *D. annularis* was characterised by a very long gradual increase, followed by a short period of stability on a ratio of 6.5:1 and by a final decrease occurring in the last two years. Finally, *S. umbra* and *U. cirrosa* catch ratios followed a continuous increase over all the period, more accentuated in the former species than in the latter one.

These results confirm the importance of requiring a no-fishing period in planning new artificial reefs along the northern and central Adriatic coast. This period should start just after the reef deployment and should be at least three-year long. Further information for reef management will be got from a controlled increase of the fishing effort in terms of either number of fishing operations and of different fishing gears.

**Ringraziamenti**

Gli Autori ringraziano la Dott.ssa A. Spagnolo per il contributo scientifico, i Dott.ri E. Camilletti, E. Cicconi, A. Lucchetti e C. Solustri e i Sigg.ri A. Marziali e A. Piersimoni per l'acquisizione dei dati e le analisi di laboratorio. Si ringrazia inoltre tutto il rimanente personale dell'IRPEM che, nel corso degli anni, ha partecipato ai campionamenti in mare.

**Bibliografia**

ASSOCIATION MONÉGASQUE POUR LA PROTECTION DE LA NATURE (1995) - *XX ans au service de la nature*. EGC, Monaco: 190 pp.

BOHNSACK J.A., SUTHERLAND D.L. (1985) - Artificial reef research: a review with recommendations for future priorities. *Bull. Mar. Sci.*, **37** (1): 11-39.

BOMBACE G. (1989) - Le ricerche nella fascia costiera base allo sviluppo della piccola pesca. *Nova Thalassia*, **10** (Suppl. 1): 57-80.

BOMBACE G. (1995) - Le barriere artificiali nella gestione razionale della fascia costiera italiana. *Biol. Mar. Medit.*, **2** (1): 1-14.

BOMBACE G. (1996) - Protection of biological habitats by artificial reefs. *Proceeding of the 1st Conference of the European Artificial Reef Research Network, Ancona, 26-30 Marzo*: 1-15.

BOMBACE G., FABI G., FIORENTINI L. (1990) - Catch data from an artificial reef and a control site along the Central Adriatic coast. *Rapp. Comm. Int. Mer Medit.*, **32** (1): 247 pp.

BOMBACE G., FABI G., FIORENTINI L., SPERANZA S. (1994) - Analysis of the efficacy of artificial reefs located in five different areas of the Adriatic Sea. *Bull. Mar. Sci.*, **55** (2-3): 559-580.

BOMBACE G., FABI G., FIORENTINI L., SPAGNOLO A. (1997) - Assessment of the ichthyofauna of an artificial reef through visual census and trammel net: comparison between the two sampling techniques. *Proceedings of the 30th European Marine Biological Symposium, Southampton, UK, September 1995*: 291-305.

DRAPER N. R., SMITH H. (1966) - *Applied regression analysis*. John Wiley & Sons, New York: 407 pp.

FABI G., FIORENTINI L. (1994) - Comparison of an artificial reef and a control site in the Adriatic Sea. *Bull. Mar. Sci.*, **55** (2-3): 538-558.

PANFILI M. (1996) – *Evoluzione del popolamento ittico in una barriera artificiale del medio Adriatico*. Tesi di Laurea in Scienze Biologiche, Università Statale di Milano: 100 pp.

RAMOS-ESPLÁ A.A., BAYLE-SEMPERE J.T. (1990) - Management of living resources in the Marine Reserve of Tabarca Island (Alicante, Spain). *Bulletin de la Société Zoologique de France*, **114**: 41-48.

RELINI G., MORETTI E. (1986) – Artificial reef and *Posidonia* bed protection off Loano (West Ligurian Riviera). *FAO Fish. Rep.*, **357**: 104-108.

RELINI G., RELINI M., TORCHIA G. (1995) - La barriera artificiale di Loano. *Biol. Mar. Medit.*, **2** (1): 21-64.

STEIMLE F.W., MEIER M.H. (1997) – What information do artificial reef managers really want from fishery science? *Fisheries*, **22** (4): 6-8.

WHITEHEAD P.J.P., BAUCHOT M.L., HUREAU J.C., NIELSEN J., TORTONESE E. (eds.). (1986) - *Fishes of the North-Eastern Atlantic and Mediterranean*. UNESCO, Vol. 1, 2, 3: 1473 pp.

Biol. Mar. Mèdit. (1999), 6 (1): 90-99

G. LEMBO, I. A. FLEMING*, F. ØKLAND*, P. CARBONARA, M. T. SPEDICATO

COISPA Tecnologia & Ricerca, C.P. 62 - 70042 Mola di Bari, Bari, Italy.
*Norwegian Institute of Nature Research, Tungasletta 2 - 7005 Trondheim, Norway.

# HOMING BEHAVIOUR AND SITE FIDELITY OF *EPINEPHELUS MARGINATUS* (LOWE, 1834) AROUND THE ISLAND OF USTICA: PRELIMINARY RESULTS FROM A TELEMETRY STUDY

## *STUDIO DEL COMPORTAMENTO DI* EPINEPHELUS MARGINATUS *(LOWE, 1834) NELL'AMBIENTE MARINO DI USTICA MEDIANTE TECNICHE DI TELEMETRIA: RISULTATI PRELIMINARI*

***Abstract***

*A telemetry study was undertaken to examine homing behaviour, site fidelity and movement patterns of the dusky grouper* Epinephelus marginatus *(Serranidae family), a heavily exploited Mediterranean nearshore fish. Our feasibility study indicated that signal strength and code detection from hydroacoustic telemetry tags would be satisfactory for tracking fish movement under most bathymetric conditions, with the exception of deep caves. Thus in November 1997, tags were implanted into the body cavity of seven dusky groupers, which were subsequently released within the "A" zone of the Marine Reserve at the island of Ustica, Sicily. All fish showed strong homing behaviour, returning to their original site of capture, and a high degree of site fidelity during the subsequent monthly trackings (February-June 1998). We quantitatively document, for the first time, the movement patterns of the dusky grouper.*

***Key-words:*** Epinephelus marginatus, *homing, site fidelity, hydroacoustic telemetry, Ustica Island.*

## Introduction

Among the most heavily exploited fishes in the Mediterranean are those of the genus *Epinephelus*, of which the dusky grouper (*Epinephelus marginatus*, Lowe, 1834) is the most well known member. Quantitative estimates from the Algerian coast indicate that the dusky grouper stock is dynamically unbalanced, incurring a fishing mortality of 1.19 and a rate of exploitation of 0.88 (Kara and Derbal, 1995). While quantitative estimates of the species' status are not available for other areas of the Mediterranean, various authors have reported a general decline and rarefaction of the species (e.g., Bruslè, 1985; Coll *et al.*, 1995). There is thus concern about sustainability of the fishery and ultimately, the conservation of the species.

The dusky grouper is a demersal fish with a coastal distribution in the Atlantic-Mediterranean, being found from Brazil to as far east as the Marmora Sea. It inhabits shallow waters mainly between 10-50 m, and prefers uneven rocky bottoms in association with caves and underwater cavities (Bacci, 1969; Sarà, 1969; Arena and Bombace, 1970).

Like other groupers, *Epinephelus marginatus* is a proterogynous hermaphrodite (Smith, 1975), with individuals first maturing as female at about 4-5 kg (Bruslè and Bruslè, 1976). Because of their characteristically slow growth, it takes the dusky grouper about 10-12 years to reach such a size (Kara and Derbal, 1995). Maturation as a male occurs much later, usually at a size of about 9-10 kg, and can be affected by social and environmental factors (Shapiro, 1987).

The dusky grouper is generally considered solitary and sedentary outside the spawning period (Bruslè, 1985), though opinions differ. For example, Neill (1967) describes the species as having a limited home range, which is not defended, and notes that up to eight individuals may inhabit a single cave. Moreover, he suggests that the dusky grouper does not forage further than 5 m from its home site. Chauvet *et al.* (1991), in a more quantitative study, concluded that the dusky grouper should not be considered strictly sedentary as individuals were observed departing from, and returning to particular sites. However, they did not examine the distance or duration of such non-breeding migrations.

During the reproductive period of July-August, evidence suggests that dusky groupers may undertake some sort of short breeding migration. There have been reports of an increase in the density of groupers in shallow rocky areas during this period (Chauvet and Francour, 1990; Zabala *et al.*, 1997a). The cause of this change in density, though, remains unclear and may result from sampling biases, such as those associated with seasonal changes in activity patterns. However, it is evident from underwater observations that spawning often occurs at particular sites, close to steep rocky outcrops where mates can rise in the water column without getting far from shelter (Zabala *et al.*, 1997b). At such sites, dominant males aggressively defend territories from other males and small females (Zabala *et al.*, 1997a). The question remains, however, are males and females migrating to these spawning sites or are the sites already encompassed within fish's non-breeding home range?

Thus, the dynamics of movement and degree of site fidelity by the dusky grouper during breeding and non-breeding periods is poorly understood. This knowledge, however, is critical for the effective management and conservation of the species, particularly in terms of designing marine reserves and establishing populations. Our objective was thus to identify the degree of site fidelity in relation to: (1) homing behaviour following displacement; and (2) seasonal movement patterns over a one-year period. To do so, we undertook a telemetry study to track the monthly movement patterns of dusky groupers around the island of Ustica, Sicily. Here we present an evaluation of the feasibility of hydro-acoustic telemetry for such a study and preliminary results regarding the movement patterns of the dusky grouper.

## Materials and methods

- Study site

The study was carried out on the volcanic island of Ustica (38° 42' N, 13° 10' E; Fig. 1). It was chosen, in part, because of its geographic isolation, being 60 km distant from the nearest coast (northern Sicily) and surrounded by depths greater than 1000 m, and its small size (area 8.7 km$^2$ and circumference 9 km). Thus, we could work with an isolated population of dusky grouper within an area that was feasible for tracking fish movements. The coastline of the island is generally rocky and uneven, though there are a few small gravel beaches. Nearshore areas down to 50 m are characterised by a rocky, heterogeneous bathymetry and occasional sandy bottoms covered with *Posidonia oceanica*. Depth drops off steeply on the south-southeast side of the island (0-50 m depth in ca. 150 m) and somewhat less so on the north-northwest sides (0-50 m depth in ca. 500 m). Superficial waters (0-200 m; Atlantic) around the island have temperatures and salinity of 13.2-15 °C and 36.7-38.4 ppt in winter, and 21-26 °C and 37-

38.3 ppt in summer, respectively. Currents around the island have a cyclonic circulation (anticlockwise) coming from the west, that may become somewhat unstable in periods during summer.

In 1986, a Marine Reserve was established around the island and three zones identified (Fig. 3). Within the "A" zone, which has an area of about 0.5 km$^2$ and stretches ca. 1.5 km along the coastline and ca. 350 m out from the shore, all activity is forbidden including fishing, swimming and navigation. The "B" zone, which stretches 5 km along the coastline and 3 nautical miles out from shore, where underwater sport fishing is forbidden and commercial fishing permitted only with special authorisation. Within the "C" zone, which stretches 4 km along the coastline and 3 nautical miles out from shore, commercial fishing with authorisation and sport fishing including that underwater are permitted.

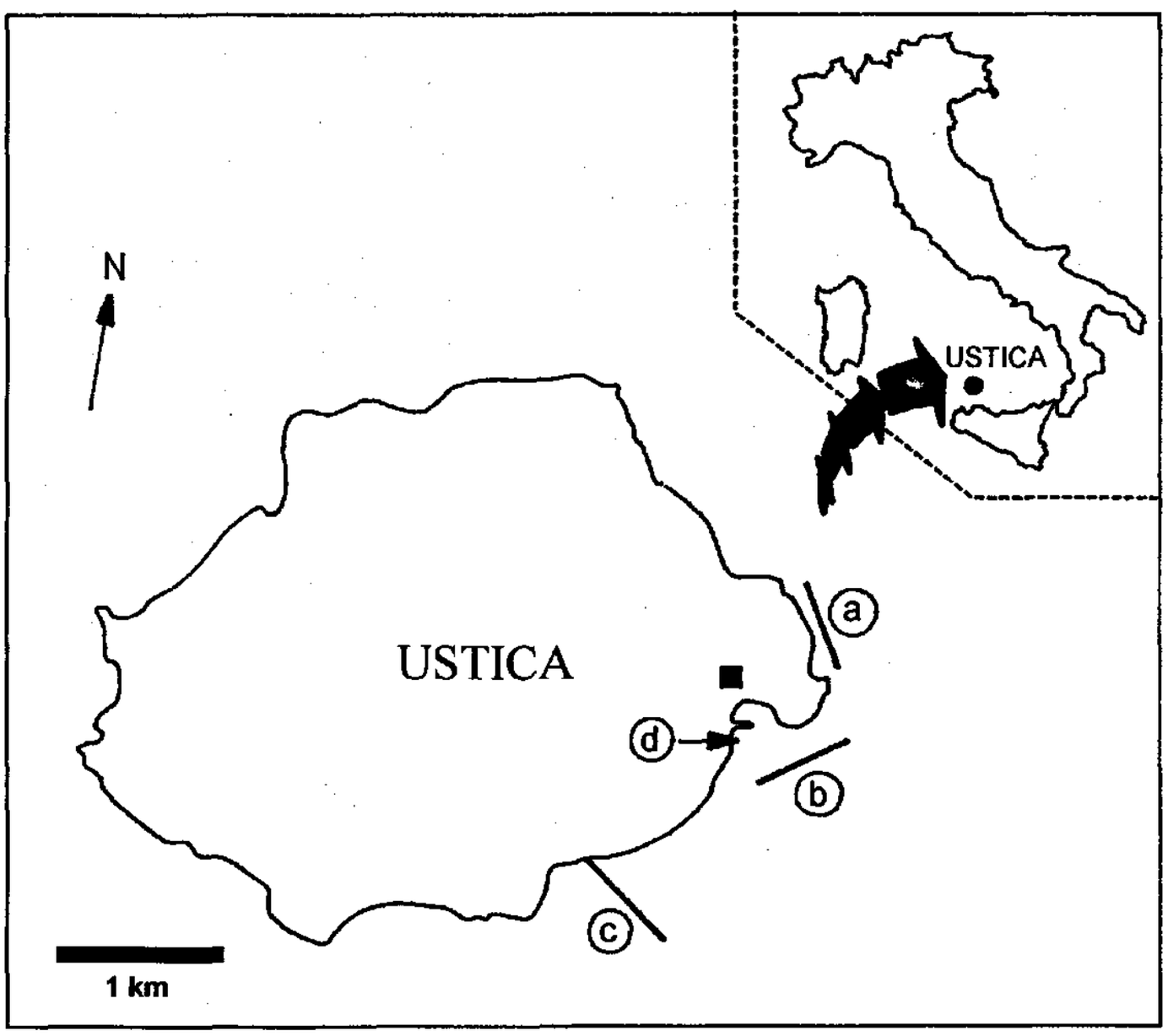



Fig. 1 - Map of the island of Ustica showing the locations of the nearshore range test (a), open-water range test (b), transect (c) and special nearshore conditions test (d).

*Mappa dell'Isola di Ustica in cui è mostrata la localizzazione del range test in area costiera (a), in mare aperto (b), su transetto (c), in area costiera con particolari caratteristiche (d).*

- Feasibility study

In this part of the study our aim was to evaluate the feasibility of telemetry for studying the dusky grouper at Ustica, i.e. an investigation of detection ranges of transmitter signals and codes within the research area. This involved recording: (1) code-detection ranges in two different habitats, near shore and open water; (2) signal strengths and code detection along a transect; and (3) code detection under special nearshore conditions, such as caves and rocky crevices (Fig. 1).

Coded hydro acoustic transmitters (model 16-2) emitting on 76.8 kHz with a signal repetition rate of 5s were used. The signal strength was 159 dB. The advantage of digital coding over conventional pulsed systems is the possibility to listen for several fish simultaneously, thus decreasing the necessary tracking time and allowing one to cover greater areas more efficiently. The signals emitted from the transmitter were picked up by an omni-directional hydrophone (Model HPA-D-2) with a built in amplifier and sent through a cable to an upconverter (Model UUC 142). Here, the frequency was increased to a detectable signal within the 142 MHz band. From the upconverter the signal entered the receiver through a 0.5 m long coax cable (Model RG 58). The receiver was a Model SRX_400. LOTEK Marine Inc., Canada, supplied all the telemetry equipment.

The range tests involved fixing two transmitters at 5 and 20 m depth, and moving the boat progressively away from the transmitters at 50 m intervals. The gain on the receiver was set at 35 and the hydrophone at 2 m depth. For the transect, the hydrophone was fixed at 150 m from shore and 2 m depth. Signal strength and code detection were recorded from transmitters placed at a series of stations 1, 50, 100 and every 100 m thereafter up to 600 m from shore. At each station the transmitters were placed at 2 m depth, 1 m from the bottom and at mid-depth, and for stations deeper than 50 m, we recorded signals from 2, 25 and 50 m depth. During the transect, the gain on the receiver was set at 15. Tests for code detection under special nearshore conditions were conducted by placing the hydrophone out from a wharf at 2 m depth and having a diver move a transmitter around various bathymetric structures, including into a cave. By adjusting the gain, signal and code detection was continuously recorded. Throughout all tests, the echo filter on the receiver was set at 45.

- Telemetry study of the dusky grouper

Based on the feasibility study, a system was designed to manually track groupers for a one-year period. The same equipment was used as previously, except two new transmitter models were employed. The new transmitters had signal strength of 156 dB, diameter of 1.6 cm, and operated at 65.5 or 76.8 kHz. Code repetition rates were set at 3-5s to permit efficient manual tracking. One tag model, CAFT 16-2s, was 5 cm in length, had a weight in water of 12.5 g and a battery life of 380 days. The other tag model, CAFT 16-3, was 6.5 cm in length, had a weight in water of 14.6 g and a battery life of 400 days.

Dusky groupers were caught by hook and line around the island of Ustica at depths of 10-30 m. The site of capture for each individual was recorded. The fish were kept in tanks and treated for gas disease until neutral buoyancy was established (Spedicato and Lembo, 1996; Carbonara *et al.*, 1999) and then transported to a sea cage at 6 m depth. One to two days prior to transmitter implantation, the fish were transferred back to holding tanks.

For transmitter implantation into the body cavity, the groupers were anaesthetised with 100 ppm tricaine methanesulfonate for 6-8 minutes (water temperature 17°C). The fish were placed on their dorsum in a V-shaped surgical table and a 3 cm incision was made in a cephalic-caudal direction on the ventral surface, posterior to the origin of the pelvic fins. After inserting the transmitter, the incision was closed using 3-4 independent, permanent-silk sutures according to Økland *et al.* (1996) and immediately placed back in the holding tanks for recovery (Carbonara *et al.*, 1999).

Two days after surgery, the fish were released in the A zone of the marine reserve at Ustica and tracked the following two days using a small boat. To precisely located fish, the hydrophone was mounted inside a noise baffle to increase our ability to identify signal direction, and attached to a pole held at ca. 1 m depth. Once a fish was detected, the gain (sensitivity) on the receiver was reduced until strong signals were detected within a small area, the middle of which was presumed to be the fish's location. This position was recorded both using a Geographical Positioning System (GPS Model: Garmin GPS 75 Personal Navigator) and by plotting the location on a map using coastal landmarks.

During 29-30 December 1997 and 2 January 1998 trackings were conducted in the A zone. Thereafter, trackings were extended and conducted on the following dates: 12-15 February, 29-30 March, 9-10 and 15-16 May, and 9-10 June 1998. During each tracking, our approach was to initially focus on areas around the last recorded positions because of the presumed site fidelity by the dusky grouper. If the animal was not found, we concentrated on the area of its initial capture and thereafter, expanded our search outwards until all fish were detected. This approach was taken because of the dusky groupers believed site fidelity.

## Results

- Feasibility study

Code detection range in the nearshore area was 500 m for the transmitter at 5 m depth and 530 m for that at 20 m depth. Comparable figures for the open-water range test were 500 m and 600 m, respectively.

During the transect, 100% of the signals released were received, however, signal strength declined with the distance from the hydrophone, particularly out from shore (Fig. 2). Code detection varied from 0 to 100% based on four signals recorded during a 12s period at each depth and station. At the station 1 m from

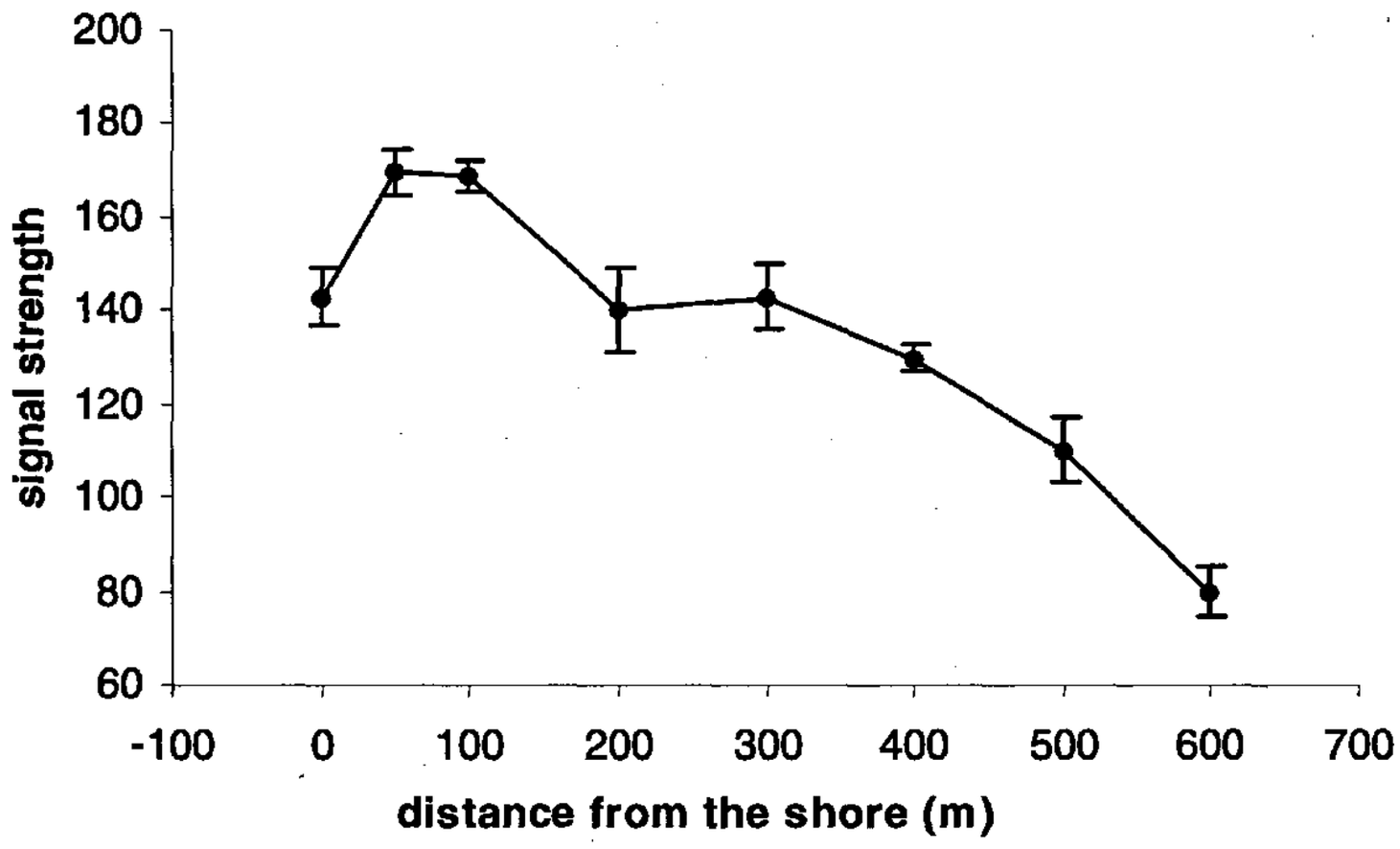



Fig. 2 - Mean and standard deviation in signal strength (averaged across the depths) for the different stations along the transect.

*Media e deviazione standard della forza del segnale (mediata attraverso le profondità) per le differenti stazioni lungo il transetto.*

shore, 25% of the signals were correctly decoded, for those stations located close to the hydrophone (50, 100 and 200 m) code detection was poor (<7%) and for those more distant from the hydrophone (300-600 m) code detection was excellent (> 80%).

Signal detection under special nearshore conditions remained good and by decreasing the gain code detection was acceptable, with one exception. When the transmitter was taken into a cave, signal strength gradually decreases until it was not detectable.

- Telemetry study of the dusky grouper

Seven dusky groupers, ranging from 2-5.4 kg (Table 1), were released 25-26 November 1997 in the A zone of the Marine Reserve (Fig. 3). Trackings of the fish on 26 and 27 November showed that they remained within the A zone and close to the site of release (within 50 m). Scuba observations during the release of four groupers on 26 November noted that each fish immediately descended to the bottom and after 2-3 min appeared to seek shelter: two entered separate nearby caves, one settled in a crevice and the other was not observed after descent. During the December-January trackings, no fish was located within A zone.

In February, all 7 groupers were located in the vicinity of their individual sites of capture, 800-3510 m from the site of release (Fig. 3). They were, on average, 120 m from their initial sites of capture (Table 1). In March this distance averaged 180 m, in May 120 m and in June 210 m. All groupers changed position between the two most recent trackings (May and June), indicating that they were still alive with the transmitters inside. They moved a mean of 220 m (SD=120 m) between trackings in February-March, 210 m (SD=130 m) in March-May and 160 m (SD=80 m) in May-June. In terms of depth, the groupers were found between 10 and 40 m. Though no clear pattern in depth movements can be recognised at this stage, there appeared to be a displacement to shallower waters in June (Table 1).

Tab. 1 - Transmitter codes, fish weight, depth of capture, and position of fish during monthly trackings. Position included both the location of the fish relative to its initial site of capture (distance) and water depth at the location.

*Codice del trasmettitore, peso del pesce, profondità di cattura e posizione di ogni individuo durante i tracking mensili. La posizione include sia la localizzazione del pesce relativa al suo iniziale sito di cattura (distanza), che la profondità.*

| | | | February | | March | | May | | June | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Transmitter code | Fish Weight (kg) | Depth of Capture (m) | Location (m) | Depth (m) | Location (m) | Depth (m) | Location (m) | Depth (m) | Location (m) | Depth (m) |
| 53 | 2 | 30 | 300 | 10 | 130 | 30 | 160 | 10 | 200 | 10 |
| 58 | 2.1 | 10 | 20 | 10 | 100 | 10 | 150 | 25 | 280 | 10 |
| 68 | 2.2 | 25 | 60 | 25 | 410 | 25 | 120 | 25 | 170 | 10 |
| 70 | 2.9 | 25 | 160 | 25 | 190 | 10 | 100 | 10 | 170 | 10 |
| 80 | 3.8 | 25 | 160 | 15 | 220 | 35 | 170 | 25 | 380 | 25 |
| 77 | 4.3 | 25 | 130 | 25 | 180 | 25 | 70 | 30 | 40 | 25 |
| 78 | 5.4 | 25 | 50 | 25 | 90 | 25 | 90 | 40 | 230 | 15 |

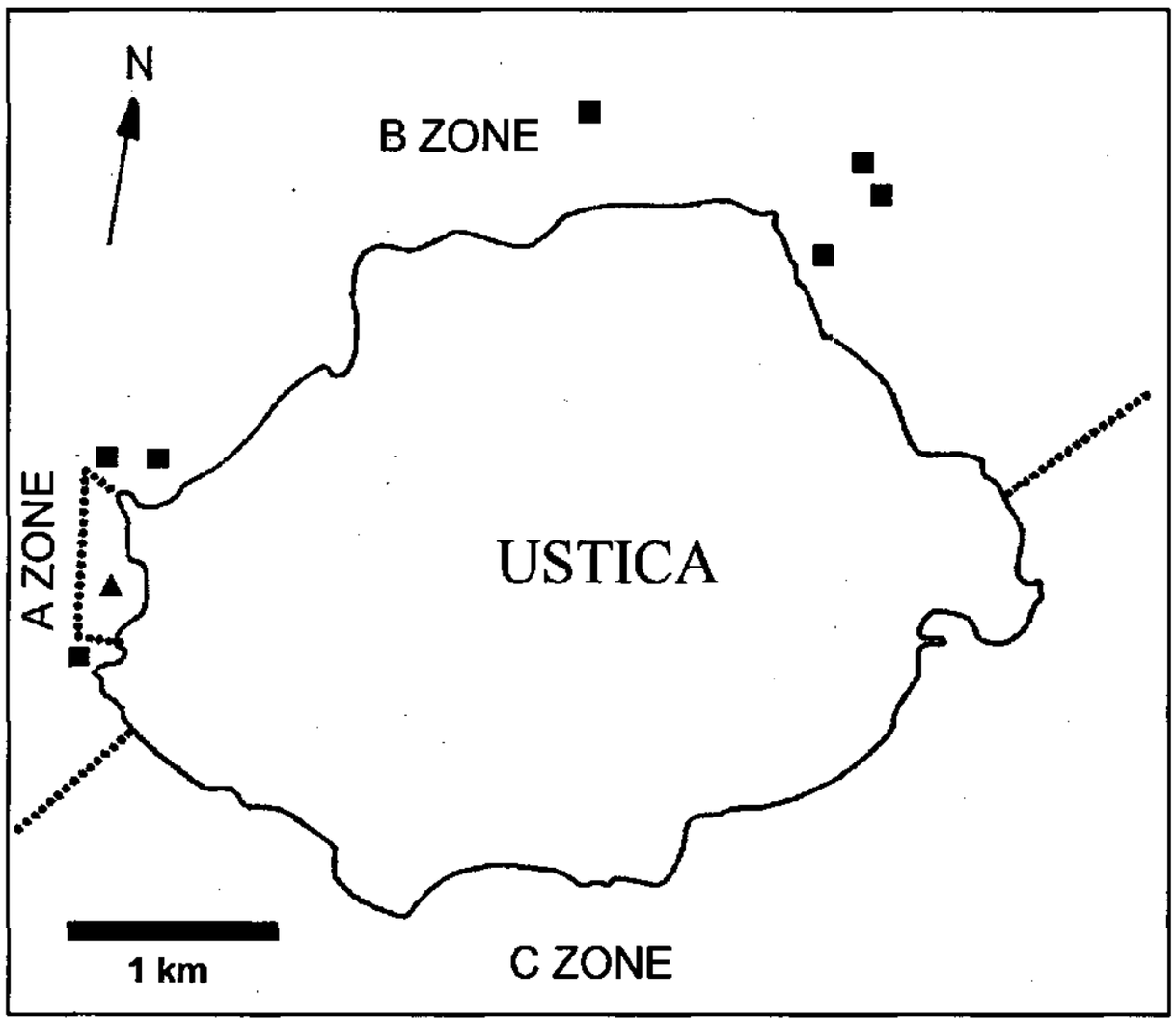



Fig. 3 - Locations of capture (■) and release (▲) sites of the seven tagged dusky groupers. The three different Zones (A, B, C) of the Marine Reserve are indicated.
*Localizzazione dei siti di cattura (■) e di rilascio (▲) delle 7 cernie marcate. Sono indicate le tre differenti Zone (A, B, C) della Riserva Marina.*

## Discussion

The application of telemetry to study the movement patterns of dusky grouper around the Island of Ustica appeared promising. Range tests during the feasibility study in nearshore and open-water areas resulted in successful code detection up to 600 m, which is more than required for a study of this type. Such long detection ranges, however, cannot be expected when tracking the fish. The habitat within which the dusky grouper lives must be expected to restrict the propagation of signals because of its heterogeneous bathymetry, including caves. As expected, the detection range for some fish was greatly reduced, but despite this code identification remained possible. The poor code detection we experienced near the hydrophone during the transect of the feasibility study can be overcome by adjusting the gain, and has not presented a serious problem subsequently. The feasibility study thus proved indicative of the results we obtained when tracking dusky groupers.

As a result, we have been able to quantitatively document, for the first time, movement patterns of the dusky grouper. All fish returned to the vicinity of their original site of capture, despite having been released in a habitat known from earlier scuba observations to be suitable for this species. This suggests that dusky groupers exhibit some form of homing behaviour. Homing is well documented among intertidal (Gibson, 1988) and diadromous fishes (McDowall, 1988), but is thought to be rare among other types of fishes (Gibson, 1993). For the dusky grouper, however, homing may be important in enabling the fish to effectively use knowledge about local refuges and foraging areas. It may also be important in a social context, where relationships with conspecifics are established and stabilised over long periods of interaction.

Once the groupers had returned to their sites of capture, they remained in the vicinity of these sites thereafter. This suggests a degree of site fidelity, which persists over several months, at least during non-breeding periods. At this stage in our study, we cannot confirm whether dusky groupers have specific home ranges as suggested by Neill (1967). However, the size of the movements we observed between our monthly trackings suggests that if home ranges exist, they are larger than those implied by Neill. The results also provide some preliminary indications of changes in the distribution of groupers according depth during the monthly trackings. While it is too early to know whether these patterns are general and hypothesise about their cause, the movement towards shallower waters in June accord with observations of increased densities of groupers in shallow rocky areas during summer (Chauvet and Francour, 1990; Zabala *et al.*, 1997a).

In view of the decline of this species in the Mediterranean coastal areas and its special reproductive characteristics, which make it particularly fragile, management measures are required. Our results, while preliminary, suggest that dusky groupers show homing behaviour and site fidelity, having restricted movement pattern. As a result, these fishes are likely to be highly susceptible to indiscriminate fishing focused on particular areas. Marine reserves and the use of submerged, artificial reefs may form oases for the species and provide recruitment necessary for sustainable fishery in adjacent areas.

## Riassunto

*In questo lavoro sono riportati i primi risultati relativi ad alcuni aspetti dell'ecologia comportamentale della cernia di scoglio* Epinephelus marginatus, *ottenuti attraverso l'applicazione di tecniche di telemetria idroacustica. L'approfondimento delle conoscenze degli spostamenti di* E. marginatus, *tanto durante il periodo riproduttivo, che in fase intergenetica, può contribuire ad ottenere dati utili ad individuare misure di gestione idonee per la tutela di questa risorsa, soggetta ad un marcato declino in diverse aree mediterranee.* E. marginatus *è generalmente considerata specie sedentaria, legata a particolari biotopi dai quali non si allontana molto. Alcuni autori attribuiscono, tuttavia, alla cernia di scoglio un comportamento non strettamente sedentario, a causa degli spostamenti che gli individui compirebbero nel periodo riproduttivo. Sembra, inoltre, che* E. marginatus *manifesti un certo comportamento territoriale, sebbene il territorio sia solo vagamente definito, ma non difeso, e più individui possano coabitare nella stessa grotta o labirinto. Le tecniche di telemetria consentono di localizzare, in modo univoco, ciascun soggetto marcato. Le prove sono state condotte utilizzando trasmettitori idroacustici (modello 16-2), idrofono e ricevitore (modello SRX 400) della Lotek Marine Inc. La forza ed il range di diffusione dei segnali sono stati testati ponendo i trasmettitori a differenti profondità e distanza dal ricevitore. Un'ulteriore prova è stata condotta ponendo i trasmettitori 15 m all'interno di una grotta a 30 m di profondità. Sulla base dei dati tecnici acquisiti è stato quindi messo a punto un protocollo di marcatura, che consentisse di ottimizzare il numero di informazioni ottenibili. Un primo gruppo di 7 esemplari (peso compreso fra 2 e 5.4 Kg), su cui erano stati raccolti tutti i dati biometrici e registrata la localizzazione del sito di cattura, è stato chirurgicamente marcato con trasmettitore acustico e rilasciato nell'area di riserva integrale (zona A) dell'Isola di Ustica, le cui caratteristiche di isolamento geografico forniscono adatte condizioni di studio. Il tracking realizzato nei primi due giorni successivi al rilascio ha permesso di accertare la permanenza dei 7 individui nella zona A. Dopo due mesi è stato possibile invece rilevare che ogni cernia era tornata nelle vicinanze del rispettivo sito di cattura, mostrando in tal modo un comportamento di "homing". I monitoraggi realizzati nei mesi successivi, mediante tracking manuale, hanno evidenziato una permanenza di ogni singolo individuo nel medesimo circondario (in media 120 m dal sito di cattura in Febbraio, 180 m in Marzo, 120 m in Maggio, 210 m in Giugno), testimoniando un grado di "fedeltà" al proprio sito che*

*persiste per diversi mesi. Questo modello comportamentale rende la specie particolarmente sensibile ad attività di pesca non controllate e concentrate in particolari aree. L'istituzione di zone di tutela, quali le riserve marine, o anche le barriere artificiali, potrebbe contribuire alla formazione di oasi per la protezione della specie. In tal modo potrebbe essere garantito il reclutamento necessario per un'attività di prelievo sostenibile in aree adiacenti.*

## Acknowledgements

We thank the fisherman of Ustica and the staff of the Marine Reserve. Special thanks are due to dr. Sergio Ragonese for his helpful suggestions and assistance during the project. The Italian Ministry of Agricultural Policy (National Law 41/82) principally funded this work, with some support from the Norwegian Institute for Nature Research and the Municipality of Ustica. The study was carried out in accordance with local regulations for the treatment and welfare of experimental animals.

## References

ARENA P., BOMBACE G. (1970) - Bionomie bentique et faune ichtyologique des fonds de l'étage circalittoral et bathyal des Golfes de Castellammare (Sicile N.W.) et de Patti (Sicile N.E.). *CIESM, Journées Ichtyologiques*, Rome: 145-156.

BACCI G. (1969) - Biologia delle Secche della Meloria. 1. Prime ricerche e problemi di conservazione e di ripopolarmento. *Boll. Pesca Piscicol. Idrobiol.*, **24**: 5-30.

BRUSLÉ J. (1985) - Exposé synoptique des données biologiques sur les mérous *Epinephelus aeneus* (Geoffery Saint Hilaire, 1809) et *Epinephelus guaza* (Linnaeus, 1758) de l'Océan Atlantique et de la Mediterranée. *FAO Synopsis sur les pêches*, **129**: 64.

BRUSLÉ J., BRUSLÉ S. (1976) - Contribution à l'étude de la reproduction de deus espèces de Mérous *E. aeneus* (G. Saint-Hilaire, 1809) et *E. guaza* (Linnaeus, 1758) des côtes de Tunisie. *Rev. Trav. Inst. Pechês Marit., Nantes*, **39**: 313-320.

CARBONARA P., BILELLO D., CAMINITA G., CAMINITA F., CASERTA G., LICCIARDI A., LO SCHIAVO G., NATALE C., ZAGAMI R. (1999) – Lo studio della cernia di scoglio (*Epinephelus marginatus*, Lowe 1834) nella Riserva Marina di Ustica. *Biol. Mar. Medit.*, **6** (1): in questo volume.

CHAUVET C., FRANCOUR P. (1990) - Les merous *Epinephelus guaza* du Parc National de Port-Cros (France): aspects socio-demographiques. *Bull. Soc. Zool. France*, **114**: 5-13.

CHAUVET C., BARNABÉ G., BAYLE SEMPERE J., BIACONI C.H., BINCHE J.L., FRANCOUR P., GARCIA RUBIES A., HARMELIN J.G., MINICONI R., PAIS A., ROBERT P. (1991) - *Recensement due merou Epinephelus guaza (Linnaeus, 1758) dans le reserves et parcs marins des cotes mediterraneennes francaises*. In: C.F. Boudouresque, M. Avon and V. Gravez (ed.) Les esèces Marines à Protéger en Méditerranée. GIS Posidonie Publ., Fr., **34**: 277-290.

COLL J., RENONES O., MORANTA J., MORALES-NIN B. (1995) - Base study for monitoring the reserve effect in the Cabrera National Park, Balearic Islands. An indicator species example: *Epinephelus guaza* (L.). *Rapp. Comm. Int. Mer Médit.*, **34**: 240.

GIBSON R.N. (1988) - *Patterns of movement in intertidal fishes*. In: G. Chelazzi and M. Vanini (ed.) Behavioural Adaptation to Intertidal Life. Plenum press, New York: 55-63.

GIBSON R.N. (1993) - *Intertidal teleosts: life in a fluctuating environment*. In: T.J. Pitcher (ed.) Behaviour of Teleost Fishes, 2nd edn. Chapman and Hall, London: 513-536.

KARA M.H., DERBAL, F. (1995) - Morphométrie, croissance et mortalité du Mérou *Epinephelus marginatus* (Serranidae) des cotes de l'est algérien. *Cah. Biol. Mar.*, **36**: 229-237.

MCDOWALL R.M. (1988) - *Diadromy in fishes*. Croom Helm, London.

NEILL J.R., ST J. (1967) - Observations on the behaviour of the grouper species *Epinephelus guaza* and *Epinephelus alexandrinus* (Serranidae). *Underwat. Assoc. Rep.* (1966-67): 101-106.

ØKLAND F., THORSTAD E.B., MCKINLEY R.S., FINSTAD B., BOOTH R.K. (1996) - Radio transmitted electromyogram (EMG) signals as indicators of physical activity in Atlantic salmon (Salmo salar). *NINA•NIKU Project Report*, **2**: 18 p.

SARÀ M. (1969) - Il coralligeno pugliese e suoi rapporti con l'ittiofauna. *Boll. Mus. Ist. Biol. Univ. Genova*, **37**: 27-33.

SHAPIRO D.Y. (1987) - *Reproduction in groupers*. In: . J.J. Polovina and S. Ralston (eds.) Tropical Snappers and Groupers: Biology and Fisheries Management. Westview Press, Boulder, Co: 295-327.

SMITH C.L. (1975) - *The evolution of hermaphroditism in fishes*. In: R. Reinboth (ed.) Intersexuality in the animal kingdom. Springer-Verlag, Berlin: 293-310

SPEDICATO M.T., LEMBO G. (1996) – Formazione di uno stock di riproduttori di *Epinephelus marginatus* (Lowe, 1834): risultati preliminari. *Biol. Mar. Medit.*, **3** (1): 430-431.

ZABALA M., LOUISY P., GRACIA-RUBIES A., GRACIA V. (1997a) - Socio-behavioural context of reproduction in the Mediterranean dusky grouper *Epinephelus marginatus* (Lowe, 1834) (Pisces, Serranidae) in the Medes Islands Marine Reserve (NW Mediterranean, Spain). *Scientia Marina*, **61**: 79-89.

ZABALA M., GRACIA-RUBIES A., LOUISY P., SALA E. (1997b) - Spawning behaviour of the Mediterranean dusky grouper *Epinephelus marginatus* (Lowe, 1834) (Pisces, Serranidae) in the Medes Islands Marine Reserve (NW Mediterranean, Spain). *Scientia Marina*, **61**: 65-77.

Biol. Mar. Médit. (1999), 6 (1): 100-109

L. ORSI RELINI, C. CIMA, F. GARIBALDI, G. PALANDRI, M. RELINI, G. TORCHIA

Laboratori di Biologia Marina ed Ecologia Animale, DIP.TE.RIS. - Dipartimento per lo studio del Territorio e delle sue Risorse, Università di Genova, Via Balbi, 5 - 16126 Genova, Italia.

# LA PESCA PROFESSIONALE CON I PALAMITI GALLEGGIANTI NEL "SANTUARIO DEI CETACEI" DEL MAR LIGURE: SI TRATTA DI ATTIVITÀ ECOCOMPATIBILI?

## *SURFACE LONGLINES IN THE CETACEAN SANCTUARY OF THE LIGURIAN SEA: IS IT AN ENVIRONMENT SAFE ACTIVITY?*

***Abstract***

*In the Western Central Ligurian Sea a Cetacean Sanctuary has been established since 1990 and enforced in 1992 by the Italian Government on the basis of the ban of pelagic driftnetting. At present professional fisheries in the area are mainly addressed to the swordfish by longline and to young tuna (age 1-4) by purse seine and a specific longline.*

*Longlines catches have been monitored since 1990 in the harbours of Imperia and Sanremo: they show positive trends for swordfish, sharks, billfishes and other by-catch species. On board professional vessels, it was verified that longlines impact on protected species (cetaceans, turtles) is very limited if compared with that of pelagic driftnets previously studied in the area. It is suggested that in a future Marine Park these activities can be maintained, albeit limited to resident fishermen.*

***Key-words:*** *longlines, swordfish, tuna, by-catch, selectivity, comparison with driftnets, CPUE.*

## Introduzione

La ricchezza di grandi pelagici del Mar Ligure Caentro Occidentale da un lato ha portato allo sviluppo di attività di pesca professionale indirizzate in modo specifico al tonno ed al pesce spada e dall'altro lato ha suggerito l'opportunità di introdurre misure di protezione per le specie che non rappresentano risorse sfruttate, ma beni naturalistici, come i cetacei e gli elasmobranchi. Mentre in sede internazionale si prepara l'istituzione di un parco marino del largo (Accordo Franco – Italo – Monegasco firmato nel marzo 1993 a Bruxelles; accordo ACCOBAMS firmato da 17 paesi nel novembre '96 a Monaco) l'Italia, con provvedimento unilaterale e provvisorio, ha stabilito a partire dal 1990 limitazioni alle proprie barche da pesca su un'area (Fig. 1) che è stata chiamata "Santuario dei Cetacei". Infatti, con i decreti legge del 18/07/90; 22/05/91; 19/06/91; 12/08/92, la pesca con rete derivante pelagica per il pesce spada è stata interdetta in un'area identificata dalla linea di costa della Liguria e della Costa Azzurra, tra Punta Mesco e Cap d'Antibes, e dalle congiungenti di queste due località con Capo Corso. Tali provvedimenti sono operativi dall'agosto 1992.

L'Unità Grandi Pelagici dell'Istituto di Zoologia dell'Università di Genova dal 1990 ha avviato il monitoraggio della pesca professionale, con il supporto dei programmi del Ministero per le Politiche Agricole e della Comunità Europea e ha messo in evidenza alcune rilevanti caratteristiche oceanografiche e biologiche dell'area del Santuario (Notarbartolo *et al.*, 1992; Orsi Relini *et al.*, 1992 a e b, 1994 a e b, 1998; Relini *et al.*, 1992). In questa nota si illustra lo sforzo di pesca e l'andamento delle catture totali, in serie pluriennale, del palamito galleggiante per il pesce spada e per il tonno, sulla base di osservazioni sullo sbarcato

nei due porti più importanti: Imperia e Sanremo. Si riportano inoltre osservazioni condotte a bordo delle barche dei professionisti sulla presenza di macrofauna nelle aree da pesca e sulla frazione catturata accidentalmente, in modo da valutare l'incidenza di possibili catture indesiderate nel complesso delle attività di prelievo svolte con questi attrezzi all'interno del Santuario Pelagico.

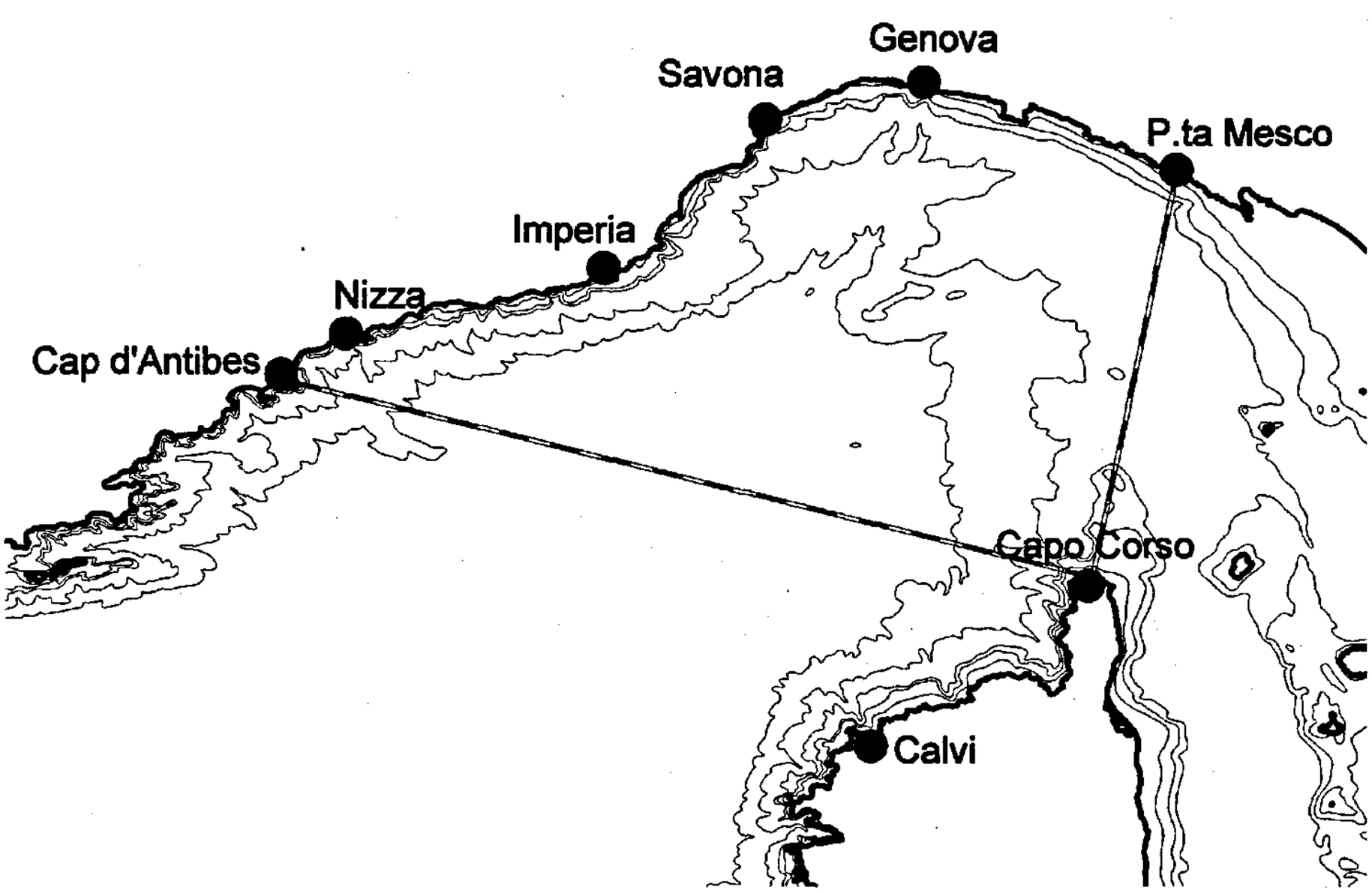



Fig. 1 - Il santuario dei Cetacei nel Mar Ligure Centro Occidentale.
*The Cetacean sanctuary in the Western Central Ligurian Sea.*

## Materiali e metodi

a) Consistenza dell'attività di pesca professionale

Un censimento delle unità da pesca professionale attive nell'area è stato avviato all'inizio della ricerca (1990) e, anno dopo anno, aggiornato con visite ai singoli porti e interviste ai pescatori.

b) Osservazione dello sbarcato

Dato che la maggior concentrazione di unità professionali si riscontra nella Riviera Ligure di Ponente, sono stati scelti come porti campione Imperia e Sanremo, che insieme accolgono il 50% del totale della flottiglia.

Le osservazioni sul prodotto sbarcato hanno seguito diverse modalità nei due porti campione: a Sanremo, dove sono presenti fino ad un massimo di 8 imbarcazioni, si è provveduto a registrare le catture di tutte le barche, in tutti i giorni utili della stagione di pesca, che si estende da maggio-giugno a ottobre-dicembre; ad Imperia sono state condotte osservazioni più saltuarie, da 3 a 8 ogni mese a seconda delle condizioni meteorologiche e del numero effettivo di giornate di pesca, su tutta la flottiglia di volta in volta operante – fino ad un massimo di 20 imbarcazioni.

Al momento del rilevamento del prodotto sbarcato, le operazioni seguivano un protocollo comune nei due porti campione: il rilevatore doveva annotare, per ogni singola barca, lo sforzo di pesca impiegato durante la battuta di pesca, in termini di numero di ami o chilometri di rete calati, e inoltre il numero, il peso

e la misura di tutti gli esemplari sbarcati, sia di specie bersaglio sia di specie accessorie. Da questi dati sono state ricavate le catture totali per mese, le catture per unità di sforzo e la composizione delle taglie della frazione di stock pescato.

c) Osservazioni a bordo

Gli imbarchi sulle unità da pesca professionale avevano i seguenti scopi:

c1) posizionare geograficamente le operazioni di pesca e le catture.

Sono state registrate le coordinate geografiche, spesso mediante plotter interfacciato con sistema GPS, dei punti di inizio e di fine cala dell'attrezzo da pesca e successivamente dei punti di inizio e fine del recupero dello stesso.

c2) Registrare le catture accessorie ed accidentali, cioè quelle che non fanno parte del prodotto sbarcato.

c3) Registrare le modalità di preparazione del pescato per lo sbarco e procedere a campionamenti biologici.

c4) Annotare la presenza di megafauna pelagica in prossimità dell'unità da pesca e degli attrezzi in opera.

## Risultati

a) La flottiglia professionale dei palamiti e la sua incidenza nell'area del Santuario.

Al presente (l'ultimo censimento è stato realizzato nel 1997) dal confine francese a Punta Mesco operano 27 unità da pesca attrezzate con il palamito, di cui quattro con attività saltuaria. Nella stessa area hanno base 7 unità attrezzate con rete derivante "spadara", ma queste lavorano fuori dal Santuario. Il numero medio di ami impiegato in una operazione di pesca è di 750; gli ami usati per il pesce spada sono delle misure 2 e 3 del tipo "gambo lungo" (8,6-7,6 cm).

Le giornate utili sono mediamente 60 all'anno (da un minimo di circa 40 ad un massimo di circa 80).

La flottiglia dei palamiti distribuisce la sua attività sulle zone di mare indicate in Fig. 2. L'intensità del colore applicato a quadrati di 1/10 di grado (circa 6x4 miglia nautiche) è proporzionale allo sforzo di pesca registrato mediamente nel periodo delle osservazioni. Si può notare che lo sforzo più intenso caratterizza l'area in cui si sovrappone l'attività delle due marinerie più importanti, cioè quelle di Imperia e di Sanremo. Da queste basi le barche saltuariamente, nel periodo giugno - luglio, si spingono a pescare fino al confine con le acque territoriali corse.

Il posizionamento geografico dell'attività quotidiana di un palamito professionale è illustrato con la mappatura degli spazi occupati dall'attrezzo di una singola barca che è stata seguita con osservazioni a bordo per una stagione completa (37 giornate) (Fig. 3). Sono indicate, oltre alle aree coperte dall'attrezzo, le rese di ciascuna cala, in termini di kg di pesce spada per unità di sforzo (1000 ami), rappresentate con diverse intensità di colore. Alcune cale hanno avuto esito nullo (colore bianco); le CPUE più importanti hanno raggiunto i Kg 550.

Complessivamente gli spazi coperti da una sola unità da pesca in una giornata e/o in una stagione risultano molto estesi.

b) Gli sbarcati: catture dei palamiti professionali in serie pluriennale.

b1) Il palamito da pesce spada.

Dal 1990 al 97 le catture per unità di sforzo (medie annuali) del pesce spada dei palamiti di Imperia (Tab. 1 e Fig. 5) hanno avuto un decorso in diminuzione nei primi tre anni, poi sono cresciute nei quattro anni successivi fino a riguadagnare i valori di partenza e risultano di nuovo in lieve diminuzione nell'ultimo

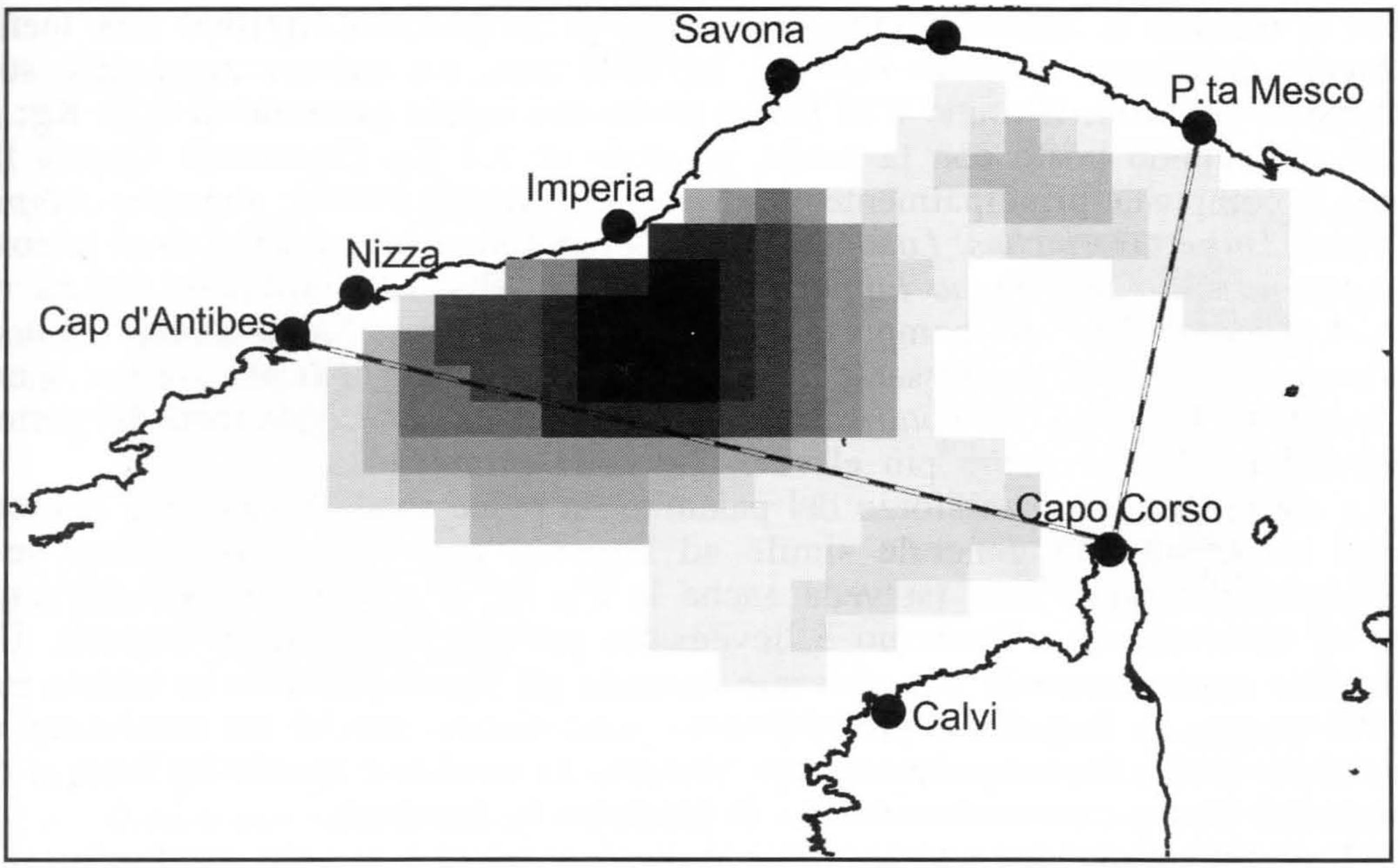



Fig. 2 - Distribuzione dell'attività di pesca professionale con palamiti di superficie per pesce spada e tonno.

*Distribution of professional longline activities addressed to swordfish and tuna.*

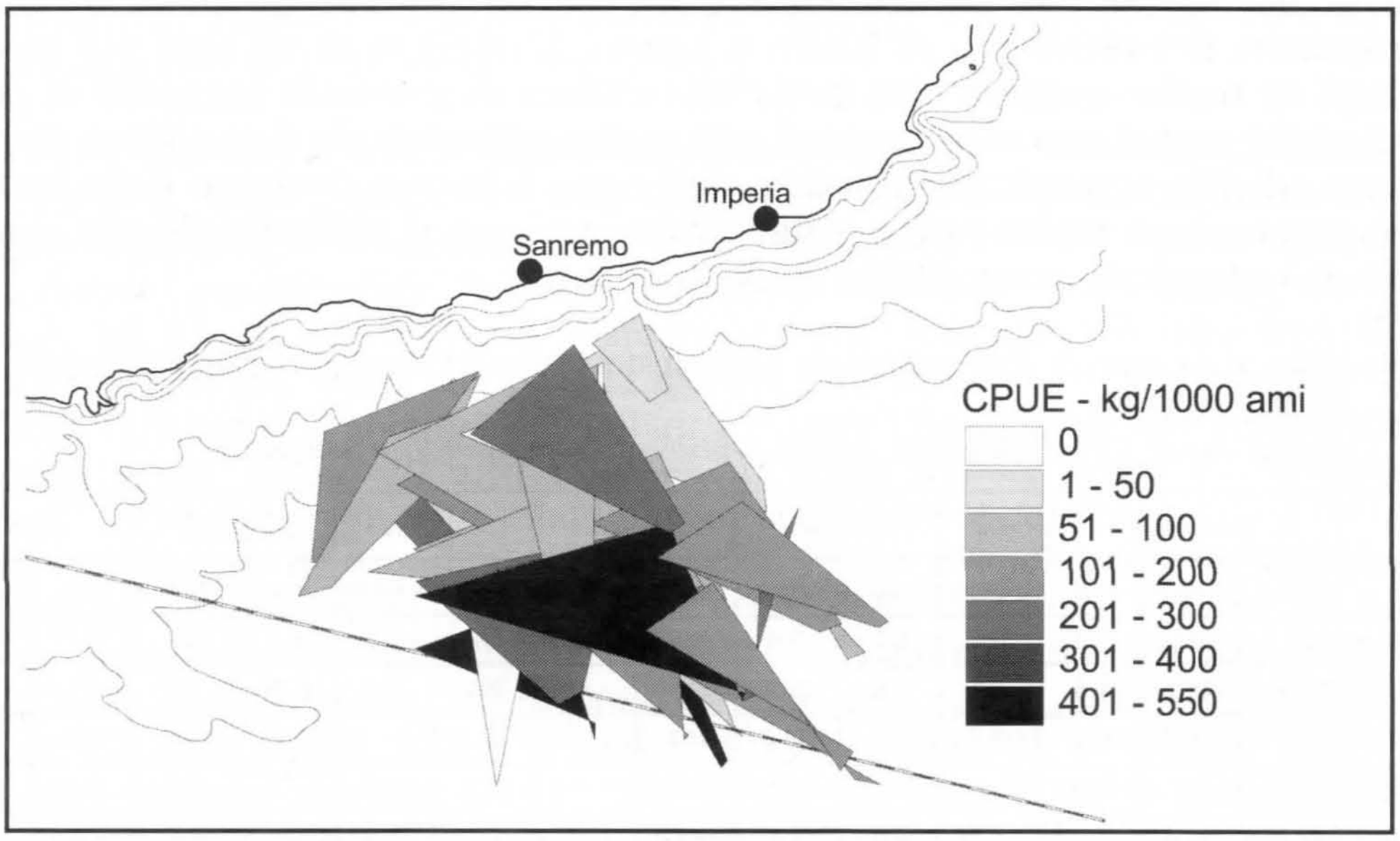



Fig. 3 - Aree occupate dal palamito di una singola barca durante una stagione di pesca. Differenti toni di grigio indicano i CPUE osservati; secondo la scala (kg/1000 ami).

*Areas of sea surface covered by the longlines operated by a single boat during a fishing season. Various shades of grey indicate the swordfish CPUE obtained in each fishing day (kg per 1000 hooks).*

anno. Il minimo e massimo sono dell'ordine di 57 e 130,7 kg/1000 ami mentre la media dell'intero periodo è 96.11 kg/1000 ami. Le catture accessorie sono nettamente inferiori: il tonno è al primo posto con media generale di 6,79 Kg; gli squali al secondo posto con la media generale di 5,4 Kg (Sanremo). Questa frazione è composta principalmente da *Prionace glauca* (95%); seguono *Alopias vulpinus, Isurus oxyrinchus, Lamna nasus* e *Carcharhinus plumbeus*. I pesci teleostei *Tetrapturus* sp., *Coryphaena hippurus* e *Brama brama,* costituiscono frazioni minori. La voce "altro" ha compreso *Polyprion americanus, Sarda sarda, Thunnus alalunga, Auxis* sp. E' interessante notare come tutte le voci indicate, (tonno, squali, *B. brama, C. hippurus, Tetrapturus* sp. e "altro") durante la seconda metà del periodo osservato mostrano catture più elevate che nella prima metà.

Le catture per unità di sforzo del palamito da pesce spada registrate a Sanremo hanno un andamento generale simile ad Imperia, con piccole differenze se si considerano i singoli anni (si veda anche la Fig.5); la media generale degli otto anni di osservazione a Sanremo è lievemente più alta di quella di Imperia. Una differenza apparentemente più rilevante riguarda gli squali. Tuttavia in questo caso il rilevamento di Imperia è probabilmente sottostimato perché un intervento del veterinario locale ha temporaneamente bloccato la vendita e questo ha fatto si che i pescatori non portassero nemmeno il prodotto in banchina.

b2) Il palamito da tonno.

Nel 1994 si è verificata una particolare abbondanza di tonni in Mar Ligure. Questo fatto ha indotto alcuni pescatori di Sanremo e di Imperia ad allestire un palamito galleggiante specifico per la cattura del tonno (ami più piccoli, cioè n°4 gambo corto" (4.5 cm), braccioli un po' più corti e meno distanziati, esca rappresentata da sardina anziché sgombro). Bisogna ricordare che questo attrezzo è usato in maniera alternativa al primo e per poche giornate all'anno, in genere in prossimità del plenilunio di luglio e agosto. L'impiego di un amo più piccolo nei mesi di luglio e agosto non porta alla cattura di giovanili (anno 0) di pesce spada perchè questi non sono presenti con taglie catturabili (la deposizione avviene appunto a luglio-agosto); gli individui dell'anno 1 invece rientrano nelle catture, ma in proporzione molto simile a quella ottenuta con il palamito ad ami grandi; inoltre le catture di pesce spada sono dimezzate.

Tab. 1 - Valori medi annuali delle catture per unità di sforzo (kg/1000 ami) dei palamiti professionali da pesce spada.

*Annual mean CPUE (kg/1000 hooks) registered from swordfish longlines.*

| | *X. gladius* | | *T. thynnus* | | *Squali* | | *Tetrapturus* | | *C. hippurus* | | *B. brama* | | *Altro* | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Imp. | S.Remo | Imp. | S.Remo | Imp. | S.Remo | Imp. | S.Remo | Imp. | S.Remo | Imp. | S.Remo | Imp. | S.Remo |
| 1990 | 127.4 | 131.4 | 1.4 | 3.2 | 0.2 | 3.6 | 0.1 | - | 0.2 | 0.9 | 0.7 | 0.2 | 0.1 | - |
| 1991 | 74.4 | 94.3 | 1.5 | 2.5 | 5.8 | 10.3 | - | - | 0.1 | 0.2 | 0.15 | 0.2 | 0.1 | - |
| 1992 | 57 | 72.7 | 0.5 | 2.7 | 1.2 | 13.8 | 0.02 | - | - | - | 0.03 | - | 0.1 | - |
| 1993 | 90.2 | 77 | 2.6 | 3.5 | - | 1.4 | 0.2 | - | 0.2 | 0.45 | - | 0.2 | 0.1 | 0.9 |
| 1994 | 87.2 | 94.5 | 3.2 | 11.1 | 3.4 | 1.7 | 0.2 | - | 0.4 | 1.1 | 0.1 | 0.3 | 0.1 | 0.9 |
| 1995 | 99 | 100.6 | 7.2 | 8 | 5.9 | 5.6 | 2 | 0.7 | 1.5 | 1.7 | 0.1 | 1.1 | 0.1 | 0.8 |
| 1996 | 130.7 | 107.6 | 23.5 | 14.6 | 6.3 | 4.2 | 0.5 | 0.9 | 0.7 | 0.05 | 0.18 | 0.1 | 0.9 | 0.4 |
| 1997 | 103 | 133.7 | 14.7 | 8.9 | 1.6 | 2.8 | 1.9 | 2.7 | 1 | 0.6 | 1.44 | 0.3 | 0.3 | 0.4 |
| Media Totale | 96.1 | 101.5 | 6.8 | 6.8 | 3 | 5.4 | 0.6 | 0.5 | 0.5 | 0.6 | 0.3 | 0.3 | 0.2 | 0.4 |

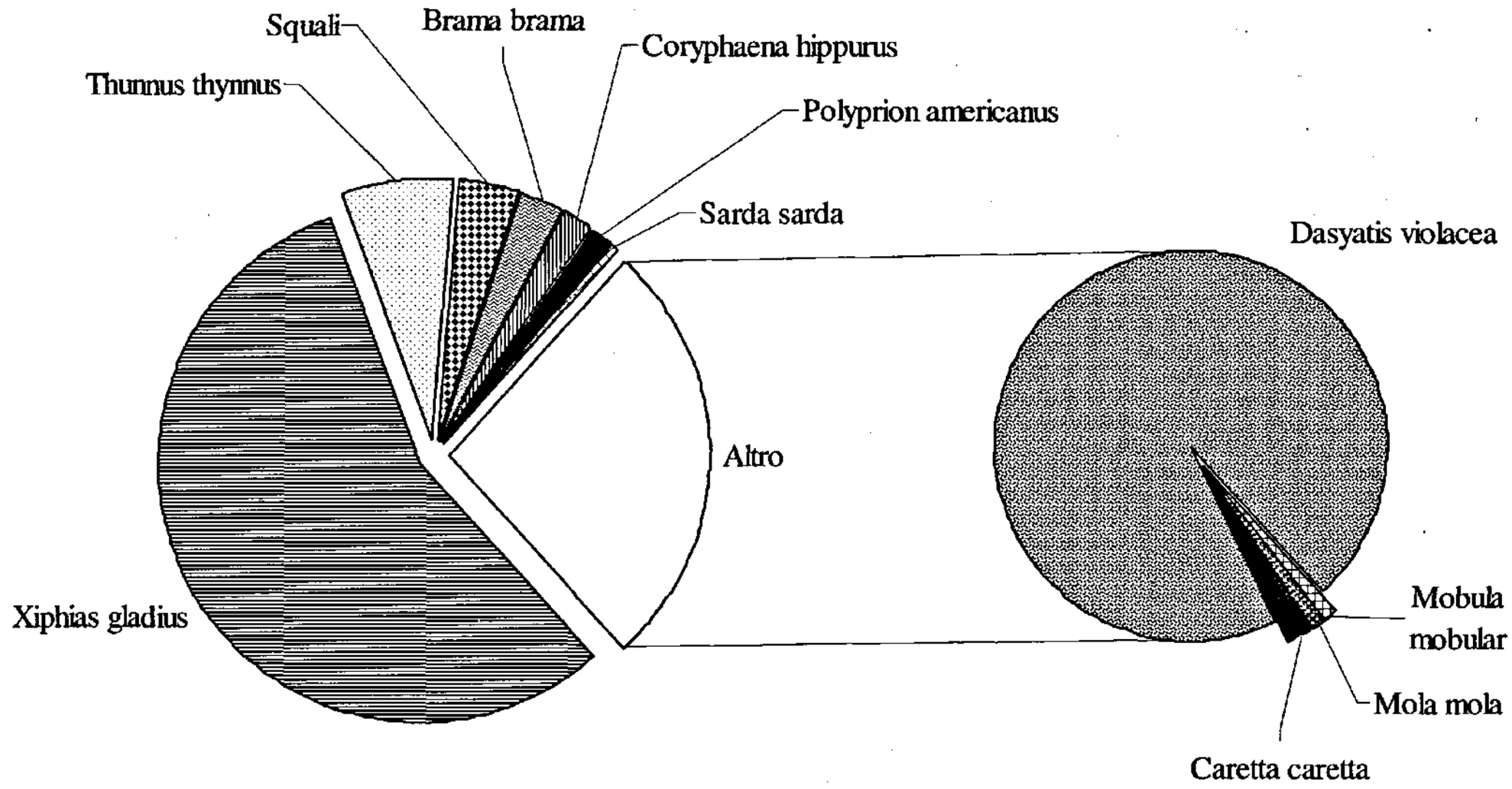



Fig. 4 - Catture con palamiti osservate a bordo (334 individui catturati con 36450 ami). La porzione altro, in dettaglio a destra, mostra le catture accidentali, incluse le specie protette.

*Longlines catches observed on board (N of specimens 334 per 36450 hooks). The sector other, detailed on the right, shows accidental catches, including protected species.*

Le CPUE annuali medie di questo attrezzo sono illustrate in Fig. 5 e Tab. 2. Il tonno è naturalmente la voce principale con 268.2 kg. Seguono pesce spada (50.6 kg), *B. brama* (5.3 kg), *T. alalunga* (4.4 kg) e *C. hippurus* (1.35 kg). Gli squali passano al sesto posto con 1.1 kg.

c) Osservazioni a bordo sulle consuetudini di pesca e sulle catture accidentali.

Una volta tratti a bordo, gli individui di interesse commerciale subiscono una preparazione diversa a seconda della specie di appartenenza. Il pesce spada viene eviscerato e generalmente, ma non sempre, privato delle branchie. Il tonno, fino a circa 25 kg, di norma viene sbarcato integro; solo quando raggiunge dimensioni ragguardevoli, dopo una piccola incisione all'altezza dell'ano, vengono estratti i visceri attraverso le aperture opercolari. I rostrati (*Tetrapturus* sp.) vengono trattati come il pesce spada; gli altri teleostei di taglia minore come *C. hippurus*, *B. brama*, *A. rochei* e gli altri tunnidi ecc. sono conservati integri.

Il trattamento degli squali varia con la specie e anche con la marineria. *P. glauca* ad Imperia viene privata della testa, della coda, dei visceri, di tutte le pinne, della pelle ed infine tagliata a pezzi; a Sanremo viene privata della testa, della coda e delle pinne. *A. vulpinus* privato dei visceri e della coda. Normalmente gli altri squali, come il mako, vengono sbarcati eviscerati. Di *Mobula mobular,* vengono sbarcate solo le "ali" e solo nel caso in cui la giornata di pesca sia stata poco redditizia; altrimenti viene abbandonata in mare viva o morta.

Il complesso del prodotto commerciale e delle catture accidentali osservate a bordo è illustrato in Fig.4, in termini di numero di individui catturati (N tot. 334 per 36450 ami). L'attrezzo ha presentato una buona selettività: il pesce spada (N=187) costituiva il 56% degli individui catturati e il prodotto commerciale totale, che include 24 tonni e 12 squali, il 73.3%

Tab. 2 - Valori medi annuali delle catture per unità di sforzo (kg/1000 ami) dei palamiti professionali da tonno.
*Annual mean CPUE (kg/1000 hooks) registered from tuna longlines.*

| | *T. thynnus* | *X. gladius* | *B. Brama* | *T. alalunga* | *C. hippurus* | Squali | Altro |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1994 | 401.2 | 33 | 12 | - | - | - | - |
| 1995 | 165.5 | 85.7 | - | 3.5 | 4.5 | 1 | - |
| 1996 | 260 | 40.8 | 1.6 | 12.2 | 0.2 | 2.6 | - |
| 1997 | 246 | 43.1 | 7.5 | 2 | 0.7 | 0.8 | 0.4 |
| Media Totale | 268.2 | 50.6 | 5.3 | 4.4 | 1.35 | 1.1 | 0.1 |

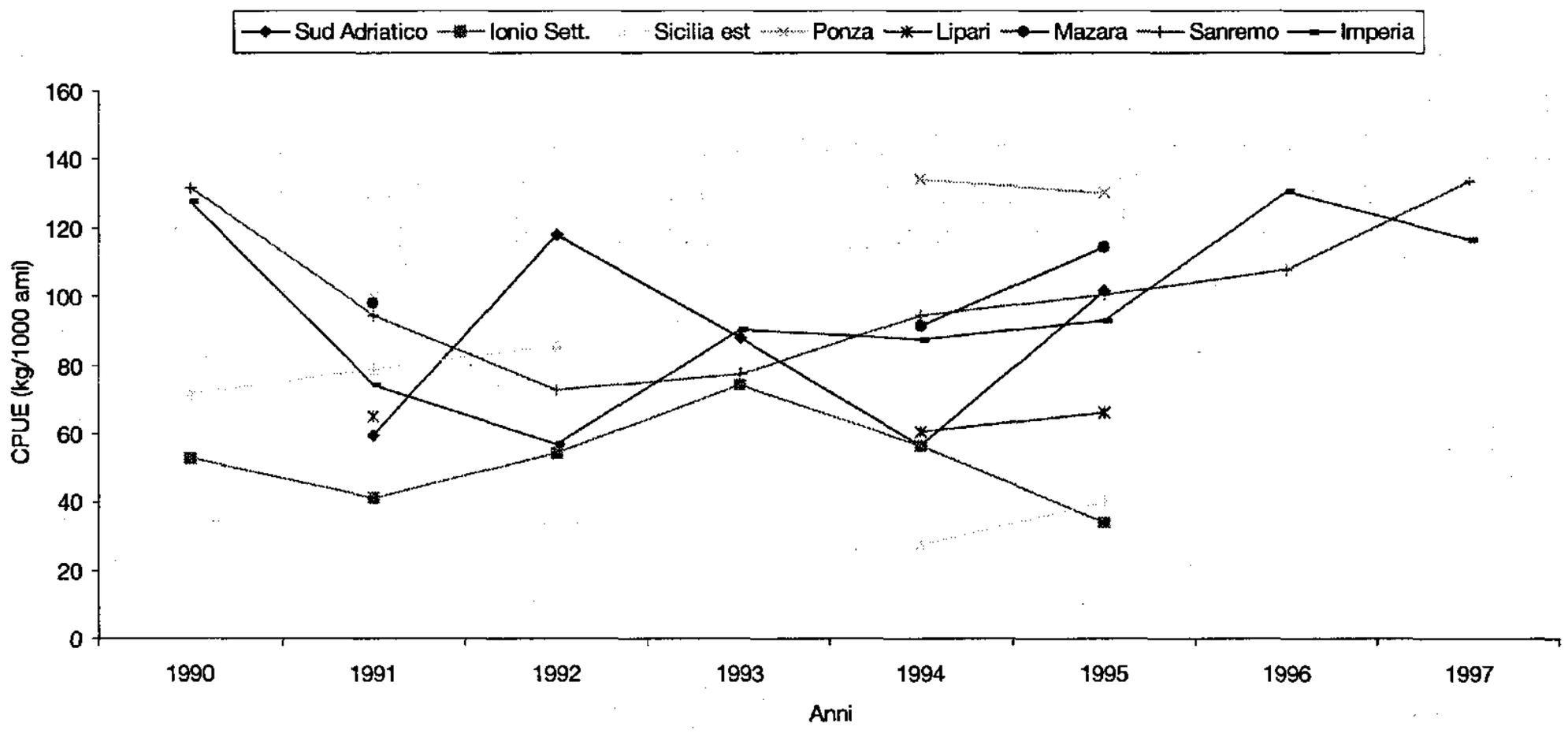



Fig. 5 - Catture per unità di sforzo dei palamiti da pesce spada nei mari italiani.
*CPUE of swordfish longlines in the Italian seas.*

Le catture accidentali (N=89) sono risultate per la maggior parte costituite da *Dasyatis violacea* (N=85). Il rimanente è formato da due individui di *Caretta caretta*, da un pesce luna (*Mola mola*) e da una *M. mobular.*

*D. violacea* viene rapidamente eliminata: purtroppo per questa specie il recupero dell'amo con uno strappo violento in genere porta al rilascio di individui privi delle arcate mandibolari. Nei due casi di catture di tartarughe, dopo il taglio del bracciolo, ricercatori e pescatori si sono adoperati per liberare l'individuo anche dall'amo; mobula e mola sono state rilasciate vive dopo il taglio del bracciolo.

La presenza di grande fauna pelagica in prossimità degli attrezzi in pesca è stato importante: sono stati censiti 549 individui, quasi interamente rappresentati da Cetacei. *Stenella coeruleoalba* figura al primo posto (N=504), seguono *Balaenoptera physalus* (N=24), *Globicephala melas* (N=12), *Tursiops truncatus* (N=3) e *Grampus griseus* (N=1). Seguono inoltre C. *caretta* (N=3) e *M. mobular* (N=1).

## Discussione

I valori di CPUE registrati nell'area del Santuario mostrano fluttuazioni importanti nel periodo di studio. Per il pesce spada l'andamento delle CPUE è abbastanza simile a quello delle catture totali del Mediterraneo. Infatti, secondo le statistiche raccolte dall'ICCAT e dalla FAO, il 1988 segnò il massimo assoluto delle catture, a cui seguì una rapida discesa nel 1989, 1990 e 1991 e poi una lenta ripresa a partire dal 1992 (Fiorentini *et al.*, 1997).

Il picco del 1988 coincide con la diffusione massima delle reti derivanti pelagiche e il successivo crollo delle catture sembra dovuto ad eccessivo sfruttamento. Le reti derivanti pelagiche italiane furono in parte frenate da effimeri provvedimenti di legge dell'estate 1990; su quelli più duraturi riguardanti il Santuario Pelagico del Mar Ligure si è detto nell'introduzione.

Rispetto alle CPUE registrate contemporaneamente negli altri mari italiani dalle Unità Operative che studiano la pesca dei grandi pelagici (Fig. 5) i valori del Mar Ligure sono buoni e in tendenza positiva. Lo stesso si può affermare di quelli di tutte le catture accessorie. Riteniamo che questo generalizzato miglioramento delle rese dei palamiti professionali, sia dovuto ai provvedimenti di tutela che di fatto a partire dal 1992 hanno bloccato le reti derivanti pelagiche nell'area del Santuario. Si tratterebbe dell'eliminazione di interferenze tra attrezzi, oltre che di un recupero in senso biologico, quest'ultimo reso possibile soprattutto dalla velocità di acccrescimento del pesce spada, il principale bersaglio dell'attività di pesca.

L'impatto dei palamiti galleggianti sulle specie protette è trascurabile se confrontato con quello delle reti derivanti. Dalle osservazioni a bordo risulta che la biomassa catturata inutilmente (cioè uccisa e rigettata) si limita a *D. violacea* e a qualche *M. mobular* e *M. mola*, anche se le acque interessate dalle operazioni di pesca sono particolarmente ricche di Cetacei. Al contrario una specifica ricerca sull'impatto delle reti derivanti condotta in Mar Ligure con osservatori a bordo delle unità spadare, ha mostrato un numero di catture accidentali impressionante per biomassa (Di Natale *et al.*, 1992): in 35 operazioni di pesca, per 144 individui di pesce spada (biomassa stimata kg 3980) sono stati uccisi ed abbandonati in mare uno squalo elefante, uno Zifio, un Globicefalo, 8 Stenelle, una *D. violacea*, 8 *M. mobular*, 2 tartarughe e 177 *M. mola*, senza contare ovviamente le catture di selaci (volpe, verdesca) che localmente rappresentano voci commerciali.

Una volta eliminate le reti spadare, ci si può chiedere se la pesca in assoluto possa essere consentita nel Santuario e se essa ai fini della conservazione non rappresenti un danno.

Certamente i palamiti rimuovono dei predatori di vertice, teleostei e squali e tra questi ultimi vi possono essere specie rare a bassa fecondità. Questa ricerca mostra che col palamito da pesce spada la proporzione tra pesce spada e squali è risultata di 20:1 e, col palamito da tonno, la proporzione tonno/squali di 244:1. Complessivamente gli squali catturati dai palamiti in ciascuna stagione di pesca nel Santuario pelagico si possono stimare pari a circa 5 tonnellate. Di queste, nel periodo studiato, il 95% in numero è risultato formato da *P. glauca*; il ruolo di questo squalo nell'ecosistema è, per quanto si può dedurre dai contenuti gastrici, quello di un consumatore di carogne che spazia dai mammiferi ai cefalopodi (Orsi Relini *et al.*, 1994 a). E' inoltre specie relativamente feconda (Compagno, 1994), capace delle più estese migrazioni registrate tra gli squali, oltre 6000 km (Autori Vari, 1986), e presente con cospicue fluttuazioni in numero e taglia in anni consecutivi (De Metrio *et al.*, 1984). Per il Mar Ligure questa specie rappresenta

una voce commerciale che viene subito dopo il pesce spada come prezzo unitario e che può dare un certo ricavo in limitati momenti stagionali. Gli squali pelagici che sono predatori di vertice sono gli Isuridi e in misura minore *A. vulpinus* e *C. plumbeus*, peraltro molto rari. L'incidenza delle catture dei palamiti (numeri annui minimi) sulle popolazioni di queste specie è difficile da valutare, per l'esiguità dei dati disponibili. Inoltre i palamiti non sono costruiti per catturare squali.

Complessivamente non ci sembra che l'eliminazione della pesca professionale con i palamiti galleggianti, a parte ogni implicazione socioeconomica, sia un provvedimento utile per l'economia del Santuario: non bisogna dimenticare che il monitoraggio dei grandi pelagici fin qui riferito e il suo proseguimento in più significative serie storiche di dati nel futuro, ha come base indispensabile questa attività. A nostro parere in un futuro parco marino del largo, la pesca coi palamiti galleggianti potrebbe essere esercitata dai professionisti residenti, nel contesto di un sistema di licenze a numero chiuso.

**Summary**

The Ligurian Sea (Western Mediterranean), for its oceanographic and biological peculiarities, is known to be an area of great naturalistic interest. The presence of Cetaceans and other pelagic fauna suggested the Italian government to establish in 1990 a "Cetacean Sanctuary" (enforced in 1992), in an area included between Cap d'Antibes, Cap Corse and Punta Mesco, where driftnets were totally banned.

Since 1990, the O.U. of the Institute of Zoology of the University of Genoa monitored the professional pelagic fishery targeted to swordfish, tuna and other pelagic fish in this protected area.

Longlines professional fleet is composed by 20 fishing vessel, 50% of which are concentrated in the Western part of the area. Landings were recorded at the two main landing harbours: Sanremo, which was monitored daily, and Imperia, monitored 3-8 times per month, depending on the meteorological conditions and fishing effort. Total catches, CPUEs and size composition of the fished stock both for tunas and swordfish were assessed. In general the CPUEs values showed a negative trend during the period 1990-1992; after they started rising, till 1997. In comparison with other areas of the Mediterranean Sea, CPUE of the Ligurian Sea resulted to be good.

Other aspects of the fishing activities were recorded directly onboard, such as geographic georeferentiation of the fishing operations, monitoring the discarded species, biological sampling and registering the megafauna present in the fished areas (cetaceans, turtles, sharks, etc.).

Catches belonged quite totally to commercial species; the only species caught in great number and discarded was the pelagic stingray, *Dasyatis violacea*; other occasional discards were *Mola mola* and *Mobula mobular*.

The catch of protected species by longline resulted rare: two specimens of the loggerhead turtle *Caretta caretta*, in front of an effort of 36450 hooks; no effect was observed on numerous cetaceans present in the area.

Also about sharks (considered commercial product in the area), catches were in low proportion in comparison with the total catches of swordfish and tunas.

In conclusion, the professional fishing activity with longline, carried out with the actual semiartisanal characteristics and limited to the resident fishermen, could be compatible with the existence of the pelagic protected area.

**Bibliografia**

AUTORI VARI (1986) - *Sharks, silent hunters of the deep.* Reader's Digest Services: 208 pp.

CAVALLARO G., MANGANARO A., POTOSCHI A., CEFALI A., LO DUCA G. (1996) - Distribuzione degli stocks di pescespada, tonno, alalunga, palamita e biso nel Mediterraneo tramite l'analisi del pescato delle marinerie della costa ionica siciliana. Dipartimento di Bio-

logia Animale ed Ecologia Marina, Università di Messina. *Rapporto del periodo 1994-1996 al Ministero delle Risorse Agricole Alimentari e Forestali, D.G. Pesca*: 55 pp.

COMPAGNO L.Y.V. (1984) - Sharks of the world. FAO species catalog **4** (part 1 + 2): 655 pp.

DE METRIO G., PETROSINO G., MONTANARO C., MATARRESE A., LENTI M., CECERE E. (1984) - Survey on summer-autumn population of Prionace glauca L. (Pisces, Chondrichthyes) in the gulf of Taranto (Italy) during the four year period 1978-1981 and its incidence in sword-fish (*Xiphias gladius* L.) and albacore (*Thunnus alalunga* (Bonn)) fishing. *Oebalia,* **10**: 105-116.

DE METRIO G., SION L., CACUCCI M. (1996) - Biologia e pesca dei grandi pelagici (*Xiphias gladius* L. e *Thunnus alalunga* Bonn., *Thunnus thynnus* L., *Sarda sarda* Bloch, *Auxis rochei* Risso) nello Ionio Settentrionale. Dipartimento di Produzione Animale, Università di Bari. *Rapporto del periodo 1994-1995 al Ministero delle Risorse Agricole Alimentari e Forestali, D.G. Pesca*: 75 pp.

DI NATALE A., LABANCHI L., MANGANO A., MAURIZI A., MONTALDO L., MONTEBELLO O., NAVARRA E., PEDERZOLI A., .PINCA S., PLACENTI V., SCHIMMENTI G., SIENI E., TORCHIA G., VALASTRO M. (1992) - Gli attrezzi pelagici derivanti utilizzati per la cattura del pescespada (*Xiphias gladius*) adulto: valutazione comparata della funzionalità, della capacità di cattura, dell'impatto globale e della economia dei sistemi e della riconversione. *Aquastudio: Rapporto al Ministero delle Marina Mercantile*: 349 pp.

DI NATALE A., MANGANO A., NAVARRA E., VALASTRO M. (1996) - Osservazioni sulla pesca dei grandi Scombroidei nei bacini tirrenici e nello stretto di Messina. Aquastudio. *Rapporto del 3° Piano Triennale al Ministero delle Risorse Agricole Alimentari e Forestali, D.G. Pesca:* 379 pp.

FIORENTINI L., CADDY J.F., DE LEIVA J.I. (1997 - Long and short-term trends of Mediterranean fishery resources. *Studies and reviews. General Fisheries Council for the Mediterranean.* Rome, FAO, **69**: 72 pp.

MARANO G., DE ZIO V., DE RUGGIERI P., LOCAPUTO S., BARBARITO P., PASTORELLI A., ROSITANI L., MASELLI E., SGOBBA A., MARZOCCA A. (1996) - Valutazione sull'entità, la composizione strutturale e la dinamica biologica degli stock dei grandi Scombroidei (*Xiphias gladius* L. e *Thunnus alalunga* Bonn.) nel Basso Adriatico. Laboratorio di Biologia Marina di Bari. *Rapporto del periodo 1994 – 1996 al Ministero delle Risorse Agricole Alimentari e Forestali, D.G. Pesca*: 50 pp.

NOTARBARTOLO G., AUSENDA F., ORSI RELINI L. e RELINI G. (1992) - Una proposta di gestione dell'ambiente pelagico: la riserva della Biosfera nel bacino Corso-Ligure-Provenzale. *Oebalia,* **17** (2) (Suppl.): 517-521.

ORSI RELINI L., RELINI G., CIMA C., FIORENTINO F., PALANDRI G., RELINI M., TORCHIA G. (1992 a) - Una zona di tutela biologica ed un parco pelagico per i cetacei del Mar Ligure. *Boll. Mus. Ist. biol. Univ. Genova*, **56-57**: 247-281.

ORSI RELINI L., CIMA C., PALANDRI G., TARTAGLIA M.P. (1992 b) - A summer large scale distribution of pelagic shrimps in the Liguro-Provençal Basin. *Rapp. Comm. int. Mer Médit.*, **33**: 264.

ORSI RELINI L., GARIBALDI F., PALANDRI G., CIMA C. (1994 a) - La comunità mesopelagica e i predatori "di superficie". *Biol. Mar. Medit.* **1**: 105 - 112.

ORSI RELINI L., RELINI G., CIMA C., PALANDRI G., RELINI M., TORCHIA G. (1994 b) - *Meganyctiphanes norvegica* and fin whales in the Ligurian Sea: new seasonal patterns. *European Research on Cetaceans*, **8**: 179- 182.

ORSI RELINI L., RELINI G., PALANDRI G., RELINI M., GARIBALDI F., CIMA C., TORCHIA G., COSTA C. (1998) - *Meganyctiphanes norvegica* (Crustacea, Euphausiacea) in the Ligurian- Provençal basin: notes on population size structures and growth. *Rapp. Comm. Int. Mer Médit.*, **35**: 474-475.

POTOSCHI A., CAVALLARO G., STURIALE P., LO DUCA G. (1992) - Valutazione degli stocks di pesce spada, tonno ed alalunga nel Mar Ionio relativamente alle marinerie siciliane. *Rapporto del periodo 1990 - 1992 al Ministero delle Marina Mercantile*: 125 pp.

RELINI G., ORSI RELINI L., CIMA C., FASCIANA C., FIORENTINO F., PALANDRI G., RELINI M., TARTAGLIA M.P., TORCHIA G., ZAMBONI A. (1992) - Macroplancton, *Meganyctiphanes norvegica* and *Balaenoptera physalus* along some transects in the Ligurian Sea. *European Research on Cetacean,* **6**: 134 - 137.

Biol. Mar. Medit. (1999), 6 (1): 110-118

L. Scalera Liaci, M. Mercurio, F. Palladino, S. Massari, G. Corriero

Dipartimento di Zoologia dell'Università di Bari, Via Orabona 4 - 70126 Bari, Italia.

# L'ALLEVAMENTO DI SPUGNE COMMERCIALI NELLA RISERVA MARINA DI PORTO CESAREO (LE)

# *THE FARMING OF MEDITERRANEAN COMMERCIAL SPONGES IN THE MARINE RESERVE OF PORTO CESAREO (LE)*

***Abstract***

*A methodology to breed Mediterranean commercial sponges on horizontal and vertical ropes is described. In addition, the mortality and growth rates of 535 cuttings of* Spongia officinalis *var.* adriatica *(Porifera, Demospongiae) cultured for one year in the marine reserve of Porto Cesareo (west Apulia, Ionian Sea) are given.*

***Key-words:*** *Commercial sponges, Sponge culture, Marine reserves, Ionian Sea.*

## Introduzione

Da tempi immemorabili il Mediterraneo è sede di una intensa attività di sfruttamento di spugne commerciali. L'eccessivo ed incontrollato sforzo di pesca (Gaino e Pronzato, 1992; Gaino *et al.*, 1994) unitamente ad una recente vasta epidemia (Gaino e Pronzato, 1989; Gaino *et al.*, 1992; Vacelet *et al.*, 1994), hanno praticamente determinato la scomparsa di questa risorsa dal bacino orientale del Mediterraneo e da gran parte delle sue coste africane (Vacelet, 1990; Ben Mustapha et Vacelet, 1991; Vacelet, 1991; Pronzato e Gaino, 1991).

Nonostante l'importanza economica ed il consistente rischio di estinzione, i tentativi di allevamento di spugne commerciali nell'area mediterranea sono stati fino ad oggi sporadici e, per lo più, coronati da scarso successo a causa di atti di vandalismo che hanno portato al danneggiamento o alla distruzione degli impianti messi in opera (Schmidt, 1862; Moore, 1910; Dubois, 1914).

L'unica esperienza di un certo rilievo, condotta nello scorso decennio da ricercatori francesi presso la zona di Marsiglia, ha portato alla realizzazione di una serie di piccoli impianti sperimentali costituiti da fili di nylon distesi verticalmente e posti in immersione per tre anni. I risultati di questa ricerca hanno evidenziato come le più comuni spugne commerciali mediterranee, *Spongia officinalis* e *S. agaricina*, costituiscano un interessante materiale di lavoro per lo sviluppo di tecniche di acquacoltura (Verdenal, 1986; Verdenal et Verdenal, 1987; Verdenal and Vacelet, 1990).

In questo lavoro vengono descritte le metodologie adottate per l'allestimento di un impianto di spongicoltura in un'area soggetta a vincoli di tutela: la Riserva Marina di Porto Cesareo (LE). Inoltre vengono riportati i dati sul tasso di mortalità e di accrescimento di un primo lotto di 535 frammenti di *Spongia officinalis* var. *adriatica* (Schmidt) posti da un anno in coltura.

Il presente lavoro si inquadra in un progetto di ricerca di durata triennale i cui obiettivi finali consistono nella: 1) valutazione del tempo necessario al raggiungimento della taglia commerciale e dei costi legati alla realizzazione e manutenzione degli impianti; 2) verifica della riproducibilità delle metodologie

sperimentate in differenti aree costiere; 3) sperimentazione di tecniche per la reintroduzione delle specie allevate in ambiente naturale.

## Materiali e metodi

### *Metodologie adottate per l'allevamento delle spugne commerciali*

E' stata prescelta per l'allevamento un'area dall'estensione di circa 4 ettari, avente una profondità media di 30 metri, le cui coordinate (i quattro punti di vertice dell'area) sono le seguenti:

17°52'50"E - 40°15'18"N / 17°52'40"E - 40°15'21"N
17°52'21"E - 40°15'16"N / 17°52'32"E - 40°15'06"N

L'area risulta esposta ai venti del quadrante meridionale e soggetta ad un regime di correnti poco intense che si annullano quasi completamente sul fondo.

Le spugne utilizzate per l'allestimento degli impianti sono state prelevate da aree limitrofe al sito di allevamento; da ogni esemplare è stata asportata solo la porzione superiore, in modo da lasciare in sito la parte basale a partire dalla quale può rigenerarsi una nuova spugna. Dopo il prelievo, ogni esemplare è stato misurato (lato maggiore, lato minore ed altezza), pesato (peso umido) e tagliato in frammenti secondo tre tipologie dimensionali dal peso medio di circa 20, 40 e 60 grammi. I frammenti sono stati posizionati a 20 cm di distanza l'uno dall'altro lungo fili di nylon opportunamente etichettati; tali fili sono stati a loro volta distesi all'interno di cornici rettangolari (200x120 cm) costruite con tubi in PVC di 32 mm di diametro, portanti ognuna 45 frammenti di spugna. Successivamente, parte delle cornici realizzate sono state inserite, in posizione verticale, su strutture costituite da una coppia di sagole distese tra un corpo morto posizionato sul fondo e una serie di galleggianti (Fig. 1A). Le rimanenti cornici, dotate di piedi in PVC di circa 70 cm di lunghezza, sono state dislocate orizzontalmente su fondali incoerenti ed ancorate mediante corpi morti (Fig. 1B).

Nell'Aprile del 1997, sono stati raccolti 33 esemplari di *Spongia officinalis* var. *adriatica* da cui sono stati ricavati: 234 frammenti dal peso medio (peso umido) pari a 22,1±3,7 g; 207 frammenti dal peso medio di 35,2±4,3 g; 94 frammenti dal peso medio di 57,2±7 g. Quattrocentocinque di questi frammenti sono stati posti in coltura su 9 cornici disposte verticalmente in diverse fasce batimetriche (-28 m, -23 m e -18 m rispettivamente), allo scopo di valutare l'influenza delle variazioni dei parametri ambientali (luminosità, idrodinamismo, ecc.) sul tasso di mortalità e di accrescimento dei frammenti impiantati. I rimanenti 125 sono stati posti in coltura su 3 cornici posizionate orizzontalmente su un fondale incoerente alla profondità di -30 metri.

Il tasso di mortalità dei frammenti impiantati è stato stimato, in immersione, con frequenza trimestrale, contando i frammenti viventi (in cui la componente scheletrica appariva completamente o parzialmente rivestita da tessuto) presenti in ogni struttura.

La stima del tasso di accrescimento è stata effettuata con frequenza trimestrale mediante prelievo in immersione di circa il 10% dei frammenti impiantati; questi venivano pesati immediatamente dopo la raccolta, e l'accrescimento veniva valutato come differenza tra il peso umido registrato al momento dell'impianto ed il peso umido al prelievo.

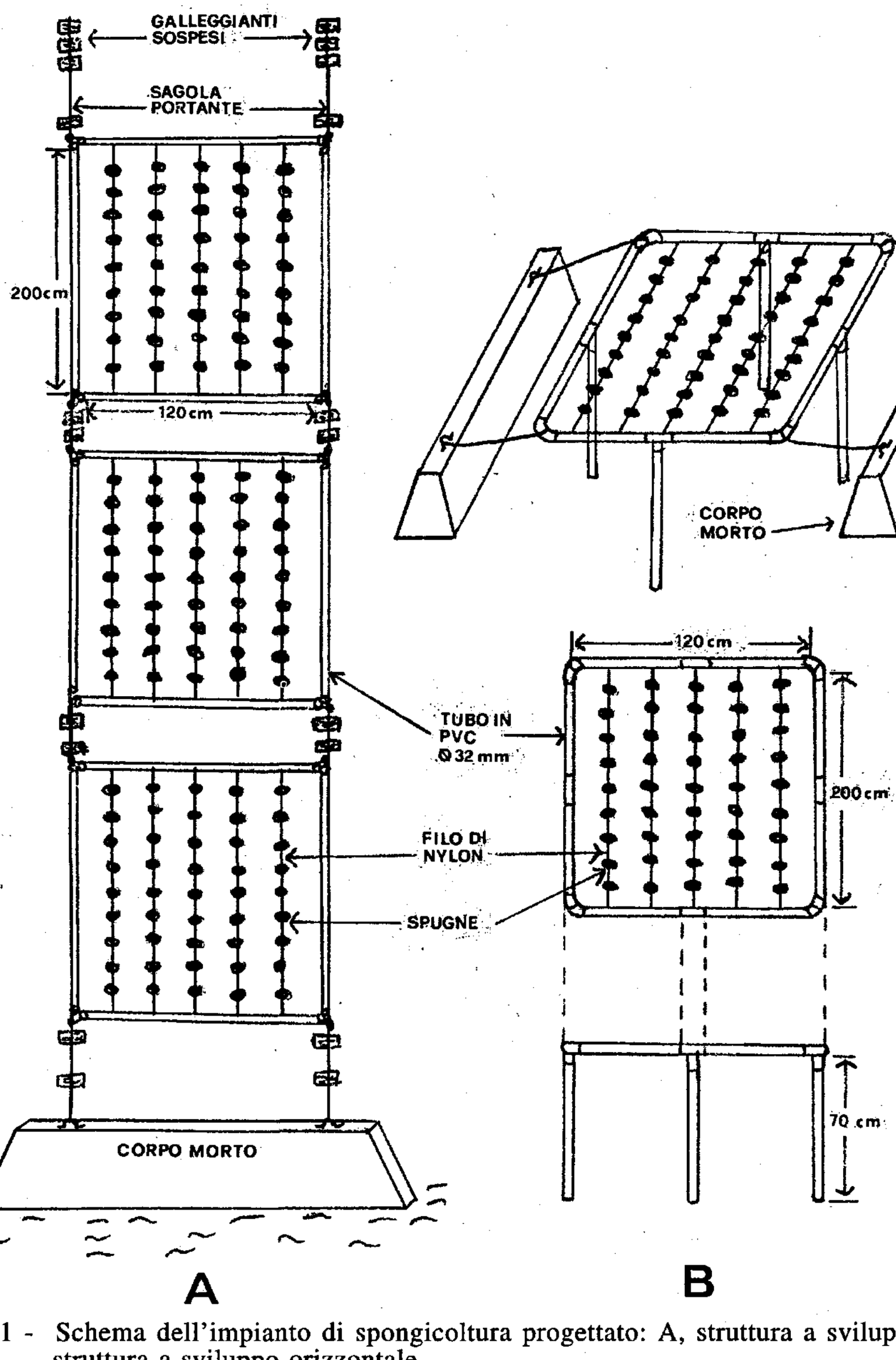



Fig. 1 - Schema dell'impianto di spongicoltura progettato: A, struttura a sviluppo verticale; B, struttura a sviluppo orizzontale

*The sponge colture plant: A, vertical structure; B, horizontal structure.*

## Risultati

### *Stato dell'impianto messo in opera*

Le strutture a sviluppo verticale, dislocate lungo la colonna d'acqua, hanno mostrato una buona resistenza all'impatto delle mareggiate. Tali strutture, infatti, il cui limite batimetrico superiore è localizzato a -14 metri (le cornici più superficiali sono poste tra -18 e -16 metri, i galleggianti tra -15 e -14 metri)

non hanno subito danneggiamenti neanche durante le mareggiate di eccezionale violenza che si sono verificate nell'inverno del 1998. Le strutture a sviluppo orizzontale, poste sul fondo, sono risultate perfettamente stabili in rapporto all'azione delle deboli correnti che interessano quest'area.

Sia le strutture verticali che quelle orizzontali hanno evidenziato lo sviluppo di comunità del fouling particolarmente esuberanti con una marcata dominanza di organismi filtratori. In particolare, a distanza di un anno dall'impianto, su tutte le cornici poste tra -30 e -18 metri, è stata osservata la presenza di un ricco popolamento di ostriche (*Ostrea edulis*) la cui biomassa oscillava tra 1 e 1.5 Kg per metro lineare di substrato. Sulle cornici verticali, tra 18 e 14 metri di profondità, i popolamenti ad ostriche erano parzialmente sostituiti da mitili (*Mytilus galloprovincialis*) le cui biomasse potevano superare i 2 Kg per metro lineare di substrato. I mitili sono stati in grado di insediarsi anche sulle sagole (con bassi valori di biomassa) e sui galleggianti posizionati lungo le sagole (con biomasse molto elevate) tanto da rendere a volte necessaria la sostituzione degli stessi.

Va rilevato infine come, nonostante il regime di tutela di cui dovrebbe godere la Riserva Marina di Porto Cesareo, sia gli impianti a sviluppo orizzontale che quelli a sviluppo verticale abbiano subito lievi danneggiamenti provocati dalle reti da posta o dalle lenze calate dai numerosi diportisti che pescano in questa zona.

*Dati preliminari relativi all'allevamento di* Spongia officinalis *var.* adriatica

Il tasso di mortalità dei frammenti posti in coltura è risultato maggiore nelle strutture a sviluppo verticale dove, in particolare, sono stati osservati due incrementi a 3 e a 9 mesi dall'impianto (Luglio 1997 e Gennaio 1998): il primo, pari all'11,17%, è stato causato dal distacco di frammenti di spugna appena impiantati, per lo sfregamento degli stessi sul filo di nylon nel punto "di cucitura"; il secondo picco di mortalità (10,42%) è invece in larga misura da attribuire alla morte di buona parte dei frammenti ottenuti dal taglio di due spugne. Non sono state osservate differenze del tasso di mortalità tra i frammenti posti a diverse fasce batimetriche.

Le strutture a sviluppo orizzontale hanno mostrato, nei primi 9 mesi di impianto, un tasso di mortalità pressocché costante e inferiore al 2% (Fig. 2);

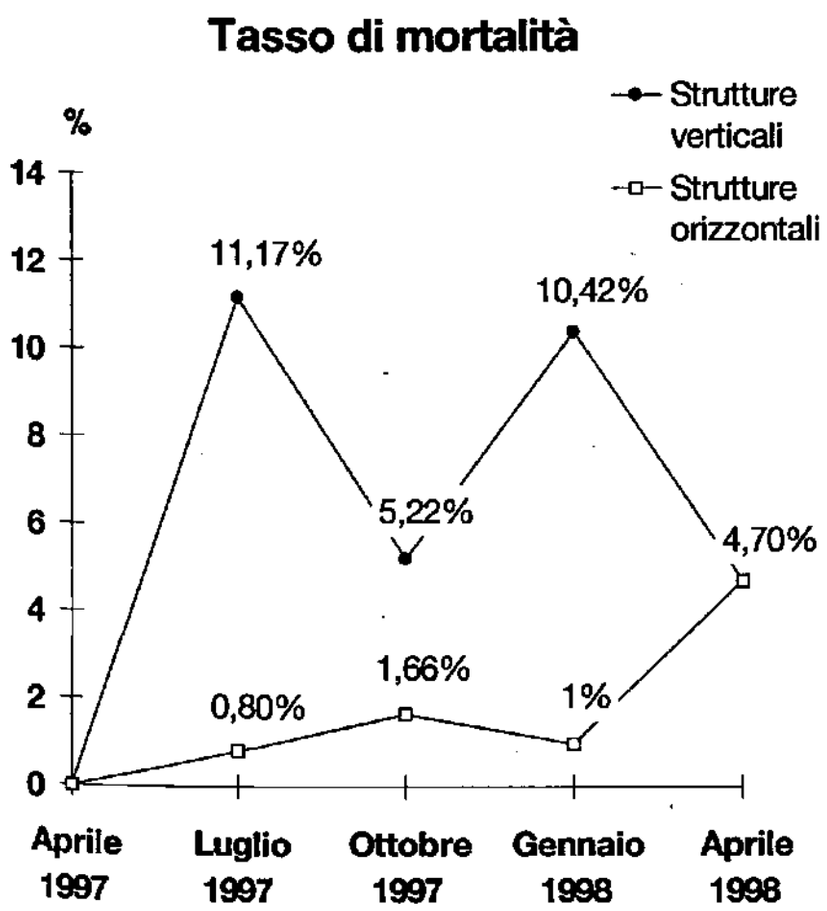



Fig. 2 - Porto Cesareo: valori medi del tasso di mortalità (espressi in percentuale) dei frammenti di *S. officinalis* var. *adriatica* posti in coltura nelle strutture a sviluppo verticale ed orizzontale.

*Porto Cesareo: mortality rates (percent mean values) of* S. officinalis *var.* adriatica *cuttings in vertical and horizontal structures.*

a 12 mesi, tuttavia, la mortalità ha mostrato un brusco incremento (4,7%) causato dal parziale danneggiamento di due cornici ad opera di una rete da posta calata sulle stesse.

Il tasso di accrescimento dei frammenti posti in coltura è risultato, ad un anno di distanza dall'impianto, pari al 50,33%. In generale, durante i primi 9 mesi la velocità di accrescimento ha mostrato un andamento simile sia nelle strutture a sviluppo verticale che in quelle a sviluppo orizzontale (Fig. 3).




Fig. 3 - Porto Cesareo: valori medi del tasso di accrescimento (espressi in percentuale) dei frammenti di *S. officinalis* var. *adriatica* posti in coltura nelle strutture a sviluppo verticale ed orizzontale.

*Porto Cesareo: growth rates (percent mean values) of* S. officinalis *var.* adriatica *cuttings in vertical and horizontal structures.*

Nell'ultimo trimestre, invece, (Gennaio-Aprile 1998) mentre i frammenti posti nelle strutture a sviluppo verticale hanno mostrato un netto incremento del tasso di accrescimento (dal 41,97% al 67,43%), quelli posti nelle strutture a sviluppo orizzontale hanno evidenziato un lieve decremento della crescita (dal 41,27% al 33,25%). L'analisi delle distribuzioni in classi di accrescimento ha evidenziato come già a 6 mesi dall'impianto, i singoli frammenti di spugna siano caratterizzati da una marcata variabilità nella crescita (Fig. 4). Infatti, mentre alcuni mostravano un incremento prossimo al 60% del peso iniziale, altri presentavano incrementi di crescita molto bassi o addirittura negativi. La perdita di peso era conseguenza di fenomeni di necrosi del tessuto periferico della spugna, generalmente localizzati in prossimità della superficie di taglio. Ad un anno dalla messa in coltura mentre circa il 30% dei frammenti posti nelle strutture orizzontali ha mostrato un tasso di accescimento compreso tra il 60% ed il 100% del peso iniziale, nelle strutture a sviluppo verticale oltre il 60% dei frammenti presentava un tasso di accrescimento compreso tra il 60% ed 160% del peso iniziale.

Il tasso di accrescimento, calcolato separatamente per le differenti categorie dimensionali dei frammenti posti in coltura è riportato in figura 5. Nelle strutture a sviluppo orizzontale la velocità di crescita è risultata sempre maggiore nei frammenti di taglia più piccola. Nelle strutture a sviluppo verticale, invece, i frammenti di taglia più grande hanno mostrato, nei primi 9 mesi di osservazioni, un tasso di accrescimento maggiore; tale tendenza è risultata invertita a favore dei frammenti più piccoli durante l'ultimo trimestre.

Non sono state osservate differenze rilevanti nel tasso di accrescimento dei frammenti delle strutture a sviluppo verticale posti a diverse fasce batimetriche.

Fig. 4 - Porto Cesareo: distribuzione in classi di (valori in percentuale) dei frammenti di *S. officinalis* var. *adriatica* posti in allevamento.

*Porto Cesareo: weight classes distribution (percent) of* S. officinalis *var.* adriatica *cuttings.*

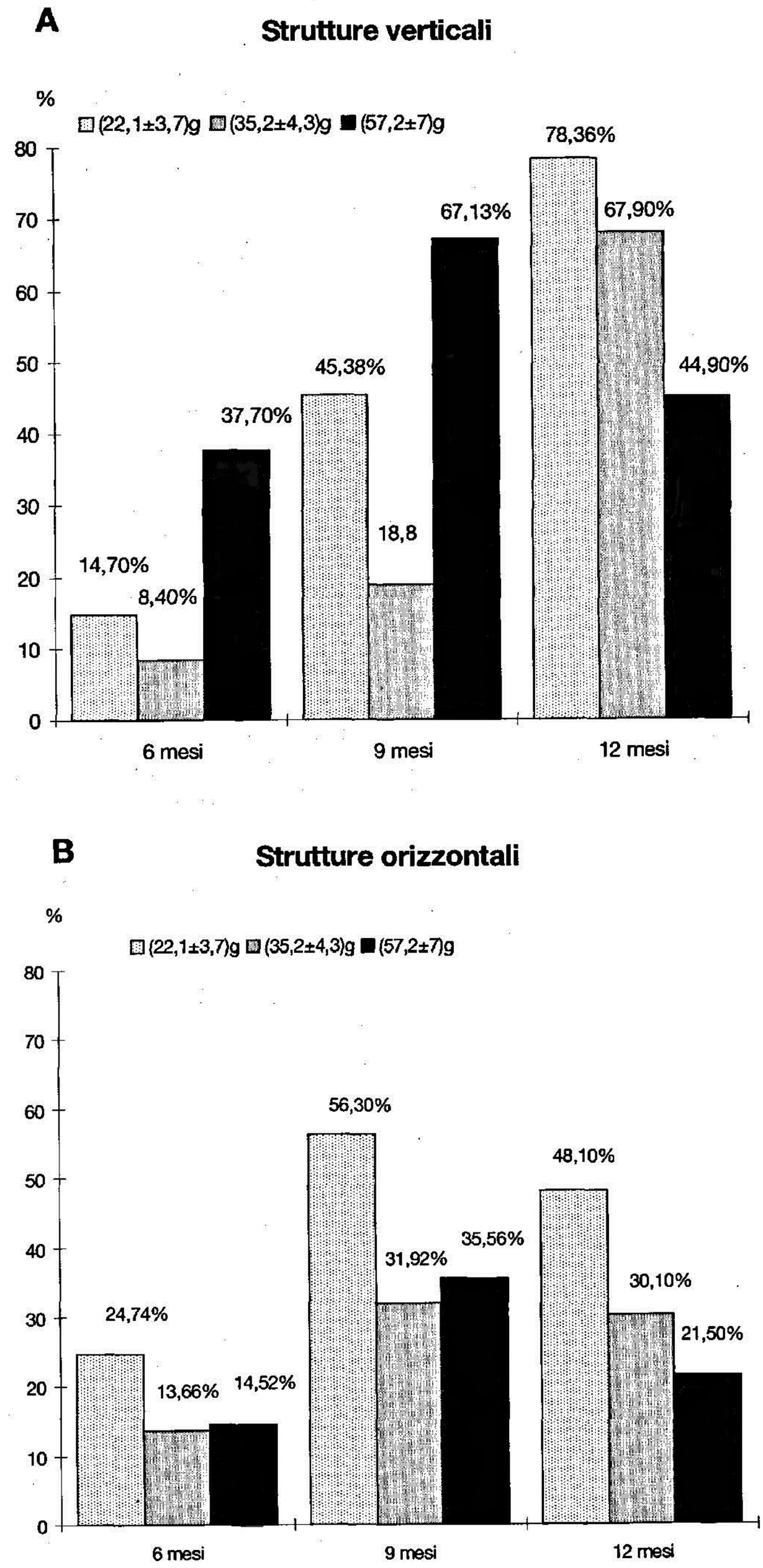



Fig. 5 - Porto Cesareo: tassi di accrescimento delle differenti categorie dimensionali di *S. officinalis* var. *adriatica* posti in allevamento: A, tasso di accrescimento nelle strutture a sviluppo verticale; B, tasso di accrescimento nelle strutture a sviluppo orizzontale.

*Porto Cesareo: growth rates of* S. officinalis *var.* adriatica *cuttings with respect to size in vertical (A) and horizontal (B) structures.*

## Discussione e conclusioni

Sebbene i risultati presentati in questo lavoro siano limitati ad un unico anno di osservazioni è già possibile formulare alcune considerazioni generali che, ovviamente, dovranno essere verificate nel corso del proseguimento delle indagini.

I materiali utilizzati per l'allestimento degli impianti di spongicoltura sono risultati non deteriorabili in acqua di mare. Le cornici in PVC hanno mostrato buona maneggiabilità, facile messa in opera e resistenza alle condizioni di lavoro. Complessivamente, gli impianti hanno un impatto visivo pressocchè nullo dalla superficie e sono facilmente rimovibili, risultando pertanto particolarmente idonei per un utilizzo in aree soggette a vincoli di tutela ambientale. La cospicua presenza di organismi del fouling, se da un lato ha comportato la necessità di una adeguata manutenzione, dall'altro, trattandosi di specie eduli, potrebbe aprire nuove prospettive verso la realizzazione nell'area di indagine di allevamenti integrati di spugne commerciali e bivalvi.

I frammenti di *Spongia officinalis* var. *adriatica* posti in coltura hanno mostrato nel corso dell'anno di indagine una marcata variabilità del tasso di mortalità. In accordo con quanto riportato da Verdenal and Vacelet (1990), tale evento non è da attribuire soltanto alle operazioni iniziali di taglio ed impianto ma, probabilmente è imputabile anche ad altri fattori quali, ad esempio, lo stato fisiologico o patologico delle spugne da cui sono stati ottenuti i frammenti. Separatamente, infine, va considerata la mortalità da danneggiamento degli impianti, che comunque, se rapportata a precedenti esperienze mediterranee (Schmidt, 1862; Moore, 1910; Dubois, 1914) può essere considerata pressocchè trascurabile.

Analogamente a quanto osservato per la mortalità, anche i dati di accrescimento hanno mostrato una elevata variabilità, riscontrata persino in frammenti posti alla medesima profondità e provenienti dalla stessa spugna. Tuttavia, appare interessante notare come, ad un anno dall'impianto, le spugne poste in coltura nelle strutture verticali abbiano mostrato un tasso di accrescimento più elevato con un incremento fino al 160% del peso iniziale. In accordo con Moore (1910) tale maggiore velocità di crescita è probabilmente dovuta al più elevato apporto di nutrienti che raggiunge le spugne collocate lungo la colonna d'acqua rispetto a quelle posizionate sul fondo. La maggiore velocità di accrescimento, contrapposta al più elevato tasso di mortalità che, soprattutto nelle fasi di impianto, interessa i frammenti posti nelle strutture a sviluppo verticale, suggerisce di sperimentare in futuro la possibilità di collocare le cornici sul fondo nel periodo immediatamente successivo al taglio ed all'impianto, per poi inserirle, in un secondo momento, lungo le strutture a sviluppo verticale.

In conclusione, le metodologie e le tecniche di allevamento adottate, sono risultate a basso impatto ambientale e compatibili con i vincoli di tutela propri delle riserve marine; inoltre, le colture di spugne, poste in aree soggette a regime di sorveglianza, sono senza dubbio maggiormente tutelate da atti di vandalismo o da furti. Nella prospettiva di un futuro riscontro economico, i risultati al momento raggiunti permettono di intravedere possibili sviluppi applicativi evidenziando, allo stesso tempo, la necessità di approfondire le conoscenze e la sperimentazione relative a tale specie.

**Summary**

Vertical and horizontal ropes layed within PVC frames have been realized to breed the precious Mediterranean commercial sponge *Spongia officinalis* var. *adriatica* in the marine reserve of

Porto Cesareo. An amount of 535 cuttings has been obtained from 33 sponges; breeding these cuttings for one year, it has been pointed out: a) a higher mortality value in the cuttings breeded in the vertical ropes, than in those breeded in the horizontal ones; b) a mean growth rate (in weight) of 50,33%; c) a higher growth value in vertical ropes than in horizontal ones; d) a high variability of mortality and growth rates in the cuttings.

**Ringraziamenti**

Questo lavoro è stato realizzato con i finanziamenti del Ministero delle Risorse Agricole, Alimentari e Forestali, Direzione generale della Pesca e dell'Acquacoltura, nell'ambito del IV Piano triennale. Si ringraziano, inoltre, per l'assistenza fornita sul campo ed in laboratorio i Dottori Caterina Longo, Carlotta Nonnis Marzano e Mariapaola Piscitelli. Un grazie particolare, infine, ai signori Antonio Paolo, Salvatore Gubello ed Alberico Barbato per la preziosa assistenza fornita durante le fasi di campionamento.

**Bibliografia**

BEN MUSTAPHA K., VACELET J. (1991) - État actuel des fonds spongifères de Tunisie. In: Boudouresque C.F., Avon M. e Gravez V. (eds), *Les espèces marines à protéger en Méditerranée*, France, GIS Posidonie: 43–46.

DUBOIS R. (1914) - Spongiculture per essaimage. *IX° Congrès International de Zoologie, Monaco 25-30 mars, Oberthur, Rennes:* 659-660.

GAINO E., CORRIERO G., PRONZATO R. (1994) - La spongocoltura in Mediterraneo. In: *L'acquacoltura. Accademia Internazionale Scienze e Tecniche Subacquee Ustica, quaderno* **14**: 41-60.

GAINO E., PRONZATO R. (1989) - Ultrastructural evidence of bacterial damage to *Spongia officinalis* fibres (Porifera, Demospongiae). *Dis. aquat. Org.*, **6**: 67-74.

GAINO E., PRONZATO R. (1992) - Epidemie e pesca intensiva minacciano la sopravvivenza delle spugne commerciali del bacino Mediterraneo. *Boll. Mus. Ist. biol. Univ. Genova,* **56-57**: 209-224.

GAINO E., PRONZATO R., CORRIERO G., BUFFA P. (1992) - Mortality of commercial sponges: incidence in two Mediterranean areas. *Boll. Zool.*, **59**: 79-85.

MOORE H. F. (1910) - A Practical method of sponge culture. *Bull. Bur. Fish.*, **38** (1): 545-585.

PRONZATO R., GAINO E. (1991) - La malattia delle spugne commerciali: considerazioni storico-economiche. *Boll. Mus. Ist. Biol. Univ. Genova,* **54-55**: 17-26.

SCHMIDT O. (1862) - *Die Spongien des Adriatischen Meeres.* Engelmann, Leipzig: 88 pp.

VACELET J. (1990) - *Report of a mission in Tunisia, Syria, Cyprus, Greece and Turkey, 26 September-4 October and 25 October-12 November 1989 in the context of the programme "Fight against the epidemic decimating sponges in the Mediterranean".* Rome: FAO Technical Coop. Programme.

VACELET J. (1991) - Status des éponges commerciales en Méditerranée. In: C.F. Boudouresque, M. Avon and V. Gravez (eds), *Les espèces marines à protéger en Méditerranée*, France, GIS Posidonie: 35-42.

VACELET J., VACELET E., GAINO E., GALLISSIAN M.F. (1994) - Bacterial attack of spongin skeleton during the 1986-1990 Mediterranean sponge disease. In: van Soest, van Kempen and Bráekman (eds), *Sponges in Time and Space.* Balkema, Brookfield, Rotterdam: 355-362.

VERDENAL B. (1986) - *Spongiculture en Méditerranée nord-occidentale: aspects cultural, molysmologique et économique.* Doctoral Dissertation, Université d'Aix-Marseille: 163 pp.

VERDENAL B., VACELET J. (1990) - Sponge culture on vertical ropes in the Northwestern Mediterranean Sea. In: K. Rützler (eds), *New Perspectives in Sponge Biology.* Smithsonian Inst. Press, Washington, D.C: 416-424.

VERDENAL B., VERDENAL M. (1987) - Evaluation de l'intéret économique de la culture d'éponges commerciales sur les côtes méditerraneénnes françaises. *Acquaculture*, **64**: 9-29.

Biol. Mar. Medit. (1999), 6 (1): 119-125

M. VETERE, D. PESSANI, E. FONTANA, P. A. GIALLARA,
R. MUSSAT SARTOR, A. PIASCO, S. RENDINELLA

Dipartimento di Biologia Animale e dell'Uomo, Via Accademia Albertina, 17 - 10123 Torino, Italia.

# SVILUPPO DI UN PROGETTO PER LA PROTEZIONE E VALORIZZAZIONE DEL LITORALE DI AGLIENTU (SS)

# *DEVELOPMENT OF A PROJECT FOR THE PROTECTION AND THE IMPROVEMENT OF THE COAST OF AGLIENTU (SS)*

***Abstract***

*A coastal strip 11 km long has been investigated at Aglientu, down to a depth of 40 m, in order to examine the naturalistic aspects and to state the necessity of their protection. The first elements of bionomy of the area were mapped; the integrity of seabed together with the presence of rare or threatened species and of biocenosis to protect have been ascertained. A protection project which can be integrated in the socio-economical fabric of the resident people is dealt with.*

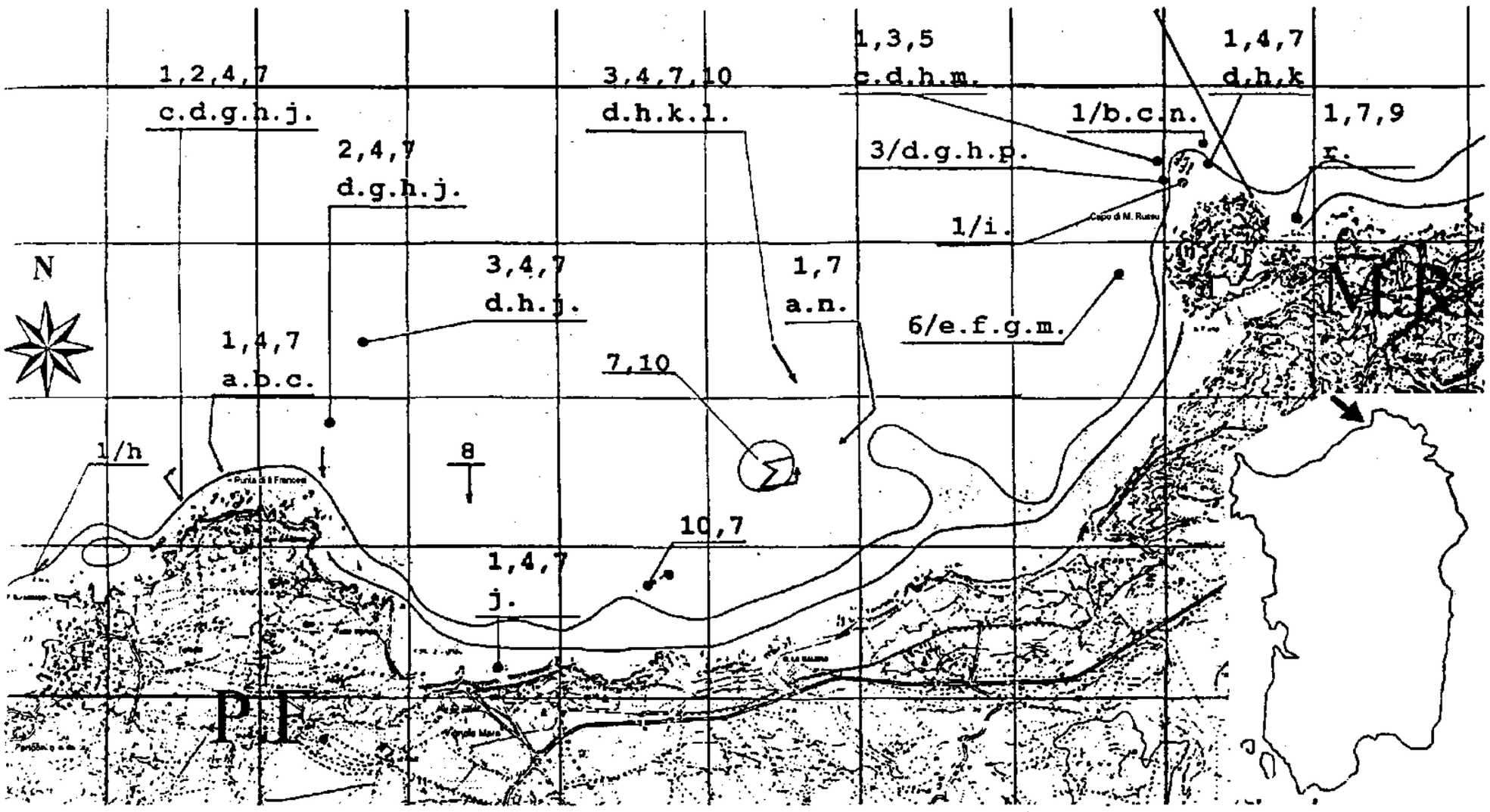
***Key-words**: bionomy, benthos, protection project, Northern Sardinia.*

## Introduzione

Dallo studio geomorfologico condotto da Brambati e DeMuro (1992) sui fondali e le linee di costa del litorale di Aglientu (Sardegna settentrionale) emergono le condizioni geologiche e paleoclimatiche che hanno portato alla formazione di una costa caratterizzata da notevole sinuosità e grande accidentalità dei fondali. Questi parametri sono ritenuti elementi importanti per l'instaurarsi di una ricca varietà di habitat che, se associata alla varietà biotica, crea le premesse indispensabili per promuovere la protezione di un'area marina (Riggio, 1990).

Gli aspetti floristici e paesaggistici del litorale aglientese e del suo immediato retroterra (Camarda, 1995; Valsecchi, 1971) sono stati valutati di tale importanza da far considerare la zona di Monte Russu (90 ha) Riserva Naturale (Legge 31/89 della Regione Sardegna). Nel 1990 il Consiglio Comunale si è espresso favorevolmente per la "Istituzione di un parco marino nel tratto di litorale compreso tra Rena Maiore e Monte Russu e/o Parco marino nelle Bocche di Bonifacio". Recentemente un'area di 1728 ha è stata inserita nel Progetto Bioitaly (Sito di Monte Russu, ITB000006), che prevede, come area da tutelare, una fascia terrestre della profondità media di circa 1 km ed una fascia marina fino all'isobata dei 20 m.

La ricerca in oggetto riguarda l'analisi preliminare della linea di costa e dei fondali fino all'isobata dei 40 m nel tratto compreso tra Monte Russu (M.R.) e Punta di li Francesi (P.F.) (Fig. 1), accompagnata da osservazioni floro-faunistiche sulla fascia terrestre retrostante: questo allo scopo di cartografare i primi elementi di bionomia della zona, valutare la reale validità degli aspetti naturalistici e l'eventuale necessità di tutela.




*LEGENDA:*
Linea interna = transetto. Cerchi pieni e frecce = immersioni programmate.
BIOCENOSI: 1 = alghe fotolife; 2 = coralligeno della roccia infralitorale dell'orizzonte inferiore (CRI) ad alghe poco calcificate; 3 = CRI ad alghe molto calcificate; 4 = coralligeno di piattaforma ad alghe poco calcificate; 5 = grotte semioscure; 6 = grotte oscure; 7 = prateria di *Posidonia oceanica*; 8 = sabbie fini ben calibrate; 9 = sabbie fangose superficiali in moda calma; 10 = detritico costiero.
FACIES: a = *Acetabularia acetabulum+Lithophyllum incrustans+Padina pavonica*; b = Codiacee; c = *Padina Pavonica*; d = Poriferi; e = *Salmacina* sp.; f = *Corallium rubrum*; g = grandi Briozoi; h = Gorgonacei; i = Corallinacee; j = *Halimeda tuna*; k = *Halimeda tuna+Udotea petiolata*; l = *Eunicella singularis*; m = *Leptopsamnia pruvoti*; n = *Cladocora cespitosa*; p = *Parazoanthus axinellae*; r = *Caulerpa prolifera*.

Fig. 1 - Carta dei primi elementi di bionomia dei fondali tra Monte Russu (M.R.) e Punta di li Francesi (P.F.) (scala 1:43500).
*Bionomic map of the seabed between Monte Russu (M.R.) and Punta di li Francesi (P.F.) (scale 1:43500).*

## Materiali e metodi

Nel 1996 è stata stipulata, tra il Comune di Aglientu e l'Università degli Studi di Torino, la Convenzione, della durata di 5 anni, per una "Collaborazione scientifica e didattica intesa a valorizzare e tutelare zone particolari del territorio comunale". Partendo da questa premessa, nel periodo luglio-ottobre 1997 è stata effettuata, con le modalità sottoindicate, una prima campagna relativa ad un tratto costiero compreso tra M.R. e P.F. e lungo circa 11 km.

– *Piani sopra e mediolitorale* - L'esame preliminare, documentato fotograficamente, è stato seguito dal rilievo cartografico (Abbiati, 1991) di consistenti zone di P.F. e M.R. Dopo aver individuato le specie cospicue (Bianchi *et al.*, 1991) sono stati mappati gli organismi appartenenti a specie in pericolo (*Lithophyllum lichenoides, Patella ferruginea*); il campionamento (grattaggi, 20x20 cm) è stato eseguito in punti significativi per posizione ed esposizione.

– *Piano infralitorale* - Oltre alle immersioni programmate, precedute dall'esplorazione del rilievo dei fondali con ecoscandaglio, è stato anche definito un transetto, lungo 2 km, sulla falesia di M.R. per 315° N, da 0 a -47 m di profondità; la stesura di una sagola piombata e metrata in corrispondenza del tratto più significativo (circa 800 m) ha permesso il rilievo topografico del fondale.

In tutte le 124 immersioni è stata analizzata la morfologia del fondale, individuate e fotografate le specie cospicue. Il campionamento (grattaggi) è stato effettuato lungo il transetto in corrispondenza del cambiamento di pendenza e/o biocenosi.

I dati floro-faunistici terrestri sono il risultato di osservazioni naturalistiche condotte saltuariamente nell'area esame per 2 anni da uno degli autori (M.V.).

## Risultati e discussione

Aspetti naturalistici terrestri

Spiagge alternate a basse scogliere e falesie; litologie granitiche erciniche, attraversate da formazioni filoniane; vasti sistemi dunali attuali ricoprenti dune oloceniche e wurmiane.

- Vegetazione: associazioni psammofile particolari (Agropireti *facies* a *Otanthus maritimus* e *Silene corsica*) e comuni (Crucianelleti) situate sulle dune. Bosco dunale di *Juniperus oxycedrus macrocarpa* e *J. phoenicea* con esemplari pluricentenari. Vegetazione rupestre alofila con specie endemiche; garighe litoranee con specie di interesse fitogeografico (*Armeria pungens, Helichrysum italicum microphyllum, Euphorbia pithyusa, Ephedra distachya, Melaea hirsuta;* euforbieti a *Euphorbia dendroides*). Prati di pseudo steppa xerica. Vaste formazioni di macchia arborescente a *Juniperus phoenicea* e sclerofille sempreverdi. Grande pineta di rimboschimento a *Pinus* spp. e *Acacia cyanophylla*. Vegetazione riparia con *Tamarix* spp., *Salix* spp. *Alnus glutinosa*. Flora endemica (*Limonium* spp., *Silene corsica, S. velutina, Anchusa crispa, Erodium corsicum, Genista corsica, Spergularia macrorhiza, Crocus minimus, Romulea requieni, Gennaria diphylla, Ophrys sphegodes praecox, Stachys glutinosa, Arum pictum, Pancratium illiricum*); *locus classicus* di *Limonium viniolae* e *Phleum sardoum.*

- Fauna: notevole varietà di uccelli sia stanziali (*Phalacrocorax aristotelis desmarestii* con colonia numerosa, *Larus audouinii, Puffinus p. mauretanicus, Alectoris barbara, Caprimulgus europaeus*) che migratori (*Circus aeruginosus, Pandion haliaetus, Alcedo atthis*). Popolazioni numerose di *Testudo marginata* e *Emys orbicularis.*

Gli habitat che ospitano le specie descritte occupano in successione quasi ininterrotta il 90% dell'area terrestre del sito; secondo la direttiva Habitat 92/43 CEE sono raggruppabili in 12 habitat (3 prioritari) con 23 specie animali (3 prioritarie) e 2 specie vegetali prioritarie che richiedono l'istituzione di "zone speciali di conservazione". L'abbondanza della flora endemica, la presenza di specie rare, l'estensione delle associazioni vegetali di interesse fitogeografico, la ricchezza della fauna, il soddisfacente stato di conservazione conferiscono al sito rilevante interesse botanico, vegetazionale, faunistico ed ecologico e lo rendono significativamente rappresentativo della regione biogeografica mediterranea del bacino occidentale. E' da sottolineare che i valori descritti permangono in questa zona, collocata nella fascia costiera mediterranea dove la pressione antropica continua ad essere intensa e distruttiva.

## Dati preliminari per la cartografia dei primi elementi di bionomia

Le caratteristiche geomorfologiche dell'area in esame (Brambati e DeMuro, 1992) aiutano a comprendere la notevole diversità ambientale riscontrata. La frastagliatura della costa è dovuta ai processi erosivi lineari evolutisi sulle linee tettoniche perpendicolari alla costa e sulle fratture che percorrono i graniti ercinici galluresi, determinando profonde valli e canali di drenaggio. Questo processo, che ha inte-

ressato anche i fondali marini fino all'isobata dei 30 m durante le fasi di regressione, contribuisce ad aumentare notevolmente la superficie di contatto acqua-substrato.

La paleoscarpata di origine tettonica (Brambati e DeMuro, 1992), situata approssimativamente sull'isobata dei -20 m, è apparsa al nostro esame come una cornice rocciosa aggettante, di altezza compresa fra 0.5 e 2 m, sede di un esteso popolamento sciafilo appartenente al CRI (coralligeno dell'orizzonte inferiore della roccia infralitorale, Pérès e Picard, 1964) con *facies* ricche di poriferi e gorgonacei.

Una serie di trasgressioni marine hanno portato alla formazione di varie paleolinee di costa che, frastagliate quanto l'attuale linea costiera, sono riscontrabili a diverse profondità come paleoscarpate e piattaforme di abrasione e di erosione. La conseguente accidentalità dei fondali, unita alla diversa natura litologica delle paleospiagge rispetto agli affioramenti del basamento, garantisce la presenza di una grande diversità di habitat.

Lo sviluppo costiero è costituito per circa il 50% da 3 grandi spiagge e da una serie di altre più piccole che intercalano falesie rocciose, molto alte nella zona di M.R., basse e contornate da una cintura frastagliatissima di scogli nella zona di P.F.

Il piano sopralitorale è caratterizzato dalle specie tipiche (*Verrucaria amphibia*, *Ligia italica*) con *Euraphia depressa* che forma estese *facies*. Il popolamento di questo piano risulta localmente molto sviluppato sulle falesie strapiombanti in moda battuta dove *Verrucaria amphibia* e *E. depressa* possono raggiungere la quota di 5 m sul livello del mare. Sui tratti rocciosi, nel piano mediolitorale, oltre alle specie caratteristiche del substrato siliceo e della moda battuta, è riscontrabile quasi ovunque in modo evidente la suddivisione nelle 2 fasce classiche (Pérès e Picard, 1964). Nella parte inferiore del piano mediolitorale superiore *Rissoella verruculosa,* estremamente rigogliosa, copre vaste estensioni. L'anfrattuosità della costa determina la presenza di alcuni ambienti a moda calma, nei quali compare *Enteromorpha compressa.* Nel piano medio litorale inferiore *Lithophyllum lichenoides* è presente, con tutti gli aspetti tipici, in numerosissime stazioni esposte a N-O in moda battuta. Le misurazioni effettuate hanno evidenziato importanti formazioni a trottoir, che raggiungono anche 10 m di lunghezza. In diverse stazioni di P.F. e M.R. sono stati notati adulti e giovani di *Patella ferruginea* e numerosi esemplari di *Eriphia verrucosa.*

Le osservazioni condotte fino ad oggi hanno permesso di identificare circa 145 taxa cospicui capaci, in alcuni casi, di ricoprimenti dominanti. Dall'esame della lista floro-faunistica (nella quale va sottolineata la presenza di specie quali *Spongia officinalis*, *Eunicella singularis, E. cavolinii, Luria lurida, Pinna nobilis, Spondylus gaederopus*, *Palinurus elephas* che, unitamente a quelle già indicate nel testo, sono in pericolo o protette) e della localizzazione dei taxa osservati è stato possibile evidenziare le biocenosi presenti e la loro successione, così da poter proporre, per la zona in esame, una carta con i primi elementi di bionomia (Fig. 1).

Va in particolare sottolineata la presenza di praterie di posidonia per vaste estensioni e fino a notevole profondità (-35 m). La posidonia riesce ad insediarsi nelle sacche sedimentarie, presenti nelle cavità e depressioni delle quali è ricchissimo il fondale, dove il materiale sabbioso prodotto dall'erosione del substrato granitico va ad unirsi a sedimenti più fini di origine organogena. Queste praterie su roccia appaiono fittamente intercalate da strutture rocciose più o meno grandi e scoscese, tra le quali le chiazze di posidonia sembrano sprofondate in canaloni e vasche rocciose. Solo raramente, sempre sottovento rispetto al quadrante di N-O, sono presenti formazioni di posidonia su sabbia o su matte, quest'ultima sempre molto bassa (10-20 cm).

L'ambiente risultante è estremamente articolato, passando da *facies* della biocenosi ad alghe fotofile, presenti sulla sommità degli scogli sommersi, al coralligeno dell'orizzonte inferiore della roccia infralitorale ad alghe poco calcificate, lungo le pareti verticali. Queste sono riccamente dotate di fessure ed anfratti nei quali si trovano *facies* di coralligeno propriamente detto con numerose enclaves di biocenosi delle grotte semioscure.

Ampiamente presente nel sottostrato della posidonia è il coralligeno di concrezionamento secondario, frequente anche a diretto contatto con il coralligeno di substrato duro che riveste le pareti rocciose. In molte immersioni ed in prossimità del transetto di M.R., sono state notate imponenti formazioni di concrezionamenti secondari, che mettono in luce l'esistenza di un coralligeno di piattaforma estendentesi per chilometri quadrati. L'importanza di questa formazione e la necessità della sua salvaguardia è già stata evidenziata da numerosi ricercatori, a partire da Sarà e Pulitzer-Finali (1970) e Sarà (1972).

## Prospettive di salvaguardia e valorizzazione

L'alto valore naturalistico, scientifico e paesaggistico di tutto il territorio comunale, già segnalato e confermato da questa ricerca, è minacciato dalla pressione antropica e dal turismo tradizionale basato sulla costruzione di case-vacanza e sull'aggressione dell'ambiente concentrata in due mesi estivi. Questo tipo di sviluppo non eleva né il reddito né la qualità di vita della popolazione locale ed ha semmai l'effetto di contribuire allo spopolamento delle campagne.

Poiché la salvaguardia e la valorizzazione di un'area non possono prescindere dal considerare gli interessi della popolazione che in essa vive ed opera, si è ritenuto opportuno proporre soluzioni nelle quali le strategie di protezione potessero utilmente integrarsi nel tessuto socio-economico dell'area stessa.

In base alla su citata Convenzione, si è deciso di elaborare un progetto di sviluppo economico del territorio che puntasse sulla tutela e valorizzazione delle risorse naturalistiche, sulla promozione di un turismo ecologico, sull'educazione ambientale, sulla ristrutturazione del patrimonio edilizio rurale, sullo sviluppo e la promozione delle piccole produzioni agricole locali, in modo da ottenere l'elevamento del reddito medio della popolazione, il miglioramento degli standards della qualità di vita in campagna e quindi il ripopolamento delle zone rurali.

Si è ipotizzato di attuare questo progetto in due fasi principali:

Conservazione e valorizzazione delle risorse naturali.

Questa fase è realizzabile attraverso un cofinanziamento LIFE-NATURA (75%) ed un capitale misto (25%) a cui partecipano il Comune di Aglientu, la Regione Autonoma Sardegna, l'Ispettorato Ripartimentale Forestale ed un gruppo di privati. Si vogliono eliminare i tre principali rischi o cause di degrado che minacciano o hanno colpito la fascia costiera: a) l'invasione incontrollata dei veicoli a motore sul litorale e conseguente erosione del suolo, distruzione della vegetazione in terra e forte impatto in mare (piani sopra e medio-litorali) con particolare riferimento alle specie minacciate (formazioni a *Lithophyllum lichenoides*, *Patella ferruginea*, *Eriphia verrucosa*); b)assenza di gestione dei terreni costieri da parte dei proprietari; c) invecchiamento della pineta piantata negli anni '50 per il consolidamento dunale, troppo fitta e con essenze poco adatte alle condizioni climatiche locali, a cui segue la produzione di legno secco e l'aumento del rischio di incendio. Gli interventi prevedono: 1) regolamentazione degli accessi alla fascia costiera per mezzo di aree di sosta recintate, collegate al mare con sentieri esclusivamente pedonali, attrezzati; 2) riassetto idrogeologico del litorale

con reimpianto della vegetazione autoctona arborescente e suffrutticosa; 3) rimozione della flora infestante secca e degradata e progressiva riconversione della pineta in bosco di ginepri ed essenze associate; 4) piano di accoglienza, sensibilizzazione e controllo del pubblico (centro visite guidate; percorsi attrezzati con segnaletica naturalistica; materiale informativo; centro studi interuniversitario comunale; turismo didattico; sorveglianza attuata da guardie forestali, ecologiche, comunali; servizi turistici d'informazione, guardiania e raccolta rifiuti).

Questa fase può essere realizzata in tempi brevi tramite la candidatura al finanziamento LIFE-NATURA 1999 da parte del Comune di Aglientu e per mezzo dell'inserimento di un'adeguata normativa nel Piano Urbanistico Comunale. Il finanziamento di questa fase del progetto consentirà di creare 20/30 nuovi posti di lavoro, che almeno in parte potranno diventare permanenti gestendo con un utile operativo le attività di accoglienza del pubblico in futuro.

Realizzazione della recezione diffusa nelle strutture edilizie rurali. I fondali marini intatti, il valore naturalistico di una fascia costiera ricca di flora e di fauna interessanti, la bellezza paesaggistica esercitano grande attrazione sul turismo internazionale se sono tutelati da un'intelligente gestione delle risorse ambientali e pubblicizzati da un'adeguata promozione a livello nazionale ed europeo. Perciò si vuole avviare un programma di sviluppo economico che distribuisca capillarmente sul territorio il turismo elevando il reddito delle famiglie locali in modo diffuso e contemporaneamente salvaguardi il patrimonio naturalistico e paesaggistico, offrendo un'alternativa alla cementificazione ed alla devastazione delle coste. Esistono diversi strumenti finanziari per la promozione dello sviluppo rurale (ad esempio: P.I.C. = Piano di iniziativa comunitaria Leader 2 Sardegna; P.O.P. = Piano operativo plurifondo) regionali e comunitari che consentirebbero ad operatori locali di: 1) ristrutturare le case tradizionali (stazzi) e le borgate rurali, preparando la recezione diffusa su tutto il territorio (albergo orizzontale) e contemporaneamente elevando il livello igienico-sanitario della popolazione; 2) dare nuovo vigore all'attività agricola orientandola verso la produzione biologica e la riscoperta dei prodotti tradizionali di qualità da offrire direttamente sul mercato costituito dalla stessa attività di recezione turistica.

Per dare maggiore credibilità e consistenza all'offerta turistica-naturalistica e per rendere efficace la politica di salvaguardia delle ingenti risorse ambientali di questa zona sarebbe auspicabile avviare un iter legislativo per istituire una riserva marina sul litorale di Aglientu, insieme alla già decretata Riserva Naturale terrestre di Monte Russu (L.R. 31/89) o entrare a far parte, singolarmente o insieme ai Comuni limitrofi del costruendo Parco Marino Internazionale delle Bocche di Bonifacio.

**Summary**

The upper, medium and infralittorral strata of the seabed in front of the coast of Aglientu (Northern Sardinia, Italy) are included in the agreement stipulated between the local government and the Università di Torino for a scientific and didactic cooperation aimed to improve and protect particular areas of the municipal territory. Therefore, a preliminary investigation of coastal line and seabed (down to - 40 m), has been performed in the stretch comprised between Monte Russu (M.R.) and Punta de li Francesi (P.F.) in order to ascertain the actual validity of the naturalistic aspects, the convenience of protecting them by means of a project integrable in the socio-economical fabric of the resident people.

The investigation was performed through a series of 124 divings. A preliminary bionomic map of the area has been drawn; moreover, besides the excellent condition of the seabed, there was ascertained the presence of "trottoir" with *Lithophyllum lichenoides*, *Corallium rubrum* at

modest depth, wide *Posidonia oceanica* beds on rock, coralligenous habitat of both cliff and shelf as well as plenty of specimens of species considered endangered.

Preliminary observations have also highlighted the importance of floristic, vegetational and landscape aspects of the land strip lying behind the considered littoral, already indicated of communitarian importance by the government of Sardinia Region (Bioitaly Project) and designated (Monte Russu zone) as Reserve (Regional Law N. 31/89).

The project for the protection, improvement and eco-compatible development of the municipal area of Aglientu can be carried out in two phases:

1. Organisation and exploitation of the natural resources, with interventions of protection and the formulation of information and promotion media. The financing can be supplied with a joined contribution of EC projects (LIFE NATURA) (75%) and with share capital (25%).

2. Realisation of diffused lodging in the farmhouses which can draw the attention and practically involve local people. In fact, through Regional Programmes of rural development, it is possible to obtain funds for restoring rural villages in order to increase the socio-economical level of people and to realise a "horizontal hotel".

Together with the two phases, it is essential to open and support the procedure for the establishment of the Marine Reserve of Aglientu; in view of the naturalistic continuity, it could be even suggested the extension of the International Park of Bocche di Bonifacio also to the littoral in hand which is part of the southern side of the same Straits.

**Ringraziamenti**

Per il prezioso lavoro svolto in campo, per la competenza e la pazienza dimostrate si ringraziano i subacquei torinesi R. Braghin, G. Margara, G. Navicella, G. Paniccia, O. Rizzi, M. Volpe.

**Bibliografia**

ABBIATI M. (1991) - Tecnica di rilevamento subacqueo. In: Abbiati M. (a cura di), *Lezioni del corso formativo per Ricercatore Scientifico Subacqueo*, Pisa: 13-28.

BRAMBATI A., DEMURO S. (1992) - Notes on the geomorphological map of the area between Capo testa and Punta de li Francesi (Northern Sardinia, Italy). *Boll. Oceanol. Teor. Appl.*, **10** (2-4): 133-148.

BIANCHI C.N., COCITO S., MORRI C., SGORBINI S. (1991) - Rilevamento bionomico subacqueo. In: Abbiati M. (a cura di), *Lezioni del corso formativo per Ricercatore Scientifico Subacqueo*, Pisa: 67-83.

CAMARDA I. (1995) - Un sistema di aree d'interesse botanico per la salvaguardia della biodiversità floristica della Sardegna. *Boll. Soc. Sarda Sci. Nat.*, **30**: 245-295.

PÉRÈS J.M., PICARD J. (1964) - Nouveau manuel de bionomie benthique de la Mer Méditerranée. *Rec. Trav. Stat. mar. Endoume*, **31** (47): 1-137.

RIGGIO S. (1990) - Criteri guida per la creazione di parchi marini ed istituzione di riserve costiere in Sicilia. In: *Atti 1° Convegno Intern. San Teodoro,* Chiarella ed., Sassari, 171-181.

SARÀ M. (1972) - Un biotopo da proteggere: il coralligeno Pugliese. In: *Atti I simp. naz. conserv. natura,* Cacucci ed., Bari, 145-151.

SARÀ M., PULITZER-FINALI G., 1970 - Nuove vedute sulla classificazione del coralligeno. *Pubbl. Staz. Zool. Napoli*, **38** (suppl.): 174-179.

VALSECCHI F. (1971) - Aree di rispetto botanico in Sardegna. *Boll. Soc. Sarda Sci. Nat.*, **9**: 35-46.

Biol. Mar. Medit. (1999), 6 (1): 126-132

G. Marano, V. De Zio, A. M. Pastorelli, L. Rositani,
N. Ungaro, R. Vaccarella

Laboratorio di Biologia Marina, Molo Pizzoli (Porto) - 70123 Bari, Italia.

# PROTEZIONE DI UN'AREA MARINA: IL BIOTOPO "PIANOSA" (ISOLE TREMITI)

## *PROTECTION OF A MARINE AREA: THE "PIANOSA" BIOTOPE (TREMITI ARCHIPELAGO)*

***Abstract***

*This paper reports the preliminary results of the study of benthic biocoenoses along Pianosa island coast (full-protected area of the Tremiti Archipelago marine park since 1989). The main biocoenoses were identified by means of scuba diving and sampling along vertical transects (from surface down to 35 m depth) placed on four cardinal points.*

***Key-words:*** *Adriatic Sea, Pianosa Island, Marine park.*

## Introduzione

L'Isola di Pianosa, riserva integrale del Parco Marino delle Isole Tremiti, si trova ad 11 miglia a N-NE dell'arcipelago di cui fa parte (42°13'42" Lat. N, 15°44'30" Long. E); si tratta di uno scoglio calcareo piatto con un'altezza massima di 15 metri (Sacchi, 1955) ed uno sviluppo costiero di 1750 metri.

Pianosa presenta, sull'asse nord-est, una lunghezza di 700 m con larghezza massima di 250 m, la costa rocciosa mostra a nord e ad est fondali che a picco si approfondano in mare mentre a sud e ad ovest è contornata da una secca che si estende al largo per circa 100 m (Delli Muti, 1965).

In relazione alla diversa morfologia delle coste, a falesia sui versanti nord ed est e digradanti su quelli sud e ovest, le associazioni floro-faunistiche sono abbastanza diversificate essendo soggette ad un diverso idrodinamismo e illuminazione delle acque.

L'indagine preliminare, effettuata nel 1988 allo scopo di avviare il parco marino delle Tremiti (Marano *et al.*, 1992), non comprendeva lo studio di Pianosa; in questa nota si riportano le principali caratteristiche floro-faunistiche dell'isolotto e suggerimenti per una più concreta protezione dello stesso ambiente.

## Materiali e metodi

Lo studio dei popolamenti bentonici è stato effettuato in immersione lungo transetti perpendicolari alla costa (sui quattro punti cardinali) (Fig. 1), dalla superficie sino alla profondità di 35 metri. Lungo i transetti (alle profondità di 35, 20, 15, 10, 5 metri ed alla superficie) sono state effettuate riprese con telecamera subacquea e prelievi di organismi. Inoltre sui transetti a "falesia" (versanti Nord ed Est dell'isola) sono stati eseguiti grattaggi integrali su superfici pari a 2500 $cm^2$ seguendo la suddivisione batimetrica precedentemente menzionata (sino alla profondità di 20 metri). Lo studio delle caratteristiche delle comunità e associazioni bentoniche lungo i quattro transetti (Nord ed Est esposti ai venti dominanti, su fondali a falesie, Sud e Ovest più riparati dai venti

e con fondali a lento digrado) è stato avviato sulla base dei lavori di bionomia bentica di Pérès e Picard (1964), Meinesz *et al.* (1983) e Giaccone *et al.* (1994).

La presenza di ordigni bellici sui fondali ha impedito l'utilizzo di altre metodiche di campionamento quali-quantitativo (draghe, benne, ecc.). Inoltre è stato possibile censire, in via preliminare, mediante osservazione visiva subacquea e l'uso di un tramaglio sul versante sud, la fauna ittica presente.

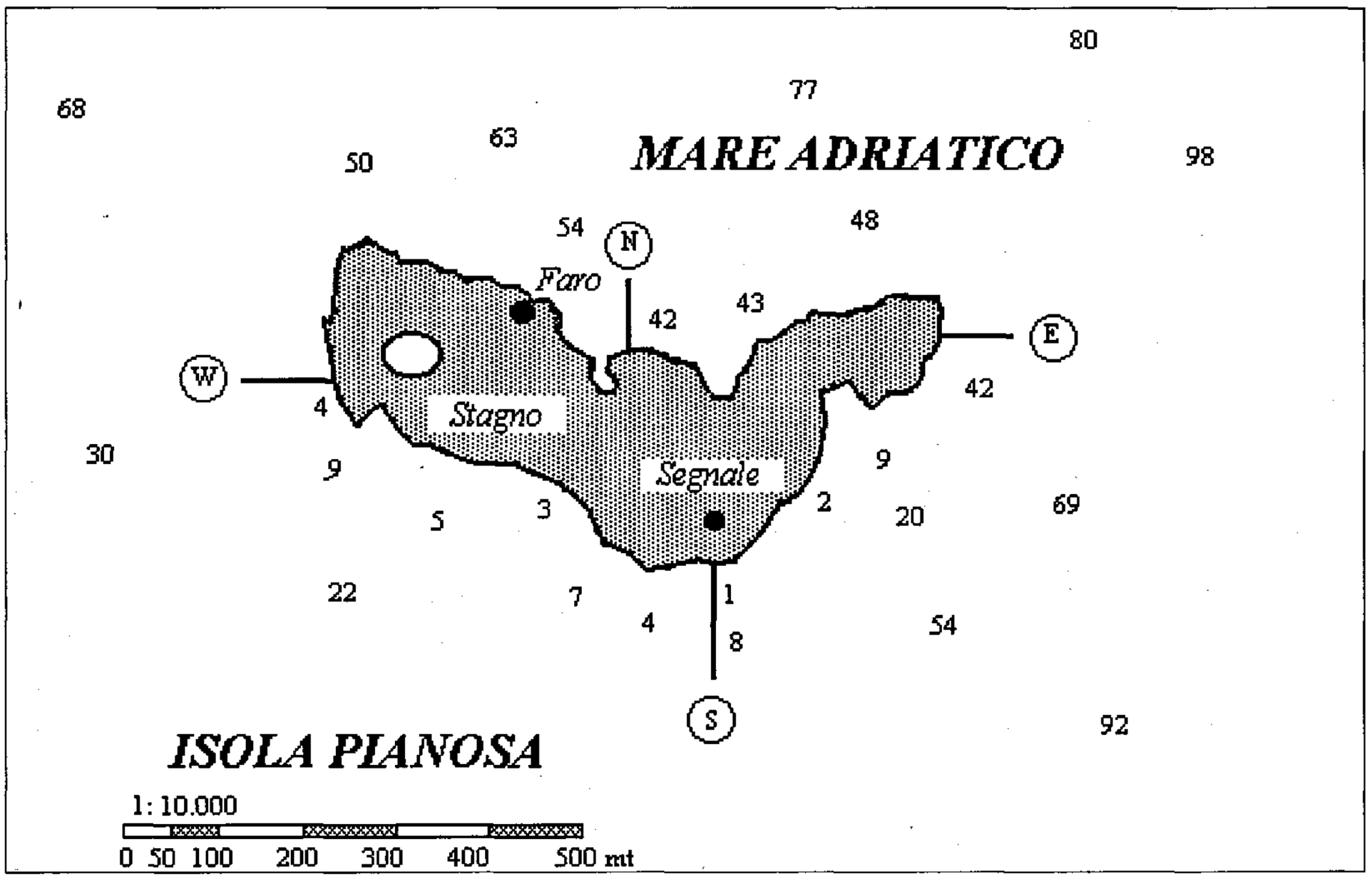



Fig. 1 - Isola Pianosa: batimetria e transetti di campionamento.
*Pianosa Island: bathimetry and sampling transects.*

## Risultati

I transetti Nord ed Est, rispettivamente da 1 a 10 m e da 1 a 5 m di profondità, sono caratterizzati da una biocenosi a rodoficee calcaree incrostanti e ricci (RCEO), in cui le alghe Corallinacee geniculate presentano una copertura del 5-15%.

Oltre i 10 metri sino a 15 m di profondità per il transetto Nord e da 5 sino ai 15 m per quello Est, sono evidenti le biocenosi fotofile infralitorali su roccia con la presenza, in ordine di importanza, di *Padina pavonica* (L.) Lamouroux, *Sphaerococcus coronopifolius* (Goodenough et Woodwar) C. Agardh, *Codium vermilara* (Olivi) Delle Chiaje che complessivamente hanno una copertura del 50%.

Dai 15 ai 20 m, in entrambi i transetti, sono presenti le biocenosi sciafile infralitorali su roccia senza concrezionamento biologico con le specie *Flabellia petiolata* (Turra) Nizamuddim, *Halimeda tuna* (Ellis et Solander) Lamouroux, per una copertura del 70-80%.

Per profondità maggiori ai 20 m si rinviene il Precoralligeno (PC); le specie algali presenti (copertura algale 80-90%) sono, in ordine di importanza, *Codium bursa* (L.) C. Agardh, *Halimeda tuna* (Ellis et Solander) Lamouroux, *Padina pavonica* (L.) Lamouroux, *Sphaerococcus coronopifolius* (Goodenough et Woodwar) C. Agardh e *Dictyota dichotoma* (Hudson) Lamouroux.

Sull'opposto versante la costa presenta una platea più ampia e meno scoscesa, con una successione più variabile dei substrati, rappresentati prevalentemente da fondi misti intervallati da lenti di substrato incoerente.

L'area a falesia, appena descritta, ha una successione biocenotica molto simile a quella riscontrata nell'isola di San Nicola dello stesso arcipelago (Marano *et al.* 1992).

Il Transetto Sud è caratterizzato, da 1 a 10 m, da biocenosi fotofile infralitorali su roccia; le specie algali presenti, in ordine di importanza, sono *Dasycladus vermicularis* (Scopoli) Krasser, *Padina pavonica* (L.) Lamouroux, *Cystoseira amentacea* Bory, *Laurencia sp*, *Halimeda tuna* (Ellis et Solander), e la copertura algale risulta del 30%.

Nella fascia batimetrica compresa tra 10 e 20 metri si rinvengono le biocenosi fotofile e termofile della roccia infralitorale superiore di modo calmo (RIPTC). Le specie algali principali, in ordine di importanza, sono: *Dasycladus vermicularis* (Scopoli) Krasser, *Cystoseira* cfr. *corniculata* (Wulfen) Zanardini, *Halimeda tuna* (Ellis et Solander), con una copertura algale del 70-80%.

Al di sotto dei 20 metri sono presenti sabbie grossolane intervallate da aree a scarsa copertura algale, con le sporadiche specie *Codium bursa* (L.) C. Agardh, *Cystoseira* cfr. *corniculata* (Wulfen) Zanardini.

Nel transetto Ovest a batimetrie comprese tra 5 e 10 m si rinvengono le biocenosi fotofile e termofile della roccia infralitorale superiore di modo calmo (RIPTC). Le specie algali principali, in ordine di importanza, sono: *Dasycladus vermicularis* (Scopoli) Krasser, *Padina pavonica* (L.) Lamouroux, la copertura algale risulta del 60%.

Da 10 a 20 m sono presenti le biocenosi fotofile infralitorali su roccia; le specie algali principali, in ordine di importanza, sono *Stypocaulon scoparium* (L.) Kutzing, *Cystoseira* sp., e *Padina pavonica* (L.) Lamouroux, la copertura algale risulta del 50%.

Al di sotto dei 20 metri si osserva il Precoralligeno (PC) con la specie *Codium bursa* (L.) C. Agardh che presenta una copertura del 70%. I profili biocenotici descritti sono riportati in figura 2.

Inoltre, nella tabella 1 si elencano le specie rinvenute nei campioni relativi ai grattaggi effettuati lungo i transetti nord ed est.

Informazioni quantitative sull'ittiofauna presente nell'area investigata sono state ottenute dai dati di cattura di un tramaglio (500 metri di lunghezza, 1,5 di altezza, lato maglia esterna di 160 mm, lato maglia interna 25 mm) sequestrato nella zona.

I teleostei catturati, nonché alcuni crostacei e cefalopodi ottopodi (Tab. 2), sono risultati di taglia medio-grande; si trattava per lo più di specie pregiate. I rendimenti ottenuti (per 1000 metri di rete) sono risultati interessanti, circa 40 kg, e più alti rispetto a quanto osservato per aree simili dal punto di vista ambientale (Andaloro e Cavallaro, 1982; Biagi, 1987; De Metrio *et al.*, 1985).

Inoltre in quest'area sono state osservate popolazioni stanziali di sparidi quali: *Diplodus vulgaris* (E. Geoffroy St.-Hilaire, 1817), *D. puntazzo* (Cetti, 1777), *D. sargus sargus* (Linnaeus, 1758) e *Dentex dentex* (Linnaeus, 1758), nonché alcune specie pelagiche quali la ricciola, *Seriola dumerili* (Risso, 1810), e la palamita, *Sarda sarda* (Bloch, 1793).

## Conclusioni

Attualmente Pianosa è area di riserva integrale dalla costa sino alla batimetrica degli 80 metri (DM del Ministero dell'Ambiente del 14/07/1989). Dall'emanazione del decreto a tutt'oggi, ad eccezione della nostra indagine, rare sono state le ispezioni ed i controlli per quanto attiene la tutela delle risorse ittiche e soprattutto non è stato ancora avviato un monitoraggio al fine di studiare l'evoluzione dell'habitat.

Tuttavia si ritiene indispensabile, per una gestione razionale della riserva integrale, chiudere totalmente l'accesso all'isola ed estendere i divieti almeno sino ad un miglio dalla costa in quanto l'isobata degli 80 metri risulta troppo vicina alla costa stessa. In questo modo si favorirà lo sviluppo e la riproduzione di un gran numero di specie ittiche e di invertebrati, che potranno disporre di un'area abbastanza ampia protetta da qualunque attività e pertanto priva di turbative; inoltre si renderà più agevole il controllo da parte delle autorità preposte.

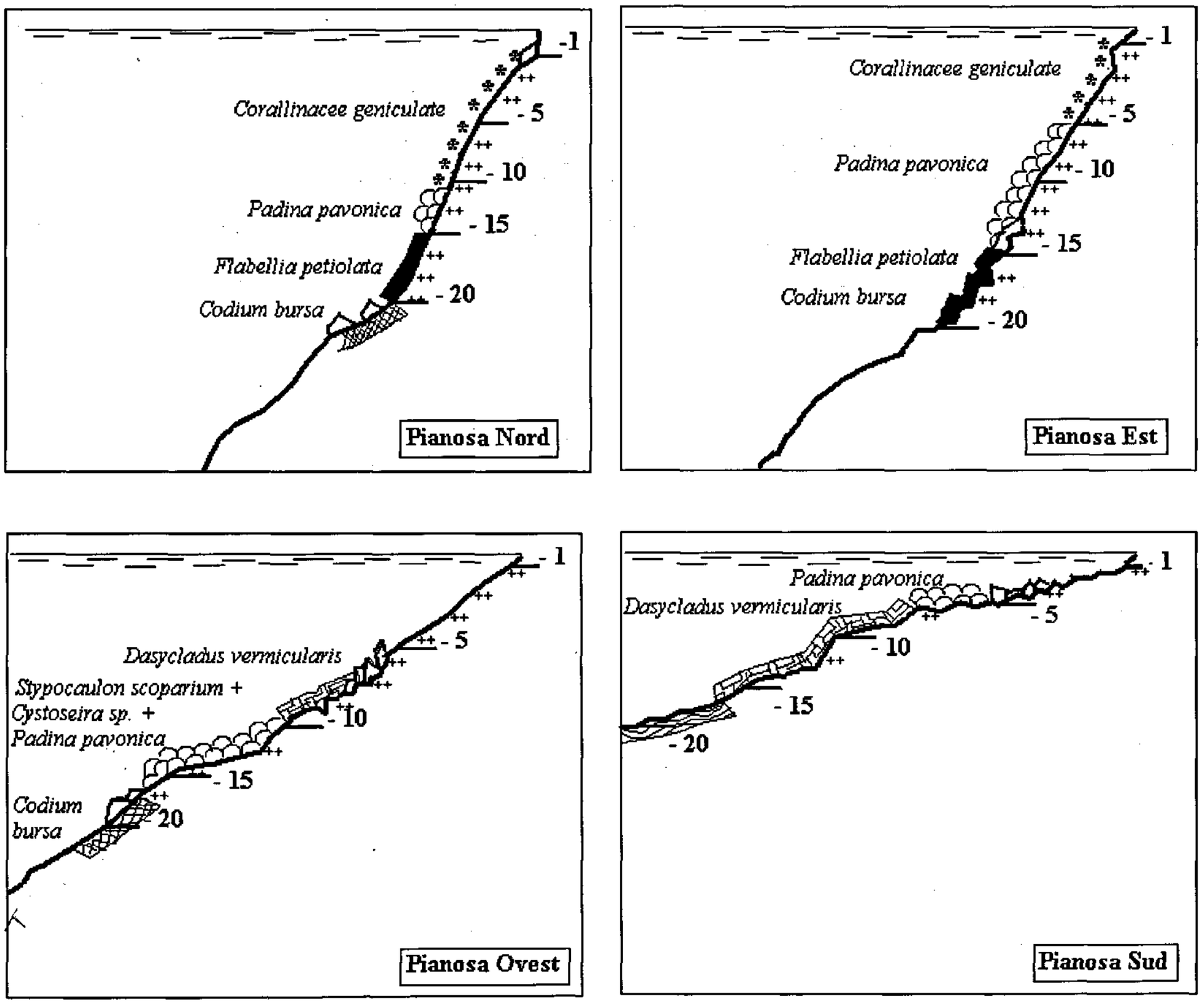



Fig. 2 - Isola Pianosa (Arcipelago delle Tremiti): profili biocenotici.
*Pianosa Island (Tremiti Archipelago): biocenotic profiles.*

Tab. 1 - Isola Pianosa (Arcipelago delle Tremiti): "grattaggi" (50x50 cm) effettuati a diverse profondità lungo i transetti Nord ed Est.

*Pianosa Island (Tremiti Archipelago): "scrapings" (50x50 cm) along a depth gradient (North and East transects).*

| Profondità (metri) | Nord | | | | | Est | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| SPECIE | 1 | 5 | 10 | 15 | 20 | 1 | 5 | 10 | 15 | 20 |
| **Alghe** | | | | | | | | | | |
| *Amphiroa rigida* Lamouroux | | | | | x | | | | | |
| *Cystoseira* sp. | | | | | | | | x | | |
| *Corallina elongata* Ellis et Solander | x | x | x | x | | | | x | | |
| *Dasycladus clavaeformis* (Scopoli) Krasser | | | x | | | | | | | |
| *Dictyota dichotoma* (Hudson) Lamouroux | | | | | x | | | | | |
| *Ectocarpus* sp. | | | | | | | | | | x |
| *Halimeda tuna* (Ellis et Solander) Lamouroux | | | x | x | x | | x | | | |
| *Lithophyllum frondosum* (Dufour) Fur. Cor. et | | | | | x | | | | | x |
| *Lithophyllum* sp. | | x | | | | | | | x | |
| *Lithothamnium* sp. | | | | | | | | | x | |
| *Padina pavonica* (L.) Lamouroux | | | x | x | | x | x | x | | x |
| *Peyssonnelia* sp. | | | x | x | | | | | | x |
| *Peyssonnelia squamaria* (Gmelin) Decaisne | x | | x | x | x | | | | | |
| *Valonia utricularis* (Roth) C. Ag. | | | | | | x | | | | |
| **Poriferi** | | | | | | | | | | |
| *Clatrina coriacea* (Montagu) | | | | | x | | | | | |
| *Cliona celata* (Grant) | | x | x | | | | | | x | |
| *Cliona viridis* (O. Schmidt) | x | | | | x | | | | x | |
| *Chondrosia reniformis* (Nardo) | | | | | | | | | | x |
| *Crambe crambe* (Thiele) | x | x | x | x | | | | | | |
| *Ircinia fasciculata* (Pallas) | x | | | | | | | | | |
| *Ircinia* sp. | x | | | | | | | | | |
| *Ircinia variabilis* (Schm.) | | x | | | | | x | | | |
| *Leuconia aspera* (O. Schmidt) | | | | | x | | | | | |
| *Petrosia ficiformis* Poiret | | | | | | | | x | | |
| *Sycon raphanus* (Schmidt) | | | | x | | | | x | | |
| **Cnidari** | | | | | | | | | | |
| *Aglaophenia pluma* (L.) | | | x | | | | | | | |
| *Cladocora cespitosa* (L.) | | | | x | | | | | x | |
| *Dynamena cavolinii* (Neppi) | x | | | | | | | | | |
| *Eudendrium racemosus* Cavol. | | | | | | | | | | x |
| Idrozoi ind. | x | | x | | | | | | | |
| *Leptopsamnia pruvoti* Lac.-Duth. | | | | x | x | | | | | |
| **Anellidi** | | | | | | | | | | |
| *Ceratonereis hircinicola* (Eisig) | x | | | | | | | | | |
| *Chrysopetalum debile* Grube | | | | | | | | | x | |
| *Eunice torquata* Quatref. | | | x | | | | | | | |
| *Eunice vittata* (Delle Chiaje) | | x | | | | | | | | |
| *Harmotoe reticulata* (Claparede) | | | | | x | | | | | |
| *Hydroides uncinata* (Philippi) | | | | x | | | | | | |
| *Lysidice ninetta* Aud. e Milne Edw. | | | x | | | | | | | |
| *Nereis* sp. | | | | | x | | | x | x | |
| *Perinereis cultrifera* (Grube) | | | | | | | x | | | |
| *Protula intestinum* (Lamarck) | | | | x | x | | | | | |
| *Serpula vermicularis* L. | | | | x | | | | | | |
| *Spirorbidae* spp | x | | | | x | x | | | | x |

| Profondità (metri) | Nord | | | | | Est | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| SPECIE | 1 | 5 | 10 | 15 | 20 | 1 | 5 | 10 | 15 | 20 |
| **Molluschi** | | | | | | | | | | |
| *Acanthochitona fascicularis* (L.) | | | | | x | | | | | |
| *Arca noae* L. | x | | | | | | | | | |
| *Bittium reticulatum* Da Costa | | | | | x | | | | x | |
| *Calliostoma granulatum* (Born) | | | | | | | | x | | |
| *Cantharus d'orbygni* (Payr.) | | | | x | x | | | | | |
| *Chama gryphoides* L. | | x | | | | | | | | |
| *Conus mediterraneus* Brug. | | | | x | | | | | | |
| *Coralliophila alaucoides* (Blainville) | | | | | | | | | x | |
| *Gasteropoda* spp | | | | | | | | | | x |
| *Emarginula huzardi* (Payr.) | | | | x | | | | | | |
| *Hinia incrassata* (Strom) | | | x | | | | | | | |
| *Irus irus* (L.) | x | | | | x | | | | | |
| *Lima hians* (Gmelin) | | | | x | | | | | | |
| *Lithophaga lithophaga* (L.) | | | | | x | | | | | |
| *Mytilus galloprovincialis* Lam. | | | | x | | x | | | | |
| *Ocinebrina edwarsi* (Payr.) | x | | | | | x | | | | |
| *Pisania striata* (Gmelin) | | | | | x | | | | | |
| *Petaloconchus subcancellatus* (Bivona) | x | x | | | x | | | | | |
| *Rocellaria dubia* (Pennant) | | | | | x | | | | | |
| *Striarca lactea* (L.) | | | | | x | | | | | |
| *Serpulorbis arenarius* (L.) | | x | | x | x | | | | | |
| *Vermetus triqueter* Bivona | x | | | | | | | | | |
| **Crostacei** | | | | | | | | | | |
| *Alpheus dentipes* Guérin | x | | x | | | | | | x | |
| *Apseudes latreillei* (Milne Edw.) | | | | | x | | | x | | |
| *Athanas nitescens* Leach | | | | | | | | | x | |
| *Balanus perforatus* Brug. | x | x | | | | x | | | | |
| *Brachynotus foresti* Zariquiev Alvarez | x | | | | | | | | | |
| Brachiuro ind. | x | | | | | | | | | |
| *Clibanarius erythropus* (Latreille) | x | | | | | | | | | |
| *Dynamene edwarsi* (Lucas) | x | | | | | | | | | |
| *Leucothoe spinicarpa* (Abild.) | | | | | x | x | | | | |
| *Lysianassa longicornis* Lucas | | | | | x | | | | | |
| *Maera inaequipes* (Costa) | | | | | | | | | x | |
| *Munida* sp. | | | | | | | | | x | |
| Paguro (ind.) | | x | | | | | | | | |
| *Pilumnus hirtellus* (L.) | x | | | | | | | | x | |
| *Tanais cavolinii* Milne Edw. | | | | | | | | | | |
| *Verruca stroemia* (Müller) | | | | | | | | x | | x |
| **Sipunculidi** | | | | | | | | | | |
| *Physcosoma granulatum* (Leuck.) | | | x | x | x | | | | | |

| Profondità (metri) | Nord | | | | | Est | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| SPECIE | 1 | 5 | 10 | 15 | 20 | 1 | 5 | 10 | 15 | 20 |
| **Briozoi** | | | | | | | | | | |
| *Bugula flabellata* (Thompson) | x | | | | | | | | | |
| *Bugula* sp. | | | x | | | | | | | |
| *Cellepora pumicosa* Hincks | | | | | x | | | | | x |
| *Cryptosula pallasiana* (Moll) | x | | | | | | | | | |
| *Fenestrulina malusii* (Aud.) | x | | | | | | | | | |
| *Hippodiplosia foliacea* (Ellis e Sol.) | | | | x | x | | | | | |
| *Lichenopora radiata* Aud. | | | | x | | | | x | | |
| *Scrupocellaria* sp. | | | | | x | | | | | |
| **Brachiopodi** | | | | | | | | | | |
| *Argyroteca cuneata* (Risso) | | | | | x | | | | | |
| *Argyrotheca cordata* (Risso) | | | | | x | | | | | |
| **Echinodermi** * | | | | | | | | | | |
| *Ophiura* sp. | | | | | | | | | x | |
| *Ophiotrix quinquemaculata* (Delle Chiaje) | | | | x | | | | | | |
| **Tunicati** | | | | | | | | | | |
| *Ctenicella appendiculata* Lac.-Dut. | | | | | | | | | x | |
| *Diazona violacea* (Savigny) | | | | | x | | | | | |
| *Halocinthia papillosa* (L.) | | | | | x | | | | | |
| *Microcosmus vulgaris* Heller | | | | | x | | | | | x |
| *Pyura dura* (Heller) | | | | | | | | | | |
| *Polycarpa pomaria* (Savigny) | | | | | x | | | | | |

* Esclusi echinoidi

Tab. 2 - Isola Pianosa (Arcipelago delle Tremiti): specie catturate da una rete tramaglio (luglio 1997; rendimenti in numero e peso per 1000 m di rete ed intervallo di taglia per specie).
*Pianosa Island (Tremiti Archipelago): species caugth by trammel net (July 1997; number and weight yields per 1000 m of net and length range per species).*

| | | | Intervallo di taglia (cm) | | |
|---|---|---|---|---|---|
| ***Specie (* commerciali; ^ pelagiche)*** | **n°** | **g** | **min.** | **max.** | **misura** |
| * *Boops boops* (L.) | 2 | 300 | 22 | 22 | Lunghezza totale |
| *Chromis chromis* (L.) | 6 | 600 | 13 | 14 | Lunghezza totale |
| * *Mullus surmuletus* L. | 42 | 5800 | 20 | 27 | Lunghezza totale |
| * *Pagellus acarne* (Risso) | 20 | 2200 | 17,5 | 22,5 | Lunghezza totale |
| * *Phycis phycis* (L.) | 16 | 5400 | 15 | 45 | Lunghezza totale |
| * ^ *Scomber japonicus colias* Houttuyn | 22 | 16400 | 38 | 45 | Lunghezza totale |
| * *Scorpaena notata* Rafinesque | 8 | 700 | 13,5 | 16 | Lunghezza totale |
| * *Scorpaena porcus* L. | 12 | 1500 | 13,5 | 23 | Lunghezza totale |
| * *Scorpaena scrofa* L. | 8 | 9200 | 15,5 | 47 | Lunghezza totale |
| * *Serranus cabrilla* (L.) | 26 | 2500 | 18 | 24 | Lunghezza totale |
| * *Serranus scriba* (L.) | 2 | 300 | 20 | 20 | Lunghezza totale |
| * *Solea kleini* (Risso) Bonaparte | 4 | 1900 | 34 | 39,5 | Lunghezza totale |
| * *Symphodus tinca* (L.) | 2 | 200 | 19 | 19 | Lunghezza totale |
| * *Trachinus draco* L. | 2 | 600 | 25,5 | 25,5 | Lunghezza totale |
| * *Trachinus radiatus* Cuvier | 10 | 2800 | 21 | 33 | Lunghezza totale |
| * ^ *Trachurus trachurus* (L.) | 4 | 1200 | | | Lunghezza totale |
| * *Uranoscopus scaber* L. | 6 | 1000 | 19,5 | 22 | Lunghezza totale |
| **Totale Pesci** | **192** | **52600** | | | |
| * *Palinurus elephas* (Fabricius) | 4 | 700 | 4,5 | 7,5 | Lunghezza carapace |
| * *Scyllarus arctus* (L.) | 4 | 200 | 3,5 | 4,5 | Lunghezza carapace |
| **Totale Crostacei** | **8** | **900** | | | |
| * *Octopus vulgaris* Cuvier | 2 | 3400 | 18 | 18 | Lunghezza mantello |
| **Totale Cefalopodi** | **2** | **3400** | | | |
| **TOTALE** | **202** | **56900** | | | |
| **Totale commerciale escluso pelagiche** | **170** | **38700** | | | |

In questo particolare habitat potranno essere avviati studi sulla biologia di alcune specie (molluschi bivalvi, echinodermi ecc.) che lungo le coste pugliesi presentano depauperamento per l'intensa attività di pesca.

**Summary**

This paper reports the preliminary results of the study of benthic biocoenoses along Pianosa island coast (full-protected area of the Tremiti Archipelago marine park since 1989).

The main biocoenoses were identified by means of scuba diving and sampling along vertical transects (from surface down to 35 m depth) placed on four cardinal points. The following biocoenoses were found: biocoenoses of encrusting rodophita algae and sea urchins (RCEO), biocoenoses of photophilic algae, biocoenoses of photophilic and termophilic algae (RPITC), sciaphilous infralittoral biocoenoses on rock without biological concretion, precoralligenous biocoenoses (PC) and rough sand bottoms.

The biocoenoses bathymetric sequence and spatial distribution is related to the bottom slope and orientation (cliff bottoms at North and East sides).

The protected area should enlarged as far as a mile from the coast and a monitoring program about species population's development should be planned.

**Ringraziamenti**

Si ringraziano le dott.sse Petrocelli e Saracino, dell'Istituto Talassografico di Taranto, per i preziosi suggerimenti in merito alla classificazione delle specie algali.

**Bibliografia**

ANDALORO F., CAVALLARO G. (1982) - Test di resa su rete tramaglio nell'area dello stretto di Messina. *Naturalista sicil.*, S. IV, VI (Suppl.), **2**: 421-428.

BIAGI F. (1987) - Indagini con reti da posta nel Golfo di Marina di Campo all'Isola d'Elba. *Atti Soc. Tosc. Sci. Nat. Mem.*, Serie B **94**: 235- 247.

DELLI MUTI F. (1965) - *Le Isole Tremiti*. Marietti Editori.: 367 pp.

DE METRIO G., BELLO G., LENTI M., PETROSINO G., SCISCIOLI V. (1985) - L'attività di pesca col tramaglio di fondo della marineria di Porto Cesareo (Le) negli anni 1978/1983. Nota I. *Oebalia,* **11** (2) N.S.: 593-607.

GIACCONE G., ALONGI G., PIZZUTO F., COSSU A. (1994) - La vegetazione marina bentonica sciafila del Mediterraneo: III. Infralitorale e Circalitorale. Proposte di aggiornamento. *Boll. Acc. Gioenia Sci. Nat.* **27**, (346): 201-227.

MARANO G., VACCARELLA R., AMATO E., DE ZIO V., ROSITANI L., PASTORELLI A.M. (1992) - Indagini preliminari sul Parco Marino delle Isole Tremiti. *Oebalia*, **17** (Suppl.): 509-515.

MEINESZ A., BOUDOURESQUE C. F., FALCONETTI C., ASTRIER J. M., BAY D., BLANC J.J., BOURCIER M., CINELLI F., CIRIK S., CRISTIANI G., DI GERONIMO I., GIACCONE G., HARMELIN J.G., LAUBIER L., LOVRIC A.Z., MOLINIER R., SOYER J., VAMVAKAS C. (1983) - Normalisation des symboles pour la représentation et la cartographie des biocénoses benthiques littorales de Méditerranée. *Ann. Inst. Océanogr., Paris,* **59** (2): 155-172.

PERES J. M., PICARD J. (1964) - Noveau manuel de bionomie benthique de la Mer Méditerranée. *Rec. Trav. Stat. mar. Endoume, Fr.*, **31** (47): 5- 137.

SACCHI C. F. (1955) - Ricerche sulla fauna delle Tremiti e di Pianosa. *Boll. di Zool., UZI,* **22** (1): 52-78.

Biol. Mar. Medit. (1999), 6 (1): 133-135

S. Bussotti, M. C. Buia, I. Di Capua, M. C. Gambi, M. Lorenti,
M. B. Scipione, A. Terlizzi, V. Zupo

Laboratorio di Ecologia del Benthos, Stazione Zoologica "Anton Dohrn",
Punta San Pietro - 80077 Ischia, Italy.

# PRELIMINARY BIOCOENOTIC CHARACTERIZATION OF THE PROTECTED AREA «BANCO SANTA CROCE» (GULF OF NAPLES, ITALY)

## *CARATTERIZZAZIONE BIOCENOTICA PRELIMINARE DELL'AREA A TUTELA BIOLOGICA DEL BANCO SANTA CROCE (GOLFO DI NAPOLI)*

***Abstract***

*The «Banco Santa Croce» (Gulf of Naples, Italy) is a protected area of great naturalistic value, characterized by rich and diversified benthic and fish communities, the formers mainly composed by suspension feeders, typical of the coralligenous association. In this paper a first coenotic characterization of the area is reported as a result of preliminary surveys conducted in the frame of a larger research program. A total of 103 taxa (macroalgae, invertebrates and fishes) have been up to date censused.*

***Key-words:*** *Protected area, rocky bank, coralligenous, biocoenoses, Tyrrhenian Sea.*

## Introduction

The «Banco Santa Croce» is a submerged sea-mount complex located in the Eastern side of the Gulf of Naples (Tyrrhenian Sea). Since the last century, this area has been recognized for its high naturalistic interest (Colombo, 1887), being the main rocky bank in this sector of the Gulf. The Bank became a "biological protected area" in 1993. Previous information on general biological features of this Bank were reported by Colombo (1887), Ranzi (1930) and, more recently, by Russo (1992). The high hydrodynamics and the great amount of suspended particulate matter of the area, also due to the inflows from the Sarno river (Moretti *et al.*, 1981), support the development of rich and diversified benthic communities. These are mainly characterized by conspicuous suspension feeder forms (gorgonarians, sponges) typical of the coralligenous association. However, despite of its naturalistic and scientific importance, no focused studies have been devoted so far to this area. A research program aimed at studying the ecological functioning of the Bank for the management of the fishery in the surrounding area was undertaken. The final aim is to describe the energy flow through the system and to develop a mathematical model simulating the dynamic relationships between benthos, nekton and plankton. In this paper some preliminary results on the biocoenotic characterization of the area are reported.

## Materials and methods

*Study area*: the rocky Bank is located at a distance of about 0.5 miles from «Punta Orlando» on the Eastern side of the Gulf of Naples (40°40'N; 14°26'E). The Bank is constituted by various rocky sea-mounts that arise from -60 m to about -11 m depth and form a circular structure.

Tab. 1 - List of the animal taxa visually observed and/or collected by air-lift sampler° and by scraping*. For the taxa classified at family or genus level the taxonomic identification is in progress.

*Lista dei taxa animali identificati mediante rilevamenti visuali e/o campionati mediante sorbona° e grattaggio*. Per i taxa classificati a livello di famiglia o genere, è in corso l'identificazione tassonomica.*

TAXA

PORIFERA
*Clathrina* sp.
*Axinella cannabina* (Esper)
* *Ircinia* sp.
CNIDARIA HYDROZOA
* *Cladocoryne floccosa* Rotch
* *Scandia pocillum* (Hincks)
* *Eudendrium merulum* Watson
CNIDARIA ANTHOZOA
* *Cornularia cornucopiae* (Pallas)
*Parerythropodium coralloides* (Pallas)
*Eunicella cavolinii* (Koch)
*Eunicella singularis* (Esper)
*Paramuricea clavata* (Risso)
* *Caryophyllia inornata* Duncan
*Astroides calycularis* (Pallas)
*Gerardia savaglia* (Bertoloni)
*Parazoanthus axinellae* (O. Schmidt)
ANNELIDA POLYCHAETA
°* *Cirriformia* sp.
°* *Polyophthalmus pictus* (Dujardin)
* *Phyllodocidae* gen. sp. 1
* *Phyllodocidae* gen. sp. 2
* *Hesionidae*
* *Syllinae* gen. sp.
* *Exogoninae* gen. sp.
* *Autolitinae* gen. sp.
°* *Nereididae*
° *Polynoidae*
* *Chrysopetalidae*
° *Eunice* sp. 1
* *Eunice* sp. 2
°* *Lysidice ninetta* Audouin & Milne-Edwards
*° *Fabricia sabella* Grube
*Bispira mariae* Lo Bianco
MOLLUSCA GASTROPODA
° *Gibbula guttadauri* (Philippi)
° *Jujubinus exasperatus* (Pennant)
* *Cerithium vulgatum* Bruguière
°* *Bittium latreillii* (Payraudeau)
°* *Bittium reticulatum* (Da Costa)
°* *Alvania lineata* Risso
* *Rissoella* sp. *juv.*
°* *Nassarius incrassatus* (Stroem)
° *Vexillum tricolor* (Gmelin)
° *Mitrolumna olivoidea* (Cantraine)
° *Raphitoma lufroyi* (Michaud)
MOLLUSCA BIVALVIA
° *Limaea loscombi* (Sowerby G.B.)
° *Musculus costulatus* (Risso)
° *Gouldia minima* (Montagu)
° *Striarca lactea* (L.)
CRUSTACEA TANAIDACEA
°* *Apseudidae* gen. sp.
°* *Paratanaidae* gen. sp.
CRUSTACEA ISOPODA
°* *Gnathia* sp.
°* *Janiridae* gen. sp.
°* *Jaeropsis* sp.
* *Anthuridae* gen.
CRUSTACEA DECAPODA
° *Thoralus cranchii* (Leach)
° *Athanas nitescens* (Leach)
° *Pilumnus hirtellus* (L.)
° *Cestopagurus timidus* (Roux)
° *Anapagurus laevis* (Bell)
CRUSTACEA AMPHIPODA
°* *Amphilochus picadurus* J.L. Barnard
° *Gitana sarsi* Boeck
° *Peltocoxa gibbosa* (Schiecke)
°* *Leptocheirus guttatus* (Grube)
° *Leptocheirus pilosus* Zaddach
° *Aoridae* gen. sp.
* *Corophium sextonae* Crawford
°* *Cressa cristata* Myers
° *Dexamine spiniventris* (A. Costa)
° *Iphimedia minuta* G.O. Sars
* *Ericthonius punctatus* (Bate)
* *Leucothoe spinicarpa* (Abildgaard)
° *Liljeborgia dellavallei* Stebbing
° *Photis longicaudata* (Bate & Westwood)
° *Gammarella fucicola* (Leach)
° *Perioculodes aequimanus* (Kossmann)
° *Synchelidium longidigitatum* Ruffo
* *Stenothoe monoculoides* (Montagu)
* *Stenothoe* sp.
° *Phtisica marina* Slabber
° *Lysianassidae* gen. sp.
BRYOZOA
* *Myriapora truncata* (Pallas)
* *Lichenopora radiata* (Audouin & Savigny)
OSTEICHTHYES
*Muraena helena* L.
*Conger conger* (L.)
*Serranus cabrilla* (L.)
*Serranus scriba* (L.)
*Anthias anthias* (L.)
*Epinephelus marginatus* (Lowe)
*Boops boops* (L.)
*Diplodus sargus* (L.)
*Diplodus vulgaris* (E. Geoffroy Saint-Hilaire)
*Chromis chromis* (L.)
*Coris julis* (L.)
*Symphodus mediterraneus* (L.)
*Symphodus melanocercus* (Risso)
*Symphodus ocellatus* (Forsskal)
*Symphodus tinca* (L.)
*Thalassoma pavo* (L.)
*Parablennius rouxi* (Cocco)
*Scorpaena porcus* L.
*Scorpaena scrofa* L.

*Plan of the research*: in order to obtain baseline information on macrobenthos and nekton communities that characterize the area, different sampling methods have been chosen. Various visual inspections have been performed in order to select representative sampling sites and two different rocky formations (hereafter named M1 and M2) have been selected for periodical sampling of benthos and nekton (fish). M1 is the largest rocky formation of the Bank that arises from the bottom (-40 m) to about -11 m depth; M2 is located at about 70 m apart from M1 with the top at -16 m depth. At both M1 and M2, shallow sampling stations have been positioned at the top of the mounts, characterized by a photophilic algal community, while the deepest stations, characterized by coralligenous associations, have been positioned at -18 m (M1) and -22 m (M2) depth. At each station, benthic samples have been collected both by scraping (20x20 cm) and by air-lift over a surface of 40x40 cm.

Data here presented derived from various visual inspections on zoo- and phytobenthos and fishes, as well as from the analysis of samples (air-lift and scraping) collected at the station M1 (-18 m) in February 1998.

## Results and discussion

Brown photophilic macroalgae (*Padina pavonica* (L.) Thivy, *Sargassum* sp.) characterized the top of both M1 and M2, while *Peyssonnelia bornetii* Boudouresque e Denizot and *Flabellia petiolata* (Turra) Nizamuddin, dominated the deepest stations. Because of the different exposure of the rocky walls to light and currents, different "facies" of filter feeders, such as *Eunicella cavolinii, Parazoanthus axinellae* and *Paramuricea clavata,* have been observed in both stations. It is worth to mention the occurrence of large colonies of the zoanthid *Gerardia savaglia* at about -30 m depth. A first list of sessile and vagile invertebrates and fish recorded during these preliminary surveys is shown in Table 1. As a whole, a total of 103 taxa have been recognized. All fish as well as the most conspicuous invertebrates (namely Porifera and Cnidaria) have been visually checked, while for the other species, 41 have been collected by scraping, 28 occurred only in the air-lift sample and 16 were in common between the two methods (Tab. 1). It is interesting to note that the species collected with the air-lift belong to relatively motile forms, such as all the decapods and most of the amphipods found. This fact points out the importance to integrate the two methods to complete the faunistic picture of the benthic associations.

These first data, although preliminary, demostrate the richness and diversification of the studied area and stress the necessity of preservation and management of this kind of habitat in the Mediterranean.

**Aknowledgements**

Authors are grateful to Dr. S. Piraino for classification of Cnidaria and to Dr. P. Guidetti for advice in fish visual census procedure. This research is funded by "Ministero per le Risorse Agricole, Alimentari e Forestali" (Project no. 4A 77).

## References

COLOMBO A. (1887) - La fauna Marina del Golfo di Napoli. *Rivista Marittima*, **1**: 1-107.

MORETTI M., SPEZIE G., VULTAGGIO M. (1981) - Waste water diffusion in the Gulf of Naples, *Rapp. Comm. int. Mer Médit.*, **27**: 159-162.

RANZI V. (1930) - La vita nel Golfo di Napoli. *Atti XV Congr. Geogr. Ital.*, **2** (1): 1-4.

RUSSO G.F. (1992) - Particolarità dell'ambiente marino bentonico della costiera sorrentino-amalfitana. In: A. Giammarino (Ed), *Ambiente e mass media 92*, Publ. CMEA, Sorrento: 92-99.

Biol. Mar. Medit. (1999), 6 (1): 136-138

O. GIOVANARDI, F. PRANOVI*

Istituto Centrale per la Ricerca scientifica e tecnologica Applicata al Mare (ICRAM), Viale Stazione, 5 - 30015, Chioggia, Venezia Italia.
*Dip. Scienze Ambientali, Università Ca' Foscari, Venezia, Italia.

# ELEMENTI PER UNA GESTIONE ECOCOMPATIBILE DELLA RISORSA VONGOLE (*TAPES PHILIPPINARUM*) IN UN'AREA SENSIBILE QUALE LA LAGUNA DI VENEZIA

## *ELEMENTS FOR A SUSTAINABLE MANAGEMENT OF THE CLAM RESOURCE (*TAPES PHILIPPINARUM*) IN A SENSITIVE AREA AS THE LAGOON OF VENICE*

***Abstract***

*The Lagoon of Venice produces 40-50,000 t/year, more than half of the italian short-necked clam,* Tapes philippinarum. *The free-access fishing by local developped gears is producing a remarkable environmental impact. Fishery/culture in licensed areas is proposed.*

***Key-words:*** Tapes philippinarum, *Lagoon of Venice, fishery impact.*

## Introduzione

Secondo i dati riportati nel V Piano Triennale della Pesca e dell'Acquacoltura del Ministero per le Politiche Agricole e secondo altre stime (Melaku Canu, 1998), la Laguna di Venezia in questi ultimi anni produrrebbe 40-50.000 t/anno di vongole veraci filippine (*Tapes philippinarum*), oltre la metà dello sbarcato nazionale. La progressione della produzione, iniziata praticamente solo nel 1990, appare notevole e, come spesso accade in questi casi, corrisponde ad un parallelo crollo dei prezzi. La quasi totalità della risorsa proviene dalla pesca vagantiva, che vede soprattutto l'uso di attrezzi che la normativa attuale proibisce (es. la draga "vibrante") o non contempla affatto, anche perché frutto di recenti invenzioni locali (es. la "rusca"; A.S.A.P., 1997). Quest'ultima consiste di un piccolo ma robusto telaio metallico provvisto di lama a forma di V. Essa opera in vicinanza dell'elica del motore ausiliare fuoribordo il cui movimento facilita l'avanzamento, il sommovimento del sedimento ed il suo convogliamento, insieme ai bivalvi, all'interno dell'attrezzo. Nel periodo sopracitato si è assistito ad un notevole aumento della pressione di pesca e del numero di operatori (2-3.000 secondo alcune stime attuali), richiamati soprattuto dai facili guadagni.

## Materiali e metodi

E' stata effettuata una raccolta di dati, pubblicati e non, disponibili sull'argomento specifico. Sono stati analizzati i dati di produzione al Mercato di Chioggia di alcune specie commerciali della laguna negli ultimi 50 anni. Sono state analizzate alcune fotografie da aereo (gentilmente fornite da Consorzio Venezia Nuova) che mostrano in maniera chiara i solchi lasciati dalle "rusche" sui fondali lagunari.

## Risultati

Lo stock di *T. philippinarum* non pare ancora manifestare segni di sovrasfruttamento (fig. 1). Segni di stress e sofferenza sembrano invece provenire da quell'area

sensibile rappresentata dall'intero ecosistema lagunare. Limitandoci a quelli più evidenti possiamo elencare i seguenti:

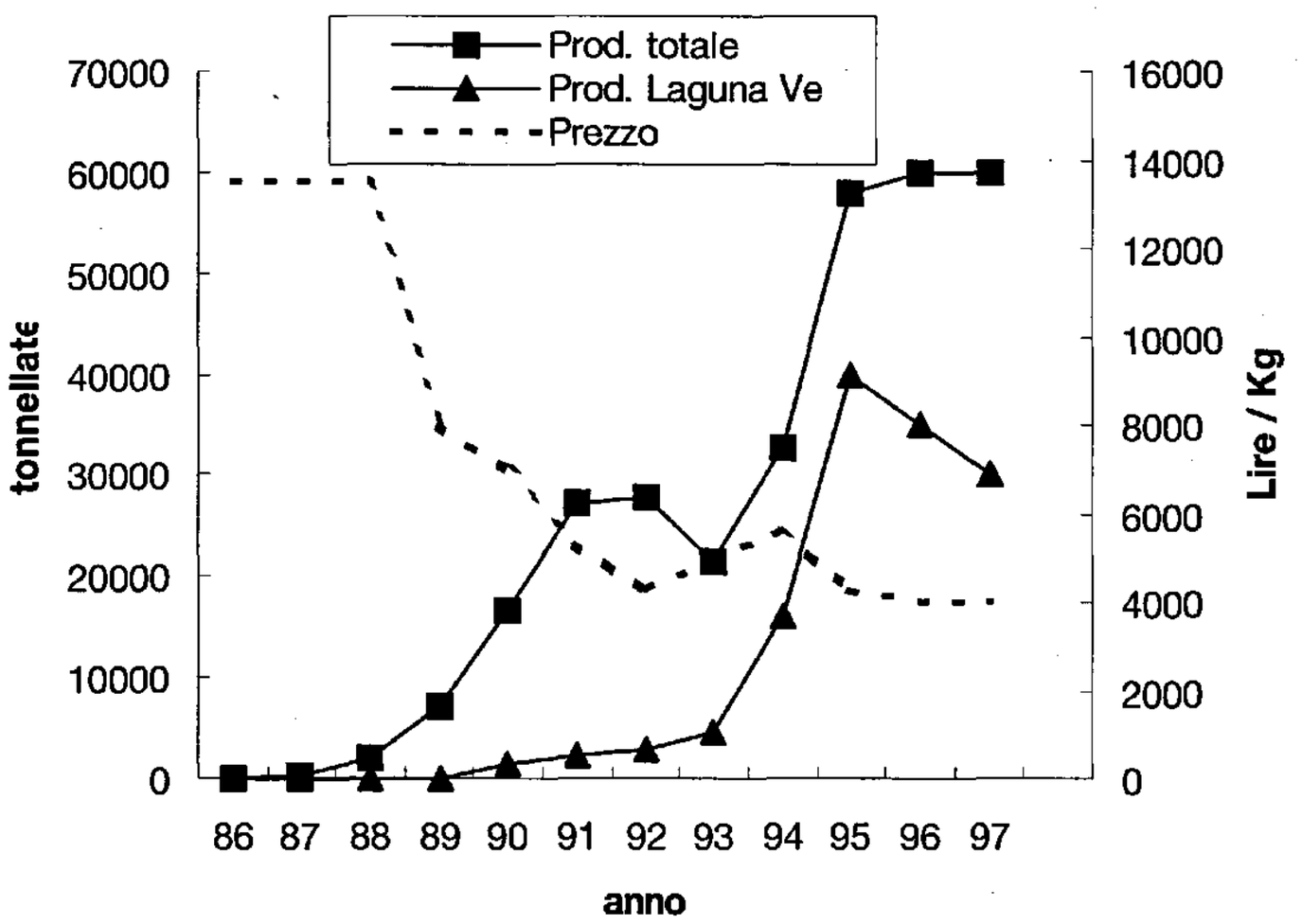



Fig. 1 - Andamento della produzione e dei prezzi di *Tapes philippinarum* (da Melaku Canu, 1998).
*Trend of the production and wholesale prices of* Tapes philippinarum *(from Melaku Canu, 1998).*

- Una alterazione delle caratteristiche granulometriche dei sedimenti (Giovanardi *et al.*, 1994) con l'allontamento delle componenti più fini in un regime sedimentario già nettamente deficitario (Consorzio Venezia Nuova, 1993), e con la possibilità, inoltre, di eventuali risospensioni di microinquinanti organici ed inorganici.
- Un cambiamento della morfologia dei fondali con aumenti del battente d'acqua e conformazione "a catino" delle velme (Orel, com. pers.). Questi ultimi possono facilitare localmente l'insorgere di episodi distrofici, di anossie, di formazione di macroalghe, di $H_2S$, ecc.
- Impatto diretto degli attrezzi su flora e fauna bentonica. Quello più evidente è la possibile riduzione delle praterie di fanerogame, poco compatibili con l'uso degli attuali attrezzi di raccolta. E' probabile un effetto diretto/indiretto su varie specie commerciali. Ad esempio sui gobidi, ed in particolare sul "go", *Zosterisessor ophiocephalus*, considerata la natura bentonica della specie ed il suo tipico comportamento riproduttivo, che prevede, fra l'altro, l'incubazione delle uova in tane scavate nel sedimento. Il latterino, *Atherina boyeri*, e anche l'aguglia, *Belone belone*, per quanto abbiano abitudini demersali e pelagiche, presentano delle fasi embrionali caratterizzate da uova fissate a substrati di varia natura, incluse le fanerogame, e possono risentire anch'essi degli effetti del passaggio degli attrezzi da traino in oggetto. Analizzando le catture di latterini e go registrate dal 1945 presso il Mercato di Chioggia, dove passa la gran parte del catturato della laguna, è stato notato come dai primi anni '90 le catture di questi pesci siano scese significativamente al di sotto della media (fig. 2). Ovviamente anche altri fattori, sia naturali che antropici, possono avere avuto degli effetti sulla consistenza di queste popolazioni, come pure non sono disponibili dati sulle variazioni dello sforzo di pesca nel periodo considerato.

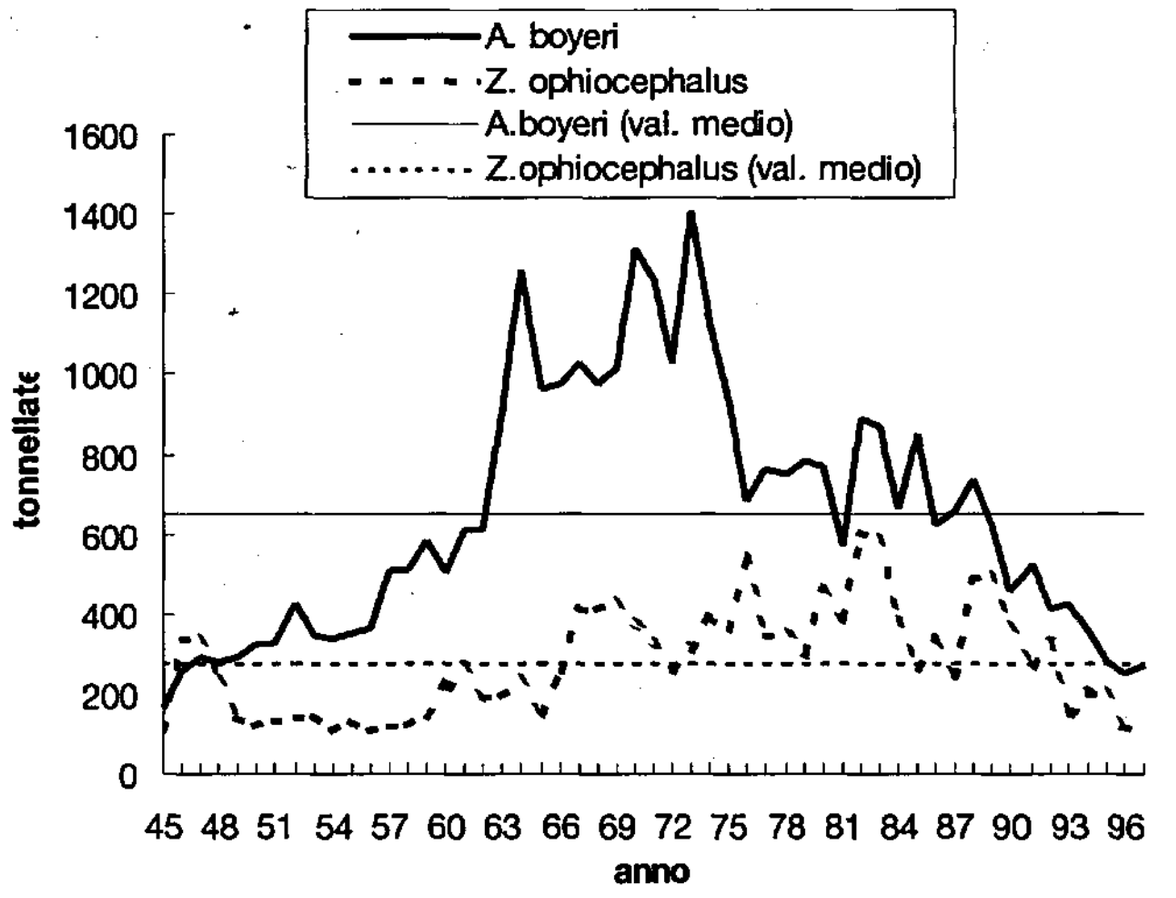



Fig.2 - Andamento della produzione del latterino (*A. boyeri*) e del go (*Z. ophiocephalus*) presso il Mercato ittico all'ingrosso di Chioggia dal 1945 al 1997.
*Trend of the production of big-scale sand smelt (*A. boyeri*) and grass goby (*Z. ophiocephalus*) at the Chioggia fish market from 1945 to 1997.*

- Conflittualità di vario tipo con attività di pesca che vantano lunghe tradizioni, di natura più selettiva, di minor impatto sui sedimenti e sulle biocenosi, e quindi in uno stato ormai di "equilibrio" sia con la laguna che con la consistenza nel lungo termine delle specie bersaglio.

## Discussione e conclusioni

Le proposte di gestione della risorsa vongole dovrebbero quindi necessariamente prevedere una riduzione progressiva della pesca libera indirizzando l'attività verso forme di pesca/coltura in aree ben definite, vocate, controllate dal punto di vista igienico-sanitario e autogestite attraverso l'uso regolamentato di attrezzi caratterizzati da un impatto limitato. Appare fondamentale individuare un unico reale referente degli operatori ed effettuare sperimentazioni di gestione che, attraverso interventi su scala limitata, abbiano anche una funzione dimostrativa. Una gestione attraverso un consorzio ed un piano di intervento unitario, in accordo con gli enti responsabili della gestione della laguna, potrebbe anche rivoluzionare il mercato, con produzioni eventualmente più limitate ma di qualità e, quindi, più remunerative e durature.

## Bibliografia

A.S.A.P. (1997) - *Attrezzi e sistemi di pesca nella provincia di Venezia.* Provincia di Venezia, Assessorato Pesca: 190 pp.

CONSORZIO VENEZIA NUOVA (1993) - Il recupero morfologico della Laguna di Venezia. *Quad. Trim. C.V.N.*, **1**, (Suppl. 1).

GIOVANARDI O., PRANOVI F., SAVELLI F., FERRETTI M. (1994) - Indagine preliminare sull'utilizzo della draga idraulica ("turbosoffiante") per la pesca dei bivalvi in ambiente lagunare. *Quad. ICRAM*, **7**: 54 pp.

MELAKU CANU D. (1998) - *Tapes philippinarum* nelle lagune dell'alto Adriatico: analisi modellistica in relazione alle variabili ambientali ed aspetti socioeconomici. Tesi di laurea, Univ. di Venezia, A.A. 1996/97: 149 pp.

Biol. Mar. Medit. (1999), 6 (1): 139-143

F. ØKLAND, E. B. THORSTAD, G. LEMBO*, S. RAGONESE**, M. T. SPEDICATO*

NINA-NIKU, Norwegian Institute of Nature Research, Tungasletta, 2 - 7005 Trondheim, Norway.
*COISPA Tecnologia & Ricerca, Mola di Bari, Italy.
**ITPP-C.N.R., Mazara del Vallo, Italy.

# SURGICAL PROCEDURES FOR IMPLANTING TELEMETRY TRANSMITTERS INTO THE BODY CAVITY OF *EPINEPHELUS MARGINATUS* (LOWE, 1834)

## *MESSA A PUNTO DI UNA TECNICA CHIRURGICA PER L'IMPIANTO DI TRASMETTITORI ACUSTICI NELLA CAVITÀ ADDOMINALE DI* EPINEPHELUS MARGINATUS *(LOWE, 1834)*

***Abstract***

*Surgery was adopted and acoustic transmitters implanted into the body cavity of 7* Epinephelus marginatus *(Serranidae family), for the purpose of tracking its behaviour by hydroacoustic telemetry during a one year period around the island of Ustica. The survival and retention of the tags, estimated by manual tracking three months after release at sea, was 100%.*

***Key-words:*** hydroacoustic telemetry, transmitter, surgery, *Epinephelus marginatus.*

## Introduction

The goal of telemetry studies is to be able to track the natural behaviour of an animal over space and time. This is done by attaching a telemetry tag which emits signals that can be registered from a considerable distance. Two main types of telemetry are used today, radio telemetry where the signals produced by the tag are RF-radio signals and acoustic telemetry where the signals are acoustic. Radio signals can only be detected from transmitters in fresh water (low conductivity) and acoustic signals are the only alternative for studying fish in the sea.

Acoustic signals must be recorded under water using a hydrophone. The range of detection (maximum distance at which the signal from the tag can be detected by the hydrophone) depends on several factors. The most important are the frequency, the signal strength generated by the tag, the background noise, trapped air bubbles, echoes produced by reflections from the water surface and ocean floor, and water stratification (temperature and salinity). Therefore, range will vary considerably both in time and between different areas (e.g. Stasko and Pincock, 1977).

It is important when planning such projects that one consider tag design (e.g., frequency, signal strength, battery life which all influence tag size and weight) and attachment technique. Tag design is a trade-off between the advantages of a large tag (e.g., long battery life, and strong signals) and the likelihood of negative effects on the animal. The preferred attachment technique will depend on the project and the animal's anatomy/morphology, behaviour and habitat.

The objective of this work was to tag the dusky grouper, *Epinephelus marginatus,* for the purpose of tracking its behaviour for a one year period around the island of Ustica.

Because of this species' habitat preferences (nearshore, rocky habitats in association with caves) and the long tracking period, the preferred attachment method was expected to be surgical implantation into the body cavity.

## Material and methods

The fish were caught by hook and lines around the island of Ustica and kept in tanks until neutral buoyancy was established (Carbonara *et al.*, 1999). After this the fish were transported to a cage at sea (6 m depth), where they were kept until surgery.

Two transmitter models were used in this study, both employing a digital coding scheme which permits up to 50 unique codes per acoustic frequency (Fig. 1) (LOTEK Marine, Canada). Both tag models had signal strength of 156 dB, diameter of 1.6 cm and operated at 65.5 or 76.8 MHz. One tag model, CAFT 16-2s, was 5 cm in length, weight in water 12.5 g, battery life of 380 days and the other, CAFT 16-3, was 6.5 cm in length, weight in water 14.6 g and battery life of 400 days.

The groupers were anaesthetised with 100 ppm tricaine methanesulfonate for 6-8 minutes (water temperature 17°C). Surgery was initiated when the operculum ventilation was slow and irregular. The fish were placed on their dorsum in a V-shaped surgical table. A 3 cm incision was made in a cephalic-caudal direction on the ventral surface, posterior to the origin of the pelvic fins (Fig. 2). The transmitter was sterilised in 70% ethanol and inserted in the cephalic direction. A prophylactic dose of antibiotics was administered (Amplital, 250 mg). The incision was closed using 3-4 independent, permanent-silk sutures. After surgery, the fish were immediately placed back in the holding tank for recovery. The fish were then released two days later in the Marine Reserve at Ustica. The study was conducted according to local regulations for the treatment and welfare of experimental animals.

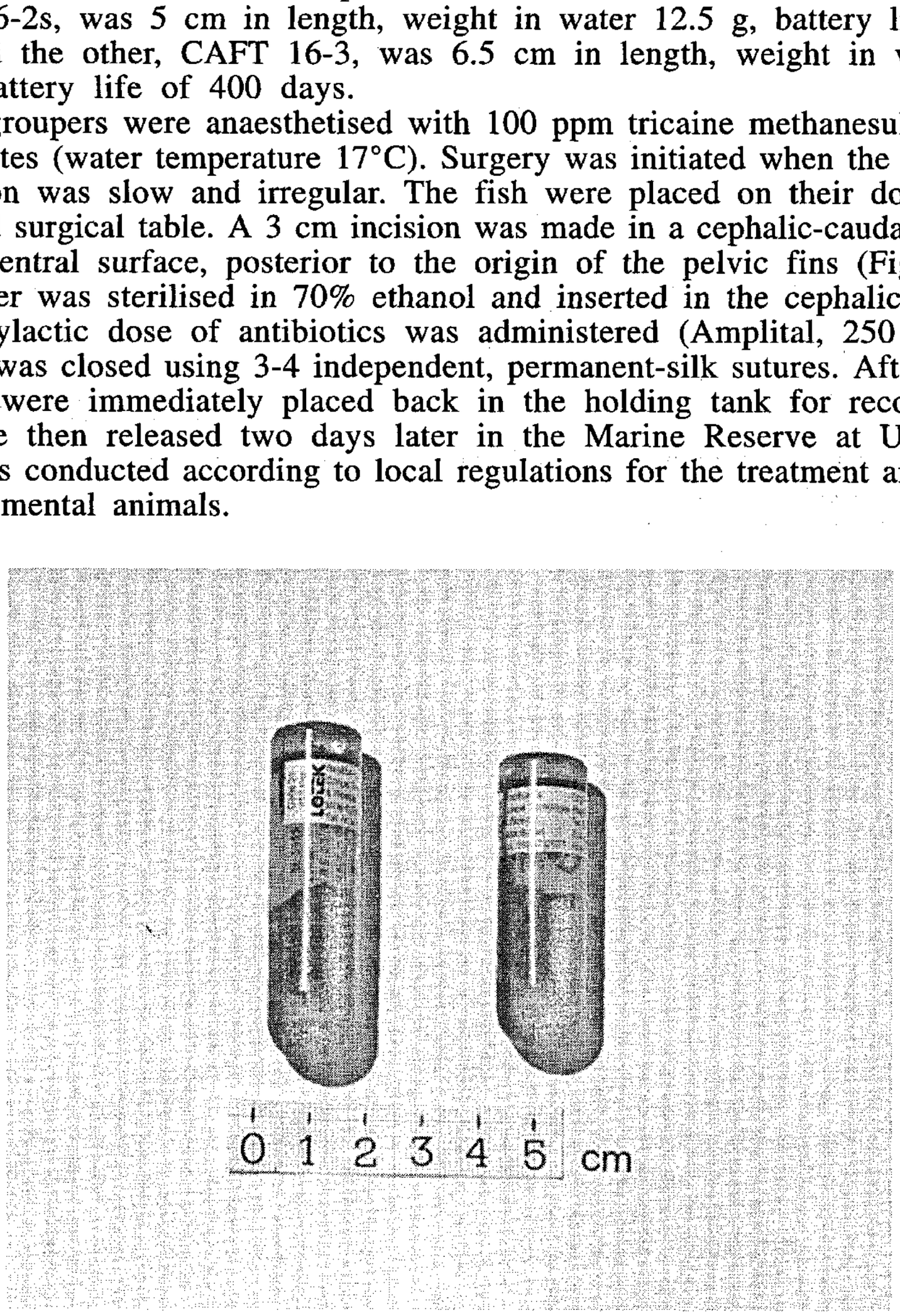



Fig. 1 - The two transmitter models implanted into the body cavity of dusky groupers.
*I due modelli di trasmettitori impiantati nella cavità addominale delle cernie di scoglio.*



Fig. 2 - The transmitter insertion through a 3 cm incision made on the ventral surface, posterior to the origin of the pelvic fins.
*Inserimento dei trasmettitori in un'incisione di 3 cm praticata nella regione addominale, posteriormente all'origine delle pinne pelviche.*

## Results

In November 1997, the transmitters were surgically implanted into seven dusky groupers, weighing between 2 and 5.4 kg. The operations lasted 6-7 minutes and recovery from the anaesthetic occurred within 5-7 minutes. After 24 hours, the groupers showed an active behaviour and three of them fed on squid. The survival and retention of the tags, estimated by tracking three months after release, was 100%.

## Discussion

Three different attachment techniques are commonly used in fish telemetry projects, external attachment on the mid-dorsal muscle, gastric insertion and surgical implantation inside the body cavity (Mellas and Haynes, 1985; Webb *et al.*, 1991; Økland *et al.*, 1995; 1997). External attachment is preferred because no surgery is required and normally anaesthetisation is not necessary. Thus, the animals can be released shortly after being caught, and handling stress imposed on the animals reduced to a minimum. The disadvantage with external attachment is that the transmitter can become tangled in vegetation or torn off by rocks and roots. For this project, external attachment would likely lead to high transmitter loss because of the dusky grouper's preference for caves and rocky habitats. The advantages of gastric insertion are that the tag can be implanted internally without surgery, but for this project expulsion rates and negative effects on feeding behaviour were expected to be too great.

For dusky grouper the preferred attachment method was expected to be surgical implantation into the body cavity. The reason for this was that tag loss was expected to be low over the long tracking period given the low tag-to-body weight ratio (0.3 to 0.6) and reduced likelihood of negative effects on the animal's behaviour. Even if high expulsion rates have been reported for other species (Sommerfelt and Mosier, 1984; Helm and Tyus, 1992), our experience with this attachment technique and tag design has proven highly successful in comparable studies on 3 other species (*Stizostedion lucioperca*, *Esox lucius*, *Salmo salar*). Given the dusky grouper's large and expandable abdominal cavity, the internal positioning of the tag was expected to have little negative effect. Furthermore, the dusky grouper, in many cases, had to be treated for gas disease in captivity following capture (Spedicato *et al.*, 1995; Spedicato and Lembo, 1996) and, thus, the advantage of rapid tagging and release associated with the other tag attachment methods disappeared. The results supported expectations as all fish survived and retention of the tags was 100%, despite the low number of animal studied. Thus in this case, surgical implantation proved to be a highly successful method of tag attachment.

**Riassunto**

*Una tecnica chirurgica è stata messa a punto per impiantare trasmettitori acustici nella cavità addominale di 7 individui di* Epinephelus marginatus, *allo scopo di studiarne il comportamento mediante tecniche di telemetria. La scelta del metodo di impianto si è basata su valutazioni specifiche, relative a fattori ambientali, fisiologici e comportamentali della specie. Sono stati quindi operati soggetti con peso compreso fra 2 e 5.4 Kg. I due tipi di trasmettitori utilizzati avevano lunghezza di 5 e 6.5 cm ed un peso di 12.5 e 14.6 gr. I soggetti, mantenuti a digiuno, erano anestetizzati con tricaina metansulfonato alle dosi di 100 ppm e posti su un tavolo operatorio a forma di V, con l'addome rivolto verso l'alto. Un'incisione di circa 3 cm era praticata fra le 2 pinne pelviche in senso cranio-caudale, inserendo il trasmettitore in direzione craniale. L'incisione era quindi suturata con 3-4 punti permanenti. L'intervento chirurgico ha avuto una durata compresa fra 6 e 7 minuti. A distanza di 24 ore gli animali presentavano un buono stato di salute e 3 di loro assumevano cibo. La sopravvivenza e la ritenzione del trasmettitore, stimate mediante tracking manuale dopo circa 3 mesi dall'intervento, erano pari al 100%, dimostrando che l'impianto chirurgico è un efficace metodo di marcatura per* E. marginatus.

**Acknowledgements**

This work was funded by the Italian Ministry of Agricultural Policy (National Law 41/82), with some support from the Municipality of Ustica and the Norwegian Institute for Nature Research. We thank Ian Fleming for his comments on the manuscript and the staff of the Ustica Marine Reserve for their assistance during the fieldwork.

**References**

CARBONARA P., BILELLO D., CAMINITA G., CAMINITA F., CASERTA G., LICCIARDI A., LO SCHIAVO G., NATALE C., ZAGAMI R. (1999) - Lo studio della cernia di scoglio (*Epinephelus marginatus*, Lowe 1834) nella riserva marina di Ustica. *Biol. Mar. Medit.*, **6** (1): in questo volume.

HELM W.T., TYUS H.M. (1992) - Influence of coating type on retention of dummy transmitters implanted in rainbow trout. *N. Am. J. Fish. Mgmt.*, **12**: 257-259.

MELLAS E.J., HAYNES J.M. (1985) - Swimming performance and behaviour of rainbow trout (*Salmo gairdneri*) and white perch (*Morone americana*): Effects of attaching telemetry transmitters. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, **42**: 488-493.

ØKLAND F., HEGGBERGET T.G., JONSSON B. (1995) - Migratory behaviour of wild and farmed Atlantic salmon (*Salmo salar*) during spawning. *J. Fish Biol.*, **46**: 1-7.

ØKLAND F., FINSTAD B., MCKINLEY R.S., THORSTAD E.B., BOOTH, R.K. (1997) - Radio-transmitted electromyogram signals as indicators of physical activity in Atlantic salmon. *J. Fish Biol.*, **51**: 476-488.

SOMMERFELT R.C., MOSIER D. (1984) - Transintestial expulsion of surgically implanted dummy transmitters by channel catfish. *Trans. Am. Fish. Soc.*, **113**: 760-766.

SPEDICATO M.T., LEMBO G. (1996) – Formazione di uno stock di riproduttori di *Epinephelus marginatus* (Lowe, 1834): risultati preliminari. *Biol. Mar. Medit.*, **3** (1): 430-431.

SPEDICATO M.T., LEMBO G., DI MARCO P. AND MARINO G. (1995) - Preliminary results in the breeding of dusky grouper *Epinephelus marginatus* (Lowe, 1834). *Cah. Options Méditerr,* **16**: 131-148.

STASKO A.B., PINCOCK D.E. (1977) - Review of underwater biotelemetry with emphasis on ultrasonic techniques. *J. Fish Res. Board Can.*, **34** (9): 1262-1285.

WEBB J.H., HAY D.W., CUNNINGHAM P.D., YOUNGSON A.F. (1991) - The spawning behaviour of farmed and wild adult Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) in a northern Scottish river. *Aquaculture*, **98**: 97-110.

Biol. Mar. Medit. (1999), 6 (1): 144-150

M. SARÀ

DIP.TE.RIS. - Dipartimento per lo studio del Territorio e delle sue Risorse,
Università di Genova, Via Balbi 5 - 16126 Genova, Italia.

# IL RUOLO DEI PORIFERI NELLA BIODIVERSITÀ, STRUTTURA E DINAMICA DEL CORALLIGENO NEL MEDITERRANEO

## *THE ROLE OF SPONGES IN THE BIODIVERSITY, STRUCTURE AND DYNAMICS OF THE MEDITERRANEAN CORALLIGENOUS FORMATIONS*

***Abstract***

*Sponges represent an important element for biomass and diversity in the structure of the various biogenic formations known as «coralligenous» in the Mediterranean Sea. Some sponges and especially the boring clionids have a key role also in the coralligenous dynamics. They contribute in different phases to the cohesion and the fragmentation of the calcareous structure, so regulating the coralligenous turnover. This activity contributes also to the set up of new coralligenous formations.*

***Key-words:*** *biodiversity, sponges, communities, coralligenous, clionids, boring activity, Mediterranean Sea.*

## Definizione, tipologie e caratteristiche generali del coralligeno

In Mediterraneo sono presenti varie formazioni di origine biogenica, costituite dagli scheletri di vegetali ed animali marini biodepositori di carbonato di calcio (Laborel, 1987). Fra esse sono designate col termine generico di coralligeno quelle che caratterizzano ambienti a scarsa intensità luminosa, quali anfratti, cavità, zone profonde di falesia o anche piattaforme concrezionate a sufficiente profondità. Esse sono costituite da alghe corallinacee e servono da substrato per un popolamento animale sessile di notevole importanza.

Queste formazioni sono diversificate per origine e sviluppo, tipo di substrato, profondità e natura degli organismi costituenti (Sarà e Pulitzer, 1970). Secondo Sartoretto *et al.* (1996) il coralligeno si estende in Mediterraneo dovunque da 5 m, in fessure ombrose della costa rocciosa, a 130 m, in mare aperto. Laborel (1961, 1987) e Sarà (1969) hanno sottolineato come il coralligeno possa dare formazioni di grandi dimensioni e complessità e con un'alta biodiversità. Per il coralligeno della zona di Marsiglia Hong (1982) enumera ben 651 specie d'invertebrati, per quello pugliese Sarà (1973) indica che il numero di Poriferi supera il centinaio. Anche i valori di biomassa sono estremamente elevati: secondo calcoli di Laubier (1966) il coralligeno di Banyuls ha biomasse che raggiungono i 400 gr $m^{-2}$, valori comparabili con quelli delle scogliere coralline tropicali.

La struttura di base delle formazioni coralligene è generalmente costituita da alghe corallinacee, ma a queste si aggiungono, soprattutto nella zona periferica, altre alghe a tallo calcificato (peyssoneliacee) e animali costruttori come serpulidi, briozoi, antozoi, spugne, bivalvi.

Per quanto riguarda l'età delle formazioni coralligene alcune di esse, soprattutto quelle più profonde, risalgono secondo Adey (1986) all'inizio dell'Olocene o al tardo Pleistocene, in rapporto all'ultima grande trasgressione, dovuta al generale riscaldamento climatico alla fine della glaciazione würmiana con un sollevamento del livello del mare di circa 120 m. Sartoretto *et al.* (1996), in

base ad uno studio di concrezioni coralligene lungo le coste della Provenza e della Corsica, fra 10 e 60 m, riconducono l'origine delle più antiche formazioni studiate a circa 8500 anni a.C. e osservano che lo strato sovrastante di acqua, al momento della loro formazione, non doveva superare i 10 - 15 m.

## Struttura e biodiversità del coralligeno

Per quanto riguarda la struttura e la biodiversità occorre distinguere la parte basale, costituita essenzialmente da alghe subfossili, da quella superficiale, in notevole misura formata da animali a scheletro calcareo. Come è stato descritto da Laubier (1966) per il coralligeno di Banyuls , fra 18 e 38 m, e da Sarà (1969) per il coralligeno pugliese, fra 10 e 35 m, il popolamento superficiale è sottoposto ad un rapido turnover con equilibrio fra i processi di crescita e di erosione. Lo stesso fenomeno si verifica per i concrezionamenti coralligeni del promontorio di Portofino, formati da cornici perpendicolari alla scarpata rocciosa fra 25 e 50 m di profondità (Cerrano *et al.*, in stampa).

L'intensità della colonizzazione è altissima e porta spesso ad un ricoprimento totale del substrato a disposizione con intense interazioni interspecifiche. Queste sono date da fenomeni di competizione, soprattutto per il substrato, ma anche di cooperazione, che vanno dalla semplice epibiosi, all'inquilinismo, al commensalismo, al mutualismo (Bavestrello *et al.*, 1995). Tali complesse interazioni avvicinano il coralligeno del Mediterraneo alle scogliere coralline tropicali, favorendo lo sviluppo di un'alta biodiversità. La ricchezza specifica del coralligeno dipende anche dalla stratificazione del popolamento, con fenomeni di epibiosi e criptobiosi, e dalla tridimensionalità del substrato che presenta una singolare analogia con i substrati molli. Hong (1982) osserva che il coralligeno presenta innumerevoli cavità di diverse dimensioni e che, a seconda delle dimensioni ed orientamento di queste, gli organismi ricevono una varietà enorme di condizioni d'illuminazione. Inoltre tali cavità contengono sedimenti più o meno fini e particelle in sospensione che accrescono la diversificazione degli organismi che le occupano. Infatti, le cavità della struttura, trattenendo sedimenti più o meno fini, consentono anche l'insediamento di una fauna proveniente dai fondi molli circostanti. Alla biodiversità legata ai fenomeni di parcellizzazione ed eterogeneità dei microhabitat si aggiunge anche quella legata al diverso orientamento complessivo, nei confronti della luce e di altri fattori, delle superfici di colonizzazione. Ad esempio, per il coralligeno pugliese (Sarà, 1969), vi è una minore copertura di animali epibionti sulle superfici superiori illuminate rispetto a quelle laterali più in ombra. Lo stesso fenomeno si verifica per le cornici coralligene della falesia del promontorio di Portofino. Qui è la faccia inferiore, sciafila, del conglomerato a sopportare la maggior quantità di animali sessili che s'impiantano quindi con la base di adesione rivolta verso l'alto (Cerrano *et al.*, in stampa).

## Il ruolo dei Poriferi

Il contributo dei Poriferi alla fauna del coralligeno è considerevole sia dal punto di vista della biodiversità che della biomassa. Nel coralligeno pugliese (Sarà, 1973) l'alta diversità specifica dipende dalla grande complessità del popolamento che è accompagnata dalle piccole dimensioni della maggioranza delle specie. Solo poche specie dell'epifauna (*Chondrilla nucula, Acanthella acuta, Agelas oroides* e *Petrosia ficiformis*) raggiungono grandi dimensioni. Si tratta di un popolamento di spu-

gne che presenta analogie dal punto di vista strutturale con quello di altri coralligeni, come quello di falesia, studiato alla Cala dell'Olivetta (Mar Ligure) (Sarà, 1966) o quello di grotta, studiato in grotte superficiali a Leuca (Puglie) (Sarà, 1968). E' interessante osservare (Sarà, 1966) che la diversità delle spugne è correlata alla densità del loro popolamento. Ciò indica che gli effetti di tipo cooperativo nei rapporti interspecifici sovrastano quelli di tipo competitivo legati soprattutto alla competizione per il substrato.

Nel complesso le spugne si distribuiscono in quattro strati (Sarà, 1968) a significato più ecologico che topografico:

a) Specie basali alle quali appartengono le specie che ricoprono il substrato raggiungendo spesso notevoli dimensioni come *Agelas oroides, Petrosia ficiformis, Spirastrella cunctatrix, Axinella* spp e *Aplysina cavernicola*.

b) Specie epibionti che si sviluppano sulle specie basali. Poco rappresentate nel coralligeno pugliese sono più frequenti nel coralligeno di falesia e di grotta.

c) Specie perforanti rappresentate essenzialmente dai Clionidi.

d) Specie ipobionti che vivono al disotto delle specie basali, nelle cavità prodotte dalle specie perforatrici o negli interstizi prodotti dalla crescita degli organismi calcificati dello strato superficiale. L'eccezionale sviluppo di queste specie, in particolare *Jaspis johnstoni*, *Fasciospongia cavernosa*, *Dercitus plicatus* e *Spongia virgultosa* favorisce il consolidamento del substrato.

Nonostante l'elevata biomassa i Poriferi contribuiscono poco, a causa della natura incoerente del loro scheletro, per lo più siliceo, alla crescita delle formazioni coralligene, ma esercitano un fondamentale ruolo strutturale e dinamico. Da un punto di vista strutturale essi contribuiscono alla biodiversità globale, rappresentando substrato e rifugio per vari altri organismi del benthos sessile e vagile (Pearse, 1950; Magnino e Gaino, 1998). Essi condizionano il microclima e, anche se non sono importanti, in Mediterraneo, come prede e quindi come anello della rete alimentare, favoriscono l'insediamento di altre specie, negli ambienti in cui abbondano, con le correnti da loro prodotte, gli essudati e la sostanza organica lasciata alla loro morte.

Esercitano inoltre un fondamentale ruolo dinamico nella strutturazione del conglomerato: a) per l'azione distruttiva ad opera di Clionidi perforatori e, b) per l'azione cementante esercitata dagli stessi Clionidi nella forma massiva e da altre specie ipobionti.

Nel coralligeno pugliese *Fasciospongia cavernosa* lega il materiale reso incoerente dalla perforazione e lascia alla sua morte cavità con pareti consolidate che possono essere occupate da altri elementi dell'endofauna. Nelle grotte di Leuca *Erylus discophorus* occupa secondariamente le cavità prodotte dal Clionide *Alectona millari*. All'isola Gallinara (Mar Ligure) *Cliona nigricans*, ha dapprima un'azione disgregante nelle formazioni coralligene superficiali e successivamente, sviluppandosi sul fondo, cementa il detrito prodotto formando un substrato organogeno secondario.

Le spugne contribuiscono alla costruzione del coralligeno non solo con le specie endobionti cementanti. Anche specie massive dello strato basale possono costituire un substrato favorevole per briozoi e alghe coralline che sono a loro volta elementi costruttori.

Il ruolo dei Clionidi nella perforazione è stato particolarmente studiato nel coralligeno di falesia del promontorio di Portofino (Cerrano *et al.*, in stampa). Sono state finora rinvenute 11 specie di Clionidi, fra cui alcune all'interno dei

coralliti delle madrepore *Leptopsammia pruvoti* e *Madracis pharensis* e nello sclerasse di *Corallium rubrum*. Le osservazioni fatte a Portofino confermano l'ipotesi di Corriero *et al.* (1997) per cui questi clionidi perforerebbero solo secondariamente gli antozoi avendo come punto di partenza il concrezionato coralligeno.

Lo studio eseguito su sezioni di blocchi di coralligeno, raccolti a diverse profondità nel promontorio di Portofino, mostra la netta differenza fra gli organismi insediati sulla superficie del conglomerato e gli elementi subfossili che formano la sua struttura minerale; infatti le osservazioni condotte sulle sezioni delle cornici mostrano che nonostante l'abbondanza della componente animale questa non rientra mai nella produzione della struttura mineralizzata di base. Tale aspetto è valutabile dall'osservazione delle sezioni dei blocchi, che presentano nella parte centrale solo sporadiche perforazioni di Clionidi, ma al di sotto della superficie inferiore uno strato di circa 1 cm di spessore intensamente perforato. Questo strato rappresenta la zona di attacco dei clionidi che coinvolge particolarmente gli organismi animali impiantati sul concrezionato algale.

Si è potuto osservare un maggior effetto distruttivo dei Clionidi sulla componente animale rispetto a quella vegetale e ciò sembra derivare dal sinergismo di diversi fattori:

a) una maggiore attitudine dei clionidi a perforare il carbonato biodeposto da animali, in particolare cnidari, rispetto a quello deposto da alghe.

b) sebbene alcuni strati di alghe coralline appaiono sporadicamente erosi dai clionidi il danno è di scarso rilievo essendo il tallo algale attaccato al substrato con un'ampia superficie di adesione. Invece, le colonie di madrepore e di corallo aderiscono al substrato per mezzo di una superficie di attacco relativamente stretta. Pertanto anche una modesta attività erosiva sui loro scheletri provoca il distacco dei coralliti.

Alla luce di queste osservazioni appare evidente il ruolo svolto dai Clionidi nell'evoluzione storica della struttura del coralligeno mediterraneo.

Durante le fasi iniziali della formazione del concrezionato (probabilmente ad una profondità ridotta rispetto all'attuale) è probabile che, grazie alla elevata velocità di crescita di nuovi talli, i clionidi abbiano attaccato la struttura in formazione senza arrecare gravi danni. Dopo lo sprofondamento causato dal cambiamento di livello del Mediterraneo la crescita algale è diventata trascurabile a causa della ridotta illuminazione. Ma a tale profondità nessun clionide è stato più in grado di attaccare i talli algali. Inoltre il concrezionato è stato parzialmente rivestito di uno strato pressochè continuo di organismi animali biocostruttori. Questo strato superficiale ha protetto il calcare vegetale dalla disgregazione dovuta agli agenti fisici.

Lo strato animale ha subito l'attacco da un ampio popolamento di clionidi che ha determinato un continuo turn-over. Ciò è documentato dal grande numero di coralliti di *Leptopsammia pruvoti* che si ritrovano nei sedimenti detritici alla base delle falesie (Cerrano *et al.*, in stampa). La continua rimozione di parti del popolamento animale dalle cornici può essere considerata come fonte di disturbo intermedio (Connell, 1976) che, com'è noto, incrementa la biodiversità.

E' evidente che, in questo modo, il popolamento animale, a differenza di quello vegetale, non può lasciare tracce nella paleostruttura, essendo presente solo nello strato superficiale che viene continuamente rinnovato per l'azione erosiva dei Clionidi.

Laborel (1987) ha sottolineato l'importanza della tutela delle formazioni biogene del Mediterraneo e fra queste di quelle coralligene. L'interesse di

una loro salvaguardia risiede non solo nel fatto che esse rappresentano paesaggi sottomarini importanti per l'industria turistica ma per la rilevanza scientifica sia dal punto di vista della biodiversità che dell'ecologia marina. Le singole formazioni presentano una notevole varietà ed individualità, per cui è importante la conservazione di ciascuna di esse. Fra l'altro le conoscenze sulle formazioni coralligene del Mediterraneo orientale e delle coste nordafricane sono scarsissime e sarebbe necessaria un'indagine a carattere internazionale (Laborel 1987).

L'attività antropica costituisce una notevole minaccia per le formazioni coralligene, in particolare per quelle superficiali, spesso ubicate in coste densamente popolate.

L'inquinamento di origine antropica può alterare gli equilibri dinamici del concrezionato anche attraverso una maggiore azione perforatrice da parte dei Clionidi, il cui sviluppo può essere stimolato dalla quantità di materia organica disciolta (Kiene, 1997; Holmes, 1997).

## Aspetti generali dell'ecologia del coralligeno

Alcuni aspetti generali dell'ecologia dei fondi costieri duri sono resi accessibili alla ricerca in Mediterraneo grazie alla presenza di fondi concrezionati e in particolare di quelli coralligeni. Essi presentano analogie con quelli presentati dalle scogliere coralline ma su queste ultime la ricerca è certo più avanzata. I Poriferi rappresentano per tali ricerche un elemento di grande importanza.

Gli aspetti meritevoli d'indagini più approfondite riguardano sia i popolamenti delle biocenosi coralligene che i rapporti fra questa e le biocenosi circostanti. Ad esempio:

i) l'elevata biodiversità e densità di popolazione rende le formazioni coralligene sede di varie interazioni fra specie, anche molto strette, e quindi di relazioni coevolutive (Thompson, 1996).

ii) come nelle altre formazioni organogene è importante chiarire il ruolo relativo delle relazioni competitive e cooperative (Sarà, 1970). In particolare la frammentazione delle biocenosi, dovuta alla eterogeneità dei substrati e alle varietà dei microclimi, rende il coralligeno luogo di rifugio dalla competizione spaziale come è stato rilevato per la specie criptiche delle scogliere coralline da Jackson (1977). Questi fenomeni favoriscono la biodiversità come anche la dominanza di specie coloniali quali briozoi e antozoi o a strategia coloniale come le spugne (Buss, 1979).

iii) il ruolo dei disturbi intermedi, fra cui quello dovuto alla perforazione dei clionidi, per la patchiness e la successiva ricolonizzazione del substrato e quindi sui fenomeni di successione. L'importanza di tali disturbi è stato sottolineato da Connell (1976) e Sarà (1985) per le comunità marine e da Petraitis *et al.* (1989) per quelle terrestri.

iv) I legami biocenotici e biogeodinamici fra la biocenosi coralligena e le biocenosi circostanti, come illustrato dal fenomeno singolare di formazione di una biocenosi detritica a partire dallo stesso clionide che ha attività perforatrice nel coralligeno soprastante (Calcinai *et al.*, in stampa).

**Summary**

Biogenic formations known as "coralligenous" characterize shady biotopes as crevices, small caves, sufficiently deep cliffs and platforms in the littoral zone of the Mediterranean Sea. They

are built by coralline algae and are inhabited by a rich sessile and vagile fauna with high diversity and biomass values. Some concretioning algal activity occurs even presently but the bulk of coralligenous formations dates back to the end of glaciations and was built at a depth of no more than 10-15 m. Then, now, these structures are generally made by a nucleus of subfossil calcareous algae and a thick, indented covering of new calcareous algae and sessile animals. This covering, with its many holes and crevices, represents a favourable habitat for many sedentary and vagile animals. Consequently, diversity and biomass values are very high.

Sponges contribute in a relevant manner to biodiversity and biomass. They are often stratified and diversified in epibiont, basal, ipobiont and boring species. Sponges play a fundamental structural and dynamic role in the coralligenous turnover. Structurally, they favour global diversity giving substratum and refuge to other benthic organisms. Dinamically, Clionids are major destructors with their boring activity but, as cementing agents with some other species as *Fasciospongia cavernosa*, may also slacken destruction.

Our research has been recently performed at Portofino promontory and at Gallinara Island. At Portofino cliff, where coralligenous occurs in a series of horizontal small terraces, the boring activity of Clionids mainly regards the lower surfaces, inhabited by skeletonized animals, as anthozoans, which are then submitted to a rapid turnover. At the upper surface calcareous algae are generally not bored by Clionids and can therefore grow. This accounts for the peculiar terrace structure of Portofino and other cliff coralligenous formations.

At Gallinara Island coralligenous occurs on cliffs as well as free bottom formations. The boring sponge *Cliona nigricans* is its chief turnover agent and represents the link between the cliff and bottom coralligenous. In fact, the boring activity of *C. nigricans* on the cliff produces the detritus which, cemented by the same Clionid in its massive form, allows the formation of a new coralligenous community on the bottom.

Coralligenous formations with their peculiar communities are important resources of the Mediterranean Sea and, also because subjected to strong anthropic influences, require to be specifically protected.

**Ringraziamenti**

Lavoro effettuato con contributi MURST (programmi 40 e 60%).

## Bibliografia

ADEY W.H. (1986) - *Coralline algae as indicators of sea-level.* In: Van de Plaasche, O. (ed.) Sea level Research: a manual for the collection and evaluation of data. *Geo Books,* **9**: 229-280.

BAVESTRELLO G., BOERO F., CATTANEO-VIETTI R., CERRANO C., SARA' M. (1995) - Competizione e cooperazione intraspecifica nell'occupazione del substrato: organismi incrostanti e arborescenti. *Atti 56° Congresso UZI*: 121.

BUSS L.W. (1979) - *Habitat selection, directional growth and spatial refuges: why colonial animals have more hiding places.* In: Larwood G., Rosen B.R. (eds) Biology and Systematics of Colonial Organisms. Academic Press, London and New York: 459-497.

CALCINAI B., BAVESTRELLO G., CERRANO C., SARÀ M. (in stampa) - Bioerosion and bioconstruction by the symbiotic sponge *Cliona nigricans* (Porifera, Demospongiae). *Mem. Queens, Mus.*

CERRANO C., BAVESTRELLO G., BIANCHI C.N., CALCINAI B., CATTANEO-VIETTI R., MORRI C., SARÀ M. (in stampa) - The role of sponge bioerosion in the mediterranean coralligenous accretion. *Springer-Verlag.*

CONNELL J.H. (1976) - *Competitive interactions and the species diversity of corals.* In: Mackie G. (ed) Coelenterate ecology and behaviour. Belknap Press, Harvard Univ., Cambridge: 460-490.

CONNELL J.H. (1978) - Diversity in tropical rain forests and coral reefs. *Science*, **199**: 1302-1310.

CORRIERO G., ABBIATI M., SANTANGELO G. (1997) - Sponges inhabiting a Mediterranean red coral population. *P.S.Z.N.I Marine Ecology,* **18**: 147-155.

HOLMES K.E. (1997) - Eutrophication and its effect on bioeroding sponge community. *Proc. 8th Int. Coral Reef Sym,.* **2**: 1411-1416.

HONG J.S. (1982) - Contribution à l'étude des peuplements dun fond de concrétionnement coralligène dans la région marseillaise en Mediterranée Nord-occidentale. *Bull. KORDI,* **4**: 27-51.

JACKSON J.B.C. (1977) - *Habitat area, colonization and development of epibenthic community structure.* In: Keegan B.F., O'Ceidigh P., Boaden P.J.S. (eds). Biology of Benthic Organisms, Pergamon Press, Oxford: 349-358.

KIENE W.E. (1997) - Enriched nutrients and their impact on bioerosion: results from ENCORE.. *Proc. 8th Int. Coral Reef Sym,.* **1**: 897-902.

LABOREL J. (1961) – Le concrétionnement algal «coralligène» et son importance géomorphologique en Méditerranée. *Rec. Trav. Stat. Mar. Endoume. Fr.*, **23**: 37-60.

LABOREL J. (1987) - Marine biogenic constructions in the Mediterranean. A review. *Sci. Rep. Port-Cros natl. Park Fr.*, 13: 97-126.

LAUBIER L. (1966) - Le coralligène des Albères. Monographie biocenotique. *Ann. Instit. océanogr. Paris.,* **43**: 137-316.

MAGNINO G., GAINO E. (1998) - *Haplosyllis spongicola* (Grube) (Polychaeta, Syllidae) associated with two species od sponges from East Africa (Tanzania, Indian Ocean). *P.S.Z.N.: Mar. Ecol.,* **19**: 77-87.

PEARSE A. (1950) - Notes on the inhabitants of certain sponges at Bimini. *Ecology,* **31**: 140-151.

PETRAITIS P.S., LATHAM R.E., NIESENBAUM R.A. (1989) - The maintenance of species diversity by disturbance. *Quart. Rev. Biol.,* **64**: 393-418.

SARÀ M. (1966) - Studio quantitativo della distribuzione dei poriferi in ambienti superficiali della riviera ligure di levante. *Arch. Ocean. Limnol.*, **14**: 365-374.

SARÀ M. (1968) - Un coralligeno di piattaforma (coralligène de plateau) lungo il litorale pugliese. *Arch. Oceanogr. Limnol,.* **15**: 139-150.

SARÀ M. (1969) - Specie nuove di Demospongie provenienti dal coralligeno pugliese. *Boll. Mus. Ist. Biol. Univ. Genova,* **37**: 89-96.

SARÀ M. (1970) - Competition and cooperation in sponge populations. *Symp. zool. Soc. Lond.,* **25**: 273-284.

SARÀ M. (1973) - Sponge population of the Apulian coralligenous formations. *Rapp. Comm. int. Mer Médit.,* **21**: 613-615.

SARÀ M. (1985) - Persistence and changes in marine benthic communities. *Nova Thalassia,* **7**: 7-30.

SARÀ M., PULITZER-FINALI G. (1970) - Nuove vedute sulla classificazione dei fondi coralligeni. *Pubbl. Staz. Zool. Napoli,* **38**: 174-179.

SARTORETTO S, VERLAQUE M, LABOREL J (1996) - Age of settlement and accumulation rate of submarine «coralligène» (-10 to -60m) of the northwestern Mediterranean Sea; relation to Holocene rise in sea level. *Mar. Geol.,* **130**: 317-331.

THOMPSON J.N. (1996) - Evolutionary ecology and the conservation of biodiversity. *Trends Ecol. Evol.,* **11**: 300-303.

Biol. Mar. Medit. (1999), 6 (1): 151-171

G. RELINI

Laboratori di Biologia Marina ed Ecologia Animale, Dipartimento per lo Studio del Territorio e delle sue Risorse, Università di Genova, Via Balbi, 5 - 16126 Genova, Italia.

# L'ITALIA E LA PROTEZIONE DELLA BIODIVERSITÀ IN MEDITERRANEO

## *ITALY AND BIODIVERSITY CONSERVATION IN THE MEDITERRANEAN SEA*

***Abstract***

*The main international conventions and agreements governing marine species and habitat protection ratified by Italy are examined. Actions in progress in Italy to promote biodiversity conservation and protection are described. Protected Marine Areas are listed and a check-list of Italian marine species discussed.*

***Key-words:*** *Marine biodiversity, marine reserves, international convention, Italian Law, Mediterranean.*

## Introduzione

Seguendo la Convenzione sulla Biodiversità (Rio, 5 giugno 1992, art. 2), *la diversità biologica* o biodiversità *viene definita come la variabilità degli organismi viventi di ogni origine, compresi, inter alia, gli ecosistemi terrestri, marini ed altri ecosistemi acquatici ed i complessi ecologici di cui fanno parte; ciò include la diversità nell'ambito delle specie e tra le specie degli ecosistemi* (G.U. n° 44 del 23/2/1994, art. 2, p. 42). La versione francese della stessa definizione (p. 11) precisa meglio che la diversità è all'interno delle specie, tra le specie ed è anche (la diversità) degli ecosistemi.

Nella presente nota viene descritta l'attività svolta in Italia per il mantenimento della biodiversità in mare nell'ambito delle convenzioni internazionali ed in particolare del Protocollo sulle Aree Specialmente Protette e la Biodiversità in Mediterraneo (ASPIM) della Convenzione di Barcellona (1995), che fornisce le linee guida per la protezione dei biotopi marini e delle specie.

A parte quest'ultima che è specifica per il Mar Mediterraneo, le convenzioni e gli accordi internazionali hanno trascurato il mare o lo hanno considerato in modo del tutto superficiale, in confronto all'ambiente terrestre. Non vengono qui considerati gli uccelli, anche quelli definiti marini. L'aggiornamento delle norme e delle attività è al dicembre 1998.

## Principali normative internazionali di riferimento

Vengono qui commentate solo alcune delle principali norme internazionali riportate in Tabella 1 sul tema della conservazione della biodiversità ed il loro recepimento in Italia. Ovviamente i commenti si limitano agli ambienti ed agli organismi marini.

- Convenzione di Berna

Con la legge 5/8/1981 n. 503 (G.U. n° 250 del 11/9/1981) viene ratificata e resa esecutiva la convenzione relativa alla conservazione della vita selvatica e dell'ambiente naturale in Europa e relativi allegati, adottata a Berna il 19 settembre 1979.

Tab. 1 - Principali accordi e convenzioni internazionali sulla conservazione della natura e che riguardano anche il mare.

*Main international agreements and conventions governing nature conservation and the marine environment.*

| | |
|---|---|
| ***1.*** | Direttiva Habitat - Regolamento recante attuazione della direttiva 92/43/CEE relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali, nonché della flora e della fauna selvatiche, D.P.R. n° 357 del 8.9.1997 (G.U. n° 248 del 23.10.1997). |
| ***2.*** | Convenzione sulla biodiversità, con annessi (Rio de Janeiro, 5 giugno 1992). Ratifica ed esecuzione da parte italiana, legge n° 124 del 14.2.1994 (G.U. suppl. n° 44 del 23.2.1994). |
| ***3.*** | Convenzione sulla conservazione delle specie migratorie appartenenti alla fauna selvatica (Bonn, 23.6.1979), recepita dall'Italia, legge n° 42 del 25.1.1983 (G.U. suppl. n° 48 del 18.2.1983). |
| ***4.*** | Convenzione relativa alla conservazione della vita selvatica e dell'ambiente naturale in Europa (Berna, 19.9.1979), legge n° 503 del 5.8.1981 (G.U. n° 250 del 11.9.1981). Emendamenti annessi II e III, entrati in vigore il 7.3.1997 (G.U. n° 212 del 11.9.1997). |
| ***5.*** | Protocollo relativo alle aree specialmente protette e la biodiversità in Mediterraneo (ASPIM), Monaco, 24.11.1996 (Protocollo della nuova Convenzione di Barcellona, 10.6.1995). Firmato ma non ancora ratificato. La precedente Convenzione di Barcellona è del 1976 e il protocollo di Ginevra sulle aree specialmente protette (SPA) è del 1982, ratificato dall'Italia nel 1985 (legge n° 217). |
| ***6.*** | Accordo sulla Conservazione dei Cetacei in Mar Nero, Mediterraneo e Zona Atlantica Adiacente (ACCOBAMS, Monaco, 24.11.1996). Questo accordo è stato firmato nell'ambito della convenzione di Bonn del 1979, ma non è stato ancora ratificato. |
| ***7.*** | Convenzione di Rasmar sulla protezione delle zone umide specialmente come habitat per gli uccelli (1971), ratificata dall'Italia nel 1976 (D.P.R. n° 448). Da allora sono state individuate sul nostro territorio 47 zone umide di importanza internazionale, non tutte costiere, marine e/o salmastre. Questa convenzione si estende in mare fino a 6 m di profondità. |
| ***8.*** | Convenzione sul Patrimonio Naturale e Culturale Mondiale (Worlds Heritage Convention, 1972) che riguarda alcuni siti in tutto il mondo. |
| ***9.*** | Convenzione di Washington – CITES sul commercio internazionale delle specie minacciate di estinzione (1973), ratificata dall'Italia nel 1975 (legge n° 874, 19.12.1975, entrata in vigore nel febbraio 1980). |
| ***10.*** | Accordo RAMOGE. Accordo Italo-Franco-Monegasco relativo alla protezione delle acque del litorale mediterraneo, firmato a Monaco il 10.05.1976 e ratificato con Legge n° 743 del 24.10.1980. Di recente, nell'ambito di tale accordo, vengono considerate anche le aree e le specie protette. |

In G.U. n° 122 del 28/05/1998 viene pubblicata l'entrata in vigore degli emendamenti agli annessi I, II, III:

- Allegato I: elenco delle specie vegetali rigorosamente protette (vedi Tabella 2), in cui sono riportate *Cymodocea nodosa, Posidonia oceanica, Zostera marina*, 3 fanerogame e 12 macroalghe;

Tab. 2 - Lista delle specie di flora marina mediterranea rigorosamente protette secondo l'Annesso I della Convenzione di Berna.

*List of Mediterranean marine plants strictly protected by Appendix I of the Bern Convention.*

| | |
|---|---|
| **ALGAE** | RHODOPHYTA |
| CHLOROPHYTA | *Goniolithon byssoides* |
| *Caulerpa ollivieri* | *Lithophyllum lichenoides* |
| | *Ptilophora mediterranea* |
| FUCOPHYCEA | *Schimmelmannia schousboei = S. ornata* |
| *Cystoseira amentacea* (inclusa var. *stricta* e var. *spicata)* | |
| *Cystoseira mediterranea* | **ANGIOSPERMAE** |
| *Cystoseira sedoides* | POTAMOGETONACEA |
| *Cystoseira spinosa (inclusa C. adriatica)* | *Cymodocea nodosa* |
| *Cystoseira zosteroides* | *Posidonia oceanica* |
| *Laminaria rodriguezii* | *Zostera marina* |
| *Laminaria ochroleuca* | |

- Allegato II: elenco delle specie animali rigorosamente protette. Oltre a tutti i mammiferi e a tutti i rettili, vengono riportati alcuni pesci ed invertebrati che possono interessare il Mediterraneo (vedi Tab. 3);

- Allegato III: elenco delle specie animali protette (vedi Tab. 4).

La protezione va rivolta non solo alle specie ma anche agli habitat delle specie di cui agli allegati I e II ed alle zone di importanza trofica, riproduttiva o di svernamento situate lungo le rotte di migrazione degli animali migratori di cui agli allegati II e III.

- Direttiva Habitat

La direttiva 92/43 CEE del 21/05/1992 relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali, nonché della flora e della fauna selvatiche, è stata recepita nella nostra legislazione con il DPR 8/9/1997 n° 357 (G.U. 23/10/97 n° 248), che ne disciplina l'attuazione. Vengono definiti i concetti di conservazione, gli habitat e le specie prioritari e di interesse comunitario, le zone di conservazione ed i siti (rete Natura 2000), le aree di collegamento ecologico funzionale, l'introduzione e la reintroduzione.

Per il raggiungimento di quanto sopra, si ritiene necessario costituire una rete di Zone (o Aree) Speciali di Conservazione (ZSC), denominata Natura 2000, formata dai siti in cui si trovano gli habitat di cui all'allegato A (classificati secondo Corine Biotopes Project)e le specie di cui all'allegato B. I criteri per l'individuazione di tali siti sono

Tab. 3 - Lista dei pesci e degli invertebrati marini mediterranei dell'Allegato II della Convenzione di Berna (vi sono madornali errori di sistematica e tassonomia).

*List of Mediterranean marine fishes and invertebrates referred to in Appendix II of the Bern Convention (which contains numerous gross taxonomic mistakes).*

**Fish/Poissons**

**CHONDRICHTHYES**

PLEUROTREMATA
Cetorhinidae
*Cetorhinus maximus* (Med.)

Lamnidae
*Carcharodon carcharias* (Med.)

**OSTEICHTHYES**

PETROMYZONIFORMES (1)
Petromyzonidae
*Lethenteron zanandrai* (Med.)

ACIPENSERIFORMES
Acipenseridae
*Acipenser naccarii*
*Acipenser sturio*
*Huso huso* (Med.)

CYPRINIFORMES (2)
Cyprinidae
*Pomatoschistus canestrinii* (Med.)
*Pomatoschistus tortonesei* (Med.)

SYNENTOGNATHI (3)
Belonidae
*Hippocampus hippocampus* (Med.)
*Hippocampus ramulosus* (Med.)

ATHERINIFORMES (4)
Cyprinodontidae
*Aphanius fasciatus* (Med.)
*Aphanius iberus* (Med.)
*Valencia hispanica*
*Valencia leutourneuxi*

CHIMAERIFORMES (5)
Chimaeridae
*Mobula mobular* (Med.)

CRUSTACEA
Decapoda
*Ocypode cursor* (Med.)
*Pachyplasma giganteum* (Med.) (6)

**Molluscs/Mollusques**

GASTROPODA
Dyotocardia
*Gibbula nivosa* (Med.)
*Patella ferruginea* (Med.)
*Patella nigra* (Med.)

Monotocardia
*Charonia rubicunda* (= *C. lampas* = *C. nodiferum*) (Med.)
*Charonia tritonis* (= *C. seguenziae*) (Med.)
*Dendropoma petræum* (Med.)
*Erosaria spurca* (Med.)
*Luria lurida* (= *Cypræa lurida*) (Med.)
*Mitra zonata* (Med.)
*Ranella olearia* (Med.)
*Schilderia achatidea* (Med.)
*Tonna galea* (Med.)
*Zonaria pyrum* (Med.)

BIVALVIA

Mytiloida
*Litophaga litophaga* (Med.)
*Pinna pernula* (Med.)

Myoida
*Pholas dactylus* (Med.)

**Echinoderms/Echinodermes**

ASTERIDAE
*Asterina pancerii*
*Ophidiaster ophidianus*

ECHINIDAE
*Centrostephanus longispinus* (Med.)

**Cnidarians/Cnidaires**

HYDROZOA
*Errina aspera* (Med.)

ANTHOZOA
*Astroides calicularis* (Med.)
*Gerardia savaglia* (Med.)

**Sponges/Eponges**

PORIFERA
*Aplysina cavernicola* (Med.)
*Asbestopluma hypogea* (Med.)
*Axinelle polyploides* (Med.) (7)
*Petrobiona massiliana* (Med.)

(1) I Petromyzoniformes (meglio Petromyzontiformes), non sono Osteitti ma Agnatha, cioè pesci senza articolazione delle mascelle.
(2) Poiché i due *Pomatoschistus* sono Gobidi, la famiglia è Gobiidae.
(3) I due cavallucci di mare appartengono alla famiglia Syngnathidae e all'ordine dei Syngnathiformes.
(4) L'ordine è Cyprinodontiformes.
(5) *Mobula* non è un Chimaeridae e comunque non appartiene agli Osteichthyes, ma ai Chondrichthyes Hypotremata, famiglia Mobulidae, ordine Rajiformes.
(6) Il nome corretto è *Pachylasma*.
(7) *Axinella polypoides*.

Tab. 4 - Lista degli animali marini mediterranei presenti nell'Allegato III della Convenzione di Berna (vi sono alcuni errori di sistematica già rilevati in Tabella 3).

*List of Mediterranean marine animals referred to in Appendix III of the Bern Convention (some taxonomic mistakes, as in Tab. 3).*

**Fish/Poissons**

**CHONDRICHTHYES**
PLEUROTREMATA
Lamnidae
*Isurus oxyrinchus* (Med.)
*Lamna nasus* (Med.)

Carcharhinidae
*Prionace glauca* (Med.)

Squatinidae
*Squatina squatina* (Med.)

HYPOTREMATA
Rajidae
*Raja alba* (Med.)

**OSTEICHTHYES**
PETROMYZONIFORMES
Petromyzonidae
*Lampetra fluviatilis*
*Lampetra planeri*
*Lampetra zanandreai*
*Petromyzon marinus*

ACIPENSERIFORMES
Acipenseridae
*Acipenser ruthenus*
*Acipenser stellatus*
*Huso huso* (Med.)

CLUPEIFORMES
Clupeidae
*Alosa alosa*
*Alosa fallox*
*Alosa pontica*

ATHERINIFORMES
Cyprinodontidae
*Aphanius fasciatus*
*Aphanius iberus*

GASTEROSTEIFORMES
Syngnathidae
*Syngnathus abaster*

PERCIFORMES
Serranidae
*Epinephelus marginatus* (Med.)

Sciænidae
*Sciæna umbra* (Med.)
*Umbrina cirrosa* (Med.)

Gobidae
*Pomatoschistus microps*
*Pomatoschistus minutus*

CHIMAERIFORMES
Chimaeridae
*Mobula mobular* (Med.)

CRUSTACEA
Decapoda
*Homarus gammarus* (Med.)
*Maja squinado* (Med.)
*Palinurus elephas* (Med.)
*Scyllarides latus* (Med.)
*Scyllarides pigmaeus* (Med.) (1)
*Scyllarides arctus* (Med.) (1)

ECHINOIDEA
*Paracentrotus lividus* (Med.)

**Cnidarians/Cnidaires**

HEXACORALLIA
*Antipathes* sp. plur. (Med.)

ALCIONARIA
*Corallium rubrum* (Med.)

**Sponges/Eponges**

PORIFERA
*Hippospongia communis* (Med.)
*Spongia agaricina* (Med.)
*Spongia officinalis* (Med.)
*Spongia zimocca* (Med.)

(1) Il genere è *Scyllarus* e non *Scyllarides.*

riportati nell'Allegato C. Ogni stato membro è impegnato alla costituzione della rete dei siti proposti, anche con il contributo delle regioni. Tali siti, una volta accettati da un'apposita Commissione, verrano definiti Siti di Importanza Comunitaria (SIC).

Il Ministero dell'Ambiente ha avviato un progetto di ricerca, denominato BioItaly, per l'individuazione e la mappatura dei siti di pregio naturalistico, sulla base degli Allegati A (habitat) e B (specie) della 92/43 e su altri criteri di emergenze naturalistiche.

La Direttiva Habitat è quanto mai carente per quanto riguarda l'ambiente marino e le specie che vi vivono, sembrerebbe che i biotopi marini e le specie marine non siano degne di protezione.

Nell'Allegato A (I), su circa 150 biotopi, quelli marini sono 9 (vedi Tabella 5), con una perla di traduzione "erbari" di Posidonie, invece di praterie di *Posidonia*. Nell'Allegato B le specie marine mediterranee sono: una foca (*Monachus monachus*), un cetaceo *(Tursiops truncatus*), una tartaruga (*Caretta caretta*), alcune lamprede, due storioni, *Alosa* spp. e due o tre ciprinodontidi. Tutti questi pesci sono prevalentemente di acque dolci o salmastre. Nell'Allegato D (o IV), che riguarda l'elenco delle specie animali e vegetali di interesse comunitario che richiedono una protezione rigorosa (in parte riportate nell'Allegato B), si trovano alcuni animali marini e cioè tutti i mammiferi e i rettili marini, due storioni, *Acipenser naccarii*, *A. sturio*, il gasteropode *Patella ferruginea*, i bivalvi *Lithophaga lithophaga* e *Pinna nobilis* e l'Echinoide *Centrostephanus longispinus*.

Tab. 5 - Elenco degli habitat marini riportati nell'Allegato A (I) della Direttiva CEE 92/43.
*List of marine Habitats referred to in Appendix A (I) of the E.U. Directive 92/43.*

| | |
|---|---|
| | **HABITAT COSTIERI E VEGETAZIONI ALOFITICHE** |
| | **Acque marine e ambienti a marea** |
| 11.25 | Banchi di sabbia a debole copertura permanente di acqua marina |
| 11.34 | * Erbari di Posidonie (1) |
| 13.2 | Estuari |
| 14 | Distese fangose o sabbiose emergenti durante la bassa marea |
| 21 | * Lagune |
| – | Grandi cale e baie poco profonde |
| – | Scogliere |
| – | Colonne marine causate da emissioni di gas in acque poco profonde |
| | **Habitat rocciosi e grotte** |
| | Grotte sommerse o semisommerse |

Il segno "*" significa: tipi di habitat prioritari.

(1) Si tratta di un grossolano errore di traduzione dal Francese: Herbièrs de posidonies, praterie di posidonia.

Nell'Allegato E (V), che riguarda le specie che potrebbero richiedere misure di gestione, si trovano elencati: due lamprede, tutti gli storioni, *Alosa* spp., il corallo rosso (*Corallium rubrum*), il decapode *Scyllarides latus*. Sono elencate anche due alghe corallinacee *Lithothamnium coralloides* (forse *corallioides*) e *Phymatholithon calcareum* (sinonimo di *Lithothamnium calcareum*).

- Convenzione di Bonn

La legge 25.01.1983 n. 42 (Suppl. ordinario G.U. 18.02.1983 n° 48) ratifica e rende esecutiva la Convenzione di Bonn del 23.06.1979. Essa si prefigge la salvaguardia delle specie migratrici con particolare riguardo a quelle minacciate (allegato I) ed a quelle in cattivo stato di conservazione (allegato II). Le misure che impegnano gli Stati contraenti si riferiscono alla tutela degli habitat importanti ed alla creazione di nuovi, alla rimozione o limitazione delle attività (inquinamento) e degli ostacoli che impediscono la migrazione ed al divieto di prelievo delle specie.

- Convenzione di Rio de Janeiro

La legge 14.02.1994 n. 124 ratifica e recepisce nella nostra legislazione la Convenzione sulla biodiversità e suoi annessi, fatta a Rio de Janeiro il 05.06.1992 (G.U. 44 del 23/2/94). Essa ha i seguenti obiettivi (art. 1, p. 41): "*Gli obiettivi della presente Convenzione da perseguire in conformità con le sue disposizioni pertinenti sono la conservazione della diversità biologica, l'uso durevole dei suoi componenti e la ripartizione giusta ed equa dei benefici derivanti dalla utilizzazione delle risorse genetiche, grazie ad un accesso soddisfacente alle risorse genetiche ed un adeguato trasferimento delle tecnologie pertinenti, in considerazione di tutti i diritti su tali risorse e tecnologie, e grazie ad adeguati finanziamenti*". L'art. 3 recita: "*In conformità con lo statuto delle Nazioni Unite e con i principi del diritto internazionale, gli Stati hanno il diritto sovrano di sfruttare le loro risorse in conformità con le loro politiche ambientali ed hanno il dovere di fare in modo che le attività esercitate nell'ambito della loro giurisdizione o sotto il loro controllo non causino danni all'ambiente in altri Stati o in zone che non dipendono da nessuna giurisdizione nazionale*". Questa Convenzione (sottoscritta da 150 Nazioni) rappresenta il più vasto e complesso programma mai formulato di tutela ambientale, che ovviamente riguarda anche il mare, e, se realmente attuato, segnerebbe una svolta decisiva nelle politiche di sviluppo non solo economiche ed ambientali, ma anche sociali e culturali degli Stati contraenti. Sono previste, fra l'altro, le seguenti azioni:

- piani, programmi e strategie di conservazione dell'ambiente;
- individuazione e monitoraggio dei componenti della biodiversità (ecosistemi, habitat, biotopi, specie, genotipi) che abbiano una certa rilevanza sul territorio;
- individuazione e monitoraggio dei fattori che premono negativamente sulla biodiversità;
- regolamentazione delle attività con effetto negativo;
- elaborazione di banche dati e di sistemi informatici per la gestione ambientale;
- procedure di VIA per progetti che impattano sulla biodiversità;
- istituzione di un sistema di zone protette o regolamentate;
- regolamentazione e gestione delle risorse biologiche;
- protezione, promozione e ripristino di ecosistemi, habitat e specie;
- divieto di introduzione di specie alloctone;
- aiuti alle popolazioni locali per applicare le misure di tutela della biodiversità;
- programmi di istruzione, di formazione e di ricerca per il raggiungimento degli obiettivi;

Il Comitato Interministeriale per la Programmazione Economica, con la sua delibera (CIPE 16.03.1994) "Approvazione delle linee strategiche per l'attuazione della Convenzione di Rio de Janeiro e per la redazione del Piano Nazionale sulla Biodiversità", recepisce gran parte dei dettami, di cui sopra, soprattutto riguardo a:

- completamento delle conoscenze di base sulla biodiversità, sull'uso del suolo, sulle risorse acquatiche, sui biotopi, sulle risorse genetiche e sulle specie, esteso a tutto il territorio;
- verifica delle normative e delle priorità nazionali in materia di tutela ambientale;
- rete di monitoraggio sullo stato della biodiversità;
- programmi di formazione, educazione e sensibilizzazione
- integrazione della tutela ambientale nei processi di sviluppo economico (industria, trasporti, agricoltura, energia, turismo), sociale (sanità, scuola) e culturale (ricerca).

- ASPIM

Durante la riunione per la Convenzione per la protezione del Mar Mediterraneo contro l'inquinamento, tenutasi a Barcellona nel giugno 1995, furono adottati sei diversi protocolli, tra i quali il Protocollo relativo alle Aree Specialmente Protette ed alla Biodiversità nel Mediterraneo. Questo Protocollo, sottoscritto alla Riunione di Monaco del novembre 1996, deve essere ancora recepito nella nostra legislazione. Per il momento è in vigore il precedente protocollo firmato a Ginevra nel 1982 sulle Aree Specialmente Protette in Mediterraneo (SPA) e ratificato dall'Italia il 4/7/1985 e facente parte della precedente convenzione di Barcellona del 1976. Il nuovo protocollo non si limita alle acque territoriali e prende in considerazione, oltre alle aree protette, anche le specie da proteggere (elenco in Allegato 2, Tabella 6) e quelle sfruttate che necessitano di una oculata gestione (elenco in Allegato 3, Tabella 7). Infine, oltre ai criteri generali per la descrizione e la scelta delle aree protette marine e costiere, prevede una serie di Aree Speciali Protette d'Importanza Mediterranea (ASPIM).

I criteri che concorrono a determinare l'inserimento di un'area nella lista ASPIM, sono relativi alla presenza di specie rare, endemiche o minacciate, alla rappresentatività ecologica, al grado di biodiversità, alla naturalità, alle peculiarità dell'habitat,

Tab. 6 - Lista delle specie marine in pericolo o minacciate dell'Annesso II del Protocollo ASPIM (Convenzione di Barcellona, 1995).

*List of endangered or threatened marine species referred to in Appendix II of the ASPIM Protocol.*

| | |
|---|---|
| **Magnoliophita** | |
| *Posidonia oceanica* | *Zostera noltii* |
| *Zostera marina* | |
| **Chlorophyta** | |
| *Caulerpa ollivieri* | |
| **Phaeophyta** | |
| *Cystoseira amantacea* (incl. *var. stricta* e *var. spicata*) | *Cystoseira mediterranea* |
| *Cystoseira sedoides* | *Cystoseira spinosa* (incl. *C. adriatica*) |
| *Cystoseira zosteroides* | *Laminaria rodriguezii* |
| **Rhodophyta** | |
| *Goniolithon byssoides* | *Lithophyllum lichenoides* |
| *Ptilophora mediterranea* | *Schimmelmannia schousboei* |
| **Porifera** | |
| *Asbestopluma hypogea* | *Aplysina* spp. |
| *Axinella cannabina* | *Axinella polypoides* |
| *Geodia cydonium* | *Ircina foetida* |
| *Ircinia pipetta* | *Petriobiona massiliana* |
| *Tethya* spp. | |

| | |
|---|---|
| **Cnidaria** | |
| *Astroides calycularis* | *Errina aspera* |
| *Gerardia savaglia* | |
| **Echinodermata** | |
| *Asterina pancerii* | *Centrostephanus longispinus* |
| *Ophidiaster ophidianus* | |
| **Bryozoa** | |
| *Hornera lichenoides* | |
| **Mollusca** | |
| *Ranella olearia* (= *Argobuccinum olearium* = *A. giganteum*) | *Charonia lampas* (= *Ch. rubiconda* = *Ch. nodifera*) |
| *Charonia tritonis* | *Dendropoma petraeum* |
| *Erosaria spurca* | *Gibbula nivosa* |
| *Lithophaga lithophaga* | *Luria lurida* (= *Cyprea lurida*) |
| *Mitra zonata* | *Patella ferruginea* |
| *Patella nigra* | *Pholas dactylus* |
| *Pinna nobilis* | *Pinna rudis* (= *P. pernula*) |
| *Schilteria achatidea* | *Tonna galea* |
| *Zonaria pyrum* | |
| **Crustacea** | |
| *Ocypode cursor* | *Pachylasma giganteum* |
| **Pisces** | |
| *Acipenser naccarii* | *Acipenser sturio* |
| *Aphanius fasciatus* | *Aphanius iberus* |
| *Cetorhinus maximus* | *Carcharodon carcharias* |
| *Hippocampus hippocampus* | *Hippocampus ramulosus* |
| *Huso huso* | *Lethenteron zanandreai* |
| *Mobula mobular* | *Pomatoschistus canestrinii* |
| *Pomatoschistus tortonesei* | *Valencia hispanica* |
| *Valencia letourneuxi* | |
| **Reptiles** | |
| *Caretta caretta* | *Chelonia mydas* |
| *Dermochelys coriacea* | *Eretmochelys imbricata* |
| *Lepidochelys kempii* | *Trionyx triunguis* |
| **Aves** | |
| *Pandion haliaetus* | *Calonectris diomedea* |
| *Falco eleonorae* | *Hydrobates pelagicus* |
| *Larus audouinii* | *Numenius tenuirostris* |
| *Phalacrocorax aristotelis* | *Phalacrocorax pygmaeus* |
| *Pelecanus onocrotalus* | *Pelecanus crispus* |
| *Phoenicopterus ruber* | *Puffinus yelkouan* |
| *Sterna albifrons* | *Sterna bengalensis* |
| *Sterna sandvicensis* | |
| **Mammalia** | |
| *Balaenoptera acutorostrata* | *Balaenoptera borealis* |
| *Balaenoptera physalus* | *Delphinus delphis* |
| *Eubalaena glacialis* | *Globicephala melas* |
| *Grampus griseus* | *Kogia simus* |
| *Megaptera novaeangliae* | *Mesoplodon densirostris* |
| *Monachus monachus* | *Orcinus orca* |
| *Phocoena phocoena* | *Physeter macrocephalus* |
| *Pseudorca crassidens* | *Stenella coeruleoalba* |
| *Steno bredanensis* | *Tursiops truncatus* |
| *Ziphius cavirostris* | |

Tab. 7 - Lista delle specie dell'Annesso III del Protocollo ASPIM. Specie per le quali è necessario regolamentare lo sfruttamento.

*List of species whose exploitation is regulated (Appendix III of the ASPIM Protocol).*

| | |
|---|---|
| **Porifera** | |
| *Hippospongia communis* | *Spongia officinalis* |
| *Spongia agaricina* | *Spongia zimocca* |
| | |
| **Cnidaria** | |
| *Anthipathes* sp. plur. | *Corallium rubrum* |
| | |
| **Echinodermata** | |
| *Paracentrotus lividus* | |
| | |
| **Crustacea** | |
| *Homarus gammarus* | *Maja squinado* |
| *Palinurus elephas* | *Scyllarides latus* |
| *Scyllarus pigmaeus* | *Scyllarus arctus* |
| | |
| **Pisces** | |
| *Alosa alosa* | *Prionace glauca* |
| *Alosa fallax* | *Raja alba* |
| *Anguilla anguilla* | *Sciaena umbra* |
| *Epinephelus marginatus* | *Squatina squatina* |
| *Isurus oxyrinchus* | *Thunnus thynnus* |
| *Lamna nasus* | *Umbrina cirrosa* |
| *Lampetra fluviatilis* | *Xiphias gladius* |
| *Petromyzon marinus* | |

all'importanza scientifica, alla rappresentatività culturale. Quest'ultimo punto, abbastanza innovativo, consente di contestualizzare il valore ambientale, sociale e culturale di una determinata area, cioè di riferirne il pregio relativamente alla regione ed al contesto in cui si trova.

Ovviamente le aree protette, dovranno essere dotate di tutta una serie di requisiti, quali un piano di gestione e di protezione, un continuo controllo scientifico, una convergenza di volontà ed interessi dei diversi settori economici e sociali, con una partecipazione delle popolazioni coinvolte, ed una reale possibilità di sviluppo sostenibile.

- ACCOBAMS

Nel novembre 1996 a Monaco fu raggiunto un Accordo per la Conservazione dei Cetacei del Mar Nero, del Mediterraneo e delle contigue aree atlantiche (Agreement of Cetaceans COnservation of Black, Atlantic and Mediterranean Seas: ACCOBAMS), che è stato firmato da quasi tutti i paesi dell'area mediterranea, ma deve essere ancora ratificato dall'Italia. Questo accordo prevede, da parte di ogni firmatario, un impegno sia a livello normativo sia socio-economico sia scientifico, per eliminazione o riduzione al minimo degli effetti negativi delle attività antropiche sulla sopravvivenza dei cetacei di questi mari. Devono essere limitate le attività di pesca con reti derivanti, regolamentati gli scarichi, tenuti sotto controllo le interazioni di turismo, traffico marittimo, pesca ed inquinamento con le popolazioni di cetacei e si devono prevedere delle aree protette speciali per la tutela di questi animali.

## Iniziative italiane

L'Italia ha intrapreso una serie di iniziative per far fronte agli impegni derivanti dagli accordi internazionali, in particolare quelli sopra menzionati e per avere un quadro della situazione italiana, anche in relazione ai problemi gestionali del territorio. Tali iniziative possono essere riassunte nelle tre seguenti linee principali, che da un punto di vista normativo per la parte mare fanno riferimento alle due principali leggi: 979/82 (Disposizioni per la difesa del mare, G.U. suppl. n° 16 del 18/1/1983) e 394/91 legge quadro sulle Aree Protette (G.U. suppl. n° 292 del 13/12/1991):

1. *censimento della fauna e della flora del territorio italiano, compresi i mari circondanti la penisola*;
2. *aree protette marine*. Identificazione ed istituzione di parchi marini ed altre zone protette;
3. *censimento degli Habitat da proteggere* nell'ambito della Direttiva Habitat.

**- Censimento della fauna e della flora del territorio italiano, compresi i mari circondanti la penisola**

Grazie alla proficua collaborazione tra il Servizio Conservazione della Natura, l'UZI, il Comitato per la Fauna d'Italia ed una miriade di esperti (circa 250 appartenenti a 14 paesi), è stata pubblicata la lista delle specie animali viventi sul territorio italiano, mari compresi. E' una imponenete opera pubblicata da Calderini in 110 fascicoli (si veda Notiziario SIBM n° 25/1994, pp. 61-63 e Amori *et al.*, 1993); è l'unica check-list esistente in Mediterraneo ed una delle poche in Europa. Accanto alla lista dei nomi vengono fornite alcune informazioni schematiche sulla distribuzione geografica e se si tratta di specie endemiche e/o minacciate. La fauna italiana risulta costituita da 57.344 specie di cui 1.176 appartenenti ai Vertebrati. Le specie marine sono in totale 9.194 e vengono elencate nei fascicoli 1-15, 17-20, 24-31, 107-110.

I codici (3, 4, 5) utilizzati per la fauna marina fanno riferimento alle sub-aree statistiche della pesca della FAO (37.1.3, 37.2.2, 37.2.1) e corrispondono: 3) ai bacini occidentali dal confine francese alle Egadi, mari di Sardegna e Corsica; 4) Adriatico fino al canale di Otranto (e non Ravenna come erroneamente indicato nei fascicoli); 5) Ionio e dal sud della Sicilia fino alle Egadi. Il tratto di mare preso in considerazione non si limita alle acque territoriali, ma comprende anche le acque del largo fino alle acque territoriali del paese che sta di fronte all'Italia. Per alcuni gruppi sistematici sono state considerate italiane anche specie che per il momento sono state segnalate solo a Nizza, in Corsica, in Istria, ecc.; comunque di ciò viene fatta menzione. Nella Tabella 8 è riportato il numero di specie per ciascun gruppo sistematico, suddiviso per le tre grandi aree geografiche. Il maggior numero di specie si trova nell'area 3, seguito dalla 4). In totale la fauna marina italiana è costituita da 9.194 specie, di cui 1.047 Protozoi e 8.147 Metazoi. E' un numero considerevole se si confronta con il censimento di Medifaune, riportato in Tabella 9, cortesemente fornito dal prof. G. Fredj e disponibile nel sito http://nephi.unice.fr/Medifaune/contenu.html.

Per quanto riguarda la flora, Pignatti (1982) elenca 5.900 specie per la flora italiana (non sono considerate le Alghe). G. Giaccone, su indicazione della SIBM, sta preparando per il Servizio Conservazione della Natura del Ministero dell'Ambiente una check-list delle macroalghe e monocotiledoni dei mari italiani che dovrebbero ammontare a 983 specie, di cui 540 Rhodophyceae, 205 Fucophyceae, 173 Chlorophyceae, 56 Cyanophyceae, 2 Xanthophyceae, 5 Monocotyledones, 2 Incertae sedis.

Un notevole contributo alla conoscenza della distribuzione dei pesci, cefalopodi e crostacei decapodi e stomatopodi viene fornito dalle campagne di pesca a strascico che si svolgono una o più volte all'anno dal 1985 (campagna GRU.N.D.: Relini, 1998 a, b; campagna MEDITS: Bertrand *et al.*, 1997).

Tab. 8 - Numero delle specie marine presenti nella Check-List della fauna italiana per taxon e area geografica.

*Number of marine species in the Check-List of Italian Fauna per taxon and per geographic area.*

| CHECK LIST | Tot. specie | Tot. specie Area 3 | Tot. specie Area 4 | Tot. specie Area 5 |
|---|---|---|---|---|
| 1 - PROTOZOA | 1.047 | 907 | 404 | 270 |
| 2 - PORIFERA | 472 | 399 | 241 | 162 |
| 3 - CTENOPHORA | 32 | 28 | 11 | 17 |
| 3 - CNIDARIA | 458 | 422 | 272 | 197 |
| 4 - TURBELLARIA | 322 | 229 | 147 | 57 |
| 4 - GNATHOSTOMULIDA | 6 | 3 | 3 | 1 |
| 4 - ORTHONECTIDA | 2 | 1 | 1 | 2 |
| 4 - DICYEMIDA | 13 | 13 | 10 | 10 |
| 4 - NEMERTEA | 93 | 91 | 28 | 4 |
| 5 - DIGENEA | 188 | 137 | 116 | 16 |
| 6 - CESTODA | 70 | 51 | 41 | 15 |
| 6 - MONOGENEA | 86 | 84 | 32 | 0 |
| 7 - GASTROTRICHA | 138 | 113 | 53 | 73 |
| 8 - ROTIFERA | 7 | 7 | 7 | 7 |
| 9 - NEMATODA ADENOPHOREA | 308 | 291 | 90 | 87 |
| 10 - NEMATODA RHABDITIA | 6 | 3 | 6 | 4 |
| 11 - NEMATODA SPIRURIA | 63 | 56 | 30 | 5 |
| 12 - NEMATOMORPHA | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 12 - KINORHYNCHA | 22 | 14 | 11 | 5 |
| 12 - LORICIFERA | 4 | 4 | 0 | 0 |
| 12 - PRIAPULIDA | 2 | 0 | 2 | 1 |
| 12 - KAMPTOZOA | 17 | 16 | 3 | 1 |
| 13 - CAUDOFOVEATA | 4 | 4 | 3 | 2 |
| 13 - SOLONOGASTER | 12 | 11 | 2 | 1 |
| 13 - MONOPLACOPHORA | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 13 - POLYPLACOPHORA | 24 | 24 | 12 | 20 |
| 14 - GASTROPODA PROSOBRANCHIA | 601 | 553 | 276 | 479 |
| 14 - HETEROBRANCHIA HETEROSTROPHA | 128 | 122 | 77 | 106 |
| 15 - GASTROPODA OPISTOBRANCHIA | 355 | 315 | 105 | 171 |
| 15 - GASTROPODA DIVASIBRANCHIA | 2 | 2 | 2 | 2 |
| 15 - GASTROPODA GYMNOMORPHA | 1 | 1 | 1 | 0 |
| 15 - GASTROPODA PULMONATA | 3 | 3 | 3 | 3 |
| 17 - BIVALVIA | 316 | 292 | 194 | 259 |
| 17 - SCAPHOPODA | 13 | 13 | 12 | 8 |
| 18 - CEPHALOPODA | 58 | 56 | 40 | 55 |
| 19 - ANNELIDA POLYCHAETA | 806 | 697 | 502 | 466 |
| 19 - POGONOPHORA | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 19 - ECHIURA | 5 | 5 | 2 | 1 |
| 19 - SIPUNCULA | 18 | 15 | 10 | 10 |
| 20 - ANNELIDA CLITELLATA | 38 | 32 | 10 | 3 |
| 24 - ACARI | 58 | 47 | 12 | 10 |
| 25 - PYCNOGONIDA | 44 | 39 | 25 | 25 |
| 26 - CRUSTACEA BRANCHIOPODA | 5 | 5 | 5 | 5 |
| 27 - CRUSTACEA OSTRACODA | 345 | 277 | 252 | 149 |
| 28 - CRUSTACEA MAXILLOPODA | 680 | 581 | 386 | 312 |
| 29 - CRUSTACEA MALACOSTRACA I (1) | 149 | 144 | 49 | 63 |
| 30 - CRUSTACEA MALACOSTRACA II (2) | 695 | 637 | 298 | 293 |
| 31 - CRUSTACEA MALACOSTRACA III | 268 | 242 | 221 | 119 |
| 107 - TARDIGRADA | 53 | 44 | 17 | 40 |
| 108 - LOPHOPHORATA | 323 | 303 | 183 | 132 |
| 109 - DEUTEROSTOMA (escl. Vertebrata) | 305 | 253 | 196 | 185 |
| 110 - VERTEBRATA AGNATHA | 3 | 2 | 3 | 2 |
| 110 - CHONDRICHTHYES | 74 | 72 | 61 | 71 |
| 110 - OSTEICHTHYES | 429 | 407 | 292 | 338 |
| 110 - REPTILIA | 5 | 3 | 3 | 5 |
| 110 - MAMMALIA | 15 | 13 | 8 | 14 |
| **TOTALE** | **9.194** | **8.086** | **4.770** | **4.283** |

(1) Il n° 29 contiene: Phillocarida, Hiplocarida, Thermosbaenacea, Mysidiacea, Cumacea

(2) Il n° 30 contiene: Tanaidacea, Isopoda, Amphipoda, Euphausiacea

Tab. 9 - Stima della Fauna marina mondiale e mediterranea ad esclusione dei Protisti (da Medifaune, G. Fredj, 1991).
*An estimate of marine fauna in the world and in the Mediterranean, Protista excluded (from Medifaune, G. Fredj, 1991).*

| GROUPE | BE/PE/PA** | ESP. MONDIALES | ESTIMATION ESP. MEDIT. | ESP. MEDIFAUNE | COMPLEN COURS | % MED./MOND. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **07 PORIFERA** | BE | 5000 | 593 | 593 | 0 | 11,9 |
| **08 CNIDARIA** | BE/PE | 9500 | 420 | 352 | 68 | 4,4 |
| **09 CTENOPHORA** | BE/PE | 100 | 23 | 23 | 0 | 23,0 |
| **10 ECHINODERMATA** | BE | 6500 | 143 | 143 | 0 | 2,2 |
| **11 PLATYHELMINTHES** | BE/PE/PA | 6000 | | | | |
| **12. MESOZOA** | PA | 50 | 11 | 11 | 0 | 22,0 |
| **13 NEMERTINEA** | BE/PE | 900 | 112 | 112 | 0 | 12,4 |
| **14 NEMATODA** | BE/PA | 5000 | 150 | 0 | 150 | 3,0 |
| **15 ACANTHOCEPHALA** | PA | | | | | |
| **16 ROTIFERA** | BE/PE | 150 | 35 | 0 | 35 | 23,3 |
| **17 GASTROTRICHA** | BE | 250 | 118 | 118 | 0 | 47,2 |
| **18 KINORHYNCHA** | BE | 107 | 23 | 23 | 0 | 21,5 |
| **19 NEMATOMORPHA** | PE | 3 | 1 | 1 | 0 | 33,3 |
| **20 GNATHOSTOMULIDA** | BE | 120 | 5 | 5 | 0 | 4,2 |
| **21 CHAETOGNATHA** | PE/BE | 102 | 20 | 20 | 0 | 19,6 |
| **22 PRIAPULIDA** | BE | 9 | 3 | 3 | 0 | 33,3 |
| **23 ANNELIDA** | BE/PE | 8000 | 776 | 709 | 67 | 9,7 |
| **24 MYZOSTOMIDA** | PA | 150 | 4 | 4 | 0 | 2,7 |
| **25 ECHIURIDA** | BE | 129 | 6 | 6 | 0 | 4,7 |
| **26 SIPUNCULA** | BE | 321 | 22 | 22 | 0 | 6,9 |
| **27 BRACHIOPODA** | BE | 335 | 15 | 15 | 0 | 4,5 |
| **28 ECTOPROCTA** | BE | 5000 | 491 | 191 | 300 | 9,8 |
| **29 ENTOPROCTA** | BE/PA | 150 | 19 | 19 | 0 | 12,7 |
| **30 MOLLUSCA** | BE/PE/PA | 32000 | 1376 | 832 | 544 | 4,3 |
| **31 TARDIGRADA** | BE | 60 | 18 | 18 | 0 | 30,0 |
| **34 ARTHROPODA** | BE/PE/PA | 36000 | 1935 | 1198 | 737 | 5,4 |
| **35 POGONOPHORA** | BE | 100 | 1 | 1 | 0 | 1,0 |
| **36 PHORONIDEA** | BE | 10 | 5 | 4 | 1 | 50,0 |
| **37 HEMICHORDATA** | BE | 90 | 5 | 5 | 0 | 5,6 |
| **38 CHORDATA** | BE/PE | 1322 | 244 | 244 | 0 | 18,5 |
| **39 LORICIFERA** | BE | 10 | 1 | 0 | 1 | 10,0 |
| **40 VERTEBRATA** | BE/PE | 13494 | 694 | 694 | 0 | 5,1 |
| | | | | | | |
| **TOTAUX** | | 130000 env. | 7269 | 5366 | 1903 | 5,5 |

** BE: Benthique PE: Pélagique PA: Parasite

**- Aree protette**

A parte la concessione demaniale, i vincoli paesaggistici, archeologici e storici, militari, etc. che, pur avendo altra finalità possono contribuire anche alla protezione dell'ambiente naturale e delle sue componenti, in Italia esistono tre tipi fondamentali di leggi grazie alle quali può essere creata un'area protetta temporanea e/o permanente e quindi contribuire al mantenimento della biodiversità: zone di tutela biologica, barriere artificiali, riserve marine o parchi marini. Non vengono qui considerate le aree costiere terrestri, lagunari, salmastre che possono essere oggetto di protezione in ambito Ramsar (47 sono le zone selezionate tra le 103 zone umide inventariate, De Maria 1992), o per intervento regionale oppure gestite dalle associazioni ambientaliste, in particolare WWF e LIPU.

**- Zone di tutela biologica**

La più antica è la norma che consente l'istituzione di zone di tutela biologica in base all'art. 98 della Legge 963 del 1965. tale articolo recita: " ... *Il Ministro per la Marina Mercantile, sentita la commissione consultiva locale per la pesca marittima, può vietare o limitare nel tempo e nei luoghi, l'esercizio della pesca qualunque sia il mezzo di cattura impiegato, in quelle zone di mare che, sulla base di studi scientifici o tecnici, siano riconosciute come aree di riproduzione o di accrescimento di specie marine di importanza economica, o che risultassero impoverite da un troppo intenso sfruttamento* ...". Pur avendo questa norma una precisa finalità mirata alla salvaguardia anche solo temporanea di una risorsa sfruttata dall'uomo, è stata applicata per la protezione di varie zone marine (si veda Tabella 10 ) e per la prima volta è stata utilizzata per le acque del largo, per la protezione del Santuario dei Cetacei del bacino Corso Ligure Provenzale (decreti del Ministero della Marina Mercantile del 18.07.1990, 19.06.1991, 12.08.1992). Con il primo decreto (gli altri sono di precisazione dei confini), su segnalazione dei Laboratori di Biologia Marina e di Ecologia Animale dell'Istituto di Zoologia dell'Università di Genova, il Ministero ha istituito una zona di tutela biologica "per il pesce spada ed i cetacei" nel Mar Ligure ed esattamente l'area compresa tra Punta Mesco, Capo Corso, Antibes e la linea di costa. Per quanto la protezione delle specie citate sia configurata solo attraverso la limitazione di un attrezzo

Tab. 10 - Zone Di Tutela Biologica.
*Biological Protection Zones.*

| | |
|---|---|
| **PORTOFERRAIO** | D. M. 10.8.1971 |
| **SANTA MARIA DI CASTELLABATE** | D. M. 25.8.1972 |
| **ISOLA DI MONTECRISTO** | D. M. 5.4.1979<br>D. M. 2.4.1981<br>D. M. 1.9.1988 |
| **ISOLA DI LAMPEDUSA** | D. M. 25.9.1979 |
| **TOR PATERNO/VILLA CAMPELLO** | D. M. 20.8.1988, n° 402 |
| **ISOLA DI PIANOSA** | D. M. 6.9.1989 |
| **BANCO DI SANTA CROCE** | D. M. 15.6.1993 |
| **RAVENNA** | D. M. 5.11.1996 |

di pesca distruttivo, la rete pelagica derivante per il pesce spada (spadara), l'enunciato è di grande interesse e merita un commento. Infatti:

1. è la prima volta, non solo in Italia, ma nel Mediterraneo, che viene presa in considerazione l'opportunità di proteggere un ambiente marino del largo;
2. sfruttando un articolo della Legge 963/1965 indirizzato a risorse da pesca che risultassero depauperate, il decreto abbina una risorsa da pesca, il pesce spada, con animali che, sempre secondo la legge italiana, non possono essere sfruttati, ma di cui non si mette in dubbio il valore, riconoscendo contemporaneamente le "caratteristiche ecologiche del Mar Ligure".

La filosofia alla base della protezione è dunque il concetto di ecosistema pelagico, ecosistema che si esprime mediante due vertici significativi, appunto i grandi perciformi ed i mammiferi marini.

Una più ampia area è stata considerata nella dichiarazione congiunta Italo-Franco-Monegasca del 22 marzo 1993 per l'istituzione del Santuario dei Cetacei (vedi Notiziario SIBM n° 23/92, pp. 18-21), che nel 1998 è stato inserito nella lista dei parchi marini italiani (legge n° 426 del 9/12/1998).

**Barriere artificiali**

Le barriere artificiali (previste nella Legge 41/82 e 979/82) sono costruzioni di ingegnereia ecologica che, attraverso l'immersione in mare di corpi solidi posizionati sul fondo, hanno lo scopo di proteggere i fondali e le biocenosi, in particolare nei riguardi dello strascico e di contribuire al ripopolamento. Le funzioni svolte dalle barriere artificiali possono essere così schematicamente riassunte:

1. protezione delle biocenosi naturali (in particolare praterie di *Posidonia*);
2. riciclaggio energetico con produzione di biomassa edule, per esempio con bivalvi sestonofagi (cioè filtratori di particelle viventi e no);
3. riduzione della mortalità per uova e giovani pesci;
4. creazione di tane e rifugi per specie stanziali;
5. attrazione e concentrazione di specie pelagiche che sulla barriera trovano abbondante alimento;
6. disponibilità di substrati duri soprattutto sui fondi molli o su quelli che sono stati sottoposti a infangamento;
7. ripristino di biocenosi depauperate, ricomparsa di specie rare.

L'Italia era all'avanguardia nel contesto europeo sia nello studio che nella realizzazione delle barriere artificiali, ma a causa di pastoie burocratiche, preconcette opposizioni, scarsità di fondi, negli ultimi anni c'è stato un notevole rallentamento nella costruzione, mentre si è verificata una maggiore collaborazione dei ricercatori europei, con la creazione dell'EARRN (European Artificial Reef Research Network; si veda Notiziario SIBM n° 27/95, pp. 27-29, Jensen 1997). Anche nella ormai numerosa letteratura italiana viene dimostrata l'importanza delle barriere artificiali per il mantenimento e l'incremento della biodiversità (SIBM, 1995).

**Riserve marine**

La Legge 979 (31/12/1982), pubblicata sul suppl. ordinario della G.U. n° 16 del 18/1/1983, anche se molto complessa, è un indubbio passo avanti per la difesa del mare. Nell'art. 1 (Titolo I, norme programmatiche) recita: " ... *Il Ministro della Marina Mercantile attua la politica intesa alla protezione dell'ambiente marino ed alla prevenzione di effetti dannosi alle risorse del mare, provvedendo alla formazione, di intesa con le regioni, del piano generale di difesa del mare e delle coste marine*

*dall'inquinamento e di tutela dell'ambiente marino, valido per tutto il territorio nazionale, tenuto conto dei programmi statali e regionali anche in materie connesse, degli indirizzi comunitari e degli impegni internazionali. Tale piano, di durata non inferiore al quinquennio, è approvato dal CIPE. Con la stessa procedura sono adottate le eventuali modifiche e varianti che si rendessero necessarie in relazione alla evoluzione orografica, urbanistica, economica ed ecologica delle coste ... ".* Purtroppo questo piano non è mai stato fatto.

Al Titolo V otto articoli dal 25 al 32 sono dedicati alle "Riserve Marine", le quali vengono così definite dall'art. 25: *" Le riserve naturali marine sono costituite da ambienti marini, dati dalle acque, dai fondali e dai tratti di costa prospicienti che presentano un rilevante interesse per le caratteristiche naturali, geomorfologiche, fisiche, biochimiche, con particolare riguardo alla flora e alla fauna marine e costiere e per l'importanza scientifica, ecologica, culturale, educativa ed economica che rivestono".*

L'art. 31 elenca una prima serie di aree meritevoli di salvaguardia ed esattamente le prime venti, riporate nella Tabella 11.

La Legge è complessa e alla sua attuazione hanno nuociuto i conflitti di competenze tra i due Ministeri interessati, Marina e Ambiente e tra questi e le regioni a statuto speciale. Si sperava che tali difficoltà fossero superate in base alla "Legge quadro sulle aree protette" (6/12/1991 n°394), pubblicata sulla G.U. del 13/12/1991; questa Legge rivede la normativa anche dei parchi e riserve marine ed aggiunge (art. 36) altre 26 aree per una possibile tutela (Tabella 11).

In base a tale Legge era il Ministero dell'Ambiente a promuovere l'istituzione delle aree protette in mare, sia pur di concerto con il Ministero della Marina Mercantile. Infatti il primo comma dell'art. 18 recita così: *"In attuazione del programma il Ministero dell'Ambiente, di concerto con il Ministero della Marina*

Tab. 11 - Elenco dei Parchi Marini istituiti e da istituire.
*List of already established and future Marine Parks.*

| | Superficie (ha) | Sito | Legge istituita | G.U. |
|---|---|---|---|---|
| 1. | 372 | Golfo di Portofino | D.M. 6.6.1998 | n. 188 del 13.8.98 |
| 2. | 2.784 | Cinque Terre | D.M. 12.12.1997 | n. 48 del 27.2.98 |
| 3. | | Secche della Meloria | | |
| 4. | | Arcipelago Toscano | | |
| 5. | 2.787 | Isola di Ventotene e Santo Stefano | D.M. 12.12.1997 | n. 45 del 24.2.98 |
| 6. | 16.000 | Isola di Ustica | D.I. 12.11.1986 | n. 71 del 26.3.87 |
| 7. | | Isole Eolie | | |
| 8. | 53.810 | Isole Egadi | D.I. 27.12.1991 | n. 115 del 19.5.92 (*) |
| 9. | 902 | Isole Ciclopi | D.I. 7.12.1989 | n. 86 del 12.4.90 (♦) |
| 10. | 17.156 | Porto Cesareo | D.M. 12.12.1997 | n. 45 del 24.2.98 |
| 11. | 2.207 | Torre Guaceto | D.I. 4.12.1991 | n. 115 del 19.5.92 |
| 12. | 1.509 | Isole Tremiti | D.I. 14.7.1989 | n. 295 del 19.12.89 |
| 13. | 127 | Golfo di Trieste (Miramare) | D.I. 12.11.1986 | n. 77 del 2.4.87 |
| 14. | 15.091 | Tavolara - Punta Coda Cavallo | D.M. 12.12.1997 | n. 47 del 26.2.98 |
| 15. | | Golfo Di Orosei - Capo Monte Santu | | |
| 16. | | Capo Caccia - Isola Piana | | |
| 17. | | Isole Pelagie | | |
| 18. | 1.128 | Punta Campanella | D.M. 12.12.1997 | n. 47 del 26.2.98 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 19. | 13.500 | Capo Rizzuto | D.I. 22.12.1991 | n. 115 del 19.5.92 |
| 20. | 30.357 | Penisola del Sinis - Isola di Mal di Ventre | D.M. 12.12.1997 | n. 45 del 24.2.98 |
| 21. | | Isola Di Gallinara | | |
| 22. | | Monti dell'Uccellina - Formiche di Grosseto - Foce dell'Ombrone - Talamone | | |
| 23. | | Secche di Torpaterno | | |
| 24. | | Penisola di Campanella – Isola di Capri | | |
| 25. | | Costa degli Infreschi | | |
| 26. | | Costa di Maratea | | |
| 27. | | Penisola Salentina (Grotte Zinzulusa e Romanelli) | | |
| 28. | | Costa del Monte Conero | | |
| 29. | | Isola di Pantelleria | | |
| 30. | | Promontorio Monte Cofano - Golfo di Custonaci | | |
| 31. | | Acicastello - Le Grotte | | |
| 32. | | Arcipelago della Maddalena (Isole e Isolotti Compresi nel Territorio del Comune della Maddalena) | | |
| 33. | | Capo Spartivento - Capo Teulada | | |
| 34. | | Capo Testa - Punta Falcone | | |
| 35. | | Santa Maria di Castellabate | | |
| 36. | | Monte di Scauri | | |
| 37. | | Monte a Capo Gallo - Isola di Fuori o delle Femmine | | |
| 38. | | Parco Marino del Piceno | | |
| 39. | | Isole di Ischia - Vivara e Procida (Regno di Nettuno) | | |
| 40. | | Isola di Bergeggi | | |
| 41. | | Stagnone di Marsala | | |
| 42. | | Capo Passero | | |
| 43. | | Pantani di Vindicari | | |
| 44. | | Isola di San Pietro | | |
| 45. | | Isola dell'Asinara | | |
| 46. | 8.857 | Capo Carbonara | D.M. 15.09.1998 | — |
| 47 | | Alto Tirreno-Mar Ligure "Santuario dei Cetacei" | | |

(*) modifiche D.M. 6.8.1993 (G.U. n. 199 del 25.8.93) e D.M. 17.5.1996 (G.U. n. 263 del 9.11.96)
(◆) modifiche D.M. 17.5.1996 (G.U. n. 263 del 9.11.96)

*Mercantile e di intesa con il Ministro del Tesoro, istituisce le aree protette marine, autorizzando altresì il finanziamento definito dal programma medesimo. L'istruttoria preliminare è in ogni caso svolta, ai sensi dell'art. 26 della Legge 31/12/1982 n° 979, dalla Consulta per la difesa del mare dagli inquinamenti".* Il programma

triennale per le aree naturali protette è descritto nell'art. 4 della stessa Legge. Nonostante il Ministero della Marina Mercantile sia stato soppresso e l'Ispettorato Centrale per la Difesa del Mare sia passato al Ministero dell'Ambiente, le aree marine protette a più di 16 anni dalla emanazione della Legge 979/82, sono 15, alcune delle quali di recente istituzione. Se poi si va a vedere quelle che effettivamente funzionano, la situazione è davvero preoccupante: sono 2-3 e tra le più piccole. Con la Legge 9 dicembre 1998 n° 426 "Nuovi interventi in campo ambientale" (G.U. n° 291, 14/12/1998) vengono modificate alcune norme precedenti ed introdotte alcune novità. Viene aggiunto nella lista dei Parchi Marini il 47°: Santuario dei Cetacei dell'Alto Tirreno-Mar Ligure. Viene soppressa la Consulta per la Difesa del Mare dagli Inquinamenti, istituita nel 1979 e le funzioni vengono trasferite ai competenti uffici del Ministero dell'Ambiente. Quale supporto per tutte le aree concernenti le Aree Marine Protette, è prevista una Segreteria Tecnica per le Aree Marine Protette composta da dieci esperti di elevata qualificazione, individuati ai sensi dell'art. 3, comma 9 della Legge 6/12/1991 n° 394.

**Parchi internazionali/transfrontalieri**

Al fine di tutelare ecosistemi naturali che interessano più stati è necessario un accordo tra questi per la creazione delle aree protette. Oltre alla proposta per la creazione di un Santuario Internazionale per i Cetacei, più volte ricordato, nel bacino corso-liguro-provenzale, l'Italia ha firmato un accordo con la Francia (19/1/1993) per la creazione del Parco Marino Internazionale delle Bocche di Bonifacio. In tale contesto l'istituzione del Parco Nazionale dell'Arcipelago della Maddalena rappresenterà un indubbio impulso per lo sviluppo dello stesso Parco transfrontaliero.

**- Censimento degli Habitat**

In attuazione della Direttiva 92/43 per la conservazione delle specie e degli Habitat di interesse comunitario, l'Italia ha svolto il progetto Bioitaly, finanziato nell'ambito del programma Life.

Nella ricerca, oltre i criteri comunitari, sono state adottate metodologie per l'individuazione dei siti che tenessero conto anche delle peculiarità e delle priorità regionali e nazionali (endemismi, fauna minore, interessi biogeografici, ecc.), distinguendo in Siti di Interesse Comunitario (SIC), Nazionale (SIN) e Regionale (SIR), da proporre alla Commissione europea per la creazione di una lista comunitaria. I siti sono riportati in una cartografia in scala 1:25.000, completamente informatizzata. Sono stati elencati più di 3.000 siti (pochi quelli marini) che una volta vagliati dalla Comunità Europea, entreranno a far parte della rete di aree protette comunitarie, denominata Natura 2000. I siti marini sono molto pochi e riferiti soprattutto alle praterie di *Posidonia oceanica* e *Cymodocea nodosa* perché sono condizionati dalla lista degli Habitat riportati in Tabella 5. Per poter proporre l'inserimento nella Direttiva Habitat di una lista di biotopi marini meritevoli di salvaguardia, è indispensabile avere una classificazione di tali biotopi marini in Italia e più in generale in Mediterraneo ed i criteri in base ai quali scegliere una lista in ordine di priorità degli Habitat da proteggere. Per adempiere a questo compito, è stato istituito presso il Servizio Conservazione della Natura del Ministero dell'Ambiente un gruppo di lavoro di cui fanno parte anche rappresentanti dell'Ispettorato Generale Difesa Mare e dell'ICRAM. Inoltre, questo gruppo sta lavorando in stretta collaborazione con gli esperti di vari paesi mediterranei incaricati di un simile lavoro in ambito ASPIM. In tal modo, la lista italiana sarà perfettamente inserita in quella mediterranea ed avrà una maggiore forza anche nei riguardi della Direttiva Habitat.

## Considerazioni e conclusioni

La politica dell'Italia nel campo della biodiversità viene descritta nel capitolo "Conservazione della Biodiversità e Protezione della Natura" del rapporto sullo stato dell'ambiente, dal quale risulta chiaramente che il mare è stato alquanto trascurato. L'Italia ha definito le seguenti linee guida:

1. la conoscenza del patrimonio italiano di diversità biologica attraverso l'instaurazione di una rete nazionale di informazione;
2. il monitoraggio dello stato della biodiversità con la costituzione di un osservatorio presso il Ministero dell'Ambiente;
3. l'educazione e la sensibilizzazione sui temi della biodiversità;
4. la conservazione *in situ*, con il completamento del sistema nazionale delle Aree Protette e l'individuazione di misure di protezione anche al di fuori di esse;
5. la promozione di attività sostenibili nelle Aree Protette e non protette;
6. il contenimento dei fattori di rischio, in accordo con le direttive comunitarie;
7. la conservazione *ex situ* e la realizzazione di una rete integrata di centri di conservazione;
8. la regolamentazione ed il controllo delle biotecnologie;
9. la cooperazione internazionale, in particolare con i paesi in via di sviluppo, per la conservazione e l'uso sostenibile della biodiversità.

In tale contesto è stato fatto il censimento della Fauna italiana, come in precedenza descritto, mentre per la Flora (eccetto la marina) si è fatto riferimento all'opera di Pignatti (1982) per le macrofite marine al censimento preparato dal prof. G. Giaccone, mentre rimane da fare la Check-List del fitoplancton.

L'individuazione degli habitat di interesse comunitario (progetto Bioitaly), pur costituendo un importante adempimento della Convenzione sulla Biodiversità, viene riconosciuta insufficiente per una valutazione delle aree di maggiore importanza ai fini della conservazione a livello nazionale. Lo strumento previsto dalla 394/91 per tale valutazione, sarà la Carta della Natura intesa come strumento conoscitivo fondamentale sulla situazione degli Habitat naturali e la Biodiversità in Italia. Tale strumento sarà seguito da un altro fondamentale per la pianificazione e la gestione del territorio: le linee fondamentali di assetto del territorio. Sono state portate a termine due iniziative: studio e riproduzione cartografica dei sistemi di paesaggio in Italia. Ne sono stati descritti 48 su base cartografica 1:1.000.000. La seconda iniziativa riguarda la predisposizione delle Unità Ambientali o Habitat, ossia formazioni naturali omogenee dal punto di vista soprattutto vegetazionale. Per la classificazione degli Habitat è stato seguito il sistema "Corine Biotopes".

Ebbene, il mare per il momento non esiste nella Carta della Natura, né è preso in considerazione nei sistemi di paesaggio e nelle Unità Ambientali, ad eccezione di qualche sito - come già accennato - censito in ambito del progetto Bioitaly, che ha seguito il progetto Corine. E' davvero una situazione strana per un paese che ha 8.000 km di coste e che possiede competenze in ambito biologico-marino tra le migliori disponibili in Mediterraneo. E' pertanto necessario ed urgente colmare le mancanze ed i ritardi e per facilitare tale compito vengono avanzate alcune proposte.

AZIONI A BREVE TERMINE

1) Recepimento nella legislazione italiana del Protocollo relativo alle aree specialmente protette e la biodiversità in Mediterraneo, (ASPIM), Monaco, 24 novembre 1996, (Protocollo della nuova Convenzione di Barcellona, 10 giugno

1995) e dell'Accordo sulla Conservazione dei Cetacei in Mar Nero, Mediterraneo e Zona Atlantica Adiacente (ACCOBAMS, Monaco, 24 novembre 1996).
2) Aggiornamento della checklist delle specie della fauna marina italiana (Protozoi compresi);
compilazione della checklist delle specie della flora marina italiana, comprese quelle unicellulari;
indicazione delle specie bisognose di urgente salvaguardia e non comprese nelle liste delle varie convenzioni firmate dall'Italia.
3) Classificazione dei principali biotopi marini (attraverso un approccio biocenotico e/o ecotipologico) con indicazione di quelli più sensibili e meritevoli di urgente salvaguardia.
4) Richiesta di modifica della Direttiva Habitat in relazione ai punti 2 e 3.
5) Verificare la distribuzione (localizzazione e ove possibile mappatura) nei mari italiani delle specie protette secondo le diverse convenzioni ed in particolare delle specie dell'annesso 2 di ASPIM.

AZIONI A MEDIO E LUNGO TERMINE

1) Censimento dei principali biotopi marini, con particolare riguardo a quelli sensibili.
2) Istituzione di aree marine protette ai sensi di ASPIM.
3) Cartografia delle biocenosi e biotopi dei mari italiani almeno sulla piattaforma continentale.
Indicazione delle aree sensibili.
4) Classificazione e cartografia della costa marina secondo criteri bionaturalistici.
5) Cartografia delle specie alloctone di nuova invasione nei mari italiani.
6) Monitoraggio in aree campione della biodiversità marina per rilevare eventuali modificazioni dovute ad attività antropiche o all'arrivo di nuove specie o alla scomparsa di specie indigene.
7) Monitoraggio delle praterie di Fanerogame marine. Aggiornamento e completamento della cartografia.
8) Controllo biologico dei porti e delle zone di scarico delle acque di zavorra delle navi, aree particolarmente a rischio per l'introduzione di specie esotiche.
9) Riproduzione *ex situ* di specie minacciate utilizzando conoscenza ed attrezzature degli Acquari e di impianti di maricoltura, per eventuali reintroduzioni.

**Summary**

Italy has ratified the following main international conventions and agreements, governing marine habitats and species protection: Ramsar (1971), World Heritage Convention (1972), CITES (1973), Bern (1979), Bonn (1979), SPA-Barcelona (1982), Biodiversity (1992), Habitat Directive (1992/43). The ASPIM Protocol (Barcellona Convention, 1995) and ACCOBAMS (Monaco, November 1996) are ready to be ratified by Italy. An examination of the above mentioned conventions (with the exception of ASPIM), shows that very few marine habitats and few species are recommended for protection in the Mediterranean Sea. In particular, the E.U. Habitat Directive 92/43, which is the main reference law for nature protection in E.U. countries, of about 150 habitat listed (Appendix I), only nine concern marine environments or marine species. Appendix II only mentions the monk seal *Monachus monachus*, one cetacean (*Tursiops truncatus*), one turtle (*Caretta caretta*) and some prevalently fresh-water fish. In Appendix IV (list of strictly protected species) reference is made to all marine mammals and turtles, two sturgeons *Acipenser naccarii*, *A. sturio*, the Gasteropod *Patella ferruginea*, the Bivalves *Lithophaga lithophaga* and *Pinna nobilis*, the Echinoid *Centrostephanus longispinus*. Appendix V, which covers species that need precautionary measures, lists two lampreys, all sturgeons, *Alosa* spp., the red coral *(Corallium rubrum)*, the Decapods *Scyllarides latus*, two algae *Lythothamnium coralloides,*

*Phymatholithon calcareum*. These lists urgently need to be improved may by adding a list of Mediterranean marine habitats and species.

As a part of the ASPIM Protocol, two lists of species (protected and exploited) and a list of Mediterranean habitats to be protected are in preparation and they will be useful in formulating a proposal to the E.U. to be included in the Habitat Directive.

In Italy there are two main laws governing protected marine areas (979/82 and 394/91). These laws list 46 zones and another has recently been added (Cetacean Sanctuary, Law no. 426/98). The following marine parks have been established: Isola di Ustica (Official Journal no. 71, 26.3.1987), Golfo di Trieste (O.J. no. 77, 2.4.1987), Isole Tremiti (O.J. no. 295, 19.12.1989), Isole Ciclopi (O.J. no. 86, 12.4.1990), Capo Rizzuto, Isole Egadi, Torre Guaceto (O.J. no. 115, 19.5.1992), Penisola del Sinis – Isola di Mal di Ventre, Isola di Ventotene e Santo Stefano, Porto Cesareo (O.J. no. 45, 24.2.1998), Punta Campanella, Tavolara - Punta Coda Cavallo (O.J. no. 47, 26.2.1998), Cinque Terre (O.J. no. 48, 27.2.1998), Golfo di Portofino (O.J. no. 188 del 13.8.1998).

The marine species belonging to Italian flora and fauna as listed in the international agreements ratified by Italy are at present protected, in particular all marine mammals and turtles and *Posidonia oceanica* meadows.

Among the 47 sites selected for Ramsar Convention, some are marine and some brackish. Some other small protected areas are managed by local authorities or NGOs such as the WWF and LIPU. Ten sites are protected as "Zone di Tutela Biologica" (paragraph 98, Law 963/65). This paragraph was used to ban drifnets in the Corso-Liguro-Provençal Sanctuary for the protection of cetaceans and sword-fish. Artificial reefs, if well managed, can also be very useful in protecting and sometimes increasing the biodiversity of a site, as can be seen in the Loano artificial reef.

The Check-List of iIalian fauna was published in 110 volumes of which 32 deal with marine animals. With the aid of about 250 experts from 14 countries, 57,344 species have been listed. The marine fauna censused in the three main FAO statistical areas (approximately 3: 37.1.3; 4: 37.2.1; 5: 37.2.2) is composed of 9,194 species, of which 1,047 are Protozoa, a very high number compared with Medifaune number of species living in the Mediterranean. With regard to geographical distribution, 8,086 species (Protozoa included) are recorded for area 3 (western Italy), 4,770 for area 4 (Adriatic Sea from Trieste to Santa Maria di Leuca), 4,283 for area 5 (Ionian Sea, Strait of Sicily up to Egadi Islands). Marine flora is represented in the Italian seas by 5 grasses (Monocotyledones) and 978 macroalgae, of which 540 are Rhodophyceae, 205 Fucophyceae, 173 Chlorophyceae, 56 Cynophyceae, etc. A list of proposal to improve knowledge and conservation of marine species and Habitat is suggested.

**Bibliografia**

AMORI G., ANGELICI F.M., FRUGIS S., GANDOLFI G., GROPPALI R., LANZA B., RELINI G., VICINI G. (1993) - Vertebrata. In: Minelli A., Ruffo S. La Posta S. (eds.), *Check-List delle specie della fauna italiana*. Calderini, Bologna, **110:** 1-83.

BERTRAND J., GIL DE SOLA L., PAPACONSTANTINOU C., RELINI G. (1997) - An international bottom trawl survey in the Mediterranean: the MEDITS programme. 1997 ICES Annual Science Conference. CM 1997/Y:03: 1-16.

BOMBACE G. (1992) - Rapporto sul Workshop "Barriere artificiali" tenutosi ad Ancona il 14/2/1992. *notiziario s.i.b.m.*, **22**: 36-56.

DE MARIA G. (1992) - Inventario delle zone umide del territorio italiano. Ministero dell'Ambiente. Servizio Conservazione della Natura. Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato: 263 pp.

JENSEN A.C. (ed.) (1997) - European Artificial reef research. Proceedings of the 1st EARRN Conference, Ancona, Italy, March 1996. Pub. Southampton Oceanography center: 449 pp.

MINISTERO DELL'AMBIENTE (1997) - Relazione sullo Stato dell'Ambiente. Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato: 446 pp. + 3 carte.

PIGNATTI S. (1982) - *Flora d'Italia*. 3 Volumi, Edagricole, Bologna.

RELINI G. (1998a) - I progressi della ricerca italiana sulla pesca a strascico. *Biol. Mar. Medit.*, **5** (2): 3-21.

RELINI G. (1998b) - Valutazione delle risorse demersali. *Biol. Mar. Medit.*, **5** (3) parte prima: 3-19.

SIBM (1995) - Atti del Convegno di Loano per la Difesa del Mare, Loano (SV) 8-9 luglio 1994. *Biol. Mar. Medit.*, **2** (1): 1-209.

Biol. Mar. Medit. (1999), 6 (1): 172-178

G. Belmonte, P. Pirandola, S. Degetto*, F. Boero

Dipartimento di Biologia, Via prov.le Lecce-Monteroni - 73100 Lecce, Italia.
*I.C.T.I.M.A., CNR Area della Ricerca - 35127 Padova, Italia.

# ABBONDANZA, DISTRIBUZIONE VERTICALE E VITALITÀ DI FORME DI RESISTENZA IN SEDIMENTI DEL NORD ADRIATICO (STUDIO PRELIMINARE)

## *ABUNDANCE, VERTICAL DISTRIBUTION AND VIABILITY OF RESTING STAGES FROM NORTH ADRIATIC SEDIMENTS (PRELIMINARY STUDY)*

***Abstract***

*The vertical distribution of plankters' resting stages has been analysed in a sediment core collected from the North Adriatic Sea. This provided information on past plankton composition. The age of core levels, and of resting stages contained therein, was evaluated by radionuclidic datation with $^{210}Pb$ and $^{137}Cs$. The abundance and composition of the resting stage bank varied throughout the vertical core. It is suggested that this variation reflect past plankton dynamics.*

***Key-words:*** *Resting stages, Cysts, North Adriatic, Community Dynamics.*

## Introduzione

Differenti tecniche di campionamento e metodi di studio hanno contribuito ad erigere un "confine" tra i due domini in cui classicamente si suddivide la Biologia Marina, ma il plancton e il benthos non sono indipendenti e non possono essere studiati come unità discrete (Boero *et al.*, 1996; Marcus e Boero, 1998). Lo studio dei cicli vitali ha messo in evidenza che molti organismi pelagici scompaiono dalla colonna d'acqua per una parte dell'anno per poi improvvisamente ritornare abbondanti alla nuova stagione favorevole. Questa discontinuità nella presenza delle specie è solo apparente, perché, come dimostrato da recenti studi (Belmonte *et al.*, 1995; Dale, 1983; Matsuoka, 1985), molti organismi trascorrono la stagione sfavorevole sotto forma di stadi di resistenza che si accumulano nel sedimento.

L'accumulo progressivo di forme di resistenza sul fondo porta alla formazione di "banche di semi" nei sedimenti a rappresentare l'anello vitale di congiunzione tra il plancton e il benthos (Boero *et al.*, 1996). Ciò che è presente nel plancton è il risultato del materiale che è stato depositato nel benthos non solo in forma di nutrienti ma anche come "semi" (Belmonte *et al.*, 1995; Marcus e Boero, 1998).

L'incistamento, la diapausa, la produzione di uova di resistenza ed ogni meccanismo di sospensione delle attività vitali sono strategie comuni adottate da organismi appartenenti a tutti i regni e risultano di grande importanza dal punto di vista della loro stessa evoluzione e dell'adattamento alle più disparate situazioni ambientali (Hairston e De Stasio, 1988, Hairston *et al.*, 1995).

In questi anni, si sta assistendo ad un rinnovato interesse del ruolo giocato dagli stadi di resistenza nei cicli vitali, nella distribuzione geografica e nei modelli di successione di molte specie planctoniche (Montresor *et al.*, 1996). Studi sull'ultrastruttura (Fritz *et al.*, 1989) e sulla fisiologia (Binder e Anderson, 1990) delle cisti confermano che esse sono stadi dormienti, caratterizzati da un ridotto metabolismo e da una grande quantità di sostanze di riserva; in tal modo essi possono sopravvivere alle basse temperature, a condizioni di anossia e di buio (Anderson *et al.*, 1987; Bravo e Anderson, 1994). Per molte specie, quindi, gli stadi di resistenza rappresentano uno stadio chiave per la sopravvivenza e la diffusione nello spazio e nel tempo (Hallegraeff e Bolch, 1992).

La permanenza nel tempo di una specie in aree precise e la dinamica delle sue popolazioni possono essere ricostruite sulla base dei resti che queste lasciano e che l'ambiente conserva. Su questo principio si basano tutte le ricostruzioni paleontologiche e, in particolare, quelle palinologiche che hanno dato origine alla paleoecologia. Nel caso specifico delle forme di resistenza tutto il discorso della ricostruzione recente permane, con il vantaggio di poter identificare le forme di resistenza dopo averne indotto, se possibile, la schiusa.

La stessa classificazione morfologica delle forme di resistenza ha affiancato la classificazione paleontologica, basata invece, sulla morfologia delle "cisti fossili". Da Rossignol (1964) e Wall (1967) sono state descritte molte cisti di dinoflagellati estratte dai sedimenti del Quaternario, ed il loro lavoro è stato ripreso (Bradford, 1975, 1977; Matsuoka, 1985, 1987; McMinn, 1991; Reid, 1974, 1978) al fine di dimostrare la stretta relazione che intercorre tra le fluttuazioni nell'abbondanza delle cisti e i cambiamenti climatici nel passato e nel presente.

Nell'intento di risalire alla costituzione delle biocenosi marine costiere del passato, al fine di valutarne i cambiamenti anche per metterli in relazione ai mutamenti climatici globali in corso, è stato intrapreso uno studio preliminare della distribuzione verticale delle forme di resistenza del plancton nei sedimenti marini costieri italiani, attraverso l'analisi di una carota di sedimento datata.

## Materiali e metodi

E' stata analizzata una carota di sedimento (altezza, 9,8 cm) prelevata nell'Alto Adriatico (1995, 45° 02' lat. N e 12° 46' long. E), ad una profondità di circa 30 m. La carota è stata suddivisa in 12 sezioni trasversali; su ciascuna sezione è stata condotta una datazione radionuclidica sulla base del modello C. R. S. (constant rate of supply) per il $^{210}Pb$ di provenienza atmosferica, verificata mediante la misurazione, sulle stessse sezioni, del $^{137}Cs$ .

Le 12 sezioni sono state conservate in frigorifero (4 °C) fino al momento dell'analisi. L'estrazione delle forme di resistenza da ogni sezione, ha previsto un primo lavaggio su retino da 200 µm con acqua di mare filtrata a 0,45 µm; una successiva sonicazione al fine di disgregare gli agglomerati di particelle di sedimento e allontanare queste ultime dalla superficie delle cisti e un ultimo frazionamento del sedimento per filtrazione su 80 µm e 20 µm.

Le cisti sono state suddivise in diverse categorie morfologiche, contate, fotografate e misurate al microscopio ottico (200x e 320x). Per ogni singola categoria sono state separate le forme "vuote" da quelle "piene" che pertanto sono state considerate potenzialmente vitali. Al fine di verificare la vitalità di alcune di queste,

si è provveduto a disporre le forme "piene" in contenitori sterili, con acqua di mare filtrata (0,45 μm), controllando periodicamente la loro eventuale schiusa.

## Risultati

Sono stati riconosciuti quarantaquattro tipi morfologici di forme di resistenza. Le attuali conoscenze sulle forme di resistenza ci hanno permesso di identificare le seguenti specie: *Acartia* sp., *Lingulodinium polyedrum* (Stein), *Gonyaulax scrippsae* Kofoid, *Scrippsiella trochoidea* Loeblich, *Protoperidinium compressum* (Abè) Balech, *Pentaspharsodinium thyrrenicum* (Balech) Montresor *et al.*, *Alexandrium pseudogonyaulax* Montresor, *Fusopsis* sp. e *Diplopsalis* sp. Le altre forme, tranne pochi casi di non identificazione, sono state identificate a livelli tassonomici superiori.

Le forme di resistenza sono state considerate vitali in base all'aspetto integro, alla condizione di pienezza e alla presenza di nuclei di color rosso o nero-bruno tipici nelle cisti vitali dei dinoflagellati.

La distribuzione verticale delle forme vitali ha messo in evidenza non solo che le sezioni superficiali della carota contenevano un maggior numero di stadi di resistenza rispetto alle sezioni più profonde, ma anche la presenza di due picchi di abbondanza alle sezioni 2 e 4 (fig. 1a).

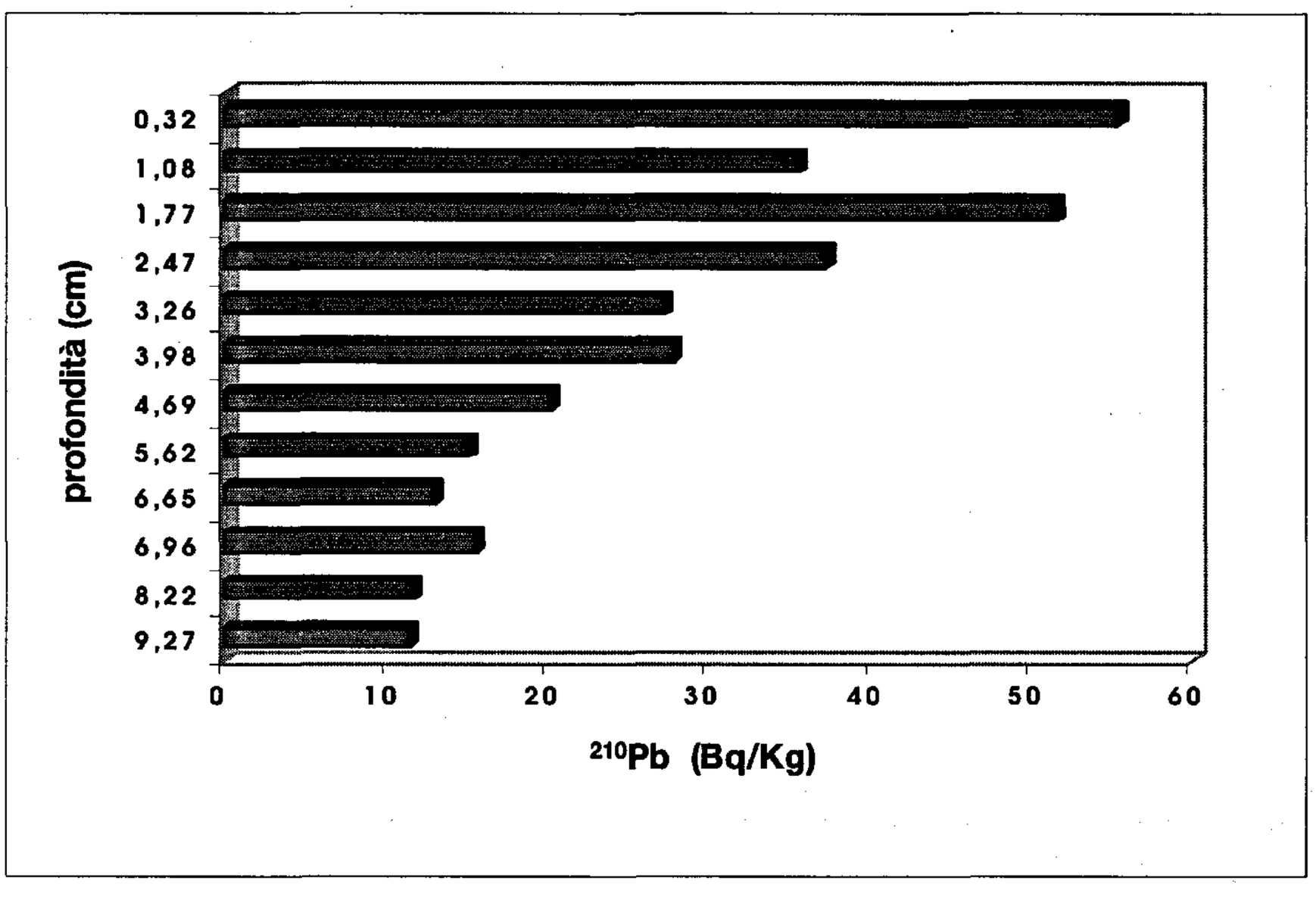
La datazione radionuclidica della carota, condotta sulla base del modello C.R.S. per il $^{210}Pb$ di provenienza atmosferica, ha permesso di dare un'età ai livelli di sedimento e, di conseguenza, alle forme in esso rinvenute (fig. 2a). Il profilo temporale del $^{210}Pb$ é stato confermato dai due massimi di concentrazione osservati per il $^{137}Cs$, attribuibili all'aumento di $^{137}Cs$ in conseguenza dell'incidente di Chernobyl (1986), e al fall-out derivante dai test nucleari nell'atmosfera negli anni 1963-1964 (fig. 2b).

La distribuzione verticale delle cisti piene rinvenute con maggiore frequenza nei 12 livelli ha consentito di individuare episodi riguardanti la dinamica di popolazione di alcune specie.

La cisti di *Lingulodinium polyedrum* è responsabile del picco di abbondanza generale rilevato a livello della sezione 4 (datata tra 41 e 27 anni fa), mentre la cisti di *Diplopsalis* sp., pur presente a livello della sezione 4, è responsabile del picco di abbondanza a livello della sezione 2 (datata tra 18 e 11 anni fa). La forma "ft" (non identificata), pur poco abbondante, è presente nelle sezioni dalla n° 11 alla n° 7 (per un periodo di circa 100 anni, terminato 70 anni fa), assente nelle sezioni dalla n° 6 alla n° 3 (per circa 50 anni) quindi di nuovo presente nelle sezioni più superficiali (fig. 1b).

In laboratorio abbiamo assistito alla germinazione di 2 cisti, entrambe di dinoflagellati (*Lingulodinium polyedrum* e "indeterminato") isolate dal livello 7, a cui la radiodatazione attribuiva un'età compresa tra gli 85 e i 70 anni.

La cisti di *Lingulodinium polyedrum*, separata dal sedimento il 27 novembre 1997 (cioè a più di due anni dal prelievo), è schiusa l'1 dicembre 1997 ed è passata a forma attiva natante dopo 4 giorni. Anche la cisti del tipo indeterminato, separata dal resto del sedimento il 9 dicembre 1997, ha schiuso la forma attiva dopo 4 giorni. Forme piene (= vitali) di *Lingulodinium polyedrum* sono state rinvenute fino al decimo livello ma nessuna di quelle messe a germinare ha schiuso una forma attiva.



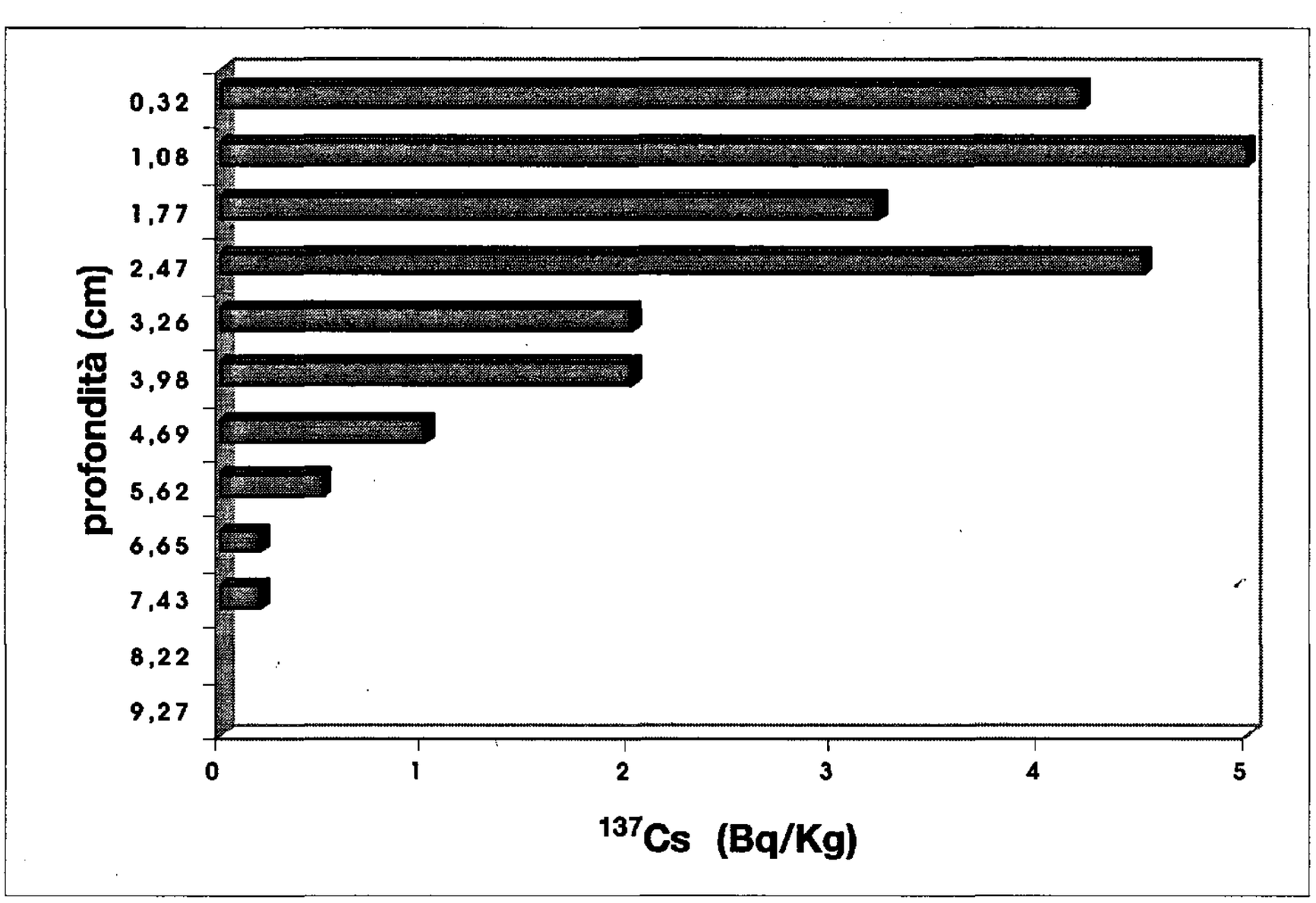
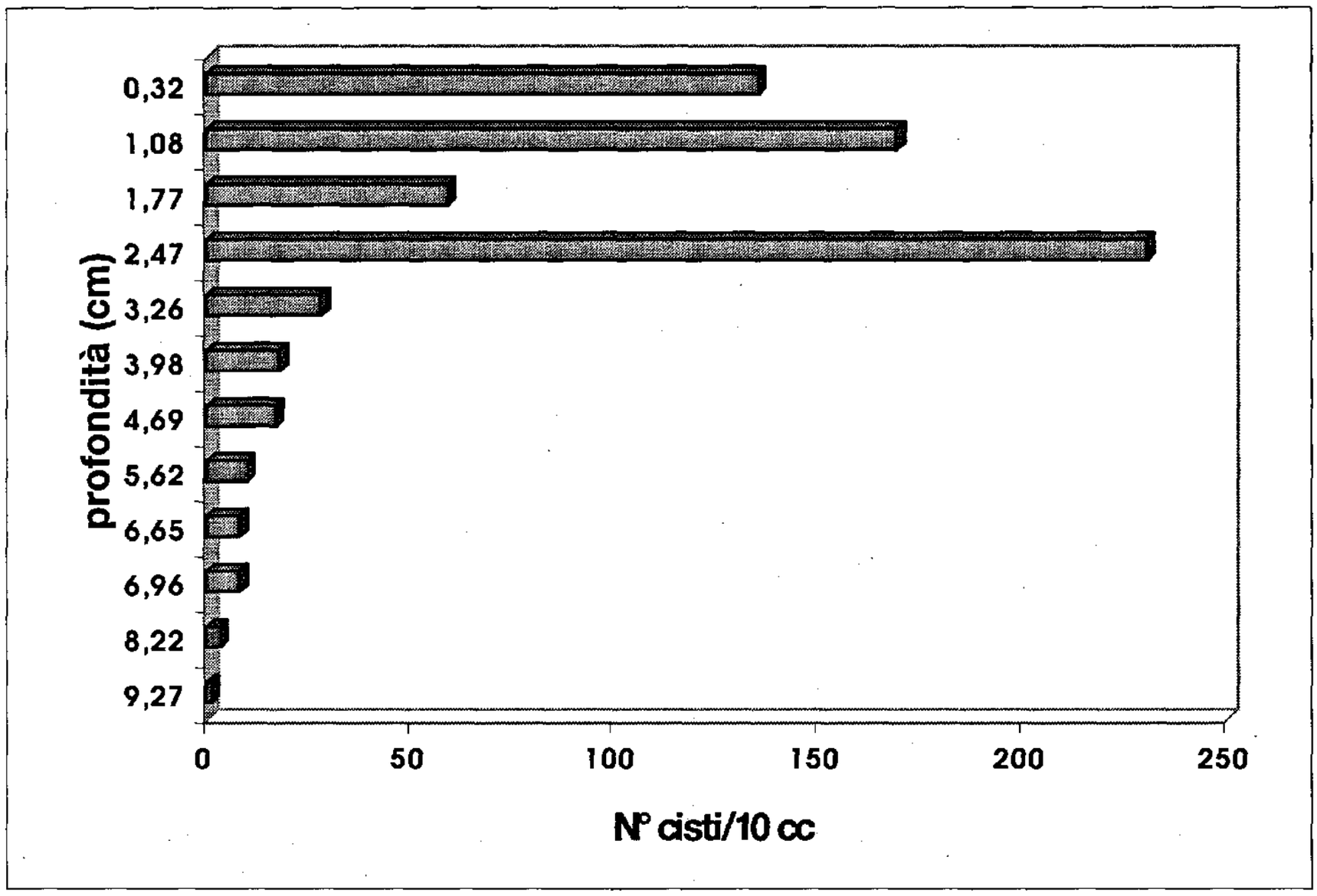




Fig. 1 - Distribuzione verticale della concentrazione di radionuclidi. Concentrazione del $^{210}Pb$ nel sedimento, e corrispondente datazione dei livelli ricavata sulla base C.R.S. (constant rate of supply) dall'atmosfera (a); concentrazione del $^{137}Cs$ nel sedimento, a conferma della datazione dei livelli ricavata con il piombo (b).

*Vertical distribution of radionuclide concentrations. $^{210}Pb$ concentration, and corresponding datation on the basis of the C.R.S. (constant rate of supply) from the athmosphere (a); $^{137}Cs$ concentrations which confirm the Pb based datations (b).*



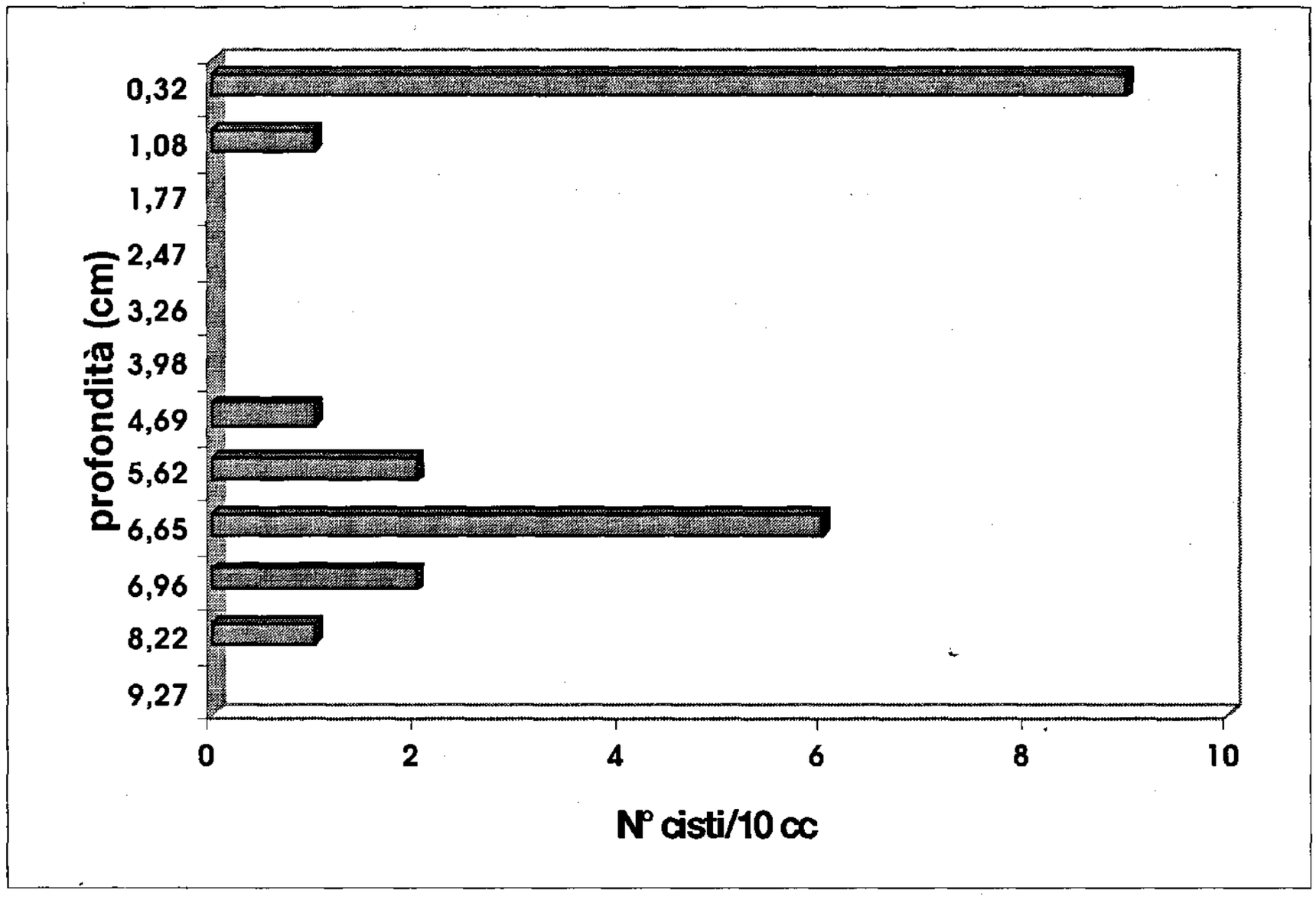




Fig. 2 - Distribuzione verticale delle forme di resistenza nelle 12 sezioni di carota. Distribuzione di tutte le forme considerate complessivamente (a), distribuzione della forma "ft" (non identificata) (b).

*Vertical distribution of resting stages in the sediment core. All morfhotypes (a), morphotype "ft" (b).*

## Discussione

La distribuzione verticale delle cisti nel sedimento dovrebbe riflettere la dinamica del plancton e/o l'andamento della sedimentazione in una certa area (Anderson *et al.*, 1987), e le "banche di cisti" dovrebbero contenere la somma dei propaguli di successive biocenosi planctoniche. La radiodatazione del sedimento permette di datare indirettamente le forme di resistenza quando le aree costiere non sono fortemente disturbate. La sequenza regolare di date ottenute con la radiodatazione dimostra che il sedimento studiato non ha subito rimaneggiamenti.

Il profilo verticale della distribuzione delle cisti piene evidenzia non solo che i primi livelli sono i più ricchi di cisti, ma che la loro abbondanza obbedisce ad una distribuzione che non appare dettata dal caso. I due picchi di abbondanza registrati a livello delle sezioni 2 e 4 sono attribuibili ciascuno a specie diverse. Il picco riscontrato alla sezione 2 è, infatti, dovuto a *Diplopsalis* sp., mentre il picco alla sezione 4 è dovuto alla cisti di *Lingulodinium polyedrum*. Il confronto tra le distribuzioni verticali delle cisti del tipo *ft*, *Lingulodinium polyedrum* e *Diplopsalis* sp. dimostra come sia possibile trovare differenti distribuzioni verticali delle cisti entro lo stesso campione a testimonianza delle storie diverse di deposizione che ciascuna di esse ha avuto.

Questi esempi riflettono un tempo di massima deposizione delle cisti diverso per ogni specie. Registrare valori differenti nella stessa area, perciò, potrebbe essere dovuto a fluttuazioni nella pioggia di cisti dal plancton. In particolare, il periodo di abbondanza di alcuni stadi di resistenza nel sedimento potrebbe essere approssimativamente correlato al periodo di assenza delle rispettive forme attive nel plancton, così come evidenziato, ad es., in *Scrippsiella trochoidea* (Ishikawa e Taniguchi, 1996) e *Acartia clausi* (Uye, 1985).

Possiamo concludere, quindi, che i profili verticali della distribuzione delle cisti forniscono dati utili ad interpretare la dinamica di popolazione delle specie planctoniche, fermo restando che molto lavoro deve essere ancora compiuto per conoscere i tassi di produzione di cisti in ogni specie, i tassi di schiusa, la flottabilità e la dispersione. La conoscenza della biologia e del ciclo vitale delle singole specie rimane, anche in questo caso, l'indispensabile premessa a studi di dinamica di popolazione a lungo termine.

**Summary**

A sediment core from the North Adriatic was cut in 12 sections and radiodated. A study on the resting stage content of each section led to recognise 44 morphotypes; at least 9 of them were identified at the genus level. Generally, the more recent sections (those at the sediment surface) contained more resting stages than the deep ones. Two peaks of abundance were recorded at sections 2 and 4 (from surface), each depending on a different dinoflagellate cyst from the other. Fluctuation of single morphotype abundance in the sediment core was normally found (e.g., *Lingulodinium polyedrum*, *Gonyaulax scrippsae*, *Diplopsalis* sp., *Scrippsiella trochoidea).* In particular, *Lingulodinium polyedrum* was responsible for the peak at section 4, and *Diplopsalis* sp. was responsible for the peak at section 2. Cyst germination, leading to the extrusion of the active swimming stage, was obtained for two dynoflagellate species. In both cases the germinated cysts came from section 7, dated 70-85 years according to radionuclid methods.

**Ringraziamenti**

Lavoro effettuato con il contributo del MiPA (fondi del IV piano Triennale della pesca e dell'acquacoltura in acque marine e salmastre; Progetto 4C 115).

## Bibliografia

ANDERSON D.M., TAYLOR C.D., ARRNBRUST E.V. (1987) - The effects of darkness and anaerobiosis on dinoflagellate cyst germination. *Limnol. Oceanogr.*, **32**: 340-351.

BELMONTE G., CASTELLO P., PICCINNI M.R., QUARTA S., RUBINO F., GERACI S., BOERO F. (1995) - Resting stages in marine sediments off the Italian coast. In: Eleftheriou A., Ansell A. D., Smith C. J. (eds), *Biology and Ecology of Shallow Coastal Waters*, Olsen & Olsen.: 53-58.

BINDER B.J., ANDERSON D.M. (1990) - Biochemical composition and metabolic activity of *Scrippsiella trocoidea* (Dinophyceae) resting cysts. *J. Phycol.*, **26**: 289-298.

BOERO F., BELMONTE G., FANELLI G., PIRAINO S., RUBINO F. (1996) - The continuity of living matter and the discontinuities of its constituents: do plankton and benthos really exist? *Trends Ecol. Evol.*, **11**: 177-180.

BRADFORD M.R. (1975) - New dinoflagellate cyst genera from the recent sediments of the Persian Gulf. *Can. J. Bot.*, **53**: 3064-3074.

BRADFORD M.R. (1977). New species attributable to the dinoflagellate cysts genus *Lejeunia* Gerlach, 1961 emend. Lentin and Williams, 1975. *Grana*, **16**: 45-49.

BRAVO I., ANDERSON D.M. (1994) - The effects of temperature, growth medium and darkness on encystment and growth of the toxic dinoflagellate *Gymnodinium catenatum* from north-west Spain. *J. Plankton Res.*, **16**: 513-525.

DALE B. (1983) - Dinoflagellate resting cysts: "benthic plankton". In: Fryxell G.A. (ed.), *Survival Strategies of the Algae,* Cambridge Univ. Press: 69-136.

FRITZ L., ANDERSON D.M., TRIEMER R.E. (1989) – Ultrastructural aspects of sexual reproduction in the red tide dinoflagellate *Gonyaulax tamarensis. J. Phycol.*, **25**: 95-107.

HAIRSTON N.G. Jr., DE STASIO B.T. Jr., (1988) - Rate of evolution slowed by a dormant propagule pool. *Nature,* **336** (6196): 239-242.

HAIRSTON N.G. Jr., VAN BRUNT R.A., KEARNS C.N., ENGSTROM D.R. (1995) - Age and survivorship of diapausing eggs in a sediment egg bank. *Ecology,* **76**: 1706-1711.

HALLEGRAEFF G.M., BOLCH C.J., (1992) - Transport of diatom and dinoflagellate resting spores in ships'ballast water: implication for plankton biogeography and aquacolture. *J. Plankton Res.*, **14** (8): 1067-1084.

ISHIKAWA A., TANIGUCHI A., (1996) – Contribution of benthic cysts to the population dynamics of *Scrippsiella* spp. (Dinophyceae) in Onagawa Bay, northeast Japan. *Mar. Ecol. Progr. Ser.*, **140**: 169-178.

MARCUS N. H., BOERO F. (1998) – Minireview: the importance of benthic-pelagic coupling and the forgotten role of life cycles in coastal aquatic systems. *Limnol. Oceanogr.* **43**: 763-768.

MATSUOKA K. (1985) - Organic-wallad dinoflagellate cysts from surface sediments of Nagasaki Bay and Senzaki Bay, West Japan. *Bull. Fac. Lib. Arts Nagasaki Univ.*, **25**: 21-115.

MATSUOKA K. (1987) - Organic-wallad dinoflagellate cysts from surface sediments of Akkeshi Bay and Lake Seroma, North Japan. *Bull. Fac. Lib. Arts Nagasaki Univ.*, **28**: 35-123.

McMINN A. (1991) - Recent dinoflagellate cysts from estuaries on the central coast of New South Wales, Australia. *Micropaleontology,* **37**: 269-287.

MONTRESOR M., JANOFSKA D., WILLEMS H. (1996) - The cyst-theca relationship in *Calciodinellum operosum* emend. (Peridiniales, Dinophyceae) and a new approch for the study of calcareous cysts. *J. Phycol.*, **33**: 122-131.

REID P.C. (1974) - Gonyaulacacean dinoflagellate cysts from the British Isles. *Nova Hedwigia,* **25**: 579-637.

REID P.C. (1978) - Peridiniacean and Glenodiniacean dinoflagellate cysts from the British Isles. *Nova Hedwigia*, **24**: 429-455.

ROSSIGNOL M. (1964) - Hystrichosphères du Quaternaire en Mediterranée orientale, dans les sédiments Pleistocènes et les bones marine actuelles. *Rev. Micropaleontol.*, **7**: 83-99.

UYE S. (1985) – Resting egg production as a life history strategy of marine planktonic copepods. *Bull. Mar. Sci.*, **37**: 440-449.

WALL D. (1967) - Fossil microplankton in deep-sea cores from the Caribbean Sea. *Paleontology*, **10**: 95-123.

Biol. Mar. Medit. (1999), 6 (1): 179-183

C. N. Bianchi, S. Cocito, F. Ferdeghini, A. Peirano, S. Sgorbini, S. Aliani*, A. M. De Biasi**, M. Boyer***, M. Pestarino****, A. Balduzzi*****, M. Pansini*****, C. Morri*****

ENEA CRAM S. Teresa, C. P. 316 - 19100 La Spezia, Italia.
*IOF-CNR, La Spezia, Italia.
**CIBM Livorno, Italia.
***Indo-Pacific Divers, Manado, Indonesia.
****DIBISAA, Università di Genova, Italia.
*****DIPTERIS, Università di Genova, Italia.

# BIODIVERSITÀ DELL'EPIFAUNA SESSILE IN UN'ISOLA DEL MAR EGEO: MILOS, CICLADI

## *SESSILE EPIFAUNA BIODIVERSITY AT AN ISLAND OF THE AEGEAN SEA: MILOS, CYCLADES*

***Abstract***

*The combined use of a varied array of sampling methods allowed the inventory of 214 species of sessile epifauna (porifera, cnidaria, mollusca, serpuloidea, bryozoa, brachiopoda, ascidiacea) at six rocky sites between 0.5 and 90 m off Palaeochori Bay, SE Milos.*

***Key-words:*** *Epifauna, Biodiversity, Sampling, Aegean Sea, Mediterranean Sea.*

## Introduzione

Benché la fauna marina del Mediterraneo sia tra le meglio note al mondo (Bianchi, 1996), la maggiore parte delle conoscenze deriva da studi svolti nel bacino occidentale e nell'Adriatico, mentre le informazioni sul Mar Egeo sono al confronto piuttosto scarse (Bellan-Santini, 1985; Eleftheriou, 1992).

L'Università di Salonicco ha dato vita negli anni '70 ad un progetto di studi faunistici a lungo termine nell'Egeo settentrionale (Koukouras, 1979) e simili ricerche sono state successivamente iniziate anche da altre Università greche e dal Centro Nazionale per la Ricerca Marina (vedi Anastasakis, 1988, per riferimenti). Attualmente, sono disponibili check-list esaustive per molti dei principali taxa marini (vedi ad es. Zenetos, 1997, e la bibliografia ivi citata), ma l'epifauna di fondo duro rimane la meno studiata. Ledoyer (1969) e Simboura *et al.* (1995) forniscono liste di specie vagili, mentre le specie sessili hanno ricevuto ancor meno attenzione.

In questo lavoro vengono brevemente riportati i primi risultati sull'epifauna sessile di fondo duro raccolta nell'area marina a sud-est dell'Isola di Milos, una delle Cicladi. Precedenti studi sul biota marino di quest'area hanno riguardato le alghe superficiali (Coppejans, 1974; Diapoulis *et al.*, 1994), l'endofauna (Dando *et al.*, 1995; Thiermann *et al.*, 1997), la meiofauna (Thiermann *et al.*, 1994) e le fanerogame (Aliani *et al.*, 1998). Giaccone (1968) dragò alghe e Zenetos *et al.* (1991) raccolsero molluschi ed altra macrofauna bentica in alcune stazioni profonde al largo di Milos.

## Materiali e metodi

L'epifauna sessile è stata campionata a profondità comprese tra 0.5 e 90 m in sei siti al largo della spiaggia di Palaeochori, a SE di Milos (Lat. 36°40' N,

Long. 24°31' E). I campionamenti sono stati effettuati nel Giugno 1996 (più alcune aggiunte nel Settembre 1996 e nel Giugno 1997) con varie metodiche, per ottenere un ampio inventario di specie. Il prelievo di esemplari è stato fatto in apnea a bassa profondità o con immersioni ARA fino a circa 40 m, mentre a maggior profondità (50-90 m) sono stati effettuati dragaggi. Le immersioni con ARA hanno anche consentito di eseguire rilevamenti fotografici con riquadratore. Inoltre, è stato esaminato il macrofouling insediato su strumentazione oceanografica immersa a diverse profondità (10, 50 e 90 m) per circa 3 mesi (da Giugno 1996 a Settembre 1996) o 9 mesi (da Settembre 1996 a Giugno 1997).

## Risultati

Sono state identificate in totale 214 specie (o taxa sottospecifici) di animali sessili appartenenti a 7 gruppi maggiori: 24 poriferi, 34 cnidari, 8 molluschi, 33 policheti serpuloidei, 90 briozoi, 4 brachiopodi e 21 ascidiacei (Tab. 1).

Tab. 1 - Taxa principali e numero di specie di epifauna sessile campionati con metodi diversi a Milos, Mar Egeo.

*Major taxa and number of species of sessile epifauna sampled with different methods at Milos, Aegean Sea.*

| | ARA | Apnea | Dragaggi | Fouling | Fotografie | Totale |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Poriferi | 22 | 3 | 2 | 2 | 18 | 24 |
| Cnidari | 22 | 1 | 9 | 8 | 4 | 34 |
| Molluschi | 5 | 1 | 1 | 2 | 1 | 8 |
| Serpuloidei | 27 | 4 | 14 | 9 | 2 | 33 |
| Briozoi | 76 | 5 | 28 | 16 | 10 | 90 |
| Brachiopodi | 4 | 0 | 4 | 0 | 0 | 4 |
| Ascidiacei | 17 | 1 | 1 | 9 | 5 | 21 |
| Totale | 173 | 15 | 59 | 46 | 40 | 214 |

Con 90 specie, i briozoi sono il gruppo di gran lunga più ricco. Quasi tutte le specie derivano dai prelievi, soprattutto da quelli effettuati in immersione con ARA. La ragione sta probabilmente nel fatto che si tratta prevalentemente di specie di piccola taglia, criptobionti nelle microcavità del substrato o epibionti su macroalghe (in particolare *Sargassum*). Le grandi specie incrostanti (ad es., *Reptadeonella violacea* e *Schizoporella longirostris*) od erette (*Myriapora truncata*, *Sertella septentrionalis*, *Smittina cervicornis*, ecc.), visibili nelle foto, sono solo l'11 % del totale. Anche nel caso dei brachiopodi, il gruppo meno rappresentato, tutte le specie rinvenute sono criptiche e sono state trovate solo all'interno di frammenti di roccia o bioconcrezione raccolti dai subacquei o dalla draga.

Considerazioni analoghe valgono all'incirca anche per la maggior parte degli altri gruppi, cosicché più dell'80 % delle specie deriva dai prelievi effettuati con ARA. I prelievi in apnea, ovviamente limitati a profondità modeste, hanno fornito solo il 7 % delle specie, mentre con la draga è stato campionato circa il 28 % delle specie totali. Il fouling e le foto hanno fornito numeri di specie simili, pari per entrambi a circa il 20 % del totale.

Una parziale eccezione a questa tendenza generale è costituita dai poriferi. Delle specie rinvenute in totale, 22 (circa il 92 %) sono state raccolte dai subacquei e 18 (75 %) riconosciute sulle foto. Gran parte dei poriferi rinvenuti sono

grandi e colorati, eretti (*Axinella damicornis*, *Axinella verrucosa*), massivi (*Agelas oroides*, *Chondrosia reniformis*, *Cliona nigricans*, *Ircinia* sp. p., *Petrosia ficiformis*) o incrostanti (*Crambe crambe*, *Phorbas tenacior*), e quindi facilmente visibili e riconoscibili sulle foto.

Tra gli cnidari, rappresentati da 23 idrozoi e da 11 antozoi, soltanto alcune sclerattinie (*Caryophyllia inornata*, *Leptopsammia pruvoti*, *Madracis pharensis*, *Phyllangia mouchezi*) sono risultate ben visibili sulle foto. Nel caso dei molluschi, rappresentati da 6 bivalvi sessili e da 2 gasteropodi vermetidi, una specie (*Serpulorbis arenaria*) è stata campionata solo fotograficamente. I serpuloidei sono comparsi sulle foto con alcune specie, due sole delle quali (*Protula tubularia* e *Salmacina dysteri*) identificabili con certezza. Anche per quanto riguarda gli ascidiacei, solo due specie (*Didemnum maculosum* e *Halocynthia papillosa*) sono state facilmente riconosciute sulle foto; d'altro canto, quattro specie (*Ascidia virginea*, *Ascidiella aspersa*, *Diplosoma listerianum*, *Phallusia mammillata*) sono state ottenute esclusivamente con il fouling.

## Discussione

L'uso combinato di diversi metodi di campionamento si è dimostrato efficace per la valutazione della biodiversità dell'epifauna di fondo duro a Milos. Il prelievo di frammenti di substrato con draga o con subacqueo ha fornito le specie criptiche e/o di piccola taglia (tutti i brachiopodi, la maggior parte dei serpulidi e dei bivalvi, diversi antozoi) e le specie epibionti delle alghe (idroidi, briozoi, spirorbidi). Il fouling ha fornito ulteriori specie di idroidi, di serpulidi, di briozoi e, soprattutto, di ascidie.

L'immersione con ARA è apparso il metodo più efficace, in quanto ha fornito la grande maggioranza delle specie. Secondo Balduzzi *et al.* (1989), il vantaggio del metodo risiede nel fatto che il subacqueo ha la possibilità di effettuare prelievi mirati, il che è importante quando si vogliono ottenere inventari di specie. Le fotografie hanno permesso di ottenere solamente 1/3 delle specie rispetto ai prelievi, ma sono state utili per integrare le informazioni sulla distribuzione batimetrica ed ecologica delle specie cospicue, facilmente riconoscibili nelle foto. Molte grandi spugne massive (*Chondrosia reniformis*, *Cliona nigricans*, *Petrosia ficiformis*, ecc.), ad esempio, sono state più frequentemente osservate nelle foto che nei prelievi, ed il numero totale di specie di poriferi nelle foto si avvicina a quello dei prelievi. Le specie incrostanti di spugne e di briozoi, che abbondano sulla roccia nuda in fondali sottoposti a sovrappascolo di ricci (Bianchi *et al.*, 1997), sono risultate difficili da raccogliere con grattaggio ma facilmente riconoscibili nelle foto. Poiché scattare foto è più rapido che grattare il substrato per raccogliere animali sessili, le foto hanno permesso un maggior numero di campionamenti per immersione. Ovviamente, la fotografia ed il prelievo sono metodi complementari, non alternativi: usati assieme permettono di realizzare censimenti più completi ed accurati (Gili e Ros, 1985; Bianchi *et al.*, 1991).

Oltre duecento specie con uno sforzo di campionamento relativamente modesto in un'area ristretta (circa 27 km$^2$) può essere considerato un numero abbastanza elevato: ad esempio, le 33 specie (o taxa sottospecifici) di serpuloidei rinvenute corrispondono a circa la metà della fauna mediterranea. Questi risultati sembrano confermare l'opinione di Zenetos (1997) che la biodiversità marina dell'Egeo sia più alta di quanto ritenuto tradizionalmente (Tortonese, 1951; Fredj *et al.*, 1992).

**Summary**

*Sessile epifauna was sampled at six rocky sites between 0.5 and 90 m depth with a number of different methods involving both underwater photography and collection of specimens. A total of 214 species or varieties was found, belonging to seven higher taxa: poriferans (24 species), cnidarians (34), molluscs (8), serpuloidean polychaetes (33), bryozoans (90), brachiopods (4), and ascidians (21). The combined use of a varied array of sampling methods was effective in getting a rich faunal inventory. The high number of species found with a relatively low sampling effort in a restricted area stands for the marine biodiversity of that sea being not as low as traditionally believed.*

**Ringraziamenti**

Ricerca svolta nell'ambito del progetto AG-HY-FL (Hydrothermal fluxes and biological production in the Aegean), finanziato dalla CE (contratto MAS3-CT95-0021). Desideriamo ringraziare tutti i partecipanti al progetto per la collaborazione nell'attività di campo, ed i colleghi che ci hanno aiutato nell'identificazione di alcuni taxa: G. Bavestrello (Genova), *Eudendrium*; C. Chiantore (Genova), bivalvi; S. Schiaparelli (Genova) e D. Scuderi (Catania), vermetidi.

**Bibliografia**

ALIANI S., BIANCHI C. N., COCITO S., DANDO P. R., MELONI R., MORRI C., NIEMEYER A., PEIRANO A., ZIEBIS W. (1998) - A map of seagrass meadows in Palaeochori Bay (Milos Island, Greece), a marine area with hydrothermal activity. *Rapp. Comm. int. Mer Médit.*, **35** (2): 512-513.

ANASTASAKIS G. (ed.) (1988) - *National centre for marine research.* NCMR, Athens: 110 pp.

BALDUZZI A., BIANCHI C.N., BOERO F., CATTANEO VIETTI R., PANSINI M., SARÀ M. (1989) - The suspension-feeder communities of a Mediterranean sea cave. *Sci. mar.*, **53** (2-3): 387-395.

BELLAN-SANTINI D., 1985 - The Mediterranean benthos: reflections and problems raised by a classification of the benthic assemblages. In: Moraitou-Apostolopoulou M., Kiortis V. (eds), *Mediterranean marine ecosystems*, Plenum Press, New York: 19-48.

BIANCHI C. N. (1996) - The state of marine biodiversity. In: Carrabba P., Padovani L. M., Mauro F. (eds), *International symposium on Mediterranean biodiversity*, Ministero dell'Ambiente and ENEA, Roma: 51-61.

BIANCHI C. N., COCITO S., MORRI C., SGORBINI S. (1991) - Rilevamento bionomico subacqueo. In: Abbiati M. (ed.), *Lezioni del corso formativo per ricercatore scientifico subacqueo*, International School for Scientific Diving, Pisa: 67-83.

BIANCHI C. N., COCITO S., PEIRANO A., MORRI C., ALIANI S., MELONI R., DE BIASI A. M., DANDO P. R. (1997) - The epibenthic communities of an area with hydrothermal vents at Milos Island (Aegean Sea). In: *Progress in oceanography of the Mediterranean Sea*, CNR, Roma: 391-392.

COPPEJANS E. (1974) - A preliminary study of the marine algal communities on the islands of Milos and Sikinos (Cyclades-Greece). *Bull. Soc. R. Bot. Belgique*, **107** (2): 387-406.

DANDO P. R., HUGHES J. A., THIERMANN F. (1995), Preliminary observations on biological communities at shallow hydrothermal vents in the Aegean Sea. In: Parson L. M., Walker C. L. , Dixon D. R. (eds), *Hydrothermal vents and processes*, Geological Society Special Publication, **87**: 303-317.

DIAPOULIS A., CONIDES A., KOUSSOURIS T. (1994) - Interaction between macrophytobenthic groups on the sublittoral belt of a greek island. *PSZN I: Mar. Ecol.*, **15** (1): 41-50.

ELEFTHERIOU A. (1992) - Preliminary results of the macrobenthos of the Eastern Mediterranean continental shelf, slope and abyssal plain. In: Albertelli G., Ambrosetti W., Piccazzo M., Ruffoni Riva T. (eds), *Atti del 9° Congresso della Associazione Italiana di Oceanologia e Limnologia*, AIOL, Genova: 9-13.

FREDJ G., BELLAN-SANTINI D., MEINARDI M. (1992) - État des connaissances sur la faune marine méditerranéenne. *Bull. Inst. océanogr. Monaco*, numero spécial **9**: 133-145.

GIACCONE G. (1968) - Raccolte di fitobenthos nel Mediterraneo orientale. *G. bot. it.*, **102** (3): 217-228.

GILI J. M., ROS J. (1985) - Study and cartography of the benthic communities of Medes islands (NE Spain). *PSZN I: Mar. Ecol.*, **6** (3): 219-238.

KOUKOURAS A. (1979) - Some interesting zoogeographical notes on some species of the benthic fauna of the North Aegean Sea. *Biol. gallo-hellenica*, **8**: 49-52.

LEDOYER M. (1969) - Aperçu sur la faune vagile de quelques biotopes de substrat dur de la Méditerranée orientale. Comparaison avec les mêmes biotopes en Méditerranée occidentale. *Tethys*, **1** (2): 281-290.

SIMBOURA N., ZENETOS A., THESSALOU-LEGAKI M., PANCUCCI M. A., NICOLAIDOU A. (1995) - Benthic communities of the infralittoral in the N. Sporades (Aegean Sea): a variety of biotopes encountered and analysed. *PSZN I: Mar. Ecol.*, **16** (4): 283-306.

THIERMANN F., AKOUMIANAKI I., HUGHES J. A., GIERE O. (1997) - Benthic fauna of a shallow-water gaseohydrothermal vent area in the Aegean Sea (Milos, Greece). *Mar. Biol.*, **128**: 149-159.

THIERMANN F., WINDHOFFER R., GIERE O. (1994) - Selected meiofauna around shallow hydrothermal vents off Milos (Greece): ecological and structural aspects. *Vie Milieu*, **44**: 215-226.

TORTONESE E. (1951) - I caratteri biologici del Mediterraneo orientale ed i problemi relativi. *Attual. zool.* (suppl. *Arch. zool. it.*), **7**: 207-251.

ZENETOS A. (1997) - Diversity of marine bivalvia in Greek waters: effects of geography and environments. *J. mar. biol. Ass. U. K.*, **77**: 463-472.

ZENETOS A., PAPATHANASSIOU E., VAN AARTSEN J. J. (1991) - Analysis of benthic communities in the Cyclades plateau (Aegean Sea) using ecological and paleoecological data sets. *PSZN I: Mar. Ecol.*, **12** (2): 123-137.

Biol. Mar. Medit. (1999), 6 (1): 184-190

P. FAMÀ, S. ACUNTO*, L. CAMILLI*, F. MALTAGLIATI*, G. PROCACCINI

Laboratorio di Ecologia del Benthos, Stazione Zoologica A. Dohrn,
Punta S. Pietro - 80077 Ischia, Napoli, Italy.
*Dip. Scienze dell'Uomo e dell'Ambiente, Università di Pisa, Italy.

# GENETIC VARIATION IN TWO MEDITERRANEAN POPULATIONS OF *HALOPHILA STIPULACEA* (FORSSK.) ASCHERS

## *VARIABILITÀ GENETICA IN DUE POPOLAZIONI MEDITERRANEE DI* HALOPHILA STIPULACEA *(FORSSK.) ASCHERS*

***Abstract***

*The genetic structure of two Mediterranean populations of the introduced seagrass* Halophila stipulacea *was analyzed by RAPD-PCR approach. High levels of genetic variability were detected in both populations, located in the Vulcano Island and along the Northern coast of Sicily. The 98% of the individuals were genetically distinct. Cluster analysis (UPGMA) showed the existence of a genetic distinction between the shallow (- 5m) and the deep (- 25m) stands of the Vulcano population, probably due to presence of ecological and environmental barriers to gene flow. The high levels of polymorphism detected suggest that in* H. stipulacea *sexual reproduction is effective in the spreading of the species and in the colonization of new habitats.*

***Key-words:*** Halophila stipulacea, *RAPD, genetic distance, exotic species, Mediterranean Sea.*

## Introduction

Marine angiosperms (seagrasses) comprehend almost 70 species, all belonging to the subclass Alismatidae (Waycott, 1996).

Seagrasses develop the whole life cycle completely submerged in the marine environment, where they play a major role along the shoreline (den Hartog, 1977; Larkum & den Hartog, 1989). Seagrasses reproduce both sexually and asexually, through the elongation of a subterranean rhizome. The majority of seagrasses (75%) are dioecious, a sexual condition that should enhance outcrossing and genetic variability. Nevertheless, its evolutive meaning in seagrasses is still uncertain (Waycott & Les, 1996).

It is well known that the genetic structure of natural populations is largely influenced by the reproductive mode of the species (Procaccini & Mazzella, 1996, 1998; Procaccini *et al.,* 1996; Waycott, 1996; Waycott *et al.,* 1997). The genetic structure of seagrass meadows, in fact, results from a combination of factors modulating sexual reproduction, extent of clonal propagation, and habitat physical features.

*Halophila stipulacea* (Forssk.) Aschers is a dioecious seagrass widely distributed along the coasts of the Western Indian Ocean and of the Red Sea. This species invaded the Mediterranean from the Red Sea through the Suez Canal and it is known to occur in the Mediterranean basin since 1895 (Lipkin,1975). In short time, *H. stipulacea* colonized the Eastern Mediterranean basin and recently is going to enter the Western basin, where it has first been recorded in Vulcano Island (Acunto *et al.,* 1995). Unlike natural populations located in the Red Sea, showing abundant fruits and seeds, but a low frequency of male flowers (Lipkin, 1975), scattered observations never recorded the

presence of female flowers in the Mediterranean meadows. These findings seem to support clonal propagation as the dominant reproductive mode for Mediterranean populations. The study of the amount of within-population genetic variability can enable the prediction of the relative importance of different reproductive strategies on the diffusion and maintainance of natural populations.

In the present study we applied a DNA fingerprinting, RAPD analysis, to investigate the genetic structure of two Mediterranean populations of *H. stipulacea,* in order to shade light on the dominant mode of reproduction of this species. In addition, we measured the extent of genetic distance between the two meadows.

## Materials and methods

*Study area and sampling strategy*

*Halophila stipulacea* individual shoots were sampled in two Sicilian populations, located respectively along the Eastern coast of the Vulcano Island and in the coastal pond of Fondo Porto (Oliveri-Tindari, Messina) (Fig. 1).

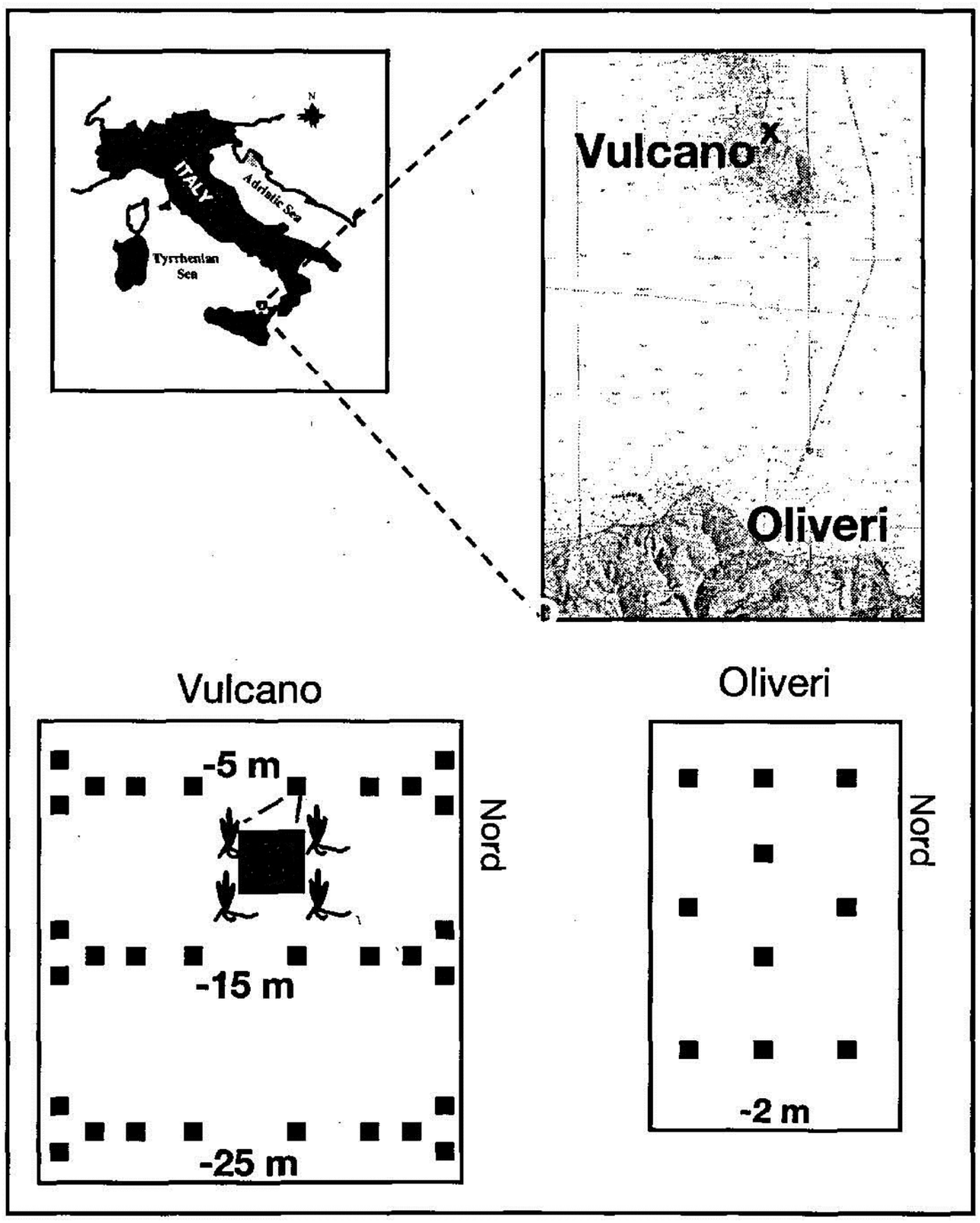



Fig. 1 - Study sites and sampling schemes of the two *Halophila stipulacea* populations analyzed. Four individual shoots were collected for each quadrat.

*Area di studio e schemi di campionamento delle due popolazioni di* Halophila stipulacea *analizzate. In ciascun quadrato sono stati raccolti quattro ciuffi.*

The population of Vulcano is distributed within 5 and 25 meters depth, sheltered by the harbour artificial cliff along its southern side. A total of 120 individual plants were collected at three different depths (5, 15 and 25 meters) in such population (Fig. 1). The meadow of Oliveri-Tindari colonized the central section of a coastal pond, at the constant depth of 2 meters. A total of 40 shoots were collected at intervals of 10 m along three transects parallel to the coastline (Fig. 1).

Fresh leaf tissue was cleaned from epiphytes, transported to the laboratory and stored frozen at -70 °C until DNA extraction.

*DNA isolation and RAPD analyses*

Leaf tissue (1 g Fw) was ground in liquid nitrogen and DNA was extracted in 8 ml of 2X CTAB buffer (Doyle & Doyle, 1987) as in Procaccini et al. (1996). The method yielded 50 to 100 µg of DNA per g of tissue. RAPD-PCR was performed as in Procaccini et al. (1996) in a total volume of 15 µl. The total reaction volume was run on 1.4% agarose gel, stained with ethidium bromide and visualized under UV light.

*Statistical analysis*

A data matrix was constructed for all individuals on the presence-absence of bands. Stands at different depth in the Vulcano population were considered as different units for further analyses. The Rogers & Tanimoto's (1960) genetic distance index, that gives equal weight to presence and/or absence of bands, was used. The formula is:

$S_{jk}=(a+d)/(a+2b+2c+d)$

where $a$ represents the co-presence of bands, $d$ represents the co-absence of bands and $b$ and $c$ represent the presence of bands in one of the two individuals $j$ and $k$, respectively. A dendrogram of genetic relationships among individuals was obtained by UPGMA cluster analysis using the STATISTICA (version 5.0; StatSoft) computer package.

## Results

The analysis of the amplification products, obtained from the 28 primers screened, allowed the identification of six primers giving scorable discrete bands. The amplifications, replicated up to three times to exclude possible artifacts, gave a total of 91 bands (Tab. 1). Band molecular weights ranged from 280 to 3000 base pairs (bp), with a higher number of bands between 800 and 2000 bp. The 90% of the bands were polymorphic, showing differences among individuals, and the

Tab. 1 - Primers names and sequences, number of bands per primer and molecular weight range of amplification products for the six RAPD primers utilized.

*Nome e sequenza dei primers, numero di bande per primer ed intervallo di peso molecolare dei prodotti di amplificazione dei sei primer di RAPD utilizzati.*

| Primer | Sequence | # bands | bp range |
|---|---|---|---|
| OPA-3 | AGTCAGCCAC | 11 | 1450 – 400 |
| OPA-5 | AGGGGTCTTG | 14 | 2500 – 300 |
| OPC-6 | GAACGGACTC | 21 | 3000 – 350 |
| OPC-8 | TGGACCGGTG | 14 | 1550 – 280 |
| OPC-9 | CTCACCGTCC | 18 | 2500 – 300 |
| UBC-112 | GCTTGTGAAC | 12 | 2050 – 500 |

98% of the multi-primer genotypes were unique. Only two samples, in fact, collected at 25 m depth in the Vulcano population, shared the same band profile.

The UPGMA analysis detected the existence of a clear discontinuity between the shallow and the deep Vulcano stands, while the samples collected at -15 m depth clustered in an intermediate position. The Oliveri individuals grouped in the cluster of the shallow Vulcano stand (Fig. 2).

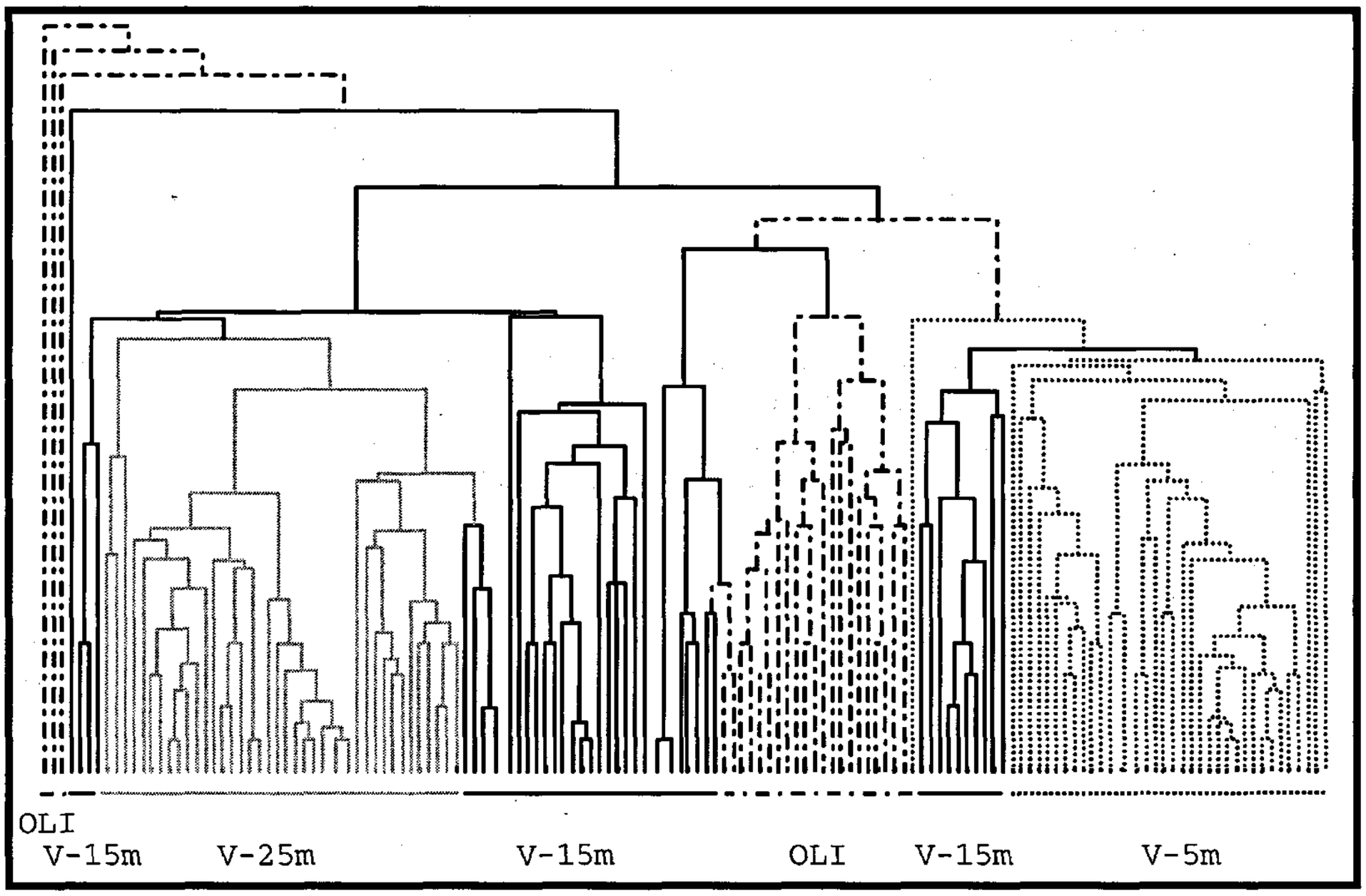



Fig. 2 - Dendrogram of the UPGMA cluster analysis.
*Dendrogramma della analisi dei cluster UPGMA.*

## Discussion

This is the first report about the genetic variability of *Halophila stipulacea* populations by means of a DNA-based polymorphism assay. The individuals collected from both meadows of *H. stipulacea* studied, showed high levels of genetic variation: RAPD analysis, in fact, identified a total of 98% of unique multilocus genotypes and only two identical genotypes at -25 m in the meadow of Vulcano.

Considering that female flowers have never been observed in the Mediterranean meadows (Acunto *et al.*, 1995; Cancemi *et al.*, 1994; Famà, 1997), the high genetic variability detected is somehow surprising. The different ecological and environmental conditions experienced in the Mediterranean meadows with respect to the original habitat, suggested a lack of sexual reproduction. This should result in low levels of genetic variability of Mediterranean *H. stipulacea* populations,

Tab. 2 - Summary of genetic variability. Stands at different depth within the Vulcano population have been analyzed as different units.

*Sommario della variabilità genetica. Gli individui campionati a diverse profondità nella popolazione di Vulcano sono stati considerati come unità differenti.*

| Sample | Sample size | No. of bands | Unique bands | Identical genotypes |
|---|---|---|---|---|
| VUL -5m | 37 | 65 | 6 | 0 |
| VUL -15m | 34 | 73 | 5 | 0 |
| VUL -25m | 40 | 61 | 2 | 2 |
| OLIVERI | 33 | 82 | 9 | 0 |

as recorded in other seagrass species with various sexual conditions (Procaccini & Mazzella, 1998; Waycott, 1997). On the contrary, the high degree of genetic diversity observed in the present study suggests a frequent genetic recombination through sexual reproduction. A possible explanation would take into account that the absence of records of female flowers could be done to the presence of a scarce number of female plants and/or a short life time of the female flowers in the *H. stipulacea* Mediterranean populations. However, more accurate surveys should be carried out in order to establish the presence and persistence of female flowers. Nevertheless, assuming that only male individuals are present in the populations analyzed, alternative hypotheses could account for the high level of genetic variability: (i) the Sicilian populations of *H. stipulacea* may have been founded by recruitment of a large number of genotypes as a result of different colonization events; (ii) high rate of somatic mutations could have determined the actual levels of genetic variability. However, both hypotheses would require a long history of colonization and/or somatic mutations, while the colonization of Sicilian coasts from *H. stipulacea* is probably a recent event (Acunto *et al.*, 1995; Alongi *et al.*, 1992; Biliotti, 1990; Cancemi *et al.*, 1994; Villari, 1988). Moreover, the original populations of *H. stipulacea* might be characterized by extremely high levels of genetic variability, that could have represented an effective source of diverse genotypes for the first stages of colonization. The high genetic variability, in fact, is considered to be one of the general features of introduced species (Lodge, 1993).

Another genetic characteristic emerging from our analysis is the presence of genetic sub-structuring within the Vulcano population. The occurrence of exclusive bands at 25 meters depth with respect to the individuals collected at 5 meters depth and the results of the cluster analysis, account for a genetic distinction among different depths of the Vulcano prairie (Fig. 2). Taking into account that also morphological differences exist between the two depths (Procaccini, *pers. obs.*), this can be explained by: (i) the presence of physical barriers (e.g. thermocline) to gene flow during the flowering season and/or (ii) the different light regimes experienced from plants at various depths that could determine a different timing in the development of reproductive structures. It is noteworthy, in fact, that male flowers have been observed from the authors during the month of September only below 18 meters depth.

The surprisingly high genetic similarity found between the shallow stands of Vulcano and the samples of Oliveri-Tindari, instead, could be explained hypothesizing that the meadow of Oliveri was originated by recruitment of individuals coming from 5-15 meters depth in Vulcano.

The present study gives the first important insight for the comprehension of the genetic structure of *Halophila stipulacea* populations in the Mediterranean Sea. The high genetic diversity found in the Sicilian meadows seems to account for the successful colonization of this species in different habitats within the Mediterranean Sea, although genetic substructure of populations stress the importance of physical and ecological barriers to gene flow.

More widespread analyses are required to investigate the genetic variability and the modes of colonization of *H. stipulacea* meadows in different locations. In particular, the levels of genetic variability of populations growing in the original habitats should be investigated, in order to gain information on the possible role of source of genetic polymorphism for the Mediterranean populations.

**Riassunto**

Nel presente lavoro viene analizzata la struttura genetica di due popolazioni mediterranee di *Halophila stipulacea,* una fanerogama marina dioica originaria dell'Oceano Indiano e del Mar Rosso. L'analisi RAPD (Random Amplified Polymorphic DNA) ha evidenziato alti livelli di variabilità genetica, sia all'interno delle singole popolazioni che fra le due praterie analizzate, localizzate lungo la costa orientale dell'Isola di Vulcano, e in uno dei laghetti costieri di Oliveri-Tindari (ME).

L'analisi ha evidenziato la presenza di 142 genotipi diversi, su un totale di 144 individui campionati. Solo due individui sono risultati geneticamente identici. L'analisi dei cluster ha evidenziato l'esistenza di una chiara disgiunzione genetica fra gli individui più superficiali (-5 m) e quelli più profondi (-25 m) di Vulcano, dovuta probabilmente all'esistenza di una barriera al flusso genico presente intorno ai 15 metri di profondità.

L'alto polimorfismo genetico trovato nelle due popolazioni di *Halophila stipulacea* dimostrerebbe che la riproduzione sessuata è efficiente e che potrebbe rappresentare la modalità principale di diffusione e di colonizzazione di nuovi habitat da parte di questa specie.

**References**

ACUNTO S., MALTAGLIATI F., RINDI F., ROSSI F., CINELLI F. (1995) - Osservazioni su una prateria di *Halophila stipulacea* (Forssk.) Aschers. (Hydrocharitaceae) nel Mar Tirreno meridionale. *Atti Soc. Tosc. Sci. Nat., Mem., Ser. B*, **102**: 19-22.

ALONGI G., CORMACI M., PIZZUTO F. (1992) - La macroflora epifita delle foglie di *Halophila stipulacea* (Forssk.) Aschers. del porto di Catania. *Biologia Marina, Suppl Notiziario S.I.B.M.*, **1**: 287-288.

BILIOTTI M., ABDELAHAD N. (1990) - *Halophila stipulacea* (Forssk.) Aschers. (Hydrocharitaceae): espece nouvelle pour l'Italie. *Posidonia Newsletter*, **3** (2): 23-26.

CANCEMI G., TERLIZZI A., SCIPIONE M.B., MAZZELLA L. (1994) - Il prato ad *Halophila stipulacea* (Forssk.) Aschers. di G. Naxos (Sicilia): caratteristiche della pianta e del popolamento a fauna vagile. *Biol. Mar. Medit.,* **1** (1): 401-402.

DEN HARTOG C. (1977) - Structure, function, and classification in seagrass communities. In: C.P. McRoy and C. Helfferich (eds), *Seagrass ecosystems. A scientific perspective,* M. Dekker Inc.: 89-122.

DOYLE J.J., DOYLE J.L. (1987) - A rapid DNA isolation procedure for small quantities of fresh leaf tissue. *Phytochem Bull*, **19**: 11-15.

FAMÀ P. (1996) - *Osservazioni cario-morfologiche su Halophila stipulacea (Forssk.) Aschers. (Hydrocharitaceae).* Tesi di Laurea, C.L. Scienze Naturali, Univ. Messina: 1-63.

LARKUM A.W.D., DEN HARTOG C. (1989) - Evolution and biogeography of seagrasses. In: Larkum A.W.D., McComb A.J., Sheperd S.A. (eds), *Biology of seagrasses*. Elsevier, Amsterdam: 112-156.

LIPKIN Y. (1975) - On the male flower of *Halophila stipulacea. Israel J. Bot.*, **24**: 198-200.

LODGE D.M. (1993) - Species invasions and deletions: community effects and responses to climate and habitat chamge. In: P.M. Kareiva, J.K. Kingsolver, R.B. Huey (eds). *Biotoc Interactions and Global Change* Sinauer Ass., Sunderland: 367-387.

PROCACCINI G., ALBERTE R.S., MAZZELLA L. (1996) - Genetic structure of the seagrass *Posidonia oceanica* in the Western Mediterranean: ecological implications. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **140**: 153-160.

PROCACCINI G., MAZZELLA L. (1996) - Genetic variability and reproduction in two Mediterranean seagrasses. In: Kuo J., Philips R.C., Walker D.I., Kirkman H. (eds), *Seagrass Biology: Proceedings of an International Workshop.* Sciences, UWA: 85-89.

PROCACCINI G., MAZZELLA L. (1998) - Population genetic structure and gene flow in the seagrass *Posidonia oceanica* (L.) Delile assessed using a microsatellite analysis. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **169**: 133-141.

ROGERS D.J., TANIMOTO T.T. (1960) - A computer program for classifying plants. *Science*, **132**: 1115-1118.

VILLARI R. (1988) - Segnalazioni floristiche italiane: 565. *Halophila stipulacea* (Forssk.) Aschers. (Hydrocharitaceae). *Informatore Botanico Italiano*, **20**: 672.

WAYCOTT M., (1996) - *Genetic variation and evolution in Australian seagrasses*. Ph.D. thesis, Department of Botany, The University of Western Australia: 1-112.

WAYCOTT M., LES DH. (1996) - An integrated approach to the evolutionary study of seagrasses. In: Kuo J., Philips R.C., Walker D.I., Kirkman H. (eds). *Seagrass Biology: Proceedings of an International Workshop*, Sciences, UWA: 71-78.

WAYCOTT M., WALKER D.I., JAMES S.H. (1997) - Genetic uniformity in a dioecious seagrass, *Amphibolis antarctica*. *Heredity*, **76**: 578-585.

The research was supported by the *PADI FOUNDATION*, request No.17/1997.

Biol. Mar. Medit. (1999), 6 (1): 191-197

F. FERDEGHINI, S. COCITO

Marine Environment Research Centre, ENEA, S. Teresa, P.O. Box 316 - 19100 La Spezia, Italy.

# BIOLOGICALLY GENERATED DIVERSITY IN TWO BRYOZOAN BUILDUPS

## *PROMOZIONE DELLA DIVERSITÀ BIOLOGICA ATTRAVERSO L'EDIFICAZIONE DI DUE BIOCOSTRUZIONI A BRIOZOI*

***Abstract***

*The potential role of bryozoan buildups in providing habitat for other organisms was investigated. Two species of cheilostomatid bryozoan were studied:* Schizoporella errata, *in shallow and sheltered sites, and* Pentapora fascialis, *in deeper and exposed sites. These originate as encrusting colonies but develop branching calcified colonies in the Gulf of La Spezia (Ligurian Sea, Italy). Cavities, branching surfaces and the base provided diverse microhabitats for associated biota. 36 species (10 taxa) were found in* S. errata *colonies and 84 species (13 taxa) were associated with* P. fascialis. *Position of the fauna inside the colonies was correlated to organism growth form and feeding behaviour. Because the spatial complexity, bryozoan buildups are an important source of available substratum, feeding sources and protection from predation.*

***Key-words:*** *bryozoans, bioconstruction, habitat provisioning, biodiversity, Ligurian Sea.*

## Introduction

The influence of habitat structural complexity on the diversity and abundance of animal communities is well established for marine environments (Gee & Warwick, 1994; Thompson *et al.*, 1996). Increasing habitat complexity can be predicted to increase the diversity and abundance of organisms through increased living space (Morse *et al.*, 1985), increased variety of suitable feeding sources, modification of microenvironmental conditions (Gibbons, 1988) and increased protection from predation (Coull & Wells, 1983).

Bioconstructor organisms, by building carbonate erect framework, increase morphological diversity and thus habitat complexity. Biological diversity induced by habitat complexity has already been described in calcareous algae, vermetids, *Mytilus* beds and polychaetes reefs (Dalongeville, 1995; Günther, 1996; Bianchi & Morri, 1996).

Bryozoa have been described as performing important constructional roles in living reefs (Cuffey, 1974; 1997). The diversity of microenvironments across different portions of the colony provisions for associated biota with different feeding strategies (Maluquer, 1985).

In this paper we describe the potential role of two bryozoan buildups in providing habitat for other organisms, thus influencing biological diversity. Two bryozoan buildups have been examined in the sublittoral zone of the Gulf of La Spezia (Eastern Ligurian Sea). *Schizoporella errata* (Waters, 1848) and *Pentapora fascialis* (Pallas, 1766), known to form sizeable buildups with complex morphologies, thrive in different biotopes: the first one in shallow and sheltered waters, the second one in deeper and exposed sites.

## Materials and methods

*Schizoporella errata* (Cheilostomatida, Ascophorina) is a strong space-competitor, able to build rigid framework. In low energy, shallow sites, buildups were formed by colonies (up to 30 cm wide and more than 20 cm high) with a thick encrusting base and rigid mass in the shape of branches and tubes, having open or closed tips. They occupied 100% of the primary substratum on pillars in the harbour of Lerici (La Spezia) (Ferdeghini *et al.*, 1998).

*Pentapora fascialis* (Cheilostomatida, Ascophorina) lives on stable hard substrata, down to 50 m or more, on rocks exposed to strong current. It dominates a temperate rocky reef assemblage in the coralligenous at Tino Island (Ligurian Sea). Here it constitutes dense regular populations (7±1.5 colonies/m²) (Cocito *et al.*, 1998a). It is one of the largest living bryozoans, with erect, bilaminar branches that form mounds of considerable size (max Ø 82 cm) (Gautier, 1962; Cocito *et al.*, 1998b).

From 1995 to 1997, 32 colonies of *S. errata* and 39 colonies of *P. fascialis* were collected in plastic bags by snorkelling in shallow water (from 0.3 to 2 m depth) and SCUBA diving in deeper water (from 8 to 22 metres of depth). Colony morphologies were described. Associated biota (both sessile and motile fauna > 5 mm) was collected and identified to species. Abundance of associated biota was expressed with a semi-quantitative index, ranging from scarce to very abundant.

Space available inside colonies included base, cavities - both cavities inside and among the branching structures - and branches. An assessment of spatial complexity was made by measuring colony volume and colony porosity. Real volume (RV) was estimated by placing each colony in a bucket with fresh water and recording the volume difference (ml). After inclusion in ice of the whole colony (IV), the fresh water displaced in the bucket was recorded, thus measuring by difference colony porosity: CP=IV-RV. Basal thickness measurements were made with calliper. Colonies were also sawn to examine the internal structure.

## Results and discussion

36 species grouped in 10 taxa (algae, porifera, hydroids, polychaetes, bivalves, gastropods, bryozoans, crustaceans, ascidians and fishes) were found associated with *S. errata* colonies (Tab. 1). In *P. fascialis* colonies a total of 84 species were identified (Tab 2). They belonged to 13 main groups: algae, foraminifera, porifera, hydroids, polychaetes, bivalves, gastropods, cephalopods, bryozoans, crustaceans, echinoderms, ascidians and fishes. With 27 species or sub-specific taxa, bryozoans were the most numerous group; most of them were small-sized species and in some cases living epibiotically on hydroids or algae.

Among the *S. errata* and *P. fascialis* associated biota, some species occurred in common, mostly belonging to ubiquitous species (*Balanus perforatus*), cryptic inside cavity (*Pilumnus hirtellus*), or living associated with the bryozoans (*Scrupocellaria reptans, Savignyella lafontii*). Other species, characteristic of sciaphilic biotopes and coralligenous, were present uniquely in *P. fascialis* colonies (algae: *Flabellia petiolata, Peyssonnelia* sp.; porifera: *Ircinia* sp.; hydroids: *Bougainvillia ramosa, Sertularella crassicaulis*; bryozoa: *Celleporina globulosa, Diplosolen obelia, Sertella septentrionalis, Smittina cervicornis, Tubulipora liliacea*; gastropods: *Jujubinus exasperatus*). Likewise, species typically living in shallow

eutrophic waters (algae: *Enteromorpha* sp., *Ulva* sp.; porifera: *Hymeniacidon sanguinea*; polychaeta: *Hydroides dianthus*; bryozoa: *Bugula neritina*, *Watersipora subovoidea*) were found exclusively associated with *S. errata* colonies.

Tab. 1 - Biota associated with *Schizoporella errata* colonies; +=scarce; ++=abundant; +++=very abundant; b=base; c=cavities; br=branches.

*Biota associato alle colonie di* Schizoporella errata*; +=scarso; ++=abbondante; +++=molto abbondante; b=base; c=cavità; br=ramificazioni.*

| | b | c | br | | b | c | br |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| RHODOPHYTA | | | | *Calliostoma* sp. | + | - | - |
| *Corallina elongata* | + | ++ | - | *Gibbula varia* | + | - | - |
| CHLOROPHYTA | | | | *Mytilus galloprovincialis* | - | + | - |
| *Chaetomorpha* sp. | + | + | - | *Nassarius incrassatus* | + | + | - |
| *Enteromorpha* sp. | + | + | - | *Ocinebrina edwardsii* | ++ | - | - |
| *Ulva* sp. | + | + | - | *Petricola lithophaga* | ++ | - | - |
| PORIFERA | | | | BRYOZOA | | | |
| *Haliclona* sp. | ++ | - | - | *Bugula neritina* | - | - | ++ |
| *Hymeniacidon sanguinea* | ++ | - | - | *Savignyella lafontii* | - | - | + |
| CNIDARIA | | | | *Scrupocellaria reptans* | - | - | +++ |
| *Eudendrium* sp.1 | - | +++ | - | *Watersipora subovoidea* | ++ | - | - |
| *Halecium* sp.1 | + | ++ | - | CRUSTACEA | | | |
| *Sertularella gaudichaudi* | + | ++ | - | *Balanus amphitrite* | ++ | +++ | + |
| ANNELIDA | | | | *Balanus perforatus* | ++ | +++ | + |
| *Filograna implexa* | +++ | - | ++ | *Eriphia verrucosa* | - | + | - |
| *Goldfingia vulgaris* | + | + | - | *Pilumnus hirtellus* | - | + | - |
| *Harmothoe areolata* | + | ++ | - | *Porcellana platycheles* | - | + | - |
| *Hydroides dianthus* | ++ | ++ | - | TUNICATA | | | |
| *Lepidonotus clava* | + | ++ | - | *Phallusia fumigata* | ++ | - | - |
| *Nereis* sp. | + | ++ | - | *Polycarpa pomaria* | ++ | - | - |
| *Spirorbis* sp. | +++ | - | - | *Styela plicata* | ++ | - | - |
| MOLLUSCA | | | | VERTEBRATA | | | |
| *Anomia ephippium* | ++ | - | - | *Lepadogaster lepadogaster* | - | + | - |

Colony structure (Fig. 1) was compared with space occupation by associated biota. In *S. errata*, in the base (a loosely packed multilayered mass 45 ± 28 mm thick), many individuals, especially ascidians, barnacles, some polychaetes and sponges, were found encased and dead among zoidal sheets. The living boring bivalve *Petricola lithophaga* was responsible for localised destruction of the carbonatic buildup. The basal portion in *P. fascialis* was formed by a few thin layers of old and heavily calcified zooids (mean thickness 1.3 ± 0.3 mm): it was inhabited only by bivalves (including *Petricola lithophaga*), sponges and some polychaetes.

Cavity volume, generated in *S. errata* by an articulated branching structure (branching could reach the 5$^{th}$ order) with digitations and tubes, and in *P. fascialis* by erect anastomosed laminae, was different but high in both buildups: colony porosity was 60% in *S. errata* and 75% in *P. fascialis*. The associated biota mainly inhabited cavities among branching structures, where the spatial complexity was higher. Algae, erect bryozoans and hydroids developed from a narrow base attached to branches but, due to their growth form, they tended to occupy and fill the cavities. *Salmacina dysteri* developed large masses, almost entirely filling cavities in *P. fascialis*. All these species are suspension-feeders and enhance water flow deceleration process, helping sediment and dead organisms to settle in the basal portion of cavity. Consequently, many gastropods, bivalves and errant polychaetes, generally deposit feeders or carnivores, thrived in the deeper portion of cavities.

Tab. 2 - Biota associated with *Pentapora fascialis* colonies; +=scarce; ++=abundant; +++=very abundant; b=base; c=cavities; br=branches.

*Biota associato alle colonie di* Pentapora fascialis*; +=scarso; ++=abbondante; +++=molto abbondante; b=base; c=cavità; br=ramificazioni.*

| | b | c | br |
|---|---|---|---|
| RHODOPHYTA | | | |
| *Corallina elongata* | - | + | - |
| *Peyssonnellia* sp. | - | - | + |
| CHLOROPHYTA | | | |
| *Flabellia petiolata* | - | ++ | - |
| *Halimeda tuna* | - | ++ | - |
| PHAEOPHYTA | | | |
| Dictyotales | - | ++ | - |
| PROTOZOA | | | |
| *Miniacina miniacea* | - | - | + |
| PORIFERA | | | |
| *Dysidea* sp. | + | - | - |
| *Ircinia* sp. | + | - | - |
| CNIDARIA | | | |
| *Aglaophenia* sp. | - | ++ | - |
| *Bougainvillia ramosa* | - | ++ | - |
| Campanulariidae indet. | - | ++ | - |
| *Clytia* sp. | - | ++ | - |
| *Dynamena disticha* | - | ++ | - |
| *Eudendrium* sp.2 | - | +++ | - |
| *Garveia grisea* | - | + | - |
| *Halecium* sp.2 | - | ++ | - |
| *Sertularella crassicaulis* | - | ++ | - |
| *Sertularella gaudichaudi* | - | + | - |
| *Sertularia distans* | - | ++ | - |
| ANNELIDA | | | |
| *Eunice torquata* | - | + | - |
| *Eunice* sp. | - | + | - |
| *Harmothoe* sp. | - | +++ | - |
| *Lumbrineris gracilis* | - | + | - |
| *Marphisa sanguinea* | - | + | - |
| *Pomatoceros triqueter* | ++ | - | ++ |
| *Salmacina dysteri* | - | +++ | + |
| *Serpula vermicularis* | - | - | + |
| MOLLUSCA | | | |
| *Anomia ephippium* | +++ | - | - |
| *Arca noae* | ++ | - | - |
| *Bittium reticulatum* | - | +++ | - |
| *Buccinulum corneum* | - | + | - |
| *Calliostoma conulus* | - | ++ | - |
| *Calliostoma* sp. | - | ++ | - |
| *Cerithium vulgatum* | - | ++ | - |
| *Chlamys varia* | - | +++ | - |
| *Clanculus corallinus* | - | ++ | - |
| *Haedropleura septangularis* | - | + | - |
| *Hinia* sp. | - | ++ | - |
| *Jujubinus exasperatus* | - | ++ | - |
| *Mitrella* sp. | - | + | - |
| *Nassarius incrassatus* | - | + | - |
| *Octopus vulgaris* | - | + | - |
| *Petricola lithophaga* | ++ | - | - |
| *Spondylus gaederopus* | - | + | - |
| *Striarca lactea* | +++ | - | - |
| *Trivia arctica* | - | + | - |
| BRYOZOA | | | |
| *Aetea* sp. | - | - | + |
| *Amathia lendigera* | - | - | + |
| *Amathia pruvoti* | - | - | + |
| *Beania hirtissima hirtissima* | - | + | - |
| *Beania hirtissima cylindrica* | - | - | + |
| *Beania magellanica* | - | - | + |
| *Beania mirabilis* | - | - | + |
| *Bugula fulva* | - | ++ | - |
| *Buskea nitida* | - | | + |
| *Caberea boryi* | - | ++ | - |
| *Celleporina globulosa* | - | + | +++ |
| *Cellaria fistulosa* | - | ++ | - |
| *Chartella papyrea* | - | + | - |
| *Crisia* sp. | - | + | - |
| *Diplosolen obelia* | - | - | +++ |
| *Hornera frondiculata* | - | + | - |
| *Mimosella verticillata* | - | - | ++ |
| *Nolella* sp. | - | - | + |
| *Pherusella tubulosa* | - | + | - |
| *Savignyella lafontii* | - | ++ | - |
| *Scrupocellaria reptans* | - | +++ | ++ |
| *Scrupocellaria scrupea* | - | ++ | - |
| *Scrupocellaria scruposa* | - | ++ | - |
| *Sertella septentrionalis* | - | + | - |
| *Smittina cervicornis* | - | ++ | - |
| *Tubulipora liliacea* | - | ++ | - |
| *Valkeria uva* | - | - | ++ |
| CRUSTACEA | | | |
| *Balanus perforatus* | - | + | + |
| *Pilumnus hirtellus* | - | ++ | - |
| *Pilumnus villosissimus* | - | ++ | - |
| *Pisidia longicornis* | - | ++ | - |
| ECHINODERMATA | | | |
| *Ophiothrix fragilis* | - | +++ | - |
| *Arbacia lixula* | - | + | - |
| TUNICATA | | | |
| *Phallusia mammillata* | + | - | - |
| VERTEBRATA | | | |
| *Chromis chromis* | - | + | - |
| *Gobius* sp. | - | ++ | - |
| *Parablennius gattorugine* | - | + | - |
| *Parablennius rouxi* | - | + | - |

A particular type of cavity was available to associated biota in *S. errata* buildup. Cavities inside the digitations were hypothesised not to be produced by the growth of a rigid constructor, but due to the interaction between the bryozoan and erect organisms (Ferdeghini *et al.*, 1998). By binding associated organisms, such as algae, hydroids and mussels, *S. errata* formed the typical cylindrical branches and in this sense associated organisms contributed to the building process of the buildup.

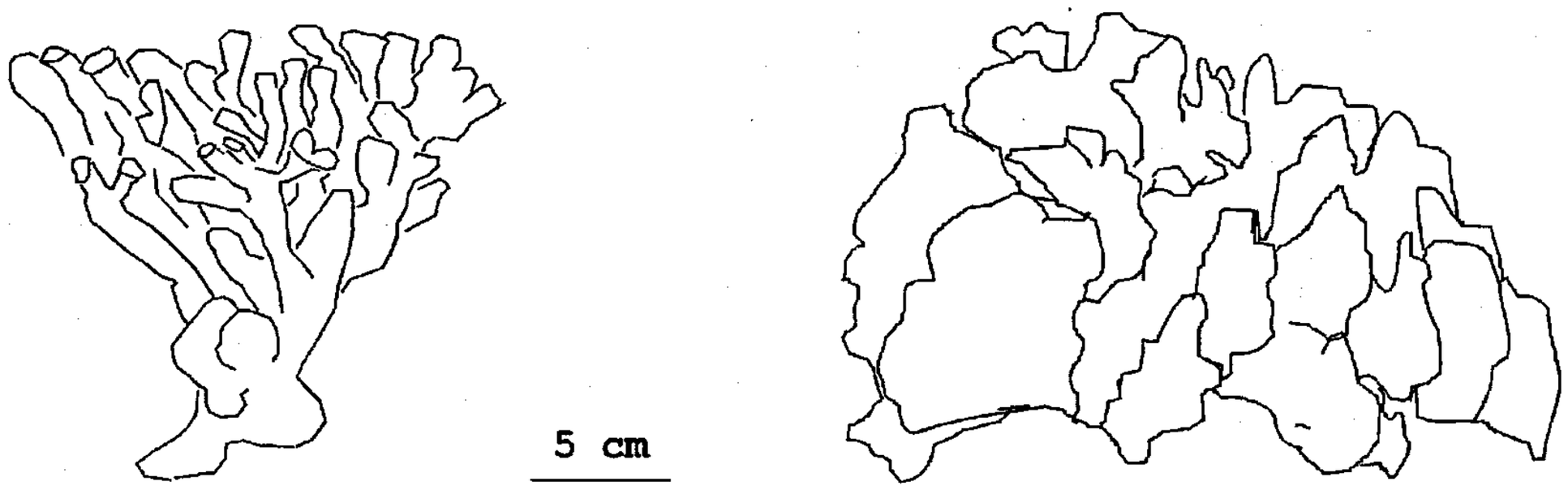



Fig. 1 - Schematic drawing of *Schizoporella errata* (left) *and Pentapora fascialis* (right) colonies.
*Disegno schematico di* Schizoporella errata *(sinistra) e di* Pentapora fascialis *(destra).*

Motile organisms were found or seen inside cavities among branches, both in *P. fascialis* and in *S. errata*: they were mainly crustaceans (crabs belonging to the genus *Pilumnus*) fishes and juvenile gastropods (*Nassarius incrassatus*). In *P. fascialis* the fish *Chromis chromis* occurred (possibly to reduce predaction) only during the juvenile life period (Maluquer, 1985). As a result of silt or epibiosis accumulation, the oldest central portion of the colonies collapsed (Cocito *et al.*, 1998b), leaving large spaces available for macro-invertebrates and vertebrates. For example, *Parablennius gattorugine* and *Parablennius rouxi* occurred as adults, as well as *Arbacia lixula* and *Octopus vulgaris*. Numerous brittle stars (juveniles and adults of *Ophiothrix fragilis*) kept their body inside cavities, but extended their arms up the laminae, thus obtaining good access to water column.

The erect, living portions of branching surfaces were occupied predominantly by small-sized species. In *P. fascialis* they were represented by active suspension-feeders, such as bryozoans (*Diplosolen obelia, Celleporina globulosa*) and polychaetes. Differences in local hydrodynamic conditions on the branching surfaces of *S. errata* resulted in small bushy bryozoans on the living distal parts (*Scrupocellaria reptans, Bugula neritina*) whereas in *P. fascialis* encrusting species spread exclusively in the proximal parts.

In conclusion, a great contribution in species number and diversity is enhanced by the two bryozoan buildups, although differences among them are to be considered in sampling depth range, habitat characteristics and available space provided for associated biota.

Ferdeghini *et al.* (1998) and Cocito *et al.* (1998a) have shown that *S. errata* and *P. fascialis*, in the study area, are able to occupy the majority of available space and develop large colonies, overgrowing other competitively inferior organisms. This could decrease substratum diversity (Osman, 1977; Sutherland, 1977). However, while bryozoan buildups may be detrimental to diversity on primary substratum, they are probably responsible for a net diversity increase when secondary space is considered. This is due to the greater level of heterogeneity and surface area provided compared to primary substratum. If the total biota inhabiting the two buildups is examined in detail, species diversity is great because of biological provision of habitat within the bryozoan matrix.

**Riassunto**

È stata analizzata la complessità morfologica, e quindi di habitat, messa a disposizione da due biocostruzioni a briozoi presenti nel Golfo di La Spezia: *Schizoporella errata*, che forma colonie ramificate in ambienti portuali poco profondi, e *Pentapora fascialis*, che sviluppa colonie massive nel coralligeno sottoposto a corrente. Misure di volume degli spazi cavitari (60% in *S. errata* e 75% in *P. fascialis*) hanno evidenziato come l'aumento di substrato secondario, rappresentato dalla base d'attacco della colonia al substrato, da ramificazioni e cavità, porti alla creazione di microhabitat per altre specie bentiche. Queste sono risultate estremamente diversificate: in *S. errata* sono state rinvenute 36 specie appartenenti a 10 taxa, in *P. fascialis* sono state identificate 84 specie appartenenti a 13 taxa. La distribuzione della fauna associata nei due tipi di biocostruzioni risulta dipendere soprattutto dalla struttura della biocostruzione, dalla forma di crescita degli organismi e dalle loro abitudini trofiche.

**Acknowledgements**

The following people helped with species identification: S. Aliani (La Spezia) and A.M. De Biasi (Livorno) polychaetes, D. Bedulli (Parma) gastropods, C. Morri (Genova) hydroids, M. Mori (Genova) crustacea, S. Canese and E. Massaro (Genova) fishes. We especially thank S. Sgorbini (La Spezia) for helping in the fieldwork, C.N. Bianchi (La Spezia) for serpulids identification and for comments, and D.K.A. Barnes (Cork, Ireland) for suggestions and reviewing the English text.

**References**

BIANCHI C.N., MORRI C. (1996) - *Ficopomatus* 'reefs' in the Po River Delta (Northern Adriatic): their constructional dynamics, biology, and influences on the brackish water biota. *P.S.Z.N.: Marine Ecology*, **17** (1-3): 51-66.

COCITO S., F. FERDEGHINI, S. SGORBINI (1998a) - *Pentapora fascialis* (Pallas) [Cheilostomata: Ascophora] colonization of one sublittoral rocky site after sea-storm in the northwestern Mediterranean. *Hydrobiologia*, **375/376**: 59-66.

COCITO S., S. SGORBINI, C.N. BIANCHI (1998b) - Aspects of the biology of the bryozoan *Pentapora fascialis* at two different depths on a sublittoral rocky reef in the north-western Mediterranean. *Mar. Biol.*, **131** (1): 73-82.

COULL B.C. & WELLS J.B.J. (1983) - Refuge from fish predation: experiments with phytal meiofauna from the New Zealand rocky intertidal. *Ecology*, **64**: 1599-1609.

CUFFEY R.J. (1974) - Delineation of Bryozoan Constructional Roles in Reefs from Comparison of Fossil Bioherms and Living Reefs. In: *Proceeding of the Second Coral Reefs Symposium*, **1**: 357-364.

CUFFEY R.J. (1997) – Functional-Morphological Characteristics in Relation to Constructional Contributions of the Earliest Bryozoan Reef Builders. (Abstract) In: *Russian and International Bryozoan Conference*, San Petersburg.

DALONGEVILLE R. (1995) - The role of bioconstructor in the coastal morphology of the Mediterranean: calcareous algae and Vermetids. *Ocean. Lit. Rev.*, **42** (11): 965.

FERDEGHINI F., S. COCITO, C. MORRI, C.N. BIANCHI (1998) - Living bryozoan buildups: *Schizoporella errata* (Waters 1848) (Cheilostomatida, Ascophorina) in northwestern Mediterranean (preliminary observations). *Proceedings of the 11th IBA Conference*, (submitted).

GAUTIER Y.V. (1962) - Recherches ecologiques sur les Bryozoaires Cheilostomes en Méditerranée Occidentale. *Rec. Trav. Stat. mar. Endoume*, **38** (24): 1-434.

GEE J.M., R.M. WARWICK (1994) - Metazoan community structure in relation to the fractal dimensions of marine macroalgae. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **103**: 141-150.

GIBBONS M.J. (1988) - The impact of sediment accumulation, relative habitat complexity and elevation on rocky shore meiofauna. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, **45**: 13-22.

GÜNTHER C.- P. (1996) - Development of small *Mytilus* beds and its effects on resident intertidal macrofauna. *P.S.Z.N.: Marine Ecology*, **17** (1-3): 117-130.

MALUQUER P. (1985) - Algunas consideraciones sobre la fauna asociada a las colonias de *Schizoporella errata* (Waters, 1878) del puerto de Mahón (Menorca, Baleares). *P. Dept. Zool. Barcelona*, **11**: 23-28.

MORSE D.R., LAWTON J.H., DODSON M.M. & WILLIAMSON M.H. (1985) - Fractal dimension of vegetation and the distribution of arthropod body length. *Nature*, **314**: 731-733.

OSMAN R.W. (1977) - The establishment and development of a marine epifaunal community. *Ecol. Monogr.*, **47** (1): 37-63.

SOUTHERLAND J. (1977) - Effects of *Schizoporella* (Ectoprocta) removal on the fouling community of Beaufort, North Carolina, USA. 1977 In: *Ecology of marine benthos*. B.C. Coull (Ed.), University of South Carolina Press, Columbia, South Carolina, USA: 155-189.

THOMPSON R.C., B.J. WILSON, M.L. TOBIN, A.S. HILL, S.J. HAWKINS (1996) - Biologically generated habitat provisioning and diversity of rocky shore organisms at a hierarchy of spatial scales. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, **202**: 73-84.

This work benefited from a grant on "Marine Biodiversity" (MURST). F.F. was supported by a joint PhD fellowship ENEA - University of Pisa.

Biol. Mar. Medit. (1999), 6 (1): 198-204

S. FRASCHETTI, C.N. BIANCHI*, F. BOERO, M. C. BUIA**, L. DELLA TOMMASA, F. DENITTO, L. ESPOSITO***, G. FANELLI***, A. GIANGRANDE, M. P. MIGLIETTA, C. MORRI****, S. PIRAINO***, F. RUBINO***

Dip. di Biologia, Lab. di Zoologia, Università di Lecce - 73100 Lecce, Italy.
*ENEA - CRAM S. Teresa, La Spezia, Italy.
**Stazione Zoologica 'Anton Dohrn', Laboratorio Ecologia Benthos - 80007 Napoli, Italy.
***Istituto Sperimentale Talassografico 'A. Cerruti', CNR, Taranto, Italy.
****DIP.TE.RIS., Università di Genova - 16126 Genova, Italy.

# HUMAN DISTURBANCE AND BIODIVERSITY ALONG THE APULIAN COAST

## *IMPATTO ANTROPICO E BIODIVERSITÀ LUNGO LE COSTE PUGLIESI*

***Abstract***

*In the framework of the PRISMA II one survey was carried out from Peschici (Gargano, Lat. 41°56', Long. 16°5') to Taranto (Lat. 40°22', Long. 17°17') from 12 May to 21 May 1997. The bottom was inspected by SCUBA diving from 10 m depth to the coast in correspondence of 45 transect. At each transect, a bionomic survey, the evaluation of rock damage and an evaluation of biodiversity were performed. Rock damage was evaluated on the base of size, frequency and age of bare patches. A general evaluation of biodiversity and of its spatial variability along the Apulian coast is attempted, also to investigate possible links between desertification and biodiversity, by correlating a number of biological parameters with the intensity and age of damage caused by* Lithophaga *fisheries.*

***Key words:*** *biodiversity, human disturbance, survey, Adriatic Sea, Ionian Sea.*

## Introduction

In the past, biological surveys of human impact addressed soft bottom sublittoral communities more than hard bottom ones (Dauvin and Gentil, 1990; Warwick *et al.*, 1990; Morrisey *et al.*, 1992; Warwick, 1993; Warwick & Clarke, 1993; Prena, 1995; Attrill *et al.*, 1996). In fact, sublittoral rocky benthos can be properly described only by direct observation and sampling by diving, which is expensive and time-consuming, and only few papers have been published on the monitoring of anthropogenic disturbance on hard bottoms (Wood, 1989; Fanelli *et al.*, 1994; Rong-Quen *et al.*, 1994; Balduzzi *et al.*, 1995; Edgar & Barret, 1997).

However, hard bottom subtidal communities are characterised by high habitat complexity leading to high biodiversity (Ros *et al.*, 1985; Castric-Fey & Chassé, 1991). In Apulia, for instance, rocky bottoms represent a high percentage of coastal environments, being considerably important also from a social-economic point of view (fisheries and tourism) (Scalera Liaci, 1973; Bedulli *et al.*, 1986). Intensive collection of the date mussel *Lithophaga lithophaga*, however, is leading to a wide desertification of the coast (Boero *et al.*, 1993; Fanelli *et al.*, 1994; Marano *et al.*, 1996), as pointed out also for other Mediterranean areas (Russo & Cicogna, 1992; Cuccu *et al.*, 1994) .

In this paper a general evaluation of biodiversity and of its spatial variability along the Apulian coast from Gargano to Taranto is attempted, also to investigate possible links between desertification and biodiversity, by correlating a number of biological parameters with the damage caused by *Lithophaga* fisheries.

## Material and methods

SCUBA survey

The survey was carried out from Peschici (Gargano, Lat. 41°56',Long 16°5') to Taranto (Lat. 40°22', Long. 17°17') from 12 May to 21 May 1997 (Fig. 1). The sampling area was subdivided into 6 sectors according to relative affinities in bottom slope and substratum typology. Within each sector, 3 zones (A, B, C) were randomly fixed. The bottom was inspected by SCUBA diving along three transects for each zone, from 10 m depth to the coast. At each transect, a bionomic survey, the evaluation of rock damage and an evaluation of biodiversity were performed. The bionomic survey consists of a visual floro-faunistic inventory (Kershaw & Looney, 1985), to identify the major physiognomic discontinuities of the benthic assemblages. Rock damage was evaluated on the base of size, frequency and age of bare patches (see Fanelli *et al.* 1994 for details). Biodiversity was estimated quantifying abundance (percent covering of substratum) of conspicuous species (*i.e.* easily recognised underwater, see Hiscock, 1987). At each station, counting was performed by two divers within a 1x1 m frame, subdivided into 25 smaller squares. To evaluate operator and spatial variability four quadrat replicates were carried out at each transect.

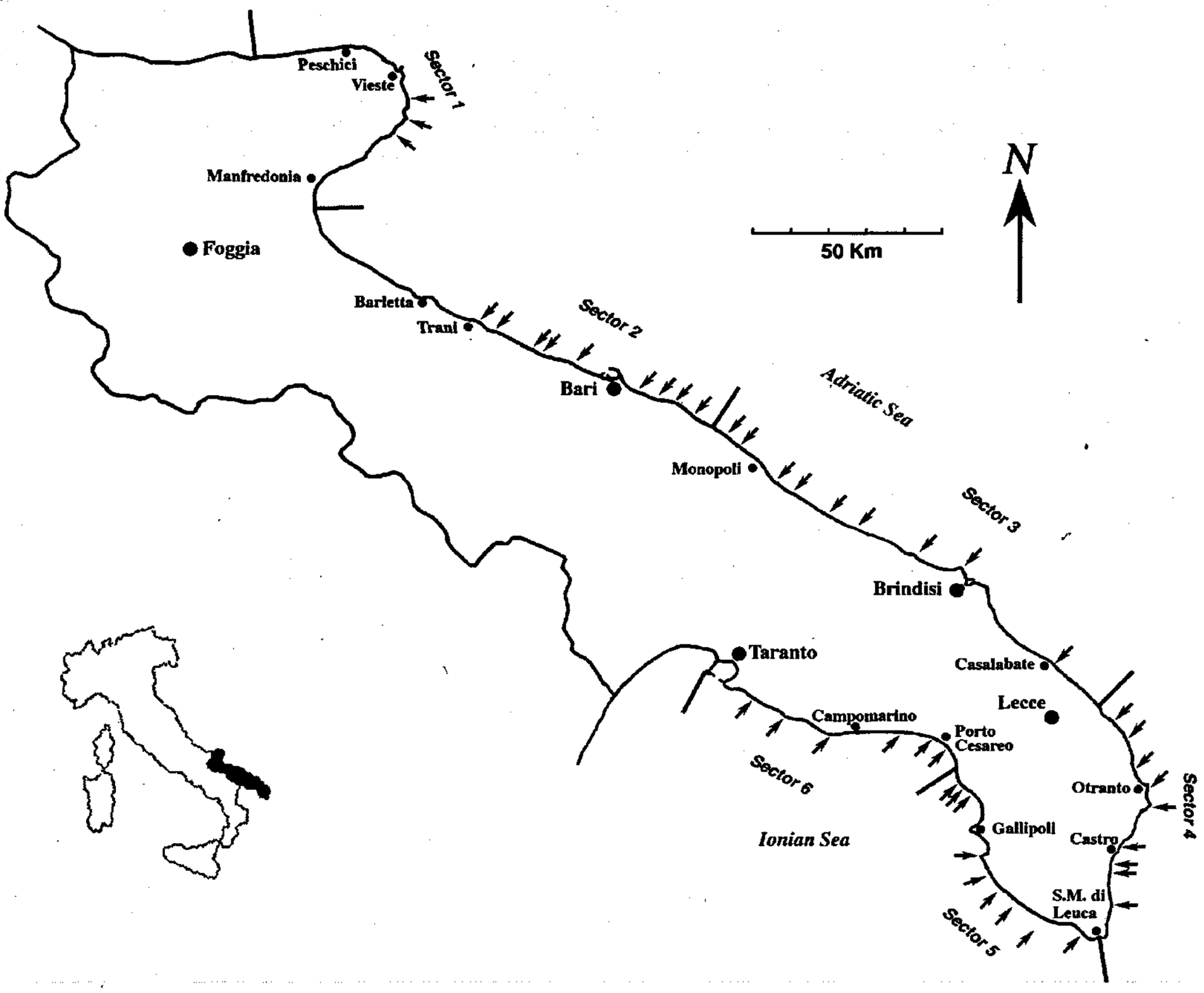



Fig. 1 - Study area and position of transects
*Area di studio e posizione dei transetti*

Data analysis

For each transect, the total number of species (S) and the percent cover were computed. The planned experimental design incorporated 4 spatial scales, ranging from 20 m between replicate quadrats to hundreds of Km between sectors: 54 transects were planned but, because of the absence of suitable substrata, a total of 45 transects were surveyed (Fig. 1).

Spatial variations in the number of species and in the total cover were tested by nested analysis of variance with three factors: sector, zone and transect. Difference in damage and age of damage were tested among two factors: sector and zone. According Taylor's power law, only taxa and cover data set need to be log transformed (log+1).

Since the data set available for analysis of variance was an unbalanced one, ANOVA was performed by Systat statistical package which makes adjustments for these kind of data (AA.VV., 1992). When ANOVA F test was significant, in order to identify which means differ from others, *a posteriori* comparisons were performed by the Bonferroni tests of pairwise mean comparisons.

## Results

Spatial variability of biodiversity

The number of species varied between 7 and 30 (Fig. 2). The number of taxa differs significantly at all the three considered spatial scales (sector, zone and transect) ($p = 0.000$). Sectors 2 and 6 show a number of species significantly lower than that of all other sectors.

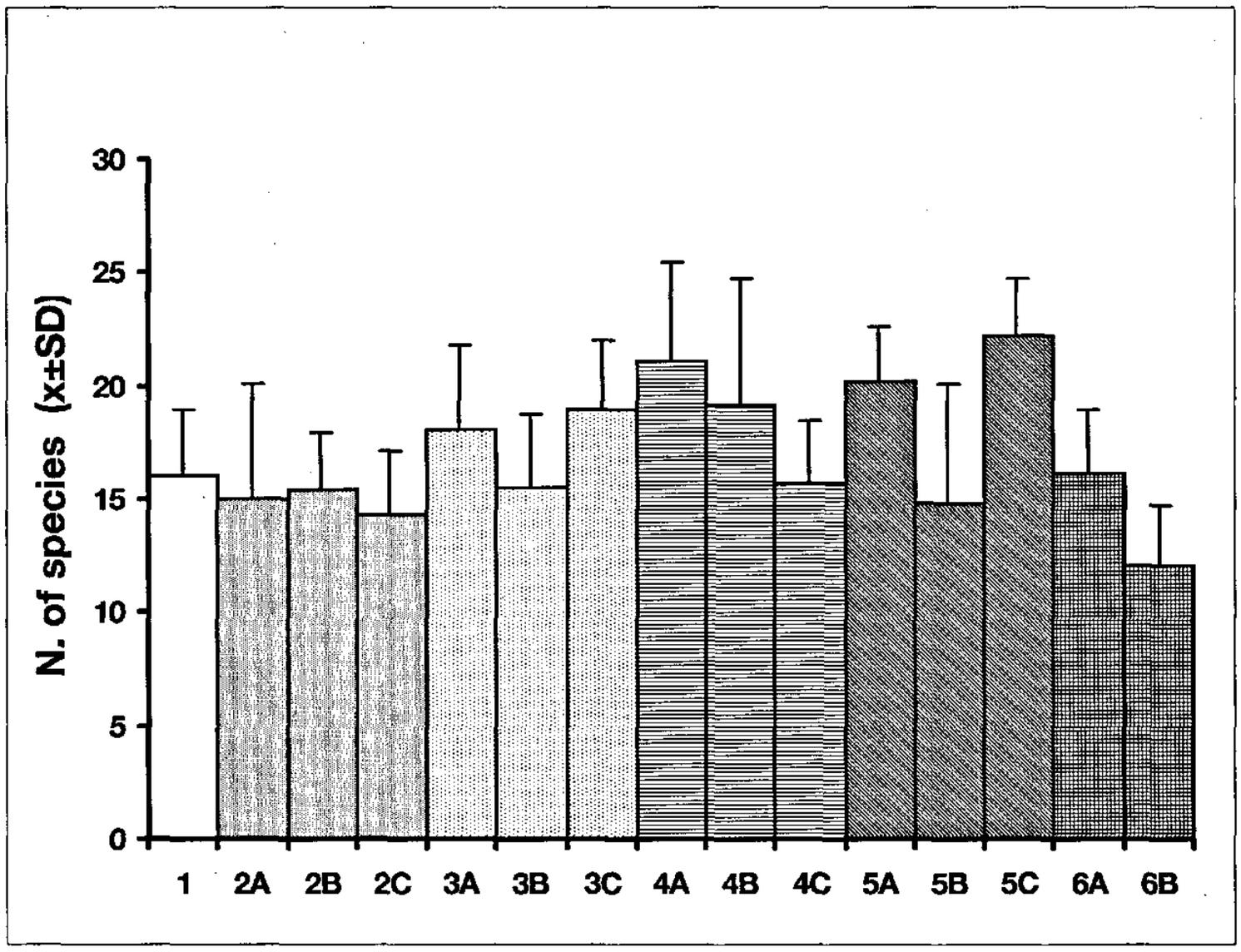



Fig. 2 - Total number of species (avg±sd) recognized in the sampled area (A, B, C: zones within sectors).

*Numero totale di specie (media±sd) classificate nell'area di campionamento (A, B, C: zone all'interno dei settori).*

The percentage cover was found to be relatively low, ranging between 45 (sector 6) and 65% (sector 4). The spatial scales influenced significantly cover values ($p = 0.000$), and this was due to the Taranto area, where the lowest values were recorded (Fig. 3).

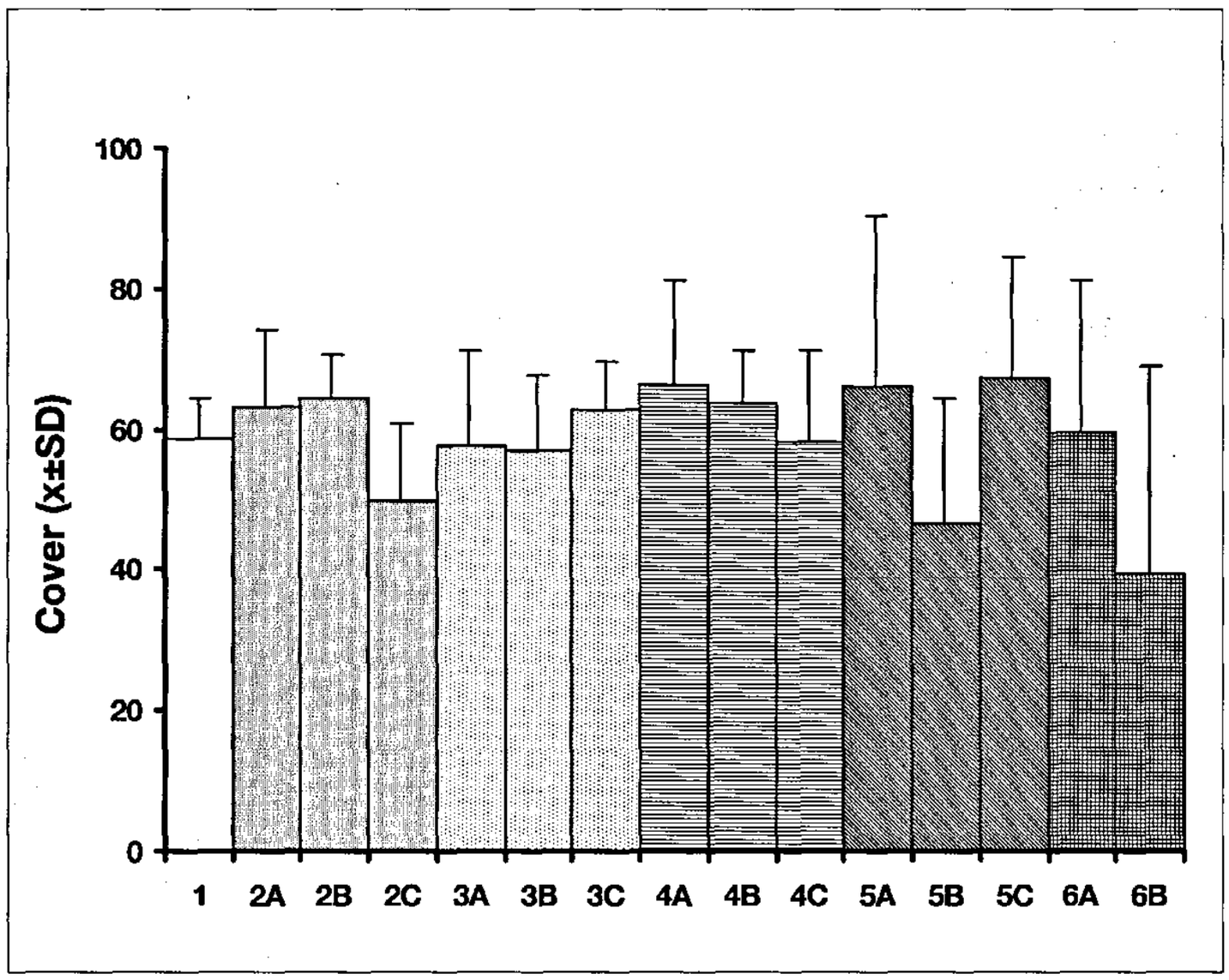



Fig. 3 - Cover of species (avg±sd) collected in all the considered zones.
*Percentuale di ricoprimento (media±sd) nelle zone considerate.*

Damage

Signs of damage were recorded in all the considered zones of the rocky Apulian coast, varying significantly among different sectors ($p = 0.006$) (Fig. 4). In particular, the *a posteriori* test showed that the weighted index of damage (Dw) measured at sector 6 is significantly higher than those of sectors 2, 4 e 5. No significant differences were evidenced within sectors between zones. Also for the damage age, no significant differences were found between sectors ($p = 0.0051$).

A correlation was performed between cover *vs* damage (Fig. 5). The highest values were recorded in correspondence of intermediate rate of damage.

## Discussion and conclusions

This is not the first extensive study of Apulian coasts (Parenzan, 1983; Bedulli *et al.*, 1986; Fanelli *et al.*, 1994) but, to our knowledge, it is the first attempt to correlate spatial biodiversity and the damage caused by date mussel fisheries, shifting from a local to a regional identification of human impact.

In general, the investigated area shows a relatively low substrate cover dominated by encrusting organisms such as calcareous coralline algae and several sessile animals. This kind of association is typical of the Mediterranean rocky coasts, where sea urchin grazing restricts the presence of soft erect algae, such as *Cystoseira* and *Corallina*, confined to the very shallow zone.

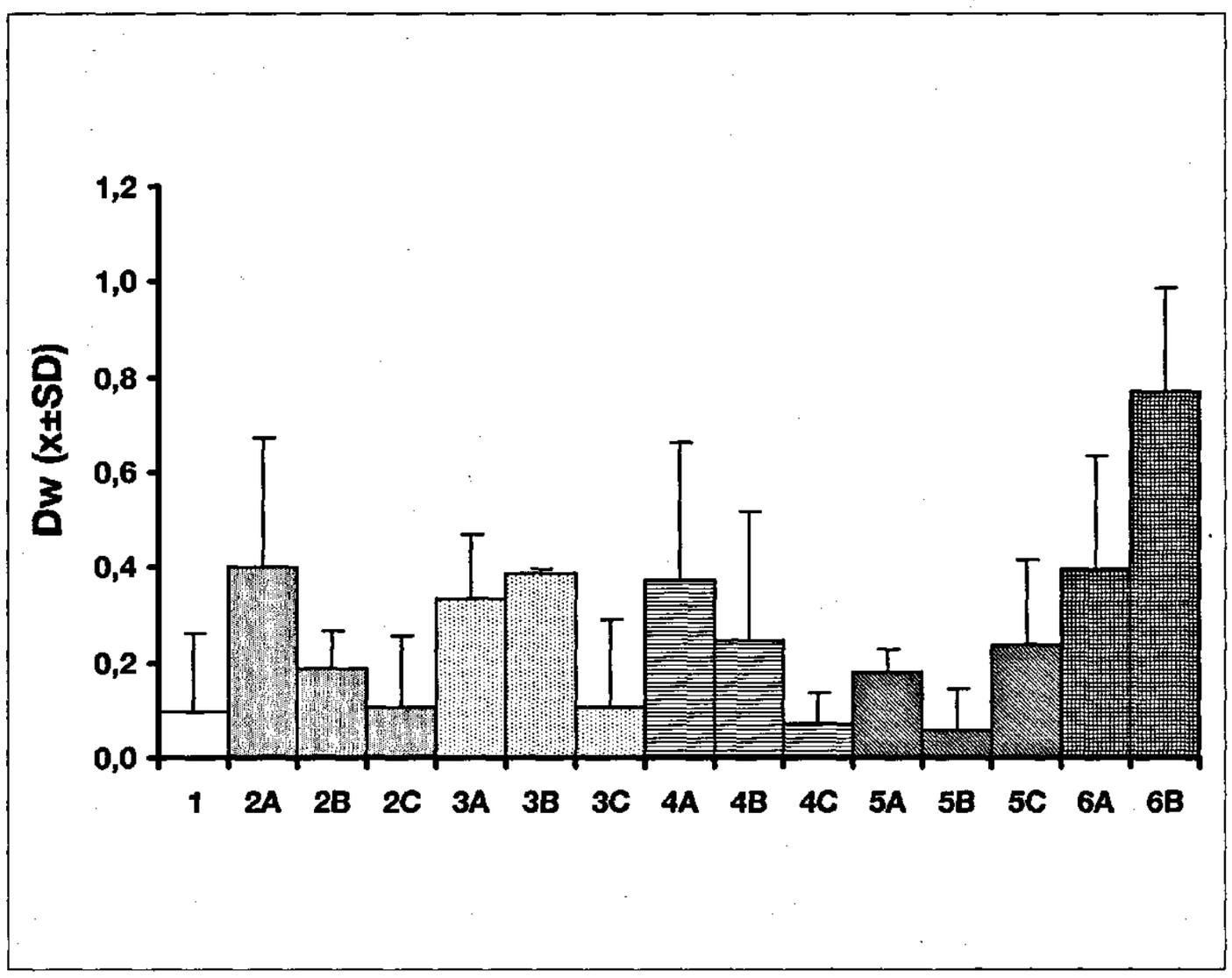



Fig. 4 - Weighted index of damage (±sd) measured in all the considered zones
*Indice di danno (±sd) calcolato nelle zone considerate*

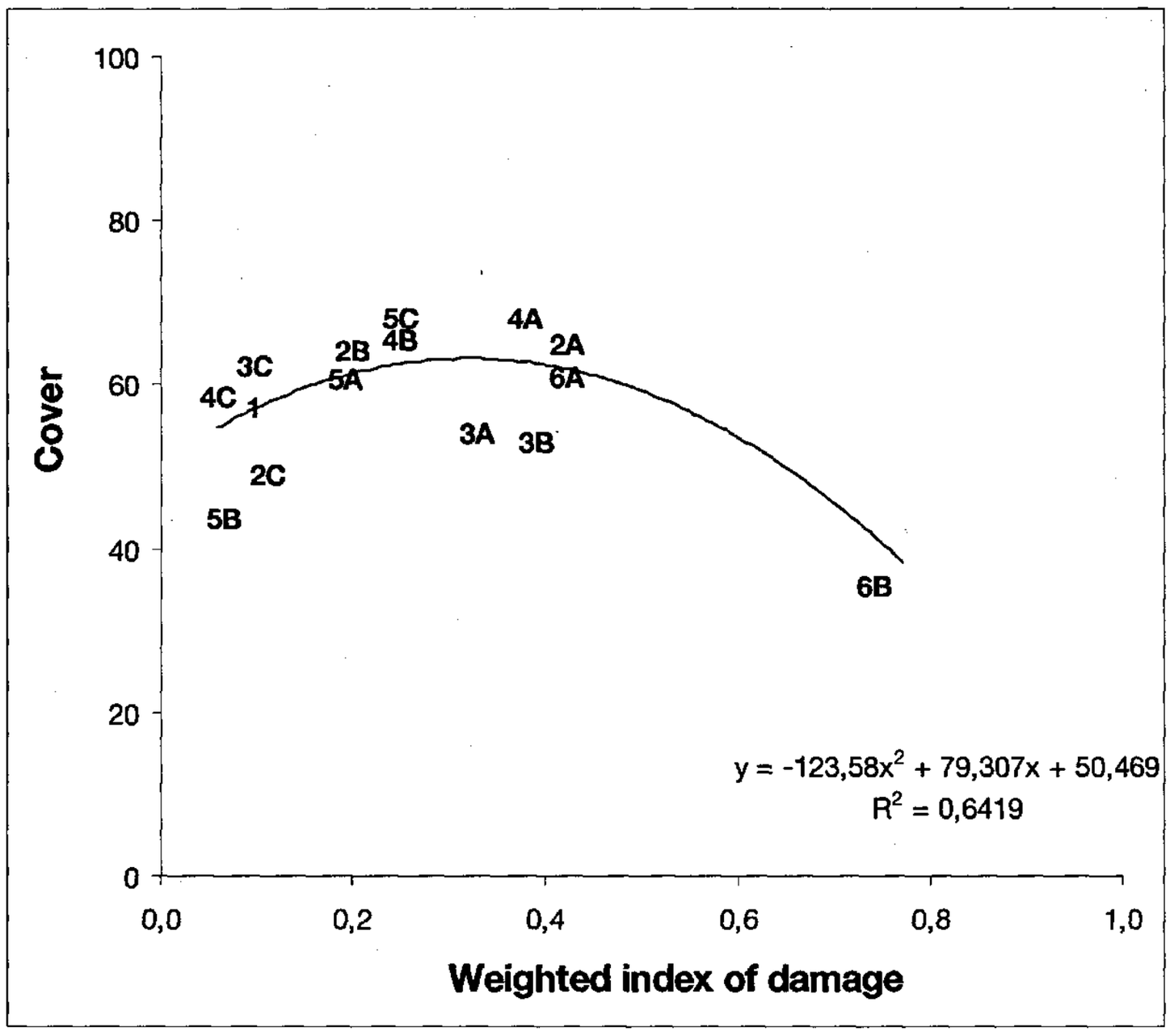



Fig. 5 - Correlation between cover and the weighted index of damage.
*Correlazione fra ricoprimento e indice di danno.*

Despite the low percentage of cover, natural communities along the Apulian coasts show a high spatial heterogeneity. It has been suggested that high variability is a symptom of stress (Warwick & Clarke, 1993), which in this case is represented by date mussel fisheries. Signs of damage were encountered at all zones, even though varying significant among sectors. The relationship between diversity and damage has been extensively discussed in the literature (Sousa, 1984), always stressing the importance of disturbance in determining temporal and spatial heterogeneity in the structure and dynamics of natural communities. In this case, it was also possible to observe that, notwithstanding the high degree of desertification encountered all along the coast, the relationship between damage and cover is not a linear correlation, but it follows a trend that recalls the intermediate disturbance of Connell (1978).

**Riassunto**

Nell'ambito del progetto PRISMA 2 sulla salvaguardia del Mar Adriatico è stato effettuato un monitoraggio dei fondi duri infralitorali pugliesi lungo un totale di 45 transetti distribuiti tra Peschici (Gargano) e Taranto (12 - 21 Maggio 1997). In corrispondenza di ciascun transetto sono stati effettuati: 1- un censimento visuale per descrivere qualitativamente le biocenosi tra 10 m e la superficie; 2- un'indagine biocenotica quantitativa, condotta tramite rilevamenti visuali su superfici di 1 $m^2$; la valutazione del danno da pesca del dattero sulla base delle dimensioni, della frequenza e dell'età delle chiazze di roccia denudate. L'analisi dei risultati ha messo in evidenza come in generale la percentuale di ricoprimento sia relativamente bassa andando dal 45% (settore 6) al 65 % (settore 4). Il settore 6, corrispondente all'area di Taranto, differisce significativamente da tutte le altre aree non solo in termini di percentuale di ricoprimento ma anche di diversità specifica. Le correlazioni fra intensità del danno e percentuale di ricoprimento hanno messo in evidenza come un iniziale aumento sia dell'intensità sia dell'età non determini una diminuzione nella percentuale di ricoprimento. La zona compresa tra Taranto e Porto Cesareo (LE) si conferma come area caratterizzata da un grave impatto da pesca di datteri.

**Acknowledgements**

Financial support by the National Research Council (PRISMA II project) and the Amministrazione Provinciale di Lecce (Biodiversità project).

**References**

AA.VV. (1992) - *SYSTAT/ Statistics*, Version 5.2 Edition. Evaston. IL, SYSTAT, Inc.: 724 pp.

ATTRILL M.J., RAMSAY P.M., THOMAS R.M., TRETT T.W. (1996) - An estuarine biodiversity hotspot. *Jour. Mar. biol. Ass. U.K.*, **76** (1): 161-175.

AUGIER, H. (1982) - Inventaire et classification des biocénoses marines benthiques de la Méditerranée. *Conseil de l'Europe, Strasbourg, Colletion Sauvegarde de la Nature*, **25**: 1-59.

BALDUZZI A., BIANCHI C.N., BURLANDO B., CATTANEO-VIETTI R., MANCONI R., MORRI C., PANSINI M., PRONZATO R. (1995) - Zoobenthos di substrato duro delle isole di Capraia e del Giglio (Arcipelago Toscano). *Atti Soc. tosc. Sci. nat.*, Mem., Ser. A, **102** (Suppl.): 123-135.

BEDULLI D., BIANCHI C.N., ZURLINI G., MORRI C. (1986) - Caratterizzazione biocenotica e strutturale del macrobenthos delle coste pugliesi. In: Viel M., Zurlini G. (eds), *Indagine ambientale del sistema marino costiero della regione Puglia*, ENEA, Roma: 225-227.

BOERO F., FANELLI G., GERACI S. 1993. - Desertificazione e ricolonizzazione in ambiente costiero: un modello di sviluppo di biocenosi. *Mem. Soc. tosc. Sci. nat.* **4**: 219-228.

CASTRIC-FEY A., CHASSÉ C. (1991) - Factorial analysis in the ecology of rocky subtidal areas near Brest (West Brittany, France). *J. mar. biol. Ass. U.K.*, **71**: 515-536.

CONNELL J.H. (1978) - Diversity in tropical rain forests and coral reefs. *Science*, **199**: 1302-1310.

CUCCU D., CAMPISI S., ADDIS P., LENZA I., STEFANI M. (1994) - Prime osservazioni sulla distribuzione di *Lithophaga lithophaga* (L.) (Bivalvia, Mytilidae) lungo le coste sarde. *Biol. Mar. Medit.*, **1** (1): 245-247.

DAUVIN J.C., GENTIL F. (1990) - Conditions of the peracarid populations of subtidal communities in Northern Brittany (France) ten years after the Amoco Cadiz oil spill. *Mar. Poll. Bull.*, **21** (3): 123-130.

EDGAR G.J., BARRET N.S. (1997) - Short term monitoring of biotic change in Tasmanian marine reserves. *Jour.exp. mar. Biol. Ecol.*, **213**: 261-279.

FANELLI G., PIRAINO S., BELMONTE G., GERACI S., BOERO F. (1994) - Human predation along Apulian rocky coasts (SE Italy): desertification caused by *Lithophaga lithophaga* (Mollusca) fisheries. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **110**: 1-8.

HISCOCK K. (1987) - Subtidal rock and shallow sediments using diving. In: J.M. Baker & W.J. Wolf (eds), *Biological surveys of estuarine and coasts*, Cambridge University Press, Cambridge : 198-237.

KERSHAW K.A., LOONEY J.H.H. (1985) - *Quantitative and dynamic plant ecology.* Edward Arnold, London: 187 pp.

MARANO G., VACCARELLA R., PASTORELLI A.M. (1996) - Raccolta di *Lithophaga lithophaga* (L.) e degrado costiero. *Biol. Mar. Medit.*, **3** (1): 246-251.

MORRISEY D.J., HOWITT L., UNDERWOOD A.J., STARK J.S. (1992) - Spatial variation in soft-sediment benthos. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **81**: 197-204.

PARENZAN P. (1983) - *Puglia Marittima* (2 vol. + 10 carte). Congedo, Galatina: 688 pp.

PRENA J. (1995) - Temporal irregularities in the macrobenthic community and deep-water advection in Wismar Bay (Western Baltic Sea). *Est. coast. Shelf Sci.*, **41** (6): 705-717

RONG-QUEN J., CHANG-FENG D., KUN-HSIUNG C. (1994) - Monitoring of hard substrate communities. In: Kramer K.J.M. (ed.), *Biomonitoring of coastal waters and estuaries*, CRC Press, Boca Raton FL: 285-307.

ROS J.D., ROMERO J., BALLESTREROS E., GILI J.M. (1985) - Diving in Blue Water. The benthos. In: R. Margalef (ed.), *Western Mediterranean*, Pergamon Press, Oxford: 233-295.

RUSSO G.F., CICOGNA F. (1992) - Il dattero di mare, *Lithophaga lithophaga* e gli effetti distruttivi della sua pesca sull'ambiente marino costiero: problemi e prospettive. *Boll. Mus. Ist. biol. Univ. Genova*, **56/57**: 165-194.

SCALERA LIACI L. (1973) - Proposta di tutela biologica di un tratto di costa della Penisola Salentina (Castro Marina - Porto Tricase). *Atti 3° Sim. naz. Conserv. Nat.*, Cacucci, Bari: 227-231.

SOUSA W.P. (1984) - Disturbance and patch dynamics on rocky intertidal shores. In: S.T.A. Pickett e P.S. White (eds), *The ecology of natural disturbance and patch dynamics*, Academic Press, New York: 101-124.

WARWICK R.M. (1993) - Environmental impact studies on marine communities: Pragmatical considerations. *Austr. Jour. Ecol.*, **18**: 63-80.

WARWICK R.M., PLATT H.M., CLARKE K.R., AGARD J., GOBIN G. (1990) - Analyses of macrobenthic and meiobenthic community structure in relation to pollution and disturbance in Hamilton Harbour, Bermuda. *J. exp. mar. Biol. Ecol.*, **138**: 119-142.

WARWICK R.M., CLARKE K.R. (1993) - Increased variability as a symptom of stress in marine communities. *J. exp. mar. Biol. Ecol.*, **172**: 215-226.

WOOD E. (1989) - Subtidal communities on rocky substrata adjacent to the channel tunnel. *Progress in Underwater Science*, **14**: 79-93.

Biol. Mar. Medit. (1999), 6 (1): 205-213

C. CHIMENZ, M.F. GRAVINA, L. NICOLETTI*

Dipartimento di Biologia Animale e dell'Uomo, Università "La Sapienza",
Viale dell'Università, 32 - 00185 Roma, Italia.
* EUREKO s.c.r.l., Roma, Italia.

# DIVERSITÀ DELLE STRATEGIE VITALI DEI BRIOZOI INFRALITORALI MEDITERRANEI

## *LIFE-HISTORY DIVERSITY IN INFRALITTORAL MEDITERRANEAN BRYOZOA*

***Abstract***

*The main life-history traits were analized in 201 species of Bryozoa from different Mediterranean infralittoral habitats. The considered traits concerned sexual reproductive strategies, colony morphology, growth patterns, life span, feeding strategy, resting stages. The diversity observed was found to be connected with their ecological specialization.*

***Key-words:*** *Bryozoa, life traits, infralittoral, Mediterranean.*

## Introduzione

Negli anni recenti gli aspetti autoecologici nell'ambito degli studi di biologia marina hanno risvegliato notevole interesse. E' stata inoltre più volte sottolineata l'importanza che la diversità delle strategie vitali assume nei meccanismi eco-evolutivi (Sarà, 1986). In particolare, negli organismi sessili coloniali le strategie vitali rispecchiano un compromesso tra l'esigenza di aumento di biomassa, con formazione della colonia dovuta alla riproduzione asessuale, e quella della dispersione, assicurata dalla riproduzione sessuale con fasi larvali libere. I Briozoi rappresentano un materiale di elezione per questi tipi di studi, a causa della notevole variabilità e complessità delle loro strategie vitali.

In quest'ottica sono state considerate 201 specie di Briozoi provenienti da diverse biocenosi infralitorali mediterranee, con lo scopo di sintetizzare le informazioni disponibili relative ad alcuni principali momenti del loro ciclo vitale, quali crescita della colonia, riproduzione sessuale, strategie larvali, in relazione al tipo di ambiente che le varie specie prediligono.

## Materiali e metodi

I tratti caratteristici delle strategie vitali dei Briozoi Ctenostomatida e Cheilostomatida considerati in questo lavoro sono qui elencati. Forma della colonia: strisciante, eretto-flessibile, eretto-rigida, petraliforme, incrostante-sottile, incrostante-spessa, celleporiforme (Chimenz e Faraglia, 1995, modificato). Dimensioni della colonia: grande (altezza superiore a 2 cm se eretta, area superiore a 2 cmq se incrostante) o piccola. Durata della vita: annuale (fino a un anno), biennale, pluriannuale, eventuale presenza di forme di resistenza. Polimorfismo: modalità di supporto e ancoraggio (stoloni, rizoidi e altri chenozooidi), di difesa e pulizia (avicularie, spine, vibracularie). Gemmazione: intrazooidale, zooidale, multizooidale, frontale (per le forme petraliforme, incrostanti e celleporiforme). Correnti alimentari: tipi 1, 2, 3 e 4 secondo McKinney (1990). Destino delle uova e tipo di larva:

specie ovipare con larve planctotrofiche; specie vivipare con incubazione (nello zooide materno, in camere interne o esterne, in ovisacchi, ginozooidi e ovicelle) con larve lecitotrofiche. Gli habitats preferenziali delle singole specie sono stati distinti in: substrati duri (roccia, rizomi di *Posidonia oceanica*), substrati vegetali (alghe, foglie di *P. oceanica*), ambienti criptici (fessure, interstizi tra le rocce, faccia inferiore di corallinacee foliacee), ambienti confinati (lagune e stagni costieri, porti). Non sono stati considerati i dati relativi a pannelli artificiali. Nella Tab. 1 sono evidenziati in grassetto i dati frutto di esperienza diretta o di deduzioni degli autori; gli altri derivano essenzialmente da Eggleston (1972), Jebram (1975), Lidgard (1985), McKinney (1990), McKinney e Jackson (1989), Silén (1977), Strom (1977), Zimmer e Woollacott (1977), oltre che da testi generali.

I Briozoi analizzati provengono dal piano infralitorale (limite batimetrico inferiore: 30-35 m) nelle seguenti località: coste laziali (Nicoletti e Chimenz Gusso, 1995; Chimenz Gusso, dati non pubblicati), laghi salmastri pontini (Gravina *et al.*, 1989), Vulcano (Nicoletti *et al.*, 1996), Ustica (Chimenz Gusso *et al.*, 1999), coste pugliesi (Occhipinti Ambrogi, 1986; Chimenz e Faraglia, 1995)), Ischia (Chimenz *et al.*, 1981; Fresi *et al.*, 1982; Pronzato e Belloni, 1980-1981), Turchia meridionale (Ünsal, 1975; Ünsal e d'Hondt, 1978-79; Nicoletti *et al.*, 1995), Liguria (Orsi Relini *et al.*, 1977; Pessani *et al.*, 1989), Isola D'Elba (Geraci e Cattaneo, 1980), Marsiglia (Marinopoulos, 1988), Port Cros (Harmelin, 1973), Isole Medes (Zabala, 1984), Egeo (Hayward, 1974a, 1974b; Ünsal, 1975; Ünsal e d'Hondt, 1978-79), Israele (Powell, 1969; d'Hondt, 1974), Laguna di Venezia (Occhipinti Ambrogi e d'Hondt, 1981).

## Risultati

Le 201 specie da noi considerate sono elencate in Tab. 1, insieme ai principali tratti vitali.

## Discussione

La maggior parte dei tratti della storia vitale dei Briozoi può essere collegata alle forme zoariali che ne riassumono molteplici aspetti.

I rapporti che le colonie contraggono col substrato differiscono secondo la forma zoariale. Le specie eretto-flessibili aderiscono al substrato per mezzo di lunghi chenozoidi detti stoloni, come nella maggior parte degli Ctenostomatida e in alcuni Anascina (*Chlidonia pyriformis*, *Epistomia bursaria*), oppure si ancorano per mezzo di chenozooidi simili a radici, detti rizoidi, come negli Anascina dei generi *Bugula*, *Cellaria*, *Scrupocellaria*. Le specie eretto-rigide sono invece cementate con la parte basale della colonia direttamente al substrato. Un'ampia diversificazione di forma e di rapporti con il substrato è mostrata dalle varie forme incrostanti. Le striscianti (i cui zooidi hanno una porzione incrostante ed una eretta) e le petraliformi (monostratificate, con zooidi incrostanti collegati da tubuli) si ancorano al substrato con modalità diverse: tra le prime, alcune si fissano con stoloni (*Scruparia chelata, Beania mirabilis*), altre, come *Arachnoidea protecta*, *Nolella dilatata, N. gigantea* ed *Aetea* spp, mediante prolungamenti stoloniformi del corpo dei singoli zooidi; in *Mimosella verticillata*, oltre agli stoloni, sono presenti anche piccoli chenozooidi che fungono da supporto per gli autozooidi. Un particolare legame col substrato mostrano le petraliformi: nelle specie dei generi *Mollia*, *Retevirgula* e *Beania* (*partim*) gli zooidi si fissano al substrato con la parete pasale per mezzo di rizoidi modificati a

Tab. 1 - Elenco delle specie coi rispettivi tratti vitali. 1: forma zoariale (ST=strisciante; EF=eretto-flessibile; ER=eretto-rigido; PE=petraliforme; IM=incrostante sottile; IP=incrostante spesso; I=incrostante sia sottile che spesso; C=celleporiforme). 2: polimorfismo zooidale (st=stoloni; "st"=prolungamenti zooidali stoloniformi; a=avicularie; s=spine; v=vibracularie; k=altri chenozooidi). 3: dimensioni (gr=grande; pi=piccola) e tipo di gemmazione (I=intrazooidale; Z=zooidale; M=multizooidale; F=frontale). 4: durata della vita (A=fino ad un anno; B=biennale; Pl=pluriannuale). 5: habitat preferenziale (V=vegetale; D=duro; Cr=criptico; Co=confinato). 6: correnti alimentari (1, 2, 3, 4 secondo McKinney, 1990). 7: tipo di larva (L=lecitotrofica; P=planctotrofica) e incubazione (i=interna senza strutture apposite; o=ovisacchi; ov=ovicelle; g=ginozoidi; c=camera interna). L'asterisco indica specie di recente segnalazione per le coste italiane. Grassetto: dati ricavati dall'esperienza degli autori.

*List of the species with their life traits. 1: zoarial type (ST=creeping; EF=erect-flexible; ER=erect-rigid; PE=petraliform; IM=thin encrusting; IP=thick encrusting; I=thin/thick encrusting; C=celleporiform). 2: zooidal polymorphism (st=stolons; "st"=zooidal stoloniform processes; a=avicularia; s=spines; v=vibracula; k=other kenozooids). 3: size (gr=large; pi=small) and budding (I=intrazooidal; Z=zooidal; M=multizooidal; F=frontal). 4: life span (A=up to one year; B=biennial; Pl=perennial). 5: preferred habitat (V=vegetable; D=hard bottom; Cr=cryptic; Co=brackish waters and harbours). 6: feeding currents (1, 2, 3, 4 according to McKinney, 1990). 7: larval type (L=lecithotrophic; P=planctotrophic) and brooding (i=inside the zooid; o=ovisacs; ov=ovicells; g=gynozooids; c=brood chambers). Asterisk: species new for the Italian coasts. Bold characters: data drawn from the Authors' experience.*

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **CTENOSTOMATIDA** | | | | | | | |
| Alcyonidium diaphanum | EF | - | gr | A | ? | 2,3 | L/i |
| Alcyonidium polyoum | IM | - | gr | A | V | 2 | L/i |
| Amathia distans | EF | st | gr | A | V | 1,4 | L/i |
| Amathia lendigera | EF | st | gr | A | V,D | 1,4 | L/i |
| Amathia pruvoti | EF | st | gr | A | D | 1,4 | L/i |
| Amathia tortuosa | EF | st | gr | A | ? | 1,4 | L/i |
| Amathia semiconvoluta | EF | st | gr | A | ? | 1,4 | L/i |
| Arachnoidea protecta* | ST | "st" | pi | A | V | 1,4 | L/i |
| Bowerbankia pustulosa | EF | st | gr | A | D | 1 | L/i |
| Bowerbankia gracilis | ST | st | pi | A | Co | 1 | L/i |
| Buskia socialis | EF | st | gr | A | D | 1 | L/i |
| Mimosella crosslandi | EF | st,k | pi | A | V | 1 | L/i |
| Mimosella gracilis | EF | st,k | pi | A | V | 1 | L/i |
| Mimosella verticillata | ST | st,k | pi | A | V | 1 | L/i |
| Nolella dilatata | ST | "st" | pi | A,B | V | 1,2 | L/i |
| Nolella gigantea | ST | "st" | pi | A | V | 1,2 | L/i |
| Pherusella tubulosa | IM,ER | - | gr | Pl | D | 1,3 | L/i |
| Valkeria atlantica | ST | st | pi | A,Pl+ | V | 1 | L/i |
| Valkeria tuberosa | ST | st | pi | A,Pl+ | V | 1 | L/i |
| Valkeria uva | ST | st | pi | A,Pl+ | V | 1 | L/i |
| Victorella pavida | ST | - | pi | A,Pl+ | Co | 1 | L/i |
| Zoobotryon verticillatum | EF | st | gr | A,Pl+ | Co | 1 | L/i |
| **CHEILOSTOMATIDA** ANASCINA | | | | | | | |
| Aetea anguina | ST | "st" | pi | A | V | 1 | L/o |
| Aetea sica | ST | "st" | pi | A | D | 1 | L/o |
| Aetea truncata | ST | "st" | pi | A | V,D | 1 | L/o |
| Aetea lepadiformis | ST | "st" | pi | A+ | V,D | 1 | L/o |
| Alderina imbellis | IM | - | pi | Pl | D | 2 | L/ov |
| Aplousina capriensis | IM | - | pi | Pl | D,Cr | 2 | L/ov |
| Beania hirtissima | PE | r,s | gr | A | D | 2 | L/ov |
| Beania magellanica | PE | r,a | gr | A | D | 2 | L/ov |
| Beania mirabilis | ST | r,s | pi | A | D | 1 | L/ov |
| Beania robusta | PE | r,s | gr | A | D | 2 | L/ov |
| Bicellariella ciliata | EF | r,a,s | gr | A | D | 4 | L/ov |
| Bugula calathus | EF | r,a,s | gr | A,Pl | D | 4 | L/ov |
| Bugula flabellata | EF | r,a,s | gr | A,Pl+ | D | 4 | L/ov |
| Bugula fulva | EF | r,a,s | pi,gr | A,Pl | D,Co | 4 | L/ov |
| Bugula germanae | EF | r,a,s | pi | A,Pl | V | 4 | L/ov |
| Bugula neritina | EF | r | gr | A,Pl+ | Co | 4 | L/ov |
| Bugula plumosa | EF | r,a | gr | A,Pl | Co | 4 | L/ov |
| Bugula stolonifera | EF | r,a,s | gr | A,Pl | Co | 4 | L/ov |
| Bugula simplex | EF | r,a,s | gr | A,Pl | Co | 4 | L/ov |
| Bugula turbinata | EF | r,a,s | gr | A,Pl | D | 4 | L/ov |
| Caberea boryi | EF | r,a,s | pi | A,B | D | 4 | L/ov |
| Callopora dumerilii | IM | a,s | pi/l | A | D | 3 | L/ov |
| Callopora lineata | IM | a,s | pi/l | A | D | 3 | L/ov |
| Calpensia nobilis | I | a,s | gr | Pl | D | 2 | L/i |
| Cellaria fistulosa | EF | r,a | gr | Pl | D | 2,4 | L/ov |
| Cellaria salicornioides | EF | r,a | gr | Pl | D | 2,4 | L/ov |
| Chartella papyrea | EF | - | gr | Pl | D | 2,3 | L/ov |
| Chlidonia pyriformis | EF | st | pi | A | V | 4 | L/g |
| Conopeum seurati | IM | k | gr | Pl | Co | 2 | P |
| Copidozoum planum | IM | a | gr | Pl | D | 2 | L/ov |
| Copidozoum tenuirostre | IM | a,s | gr | Pl | D | 2 | L/ov |
| Coronellina fagei | PE | - | gr | Pl | Cr | 2 | L/ov |
| Crassimarginatella crassimarginata | PE | a | gr | Pl | Cr | 2,3 | L/ov |
| Crassimarginatella maderensis | PE | a,s | gr | Pl | Cr | 2,3 | L/ov |
| Crassimarginatella solidula | PE | a | ? | Pl | D, Cr | 2,3 | L/ov |
| Electra monostachys | IM | s | gr | A,Pl | V | 2,3 | P |
| Electra pilosa | IM | s | gr | A,Pl | V | 2,3 | P |
| Electra posidoniae | IM | s | gr | A,Pl | V | 2,3 | P |
| Ellisina gautieri | IM | a | gr/l | Pl | Cr | 2 | L/ov |
| Epistomia bursaria | EF | st,a | gr | A | D,V | 4 | L/g |
| Hincksina flustroides | IM | a,s | gr | Pl | D | 3 | L/ov |
| Micropora coriacea | IM | - | gr/l | PL | D,Cr | 3 | L/ov |
| Mollia circumcincta | PE | r | gr | Pl | D | 3 | L/ov |
| Mollia multijuncta | PE | r | gr | Pl | D | 3 | L/ov |
| Mollia patellaria | PE | r | gr | Pl | D,Cr | 3 | L/ov |
| Monoporella nodulifera | IM | s | gr | Pl | D | 3 | L/ov |
| Onychocella marioni | I | a | gr | Pl | D,Cr | 3 | L/ov |
| Onychocella vibraculifera | I | a | gr | Pl | D | 3 | L/ov |
| Parellisina curvirostris | I | k,a | gr | Pl | D | 3 | L/ov |
| Rectonychocella disjuncta | PE | a | pi | Pl | D | 3 | L/ov |
| Retevirgula akdenizae* | PE | r,k,a,s | pi | Pl | D | 2,3 | L/ov |
| Rosseliana rosselii | IM | - | gr | Pl | D | 2 | L/ov |
| Scruparia ambigua | ST | st | pi | A | V,D | 1 | L/ov |
| Scruparia chelata | ST | st | pi | A | V,D | 1 | L/ov |
| Scrupocellaria bertholletii | EF | r,a,v,s | gr | A | Co | 4 | L/ov |
| Scrupocellaria delilii | EF | r,a,v,s, | gr | A | D | 4 | L/ov |
| Scrupocellaria jolloisii | EF | r,a,v,s | gr | A | D | 4 | L/ov |
| Scrupocellaria macrorhyncha | EF | r,a,v,s, | gr | A | D | 4 | L/ov |
| Scrupocellaria maderensis | EF | r,a,v,s | gr | A | D | 4 | L/ov |
| Scrupocellaria reptans | EF | r,a,v,s | gr | A | D | 4 | L/ov |
| Scrupocellaria scrupea | EF | r,a,v,s | gr | A | D | 4 | L/ov |
| Scrupocellaria scruposa | EF | r,a,v,s | gr | A | D | 4 | L/ov |
| Securiflustra securifrons | EF | r,k,a,v | gr | Pl | D | 4 | L/ov |
| Setosella vulnerata | IM | v | pi | Pl | Cr | 3 | L/ov |
| Spiralaria gregaria | IM | a | gr | Pl | D | 3 | L/ov |
| Synnotum aegyptiacum | EF | A,Pl+ | gr | A,Pl+ | V | 3 | L/g |
| Thalamoporella gotica indica | IM | a | gr | Pl | D,Co | 2 | L/ov |

| **CHEILOSTOMATIDA** ASCOPHORINA | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Adeonella calveti | ER | a | gr | Pl | D | **3** | L/g |
| Adeonella polystomella | ER | a | gr | Pl | D | **3** | L/g |
| Anarthropora monodon | IM | a | pi | **Pl** | D | **2** | L/i |
| Arthropoma cecilii | IM | - | gr | **Pl** | D | **3** | L/ov |
| Brodiella armata | IP | a,s | gr/Z | Pl | D | **3** | L/ov |
| Buskea dichotoma | ER | a | gr | Pl | D | **2,3** | L/ov |
| Buskea nitida | ER | a | gr | **Pl** | Cr, D | **2,3** | L/ov |
| Calyptotheca rugosa | IM | a | pi | **Pl** | D | **2,3** | L/ov |
| Calyptotheca triarmata | I | a | **pi** | **Pl** | D | **2,3** | L/ov |
| Cellepora pumicosa | C | a | gr/F | Pl | D | **3** | L/ov |
| Celleporaria aperta | IP | a | gr/F | **Pl** | D | **3** | L/ov |
| Celleporaria fusca | C,ER | a | gr/F | Pl | D | **3** | L/ov |
| Celleporina globulosa | C | a | gr/F | Pl | D,Cr | **3** | L/ov |
| Celleporina hassallii | C | a | Pi/F | A | V | **3** | L/ov |
| Celleporina lucida | IP,C | a | **gr**/F | **Pl** | D | **3** | L/ov |
| Chorizopora brongniartii | IM | k,a | pi,gr/Z | A,B | V,D | **2,3** | L/ov |
| Cigclisula turrita | C | a | pi/F | **Pl** | D | **3** | L/ov |
| Collarina balzaci | IM | a,s | pi/I | **A** | V | **2** | L/ov |
| Cosciniopsis ambita | IM | a | ? | ? | D | **?** | L/ov |
| Crepidacantha poissonii | IM | a,s | pi | A | V,D | **2** | L/ov |
| Cribellopora trichotoma | IM | - | pi | Pl | D | **2** | L/ov |
| Cribrilina punctata | IM | a,s | pi/I | **A** | V,D | **2** | L/ov |
| Cryptosula pallasiana | I | - | gr/Z, M | A,Pl | Co | **3** | L/i |
| Dentiporella sardonica | C | a | gr/F | **Pl** | D | **3** | L/ov |
| Diporula verrucosa | ER | a | gr | **Pl** | D | **3** | L/ov |
| Escharella rylandi | IM | - | pi | Pl | D | **2, 3** | L/ov |
| Escharella variolosa | IM | - | gr/Z | A,B | D | 3 | L/ov |
| Escharina dutertrei | IM | s | pi | Pl | D,Cr | **2,3** | L/ov |
| Escharina porosa | IM | a | pi | I | D | **2,3** | L/ov |
| Escharina vulgaris | IM | a | gr | A,B | D | **3** | L/ov |
| Escharoides coccinea | IM | a,s | gr/Z | B,Pl | D | **3** | L/ov |
| Exechonella antillea | IM | a | gr | Pl | V,D | **2,3** | L/ov |
| Fenestrulina joannae | IM | s | pi/I | A | V | **2** | L/ov |
| Fenestrulina malusii | IM | s | gr/I | A,B | D | **3** | L/ov |
| Figularia figularis | IM | a | gr/I | A,B | D | **3** | L/ov |
| Haplopoma bimucronatum | IM | - | pi/I | A | V,D | **2** | L/ov |
| Haplopoma graniferum | IM | - | pi/I | A,B | V | **2** | L/ov |
| Haplopoma impressum | IM | - | pi/I | A | V | **2** | L/ov |
| Hemicyclopora multispinata | IM | s | pi | **Pl** | D,Cr | **2** | L/ov |
| Hippaliosina acutirostris | IM | a | gr | **Pl** | D | **3** | L/ov |
| Hippaliosina depressa | IM | a | gr | **Pl** | D | **3** | L/ov |
| Hippomenella mucronelliformis | IM | a,s | pi | Pl | Cr | **2** | L/ov |
| Hippothoa divaricata | ST | - | pi | **A** | D | **2** | L/g |
| Hippothoa flagellum | ST | - | pi | **A** | D | **2** | L/g |
| Hippopodina feegensis | I | a | gr | **Pl** | Co | **3** | L/ov |
| Hippopodinella lata | IM | - | gr/Z | **Pl** | D | **3** | L/ov |
| Margaretta cereoides | EF | r | gr | Pl | D | **2,4** | L/ov |
| Membraniporella nitida | IM | a, s | pi/I | A | V | **2** | L/ov |
| Metroperiella lepralioides | IM | a | pi | Pl | V,D | **2,3** | L/ov |
| Microporella ciliata | I | a,s | gr/I | A,B | V,D | **2** | L/ov |
| Microporella orientalis | IM | a,s | gr/I | **Pl** | D | **2** | L/ov |
| Microporella umbracula | IM | a,s | gr/I | **Pl** | D | **2** | L/ov |
| Microporella marsupiata | IM | a,s | gr/I | **Pl** | D | **2** | L/ov |
| Microporella pseudomarsupiata | IM | a,s | gr/I | **Pl** | D | **2** | L/ov |
| Myriapora truncata | ER | - | gr | Pl | D | **3** | L/ov |
| Parasmittina raigii | IP | a,s | gr/Z,F | Pl | D | **3** | L/ov |
| Parasmittina tropica | IP | a,s | gr/Z,M,F | Pl | D | **3** | L/ov |
| Pentapora fascialis | ER | a | gr | Pl | D | 3 | L/ov |
| Pentapora foliacea | ER | a | gr | Pl | D | 3 | L/ov |
| Pentapora ottomulleriana | IP | a,s | gr/Z | Pl | D | 3 | L/ov |
| Phylactella labrosa | IM | a | ? | ? | D | ? | L/ov |
| Porella concinna | IM | a | gr | Pl | D | 3 | L/ov |
| Prenantia cheilostoma | IM | - | gr | **Pl** | D | 3 | L/ov |
| Prenantia inerma | IM | - | gr | Pl | D, Cr | 3 | L/ov |
| Puellina (P.) gattyae | IM | s | pi/I | A | V | **2** | L/ov |
| Puellina (C.) hincksii | IM | a,s | gr/I | **Pl** | D | **3** | L/ov |
| Puellina (C.) innominata | IM | a,s | gr/I | **Pl** | D,Cr | **3** | L/ov |
| Puellina (C.) pedunculata | IM | a,s | pi/I | **Pl** | Cr | **2** | L/ov |
| Puellina (C.) picardi | IM | a,s | gr/I | **Pl** | Cr | **3** | L/ov |
| Puellina (C.) radiata | IM | a,s | gr/I | A,B | Cr | **3** | L/ov |
| Ramphostomellina posidoniae | IM | - | pi | A | V | **2** | L/ov |
| Reptadeonella violacea | I | a | gr/Z | Pl | D | **3** | L/i |
| Rhynchozoon bispinosum | IM | a,s | gr/Z,M | Pl | D | **3** | L/ov |
| Rhynchozoon larreyi | IP,C | a | gr/Z,M,F | Pl | D,Co | **3** | L/ov |
| Rhynchozoon neapolitanum | IP | a | gr/Z,M,F | Pl | Cr | **3** | L/ov |
| Rhynchozoon sp. 1 | C | a | gr/Z,M,F | Pl | D | **3** | L/ov |
| Rhynchozoon sp. 2 | C | a | gr/Z,M,F | Pl | D | **3** | L/ov |
| Savignyella lafontii | EF | a,s | gr | A | D,Co | **2** | L/ov |
| Schedocleidochasma porcellaniforme* | IM | a | gr | **Pl** | V,D | **3** | L/ov |
| Schedocleidochasma porcellanum | IP | a,s | **gr**/F | **Pl** | D | **3** | L/ov |
| Schizobrachiella sanguinea | IP | a | gr/M,F | **Pl** | Co,D | **3** | L/ov |
| Schizomavella auriculata | IP | a,s | gr/M,F | A,Pl | D | **3** | L/ov |
| Schizomavella discoidea | IP | a,s | gr | **Pl** | D | **3** | L/ov |
| Schizomavella hastata | IP | a,s | gr | **Pl** | D | **3** | L/ov |
| Schizomavella linearis | IP | a,s | gr/F | **Pl** | D | **3** | L/ov |
| Schizomavella mamillata | IP | a,s | gr/F | **Pl** | D | **3** | L/ov |
| Schizomavella monoecensis | IP | a | ? | **Pl** | D | **3** | L/ov |
| Schizoporella dunkeri | IP | a | gr/F | **Pl** | D | **3** | L/ov |
| Schizoporella errata | IP | a | gr/M, F | **Pl** | Co,D | **3** | L/ov |
| Schizoporella longirostris | IP | a | gr/M,F | **Pl** | D | **3** | L/ov |
| Schizoporella magnifica | IP | a | gr | **Pl** | V,D | **3** | L/ov |
| Schizoporella unicornis | IP | a | gr/M,F | **Pl** | D | **3** | L/ov |
| Schizotheca fissa | IM | a,s | pi/Z | **Pl** | D | **3** | L/ov |
| Schizotheca serratimargo | ER | a,s | gr | **Pl** | D | **3** | L/ov |
| Sertella complanata | ER | a | gr | Pl | D | **4** | L/ov |
| Sertella couchii | ER | a,s | gr | Pl | D | **4** | L/ov |
| Sertella mediterranea | ER | a | gr | Pl | D | **4** | L/ov |
| Sertella septentrionalis | ER | a,s | gr | Pl | D | **4** | L/ov |
| Sertella sudbournensis | ER | a,s | gr | Pl | D | **4** | L/ov |
| Smittina cervicornis | ER | a | gr | Pl | D | **3** | L/ov |
| Smittina remotorostrata | ER | a | gr | **Pl** | D | **3** | L/ov |
| Smittina tubulifera | ER | - | gr | **Pl** | D | **3** | L/ov |
| Smittoidea marmorea | IM | a,s | gr | **Pl** | D | **3** | L/ov |
| Smittoidea ophidiana | IM | a | gr | **Pl** | D | **3** | L/ov |
| Smittoidea reticulata | IM | a,s | gr | **Pl** | D | **3** | L/ov |
| Trypostega venusta | IM | k | gr | **Pl** | D | **3** | L/ov |
| Turbicellepora avicularis | C,ER | a | gr/F | Pl | D | **3** | L/ov |
| Turbicellepora coronopus | C,ER | a | gr/F | Pl | D | **3** | L/ov |
| Turbicellepora magnicostata | C | a | gr/F | Pl | D | **3** | L/ov |
| Turbicellepora torquata | C | a | gr/F | Pl | D | **3** | L/ov |
| Umbonula ovicellata | IM | a | pi,gr/Z | **A** | V,D | **3** | L/ov |
| Watersipora cucullata | I | - | gr/Z | **A** | Co,D | 2 | L/i |

forma di paletti. Le incrostanti-sottili (monostratificate), le incrostanti-spesse (pluristratificate), e le celleporiformi (pluristratificate nodulari), mostrano il massimo grado di aderenza con il substrato, essendo direttamente cementate su di esso con la parte basale della colonia.

Le modalità di crescita influenzano notevolmente il processo di colonizzazione, condizionando la forma della colonia, e, in particolare nelle specie incrostanti, possono essere riassunte dai tipi di gemmazione (Lidgard, 1985). Negli Anascina *Micropora coriacea* e *Monoporella nodulifera* e in alcuni Ascophorina, come nelle specie della famiglia Cribrilinidae s.l. (*Collarina balzaci*, *Cribrilina punctata*, *Figularia figularis*, *Membraniporella nitida*, *Puellina* spp.) e dei generi *Fenestrulina*, *Microporella* e *Haplopoma* (tutte incrostanti-sottili), la gemmazione

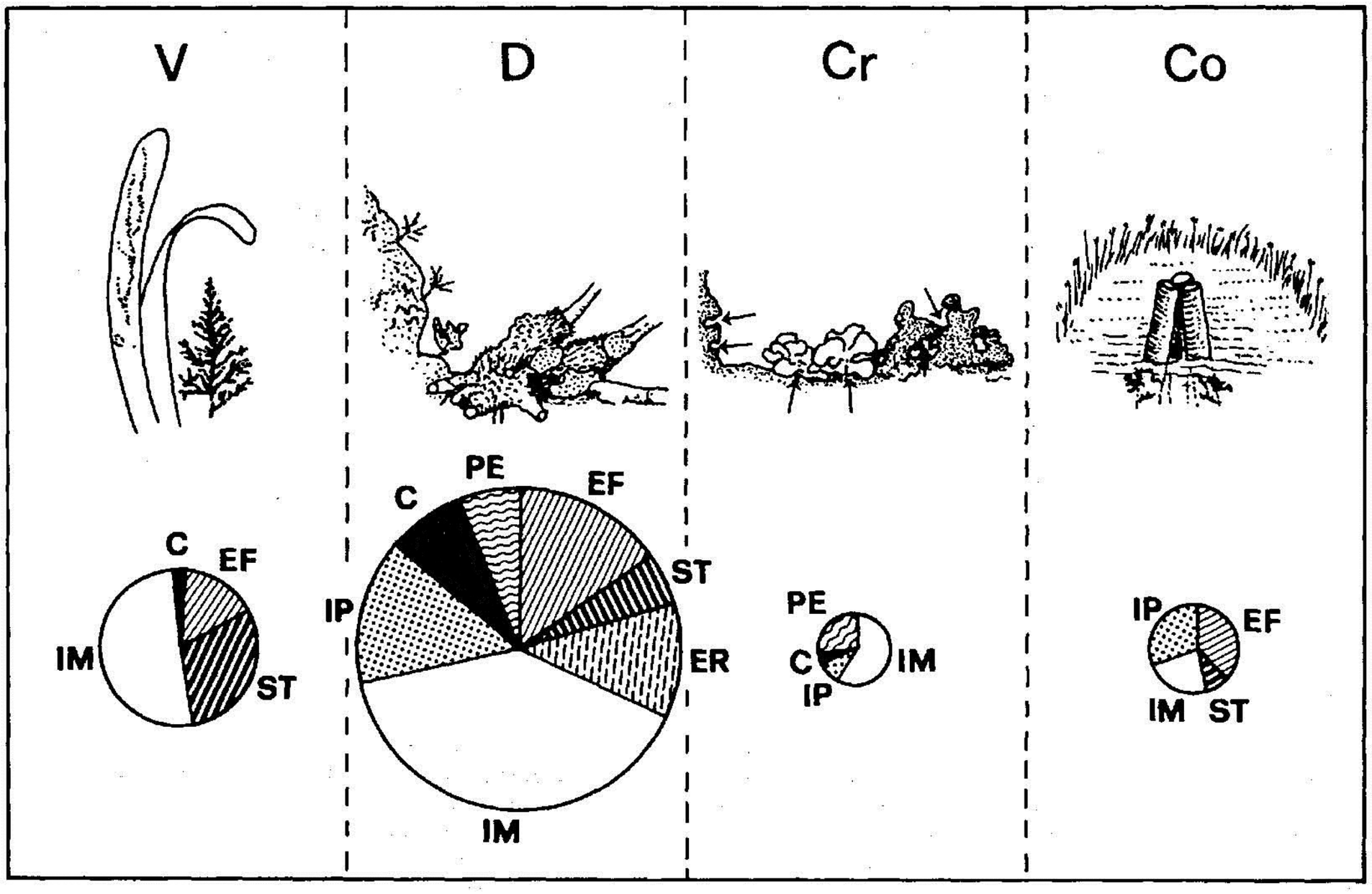



Fig. 1 - Percentuali delle forme zoariali nei diversi habitat. Simboli degli habitat e delle forme zoariali come in Tab. 1. Il diametro dei cerchi è proporzionale al numero totale di specie presenti in ciascun habitat; l'ampiezza degli spicchi è proporzionale al numero di specie delle diverse forme zoariali.

*Percent of the zoarial types in the various habitats. Habitats and zoarial types as in Tab. 1. The circle diameter is proportional to the total numer of species found in the habitat; the sector size is proportional to the number of species of the different zoarial types.*

è intrazooidale, cioè le gemme si formano nella porzione distale dello zooide; la crescita è, conseguentemente, discontinua e relativamente lenta. Una modalità di gemmazione particolarmente diffusa nei Cheilostomatida è quella nella quale i singoli zooidi producono distalmente le pareti laterali per una lunghezza uguale a uno (tipo zooidale) o due-tre zooidi (tipo multizooidale) e, solo successivamente, formano le pareti trasversali di separazione; questa strategia consente di occupare velocemente lo spazio. La gemmazione zooidale è presente in *Brodiella armata*, *Chorizopora brongniartii*, *Escharoides coccinea*, *Hippopodinella lata*, *Reptadeonella violacea* e altri Ascophorina, che hanno forme incrostanti-sottili, mentre la gemmazione multizooidale è tipica delle specie dei generi *Schizobrachiella*, *Schizomavella*, *Schizoporella*, che generalmente presentano forme incrostanti spesse. In entrambi i casi le colonie hanno crescita continua e rapida. Spesso una stessa specie può presentare l'uno o l'altro tipo di gemmazione (*Parasmittina tropica*, *Rhynchozoon* spp.). Negli Ascophorina di tipo incrostante-spesso e celleporiforme si ha inoltre la gemmazione frontale, che dà origine a strati sovrapposti, permettendo così la "fuga in altezza" della colonia.

Dimensioni della colonia e durata della vita, come anche la forma zoariale, sono collegabili all'habitat. Le forme striscianti sono normalmente di piccole dimensioni (massimo qualche mm), le incrostanti-spesse, le celleporiformi e le

eretto-rigide raggiungono generalmente dimensioni maggiori; le eretto-flessibili, le petraliformi e le incrostanti-sottili presentano colonie sia piccole che grandi. Colonie piccole sono presentate da forme striscianti, eretto-flessibili, incrostanti-sottili e dalla celleporiforme *Celleporina hassallii,* tutte viventi su vegetali. Altre striscianti di piccole dimensioni, *Bowerbankia gracilis* e *Victorella pavida*, sono tipiche di ambienti confinati. La maggior parte di queste specie con colonie piccole hanno una durata della vita che non supera l'anno e solo in una ventina di casi può forse essere pluriannuale. Le specie con colonie grandi, generalmente pluriannuali, colonizzano prevalentemente i fondi duri con tutte le forme, ma soprattutto con quelle eretto-rigide, incrostanti-sottili e spesse, celleporiformi. Alcune specie (*Zoobotryon verticillatum*, *Bugula* spp.), tipiche di ambienti confinati, formano colonie eretto-flessibili di grandi dimensioni che vivono anche meno di un anno, ma che sono in grado di superare la stagione critica per mezzo di forme di resistenza. Anche alcune striscianti, come *V. pavida* e *Valkeria* spp., la prima tipica di ambienti confinati e le altre viventi su substrati vegetali, presentano forme di resistenza. Tra le specie di grandi dimensioni, solo *Electra* spp. (incrostante-sottile) cresce su substrati vegetali (foglie di posidonia), mentre *Crassimarginatella* spp., *Puellina radiata, P. picardi* e *Hippomenella mucronelliformis* si trovano in ambienti criptici.

I diversi tipi di corrente alimentare possono essere ricondotte a tre modelli fondamentali, caratteristici di forme diverse. Nel "flow pattern" 1 di McKinney (1990) i polipidi sono distanti tra loro (distanza tra le aperture circa due volte il diametro del lofoforo) e quindi lavorano indipendentemente, in quanto le correnti di entrata e di uscita di ogni polipide non si influenzano le une con le altre. Questa strategia si riscontra in alcuni eretto-flessibili, tipo *Z. verticillatum*, *Mimosella gracilis*, *Bowerbankia pustulosa*, *Savignyella lafontii* e in qualche strisciante, come *A. protecta*, *B. gracilis*, *Valkeria* spp., *Aetea* spp., *B. mirabilis*, *Scruparia* spp. Un certo grado di cooperazione tra i polipidi nel determinare le correnti alimentari si osserva in particolare nelle colonie incrostanti, petraliformi e celleporiformi ed anche nelle eretto-rigide bilaminari, nelle quali il diametro del lofoforo è leggermente superiore alla distanza tra le aperture. In queste colonie i polipidi si associano in gruppi per determinare le correnti inalanti ed esalanti; in *Beania* spp., *Calpensia nobilis*, *Copidozoum* spp., *Conopeum seurati*, *Watersipora cucullata* l'associazione tra i polipidi è temporanea, mentre nella maggior parte dei Cheilostomatida è fissa (rispettivamente "flow pattern" 2 e 3 di McKinney, 1990). Spesso la corrente esalante viene creata in aree della colonia prive di polipidi, dette "camini", che, in alcuni casi, corrispondono a rilievi della colonia ( ad es. in *Schizoporella errata*). Il livello più avanzato di coordinazione tra i polipidi è caratteristico di alcune forme erette unilaminari flessibili (nel nostro caso *Bugula* spp., *C. pyriformis*, *E. bursaria*, *Scrupocellaria* spp.) e di alcune eretto-rigide (*Sertella* spp.), nelle quali la distanza tra i polipidi è simile al diametro del lofoforo. La morfologia coloniale (tipo e orientamento delle ramificazioni) di queste specie è tale da ottimizzare le correnti alimentari ("flow pattern" 4 di McKinney, 1990).

I tipi larvali (Zimmer e Woollacott, 1977) dei Briozoi considerati presentano una diversità relativamente ridotta: quasi tutte le specie, infatti, hanno larve lecitotrofiche, coronate (anche se esistono almeno 5 tipi di larve coronate), a vita breve. Le sole eccezioni sono rappresentate da *C. seurati* e dalle tre specie del

genere *Electra,* che sviluppano larve planctotrofiche a vita relativamente lunga (*cyphonautes*). La dispersione è affidata anche a frammenti di colonie e a propaguli asessuali, come nel caso dei "sacculi" di *Aetea lepadiformis* (Balduzzi *et al.*, 1991).

Un elevato grado di diversità si osserva, invece, nelle modalità di incubazione (Strom, 1977). In quasi tutte le specie considerate, le uova vengono fecondate internamente e incubate all'interno del corpo materno o in apposite camere incubatrici. Nelle forme non calcificate, come gli Ctenostomatida, l'embrione si sviluppa all'interno del corpo materno accrescendosi fino a provocare, in alcuni casi (*Amathia lendigera*, *B. pustulosa*, *B. gracilis*, *M. verticillata*, *Pherusella tubulosa*, *V. pavida*) la morte dello zooide materno. Nelle forme poco calcificate, le specie del genere *Aetea* incubano le uova in appositi ovisacchi e quelle del genere *Scruparia* in una camera incubatrice esterna. Nelle forme molto calcificate l'incubazione avviene entro strutture particolari quali i ginozooidi di *R. violacea* e *Adeonella* spp., che hanno l'aspetto di zooidi ingranditi, e le ovicelle della maggior parte dei Cheilostomatida, che presentano una straordinaria diversità di forme. In tutti questi casi in cui le specie incubano, le larve sono di tipo lecitotrofico a vita breve.

## Conclusioni

Sui substrati vegetali dominano le forme incrostanti-sottili unitamente alle striscianti uniseriali e alle eretto-flessibili di piccole dimensioni, con cicli vitali brevi, scarso o assente polimorfismo, scarsa o assente calcificazione, riproduzione precoce e incubazione in strutture semplici. A questi tratti comuni fanno eccezione le grandi dimensioni dell'*Electra posidoniae*, che è anche l'unica specie che produce larve libere (cyphonautes). In sintesi, la strategia di queste specie è di tipo r, con un grande investimento energetico in una elevata capacità riproduttiva, a cui fa riscontro una scarsa specializzazione dello stadio adulto che risulta pertanto un debole competitore (Mc Kinney e Jackson, 1989). Queste caratteristiche risultano particolarmente vantaggiose nella colonizzazione di substrati effimeri e soggetti a marcate variazioni stagionali, quali alghe e foglie di fanerogame.

La diversità più elevata si riscontra sui substrati duri, dove, oltre al maggior numero di specie, si trovano anche tutte le forme zoariali, cioè, oltre alle precedenti, anche le petraliformi, le eretto-rigide, le incrostanti plurilaminari e le celleporiformi. Le colonie sono prevalentemente grandi, a vita lunga, con elevato grado di calcificazione, con gemmazione spesso zooidale, multizooidale e frontale, polimorfismo accentuato, coordinazione tra i polipi, riproduzione differita e incubazione in strutture diversificate. Questi tratti sono tipici di una strategia specializzata propria di specie k-selezionate, nelle quali gran parte dell'energia è devoluta al perfezionamento dello stadio adulto, che risulta pertanto ben adattato all'habitat specifico, fortemente difeso e quindi efficiente competitore (McKinney e Jackson, 1989).

Le specie dominanti negli ambienti confinati presentano forme eretto-flessibili, striscianti, incrostanti spesse e sottili, con strategia tipicamente r, caratterizzata da cicli vitali anche più brevi di un anno, ma con forme di resistenza, che ricolonizzano l'ambiente alla successiva stagione favorevole. L'energia è quindi maggiormente devoluta ai processi di rapida colonizzazione, più che alla formazione di colonie complesse, soprattutto nelle specie lagunari. In queste, infatti, è scarsa la coordinazione tra i polipi, basso o nullo il grado di calcificazione,

la riproduzione è precoce e l'incubazione è interna senza strutture specializzate (con l'eccezione di *C. seurati* che produce *cyphonautes*), il polimorfismo è scarso o assente. Le specie tipiche degli ambienti portuali, invece, presentano un grado di coordinazione tra i polipi, di calcificazione, di polimorfismo più simile a quelle dei substrati duri marini, nonché varie strutture specializzate per l'incubazione (soprattutto nel genere *Bugula).*

Infine, le specie che colonizzano gli ambienti criptici hanno forme prevalentemente incrostanti sottili e petraliformi, colonie di piccole dimensioni a vita verosimilmente lunga con una strategia vitale ancora da definire, ma che li rende in genere deboli competitori.

**Summary**

The interest in diversity of life strategy has recently increased. Among marine organisms, Bryozoa show a great complexity and variety in their colonization ability and reproductive traits. A total of 201 infralittoral mediterranean species were taken under exam by summarizing the main life traits for each species: colony morphology and size, life span, zooidal polymorphism, feeding currents, eggs fate, development mode. The preferred biotopes were also examined: vegetable substrata (algae, posidonia leaves), hard bottoms (rocks, posidonia rhyzomes), cryptic habitats (interstices, foliaceous corallinacea), enclosed biotopes (brackish waters, harbours). The highest diversity of life traits was observed on the hard bottoms, with a prevalence of k-strategist species. Species r-selected were dominant on ephemeral vegetable substrata, as well as in confined biotopes, where, moreover, species with resting stages were frequent. Further investigation is required on the strategy of the species from cryptic habitat.

**Bibliografia**

BALDUZZI A., BARBIERI M., GRISTINA M. (1991) – Morphology and life strategies of *Aetea* (Bryozoa: Cheilostomata) living on some Western Mediterranean *Posidonia oceanica* meadows. In: F.B. Bigey (Ed.), *Bryozoa living and fossil, Soc. Sci. Nat. Ouest Fr.*, Mém., H. S. 1, Nantes (France): 1-12.

CHIMENZ C., FARAGLIA E. (1995) - Some faunistic and ecological observations on the Bryozoa Gymnolaemata assemblages from the coast of Puglia (Italy). *Atti Soc. Tosc. Sci. Nat., Mem.*, Serie B, **102**: 37-47.

CHIMENZ C., NICOLETTI L., LIPPI BONCAMBI F. (1997) - First record of the genus *Retevirgula* in the Mediterranean Sea, with description of *R. akdenizae* sp. n. (Bryozoa, Cheilostomida). *Ital. J. Zool.*, **64**: 279-282.

CHIMENZ GUSSO C., LO TENERO A., DIVIACCO G., NICOLETTI L. (1999) - Contributo alla conoscenza della fauna a Briozoi della Riserva Naturale Marina di Ustica. *Biol. Mar. Medit.*, **6** (1): (in questo volume).

CHIMENZ C., FRESI E., CINELLI F., MAZZELLA L., DI COSTANZO S. (1981) - Ricerche sui popolamenti bentonici di substrato duro del Porto d'Ischia. Briozoi. *Mem. Biol. Mar. Ocean.*, **11** (4): 187-206.

EGGLESTON D. (1972) - Patterns of reproduction in the marine Ectoprocta of the Isle of Man. *J. nat. Hist.*, **6**: 31-38.

FRESI E., CHIMENZ C., MARCHIO G. (1982) - Zonazione di Briozoi ed Idroidi epifiti in una prateria di *Posidonia oceanica* (L.) Delile. *Naturalista sicil.*, S. IV, **3** (Suppl.): 499-508.

GERACI S., CATTANEO R. (1980) - Il popolamento a Briozoi (Cheilostomata) della prateria a Posidonia di Procchio (Isola D'Elba). *Ann. Mus. Civ. St. Nat. Genova*, **83**: 107-125.

GRAVINA M.F., ARDIZZONE G.D., SCALETTA F., CHIMENZ C. (1989) - Descriptive Analysis and Classification of Benthic Communities in Some Mediterranean Coastal Lagoons. *P.S.Z.N.I: Marine Ecology*, **10** (2): 141-166.

HARMELIN J. G. (1973) – Bryozoaires de l'herbier de Posidonies de l'île de Port Cros. *Rapp. Comm. int. Mer Médit.*, **21**(9): 675-677.

HAYWARD P. J. (1974a) - Observations on the Bryozoan epiphytes of *Posidonia oceanica* from the island of Chios (Aegean Sea). Bryozoa 1974. *Docum. Lab. Géol. Fac. Sci. Lyon*, H. S. **3** (2): 347-356.

HAYWARD P. J. (1974b) - Studies on the cheilostome bryozoan fauna of the Aegean island of Chios. *J. nat. Hist.*, **8**: 369-402.

HONDT J.-L. d' (1988) - Bryozoa from the coast of Israel. *Boll. Zool.*, **3**: 191-203.
JEBRAM D. (1975) - Dauerknospen ("Hibernacula") bei den Bryozoa Ctenostomata in mesohalinen und vollmarinen Gewassen. *Mar. Biol.*, **31**: 129-137.
LIDGARD S. (1985) - Zooid and colony growth in encrusting cheilostome bryozoans. *Palaeontol.*, **28** (2): 255-291.
MARINOPOULOS J. (1988) - *Étude des peuplements infralittoraux de substrats rocheux de la région de Marseille et des facteurs abiotiques (lumière, hydrodynamique) les influençant.* Thèse Doct. Océanologie, Univ.d'Aix-Marseille II: 646 pp.
MCKINNEY F.K. (1990) - Feeding and Associated Colonial Morphology in Marine Bryozoans. *Aquatic Sciences*, **2** (2): 255-280.
MCKINNEY F.K., JACKSON J.B.C. (1989) - *Bryozoan evolution.* Unwin Hyman Ed., Boston: 238 pp.
NICOLETTI L., CHIMENZ GUSSO C. (1995) - Bryozoan assemblages and relation with environmental factors: an example from the Latium Coast. *Oebalia*, **21**: 93-102.
NICOLETTI L., FARAGLIA E., CHIMENZ C. (1995) - Campagna "AKDENIZ '92": studio della fauna briozoologica epifita su *Posidonia oceanica. Biol. Mar. Medit.*, **2** (2): 397-399.
NICOLETTI L., GALLUZZO G., CHIMENZ C. (1996) - Popolamenti a Bryozoa Gymnolaemata nell' isola di Vulcano (Isole Eolie - Messina). *Naturalista sicil.*, S. IV, **20** (3-4): 227-236.
OCCHIPINTI AMBROGI A. (1986) – Osservazioni sul popolamento a Briozoi in praterie di *Posidonia oceanica* del litorale pugliese. *Boll. Mus. Ist. Biol. Univ. Genova*, **52** (Suppl.): 427-439.
OCCHIPINTI AMBROGI A., D'HONDT J.-L. (1981) - Distribution of Bryozoans in brackish waters of Italy. In: G.P. Larwood and C. Nielsen (eds), *Recent and fossil Bryozoa*, Olsen & Olsen, Fredensborg, Denmark: 191-198.
ORSI RELINI L, ZOTTI A., RELINI G. (1977) - Epifauna sessile di *Posidonia oceanica* in una prateria profonda del Mar Ligure. *Atti IX Congresso Società Italiana di Biologia Marina*, Ischia 1977: 399-413.
PESSANI D., CALTAGIRONE A., PONCINI F., VETERE M. (1989) - Confronto tra due praterie di *Posidonia oceanica* della Riviera Ligure di Levante e di Ponente. 2. La fauna epifita. In: Boudouresque C. F., Meinesz A., Fresi E., Gravez V. (eds). *International Workshop on Posidonia Beds*, GIS Posidonie publ., Fr., **2**: 161-173.
POWELL N.A. (1969) - Indo-Pacific Bryozoa new to the Mediterranean coast of Israel. *Israel J. Zool.*, **18**: 157-168.
PRONZATO R., BELLONI S. (1980-1981) - Insediamenti zoobentonici su rizomi di Posidonia a diverse profondità. *Boll. Mus. Ist. Biol. Univ. Genova*, **48-49**: 47-54.
SARA' M. (1986) – Aspetti evoluzionistici dei cicli vitali in animali marini del benthos sessile. *Nova Thalassia*, **8** (3): 461-469.
SILÉN L. (1977) - Polymorphism. In: R.M.Woollacott, R.L. Zimmer (eds), *Biology of Bryozoans*, Academic Press, Inc.: 183-231.
STROM R. (1977) - Brooding Patterns of Bryozoans. In: R.M. Woollacott, R.L. Zimmer (eds), *Biology of Bryozoans*, Academic Press, Inc.: 23-55.
ÜNSAL I. (1975) - Bryozoaires marins de Turquie. *Istanbul Univ. Fen Fak. Mec.* Seri B., **40** (1-4): 37-54.
ÜNSAL I., d'HONDT J.-L. (1978-1979) - Contribution à la connaissance des Bryozoaires marins de Turquie (Eurystomata et Cyclostomata). *Vie Milieu*, sér. AB, **28-29** (4): 613-634.
ZABALA M. (1984) – Briozous de les illes Medes. In: Ros J., Olivella I., Gili J.M. (eds.), *Inst. Catalana d'Istoria Natural i de la Societat catalana de Biologia*, Barcelona: 537-562.
ZIMMER R.L., WOOLLACOTT R.M. (1977) - Structure and Classification of Gymnolaemate Larvae. In: R.M. Woollacott, R.L. Zimmer (eds), *Biology of Bryozoans*, Academic Press Inc: 57-89.

**Ricerche in parte finanziate da fondi M.U.R.S.T. 60%.**

Biol. Mar. Medit. (1999), 6 (1): 214-215

F.P. PATTI, M.C. GAMBI

Stazione Zoologica "A. Dohrn", Laboratorio di Ecologia del Benthos,
Punta S. Pietro - 80077 Ischia, Napoli, Italy.

# GENETIC DIVERSITY AND RELATIONSHIPS IN DIFFERENT POPULATIONS OF *SABELLA SPALLANZANII* (GMELIN) (POLYCHAETA, SABELLIDAE)

## *DIVERSITÀ E RELAZIONI GENETICHE IN ALCUNE POPOLAZIONI DI* SABELLA SPALLANZANII *(GMELIN) (POLYCHAETA, SABELLIDAE)*

**Summary**

This study is part of a larger research programme aimed to: 1) clarify the molecular (rDNA) phylogenetic relationships within the family Sabellidae (Polychaeta), and compare them to those based on morphological and reproductive characters (Rouse and Fitzhugh, 1994); 2) evaluate the genetic structure and diversity of some "model" species and the relationships with their reproductive strategy. One of the model species we have identified is *Sabella spallanzanii* (Gmelin, 1791), better known with the old name of *Spirographis spallanzanii*, and that represents one the most common polychaete in many different coastal Mediterranean habitats, including very polluted ones (harbours, seawage outfall). It is also found on the eastern Atlantic coasts off Morocco, and from Portugal to the north-west France, and in the Azores (Andrew and Ward, 1997). The reproductive biology of this species has been studied in the Mediterranean by Giangrande and Petraroli (1994). However, the larva is yet undescribed, and has probably a pelagic life-style due to the free-spawing habit of this species. In the early 1990s *S. spallanzanii* was first documented to be introduced into Australian waters, thus causing problems to the local commercial bivalve fishery (Clapin and Evans, 1995).

Genetic relationships of different populations of *S. spallanzanii* were studied comparing the sequence of the non coding zone ITS-2, located between the small 5.8 S and the larger 28 S subunit of the ribosomal DNA gene cluster (Patti and Gambi, 1998).

Sequencing of the ITS-2 was performed on 5 populations from the Mediterranean Sea: they include the 3 populations studied by Andrew and Ward (1997) (Carteau, Marseille and Alicante) and 2 populations collected by us from italian waters (Napoli-Tyrrhenian Sea, and Taranto-Ionian Sea). Specimens of 3 populations from Australia (Victoria, South Australia and Western Australia), as well as a population from the Atlantic (Roscoff) were also considered.

The genetic significance of the sequence data was assessed by the maximum parsimony method using Phylip v. 3.5c. The genetic relationship among *S. spallanzanii* populations have been constructed with the Jukes-Cantor model of sequence evolution. To consider an equal rate of evolution along all dendrogram branches, UPGMA cluster analysis was used.

The sequence analysis of the ITS-2 showed that the three Australian populations (Victoria, South Australia, Western Australia) are well separated from the Mediterranean ones (Fig. 1). If we compare the differences within Australian and Mediterranean populations, these former are less diversified than the latter. As

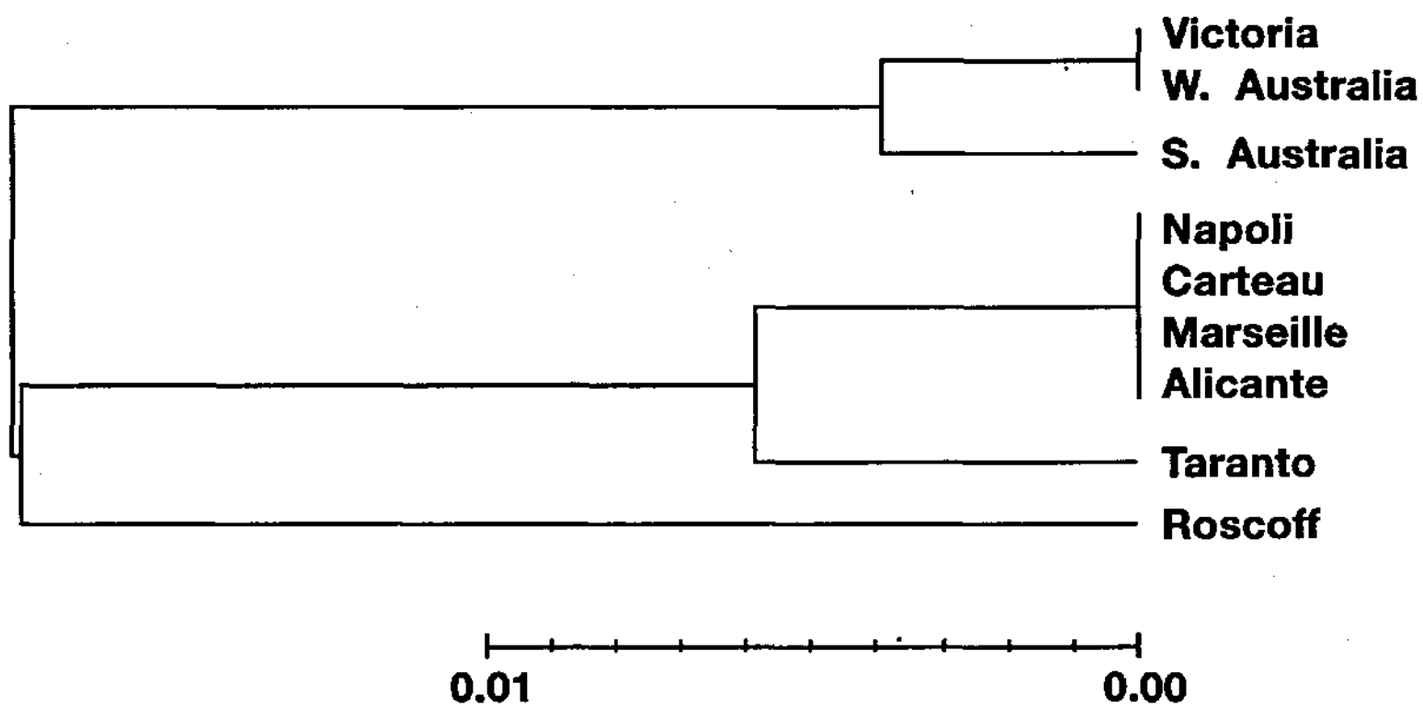



Fig. 1 - Cladogram of nucleotide distance (Jukes & Cantor) of the studied populations of *Sabella spallanzanii*.

*Cladogramma della distanza nucleotidica (Jukes e Cantor) delle popolazioni di* Sabella spallanzanii *studiate.*

to the Mediterranean specimens, the Taranto collection were so well differentiated, that all the other populations have been assembled in a unique group with the same molecular distance. The Roscoff specimens were strongly differentiated from all the studied ones, but showed a higher similarity with the Mediterranean populations. On the whole, the structure of the phylogenetic (molecular) relationships observed between the different populations of *S. spallanzanii* is highly consistent with that obtained by the analysis of 23 allozyme loci (Andrew and Ward, 1997). These first results confirm the efficiency of the molecular marker chosen (ITS-2) to discriminate genetic differences between populations.

## References

ANDREW J., WARD R.D. (1997) - Allozyme variation in the marine fanworm *Sabella spallanzanii*: comparison of native European and introduced Australian populations. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **152**: 131-143.

CLAPIN G., EVANS D. (1995) - The status of the introduced marine fanworm *Sabella spallanzanii* in Western Australia: a preliminary investigation. July 1995. *CSIRO Division of Fisheries Marine Life Fact Sheet*. Introduced marine pests. Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization. Castray Esplanade, Tasmania, Australia.

GIANGRANDE A., PETRAROLI A. (1994) - Observations on reproduction and growth of *Sabella spallanzanii* (Polychaeta, Sabellidae) in the Mediterranean Sea. In: Dauvin J.C., Laubier L., Reish D.J. (eds) Actes dé la 4ème Conférence internationale des Polychaètes. *Mem. Mus. Natl. Hist. Nat., Paris*, **162**: 51-56.

PATTI F.P., GAMBI M.C. (1998) - Genetic relationships in different populations of *Sabella spallanzanii* (Gmelin) (Polychaeta, Sabellidae): comparison of genetic descriptors and techniques. Proceedings of the 1st national meeting on cladistic systematics, Verona (Italy) 6-7 February, 1998. G. Cristofolini and A. Minelli (eds). *Men. Mus. civ. St. Nat. Verona (2ª serie)*, **13**: 53-56.

ROUSE G.W., FITZHUGH K. (1994) - Broadcasting fables: is external fertilization really primitive? Sex, size, and larvae in sabellid polychaetes. *Zool. Scr.*, **23**: 271-312.

Biol. Mar. Medit. (1999), 6 (1): 216-220

A. GIANGRANDE, P. MONTANARO

Istituto di Zoologia, Stazione di Biologia Marina, Università di Lecce,
Via Prov.le Lecce-Monteroni - 73100 Lecce, Italia.

# SABELLIDAE (POLYCHAETA) DEL MEDITERRANEO: LA DISTRIBUZIONE DELLE SPECIE È FORTEMENTE CORRELATA A QUELLA DEGLI SPECIALISTI

# *SABELLIDAE (POLYCHAETA) FROM MEDITERRANEAN COAST: SPECIES DISTRIBUTION IS HIGHLY RELATED TO THAT OF SPECIALISTS*

***Abstract***

*A list of sabellid (Polychaeta) species added to the Mediterranean fauna during the last 10 years is reported. At present 49 taxa are known, against the only 32 species reported until 1988. Most of these added taxa (65%), were collected along the Apulian coast, were specialists have been working, reflecting the lack of financial support for systematic studies.*

***Key-words***: *Polychaeta, Sabellidae, Mediterranean Sea.*

## Introduzione

Come sottolineato da Boero (1996), il problema della biodiversità riguarda soprattutto le specie poco conosciute, quelle non ancora descritte o descritte in modo sommario. In questo contesto interi Phyla vengono trascurati a causa della mancanza di un risvolto economico. Se ci fossero finanziamenti per studi di sistematica numerosi ricercatori sarebbero molto più interessati a questo settore. La mancanza di finanziamenti invece causa un decremento del numero di specialisti nel tempo: quando i vecchi tassonomi si ritirano, infatti, nessuno ne prende il posto e i giovani diventano ad esempio biologi molecolari o ecologi applicati.

Nell'ambito del nostro lavoro quotidiano al Laboratorio di Zoologia dell'Università di Lecce, ad esempio, la sistematica viene sempre relegata a piccoli ritagli di tempo per dare precedenza a studi con risvolti più applicativi. Dal 1988, tuttavia, abbiamo avuto modo di fare raccolte faunistiche relativamente al taxon dei policheti, raccolte che si sono rivelate proficue in quanto operate in un'area, la Puglia, poco conosciuta per quanto riguarda la famiglia Sabellidae, e particolarmente interessante dal punto di vista biogeografico.

## Materiale e metodi

Il materiale esaminato proviene per la maggior parte dalle coste del Salento ed è relativo sia a raccolte mirate, sia a campionamenti effettuati per ricerche di tipo ecologico (Bedulli *et al.*, 1986; Giangrande e Castelli, 1986; Castelli *et al.*, 1988; Giangrande, 1992; Giangrande, 1994). Altro materiale proviene da campionamenti relativi a lavori ecologici svolti in altre aree geografiche (Gambi *et al.*, 1983-84; Curini Galletti *et al.*, 1985; Castelli *et al.*, 1986a, b; Gambi e Giangrande, 1986) o ci è stato inviato da specialisti stranieri (Fitzhugh, Giangrande e Simboura, 1994; Martin e Giangrande, 1991).

## Risultati

In Tab. 1 sono riportati i taxa della famiglia Sabellidae conosciuti ad oggi per il Mediterraneo. Dal 1988 sono stati segnalati 17 taxa (contrassegnati con un asterisco), dei quali 9 risultano nuovi per la scienza, tra cui 7 specie nuove (*Pseudofabricia analis, P. longipyga, Novafabricia bilobata, Chone longiseta, Demonax tommasi, Amphicorina* n. sp.1, *Amphicorina* n. sp. 2), e due generi ancora in fase di descrizione (*Echinofabricia* sp. e *Pseudobispira* sp.), mentre 8 risultano nuovi per la fauna del Mediterraneo (*Fabriciola ghardaqa, Amphicorina mobilis, A. pectinata, Euchone southerni, Demonax tenuicollaris, D. langerhansi, Perkinsiana socialis, P. rubra*). Il numero dei taxa conosciuti per il Mediterraneo lievita così da 32 a 49. Di questi taxa aggiuntivi, 11 sono stati reperiti lungo le coste pugliesi. Ad eccezione dei taxa ancora in fase di descrizione (*Amphicorina* n. sp.1, *Amphicorina* n. sp. 2, *Echinofabricia* sp., *Pseudobispira* sp.), tutte le segnalazioni relative a questi ultimi 10 anni sono reperibili nei lavori di letteratura. Riportiamo qui solamente qualche notizia relativa al ritrovamento di *Fabriciola ghardaqa* in quanto si tratta della sua prima segnalazione in Mediterraneo (Adriatico meridionale) e di cui sono stati reperiti due individui lungo le coste brindisine, a circa 3 m di profondità su substrato duro con ricoprimento algale fotofilo. Questa specie é stata descritta da Banse (1959) per il Mar Rosso

Tab. 1 - Lista delle specie dei Sabellidae presenti in Mediterraneo (la P indica quelle segnalate per la Puglia dopo il 1988).

*List of the Sabellidae species known for the Mediterranean Sea (P indicates the finding along the Apulian coast after 1988).*

**Fabricinae Rioja**
*Fabricia stellaris* (EHRENBERG)
*Fabricia stellaris adriatica* BANSE
*Fabriciola tonerella* BANSE
P *Fabriciola ghardaqa** BANSE
*Pseudofabricia aberrans* CANTONE
*Pseudofabricia longipyga* FITZHUGH.GIANGR.SIMBO.
P *Pseudofabricia analis** FITZHUGH.GIANGR.SIMBO.
*Novafabricia bilobata** MARTIN e GIANGRANDE
*Echinofabricia* sp.*
**Myxicolinae Rioja**
*Myxicola infundibulum* MONTAGU
*Myxicola aestetica* (CLAPAREDE)
**Sabellinae Rioja**
*Chone acustica* (CLAPAREDE)
*Chone duneri* MALMGREN
*Chone collaris* LANGERHANS
*Chone filicaudata* SOUTHERN
*Chone longiseta** GIANGRANDE
*Euchone rosea* LANGERHANS
*Euchone rubrocincta* SARS
P *Euchone southerni** BANSE
*Amphicorina armandi* (CLAPAREDE)
*Amphicorina eimeri* LANGERHANS
*Amphicorina* n. sp. 1*
P *Amphicorina* n. sp. 2*
*Amphicorina pectinata** (BANSE)
P *Amphicorina mobilis** (ROUSE)
*Desdemona ornata* BANSE
*Jasmineira elegans* SAINT-JOSEPH
*Jasmineira caudata* LANGERHANS
*Laonome salmacidis* CLAPAREDE.
*Branchiomma bombyx* DALYELL
*Branchiomma luctuosum* GRUBE
*Branchiomma lucullanum* (DELLE CHIAJE)
*Sabella spallanzani* GMELIN
*Sabella pavonina* SAVIGNY
*Sabella discifera* GRUBE
*Demonax brachychona* (CLAPAREDE)
P *Demonax tommasi** GIANGRANDE
P *Demonax langerhansi* * KNIGTH-JONES
P *Demonax tenuicollaris** GRUBE
*Bispira mariae* LOBIANCO
*Bispira viola* (GRUBE)
P *Pseudobispira* sp.*
*Pseudopotamilla reniformis* BRUGUIERE
*Pseudopotamilla ceresinae* GRUBE
*Megalomma vesiculosum* (MONTAGU)
*Amphiglena mediterranra* (LEYDIG)
*Hypsicomus stichophthalmos* (GRUBE)
P *Perkinsiana socialis** (LANGERHANS)
P *Perkinsiana rubra** (LANGERHANS)

e successivamente segnalata, per il Golfo di Elat, da Ben-Eliahu (1975), anche se in seguito Fitzhugh (1990), nella sua revisione del genere *Fabriciola*, aveva affermato che il materiale esaminato da Ben-Eliahu era in cattive condizioni tanto da non poter essere identificato. In base a queste segnalazioni si potrebbe comunque ipotizzare, per questa specie una migrazione lessepsiana. *Fabriciola ghardaqa* si distingue da *F. tonerella* soprattutto per il collare più basso ventralmente (Fig. 1).

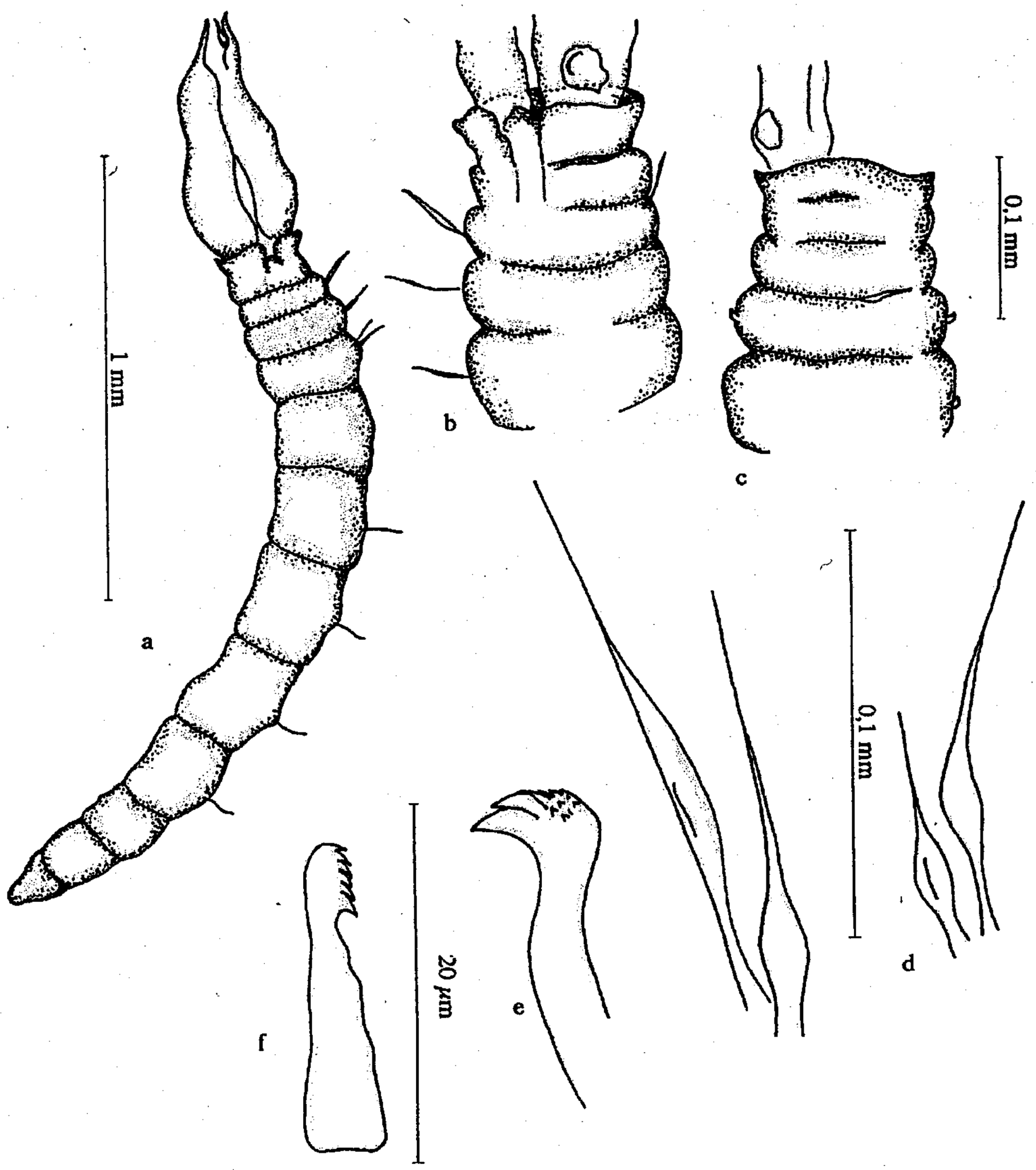



Fig. 1 - *Fabriciola ghardaqa:* a) animale intero; b) collare, visione dorsale; c) collare, visione ventrale; d) notochaetae toraciche; e) uncino toracico; f) uncino addominale.

Fabriciola ghardaqa *a)entire worm; b) collar, dorsal view; c) collar, ventral view; d) thoracic notochaetae; e) thoracic hook; f) abdominal hook.*

## Discussione e conclusioni

Il numero di taxa riferiti alla famiglia Sabellidae, conosciuti per il Mediterraneo fino al 1988, era solamente di 32 (Giangrande, 1989). Ad oggi questo numero è stato incrementato dal nostro lavoro del 53%. Dei 17 taxa segnalati dopo il 1988, ben 11 (65%) sono stati reperiti lungo le coste pugliesi, nell'area, cioè, da noi più facilmente investigabile. Sebbene la maggiore ricchezza in specie delle coste pugliesi possa essere imputabile alla particolare posizione geografica, collocandosi la Puglia al crocevia tra il Mediterraneo orientale e quello occidentale, sicuramente siamo di fronte ad una migliore conoscenza della biodiversità delle coste pugliesi legata alla maggiore operatività degli specialisti nelle zone limitrofe al luogo di lavoro, facilmente accessibili senza grande dispendio economico. Ciò é sintomatico di come la sistematica, ritenuta una scienza marginale, riesca a vivere solamente all'interno di ricerche finalizzate per altri scopi, sottolineando come l'inesistenza di fondi per campagne di prelievi di faunistica e sistematica, possa falsare la reale distribuzione delle specie.

### Bibliografia


BANSE V.K. (1959) - *Fabricia acuseta* n. sp., *Fabriciola ghardaqa* n. sp., *Oriopsis armandi* (Claparede) aus dem Roten Meer (Sabellidae, Polychaeta). *Kieler Meeresforschungen,* **15** (1): 113-116.

BEDULLI D., BIANCHI C.N., ZURLINI G., MORRI C. (1986) - Caratterizzazione biocenotica e strutturale del macrobenthos delle coste pugliesi. In: *Indagine ambientale del sistema marino costiero della regione Puglia* (a cura di M. Viel e G. Zurlini) E.N.E.A. - C.R.E.A., Santa Teresa, La Spezia: 227-255.

BEN-ELIAHU M. N. (1975) - Polychaeta cryptofauna from rims of similar intertidal vermetid reefs on the Mediterranean coast of Israel and in the Gulf of Elat: Sabellidae (Polychaeta Sedentaria). *Israel Journal of Zoology*, **24**: 54-70.

BOERO F. (1996) - Specie, biodiversità e comunità. *Biol. Mar. Med.,* **3** (1): 13-20.

CASTELLI A., CURINI GALLETTI M., LARDICCI C., ZUNARELLI VANDINI R. (1986a) - Cap. 1 "Zoobenthos. Relazione sulla situazione ecologica del tratto terminale dell'Arno e dell'area antistante la foce". A cura di G. Cognetti. Dipartimento di Scienze dell'Ambiente e del Territorio, Università di Pisa: 2-15.

CASTELLI A., CURINI GALLETTI M., LARDICCI C. (1986b) - Cap. 3: Zoobenthos. Relazione sulla "Indagine conoscitiva sulle caratteristiche ecologiche delle acque costiere nel tratto compreso tra i fiumi Bruna e Ombrone". A cura di G. Cognetti. Centro interuniversitario di Biologia Marina, Livorno: 24-29.

CASTELLI A., CURINI GALLETTI M., LARDICCI C., GIANGRANDE A., COGNETTI VARRIALE A.M. (1988) - Cap. 4: Comunità zoobentoniche. Relazione sulla "caratterizzazione ecologica dell'area marina di Porto Cesareo (LE)" a cura di F. Cinelli, G. Cognetti, M. Grasso, V. Mongelli, A.M. Pagliai e E. Orlando. Regione Puglia: 72-86.

CURINI-GALLETTI M., CASTELLI A., LARDICCI C. (1985) - La fauna dei microhabitats salmastri delle isole d'Elba e di Capraia. *Oebalia.* **11** (3): 803-805.

FITZHUGH K. (1990) - Revision of the genus *Fabriciola* Friedrich, 1939 (Polychaeta: Sabellidae). *Zoologica scripta*, **19** (2): 153-164.

FITZHUGH K., GIANGRANDE A., SIMBOURA N. (1994) - New species of *Pseudofabriciola* Fitzhugh, 1990 (Polychaeta: Sabellidae: Fabriciinae), from the Mediterranean Sea. *Zoological Journal of the Linnean Society*, **110**: 219-241.

GAMBI M.C., GIANGRANDE A. (1986) - Distribution of soft-bottom Polychaetes in two coastal areas of Thyrrenian sea (Italy): Structural analysis. *Estuar. Coast. Shelf. Sci.*, **23**: 847-682.

GAMBI M.C., GIANGRANDE A., FRESI E. (1983-1984) - Policheti di fondo mobile del golfo di Salerno: ipotesi di un modello di distribuzione generale. *Nova Thalassia*, **6** (suppl.): 575-583.

GIANGRANDE A., CASTELLI A. (1986) - Occurrence of *Fabricia filamentosa* day 1963 (Polychaeta, Sabellidae, Fabriciinae) in the Mediterranean Sea. *Oebalia*. **13** N.S.: 119-122.
GIANGRANDE A. (1989) - Censimento dei policheti dei mari italiani: Sabellidae Malmgren, 1867. *Atti Soc. Tosc. Sci. Nat., Mem., Serie B.*, **96**: 153-189.
GIANGRANDE A. (1992) - The genus *Chone* (Polychaeta, Sabellidae) in the Mediterranean sea with description of *C. longiseta* n.sp. *Boll. Zool.*, **59**: 517-529.
GIANGRANDE A. (1994) - The genus *Demonax* (Polychaeta, Sabellidae) in the Mediterranean sea with description of *D. tommasi* n.sp. *Boll. Zool.*, **61**: 229-233.
MARTIN D., GIANGRANDE A. (1991) - *Novafabricia bilobata* sp. nov. (Polychaeta, Sabellidae, Fabriciinae) from the Mediterranean. *Ophelia*, **33** (2): 113-120.

Biol. Mar. Medit. (1999), 6 (1): 221-223

F. MALTAGLIATI, L. CAMILLI*

Dipartimento di Zoologia e Antropologia Biologica, Università di Sassari,
Corso Margherita di Savoia, 15 - 07100 Sassari, Italia.
*Dipartimento di Scienze dell'Uomo e dell'Ambiente, Università di Pisa,
Via A. Volta, 6 - 56126 Pisa, Italia.

# VARIABILITÀ TEMPORALE DELLA STRUTTURA GENETICA DI UNA POPOLAZIONE DI *APHANIUS FASCIATUS* (TELEOSTEI: CYPRINODONTIDAE) DELL'ISOLA D'ELBA (LI)

## *TEMPORAL GENETIC VARIATION IN A POPULATION OF THE KILLIFISH* APHANIUS FASCIATUS *(TELEOSTEI: CYPRINODONTIDAE) FROM ELBA ISLAND*

***Abstract***

*Samples of a population of the cyprinodontid fish* Aphanius fasciatus *of three consecutive years (1995, '96, '97) were analysed by allozyme electrophoresis at five polymorphic loci. Significant genetic heterogeneity was detected by* F-*statistics. This could be explained as consequence of genetic drift and/or selection.*

***Key-words:*** *Allozyme electrophoresis, temporal genetic heterogeneity, brackish-water microhabitat.*

## Introduzione

La variabilità genetica delle popolazioni e delle specie rappresenta la base di tutti i livelli della biodiversità (Meffe e Carroll, 1997). Gli studi sulla variabilità genetica delle specie spesso riguardano la distribuzione spaziale dei genotipi e raramente sono indirizzati all'analisi della variabilità temporale delle frequenze genotipiche ed alleliche all'interno delle popolazioni.

Il presente lavoro riguarda l'andamento triennale della variabilità genetica alloenzimatica di una popolazione di *Aphanius fasciatus* Nardo, 1827, unico ciprinodontide autoctono in Italia.

## Materiali e metodi

Le analisi sono state condotte su tre campioni di *A. fasciatus* raccolti nella primavera degli anni 1995 (62 individui), 1996 (72 ind.) e 1997 (78 ind.) in un microhabitat salmastro nella Rada di Portoferraio, Isola d'Elba (42°48'N; 10°19'E). Sono stati prelevati solamente individui con lunghezza totale superiore ai quattro centimetri per essere certi della loro appartenenza ad una singola coorte.

L'analisi genetica è stata condotta mediante elettroforesi degli alloenzimi su acetato di cellulosa. Sono stati analizzati cinque loci polimorfici individuati in un precedente studio (Maltagliati, 1998a): *GPD-2*, *GPD*–3, *GPI-2*, *LDH-3* e *MPI*.

Per stimare la variabilità genetica della popolazione sono state calcolate le eterozigosità per locus attesa e osservata. Per ogni locus, inoltre, è stato verificato l'equilibrio di Hardy-Weinberg mediante il test del chi quadro. L'eterogeneità genetica tra i campioni è stata verificata mediante l'applicazione della *F*-statistica, utilizzando gli estimatori "jackknifed" di Weir e Cockerham (1984): $f$, $F$, e $\theta$. La differenza da zero di questi estimatori è stata valutata mediante permutazione degli alleli entro i campioni ($f$) e degli alleli tra i campioni ($F$ e $\theta$) con 5000 pseudorepliche.

## Risultati e discussione

Il test del chi quadro ha messo in evidenza come tutti i loci risultino in equilibrio di Hardy-Weinberg, fatta eccezione per *GPI-2* nel campione del 1996, che presenta un eccesso di individui eterozigoti. I loci *GPI-2*, *LDH-3* e *MPI* hanno mostrato elevati livelli di eterozigosità, con valori superiori a 0.350 (Fig. 1) e relativamente costanti nel periodo di tempo considerato. I loci *GPD-2* e *GPD-3*, invece, hanno mostrato valori di eterozigosità inferiori a 0.200 che decrescono nel periodo di tempo considerato per la progressiva diminuzione della frequenza degli alleli *GPD-2*$^{A}$ e *GPD-3*$^{B}$ e che sono più bassi degli altri due loci considerati, fatta eccezione per il valore di *GPD-2* nel campione del 1995.

I valori medi dell'eterozigosità per locus attesa diminuiscono andando dal 1995 al 1997 (Tab. 1), tuttavia, con l'applicazione del *t*-test, non risultano significativamente diversi tra loro.

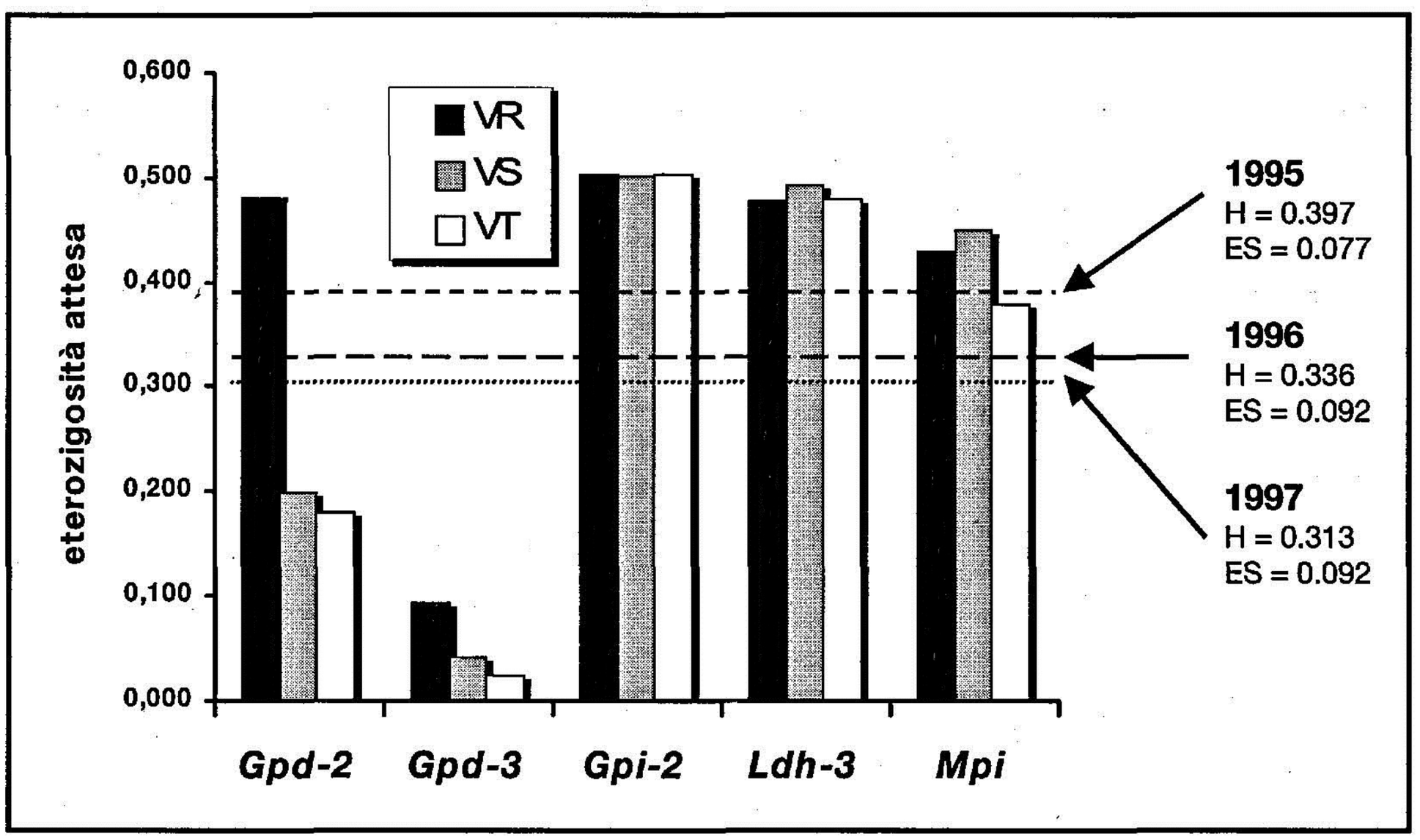



Fig. 1 - Eterozigosità attesa dei cinque loci polimorfici nei tre campioni analizzati. Le linee tratteggiate rappresentano i valori medi.

*Expected heterozygosity values in the five polymorphic loci for the three samples. Dashed lines show the mean values.*

L'analisi dell'estimatore $f$ della $F$-statistica (Tab. 2) ha confermato come la popolazione sia in equilibrio di Hardy-Weinberg nel periodo di tempo considerato, data la non significatività di tutti i valori. Risulta significativo, invece, il valore di $F$ per il locus *GPD-2*, ad indicare un sostanziale deficit di individui eterozigoti nell'insieme dei tre campioni. Risultano altresì altamente significativi i valori di $\theta$ per i loci *GPD-2* e *LDH-3* che contribuiscono alla significatività del valore medio di $\theta$. Questo dato riveste una notevole importanza, in quanto sta ad indicare che è presente eterogeneità genetica tra i campioni. Perciò, oltre che ad una variabilità spaziale delle frequenze alleliche (Maltagliati, 1998a, 1998b), in *A. fasciatus* è presente anche variabilità temporale.

Tab. 1 - Stime di variabilità genetica nei campioni analizzati. Tra parentesi è riportato l'errore standard.
*Estimates of genetic variability. Standard errors are in parentheses.*

| Campione | Dimensione media del campione | Eterozigosità media per locus osservata | Eterozigosità media per locus attesa |
|---|---|---|---|
| **1995** | 57.8 (3.5) | 0.404 (0.085) | 0.397 (0.077) |
| **1996** | 69.0 (2.5) | 0.371 (0.110) | 0.336 (0.092) |
| **1997** | 66.2 (4.9) | 0.313 (0.088) | 0.313 (0.092) |

Tab. 2 - Valori "jackknifed" della *F*-statistica secondo Weir e Cockerham (1984). Tra parentesi è riportato l'errore standard.
*Jackknifed values of Weir & Cockerham (1984)* F*-statistics. Standard errors are in parentheses.*

| Locus | *f* | *F* | *θ* |
|---|---|---|---|
| *GPD-2* | 0.095 (0.153) | 0.276 (0.273)** | 0.175 (0.136)*** |
| *GPD-3* | -0.033 (0.015) | -0.025 (0.008) | 0.008 (0.012) |
| *GPI-2* | -0.144 (0.087) | -0.151 (0.086) | -0.007 (0.001) |
| *LDH-3* | -0.071 (0.079) | -0.025 (0.086) | 0.044 (0.055)*** |
| *MPI* | 0.035 (0.073) | 0.035 (0.075) | 0.000 (0.009) |
| **MEDIA** | ***-0.050 (0.045)*** | ***-0.012 (0.062)*** | ***0.035 (0.027)****** |

**P<0.01; ***P<0.001

Ciò può essere interpretato sulla base del marcato isolamento delle popolazioni e delle oscillazioni delle loro dimensioni che potrebbero favorire fenomeni di deriva genetica.

Inoltre non può essere esclusa la presenza di fenomeni selettivi nel microhabitat salmastro della popolazione presa in esame. A sostegno di quest'ultima ipotesi possono essere riportati anche i risultati di uno studio precedente che ha rilevato in questa popolazione livelli di variabilità genetica estremamente ridotti (Maltagliati, 1998a, 1998b).

Infatti, i bassi livelli di variabilità genetica nelle popolazioni di ambienti salmastri possono essere interpretati come dovuti all'influenza delle forti variazioni dei parametri chimico-fisici che favoriscono la selezione di genotipi flessibili, in grado di rispondere alle sollecitazioni ambientali (Cognetti, 1994).

**Bibliografia**

COGNETTI G. (1994) - Colonization of brackish waters. *Mar. Pollut. Bull.*, **28**: 583-586.

MALTAGLIATI F. (1998a) - A preliminary investigation of allozyme genetic variation and population geographical structure in *Aphanius fasciatus* from Italian brackish-water habitats. *J. Fish Biol.*, **52:** 1130-1140.

MALTAGLIATI F. (1998b) - Does the Mediterranean killifish *Aphanius fasciatus* (Teleostei: Cyprinodontidae) fit the one-dimensional stepping-stone model of gene flow? *Environ. Biol. Fishes*, **53:** 385-392.

MEFFE G.K., CARROLL C.R. (1997) - *Principles of Conservation Biology.* II edition. Sinauer Associates, Inc., Sunderland, Massachussetts, 729 pp.

WEIR B.S., COCKERHAM C.C. (1984) - Estimating *F*-statistics for the analysis of population structure. *Evolution*, **38**: 1358-1370.

Biol. Mar. Medit. (1999), 6 (1): 224-227

A. PENNA, M. MAGNANI

Centro Biologia Ambientale, Università di Urbino, Via Saffi, 2 - 61029 Urbino, Italia.
E-mail: a.penna@uniurb.it

# IDENTIFICAZIONE DEL GENERE *ALEXANDRIUM* (DINOPHYCEAE) TRAMITE L'USO DI PCR E SONDE MOLECOLARI

## *IDENTIFICATION OF* ALEXANDRIUM *(DINOPHYCEAE) GENUS USING PCR AND MOLECULAR PROBES*

***Abstract***

*We report some results of the DNA probe use for the identification of toxic marine dinoflagellates. The internal transcribed spacers 1 and 2 (ITS1 and ITS2) and 5.8S ribosomal RNA gene (rDNA) from cultured isolates of* Alexandrium *were amplified using PCR, and sequenced. Sequence comparisons showed that the 5.8S and ITS1-ITS2 regions contain sequences specific for the* Alexandrium *genus. PCR primers and a $^{32}$P-radioactive labeled DNA probe for this region were devised and tested against cultured isolates of* Alexandrium *and field samples of marine phytoplankton. Molecular DNA probes specific for the* Alexandrium *genus can be useful genetic markers to develop a rapid and sensitive method to reveal toxic algal species in marine phytoplankton populations.*

***Key-words:*** Alexandrium *sp., internal transcribed spacer, molecular probes, PCR, 5.8S rDNA.*

## Introduzione

La comparsa di dinoflagellati tossici nel Mare Adriatico ha subito un notevole incremento negli ultimi vent'anni. La presenza del genere *Alexandrium* responsabile di PSP (Paralytic Shellfish Poisoning), è stata rilevata dal 1982 (Honsell *et al.*, 1992) nel nord-ovest Adriatico. Comunque problemi di tossicità compaiono per la prima volta nel maggio 1994 quando si registra una contaminazione da PSP nei molluschi in seguito alla comparsa di *A. minutum* lungo le coste dell'Emilia Romagna (Honsell *et al.*, 1996). I metodi usati per l'identificazione di specie fitoplanctoniche presentano dei limiti insiti nel sistema di campionamento del fitoplancton, infatti queste specie sono spesso presenti in basse concentrazioni nell'acqua di mare e l'uso di sonde molecolari (anticorpi/nucleotidi) ha il vantaggio di poter individuare con assoluta specificità specie tossiche presenti anche in bassissime concentrazioni (Scholin *et al.*, 1998). Un approccio per la costruzione di sonde nucleotidiche è lo studio delle sequenze dei geni del DNA ribosomiale: le subunità 18S, 24S, 5.8S e le regioni ITS (Internal Transcribed Spacer) sono buoni indicatori filogenetici e tassonomici per parecchie specie del genere *Alexandrium* (Adachi *et al.*, 1996). Lo scopo di questo lavoro è quello di sviluppare un metodo per rivelare la presenza del genere *Alexandrium* in coltura e in campioni di fitoplancton marino.

## Materiali e metodi

Le colture di *Alexandrium* usate in questo lavoro sono riportate nella tabella 1. I campioni di fitoplancton marino sono stati prelevati nel mare Adriatico lungo le direttrici del fiume Foglia e Metauro della regione Marche.

Le metodiche usate per l'estrazione, l'amplificazione e il sequenziamento del DNA sono riportate in Penna *et al.* (1998). I primers di PCR per l'amplificazione genere-

Tab. 1 - Ceppi di *Alexandrium* utilizzati.
Alexandrium *strains used in this study.*

| Specie | Ceppo | Luogo di isolamento | Tossicità |
|---|---|---|---|
| *A. tamarense* | CCMP 116 | Ria de Vigo, 1984 | Sì |
| *A. catenella* | CCMP 1493 | Da Yia Bay, 1991 | Sì |
| *A. fundyense* | CCMP 1719 | Portsmonth, 1985 | Sì |
| *A. lusitanicum* | LAC 27 | Trieste, 1987 | Sì |

specifica di *Alexandrium* sono ITSAa e ITSB. Il primer ITSAa si estende dalla posizione 286 bp alla posizione 317 bp nella subunità 5.8S; il primer ITSB si estende per 32 bp all'inizio della subunità 24S.

## Risultati

Dall'analisi di sequenza della regione 5.8S-ITSs sul gene del DNA ribosomiale delle quattro specie di *Alexandrium*, è stato identificato un frammento di circa 286 bp che si estende per 41 bp nella subunità 5.8S dalla posizione 286 bp alla posizione 327 bp, e per tutta la lunghezza della regione ITS2 (189 bp) dalla posizione 328 bp alla posizione 517 bp. Questo frammento presenta un alto livello di omologia per le quattro specie di *Alexandrium* analizzate; esso è specifico per il genere *Alexandrium* (Fig. 1A); infatti amplificazioni di DNA genomico effettuate utilizzan-

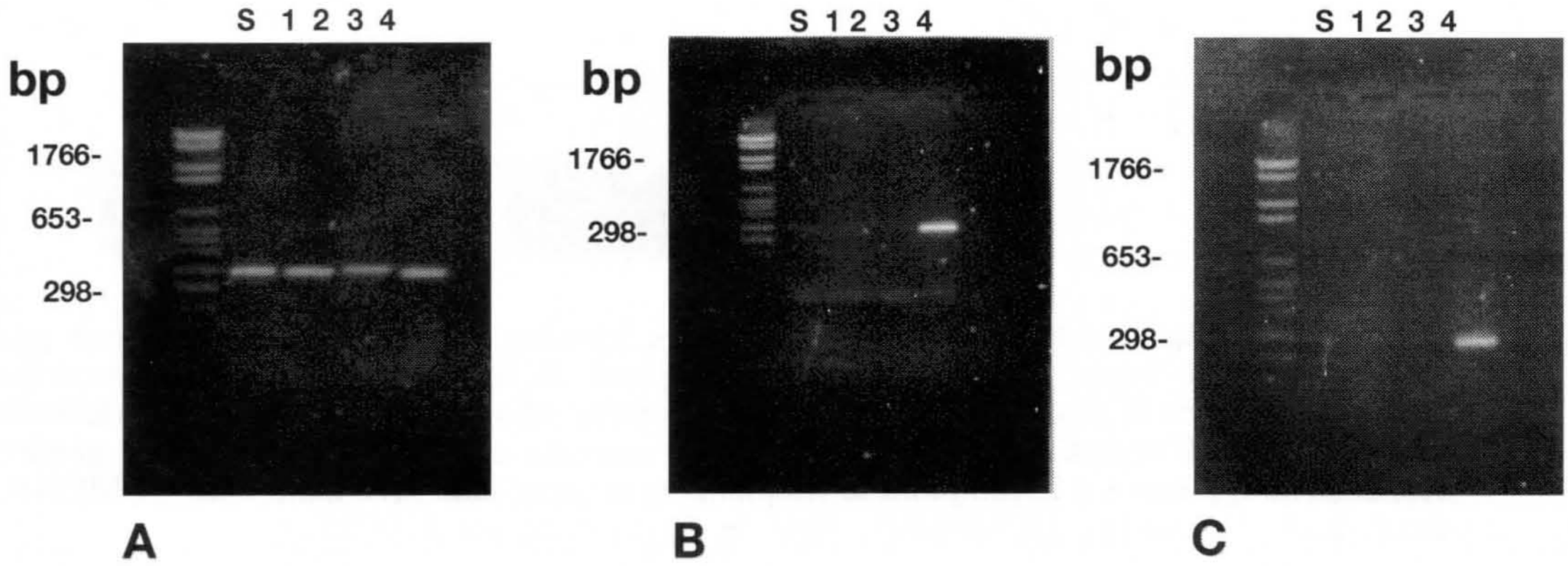



Fig. 1 - Amplificazione tramite l'uso di PCR di frammenti specifici per il genere *Alexandrium* da quattro specie di *Alexandrium* (A), *P. minimun* LAC3, *S. costatum* CBA1, *N. closterium* CBA2 (B) e da campioni di fitoplancton marino (C). A: lane S, standards; lane 1, *A. tamarense* CCMP116; lane 2, *A. catenella* CCMP1493; lane 3, *A. fundyense* CCMP1719; lane 4, *A. lusitanicum* LAC27. B: lane S, standards; lane 1, *P. minimum* LAC3; lane 2, *S. costatum* CBA1; lane 3, *N. closterium* CBA2; lane 4, *A. lusitanicum* LAC27. C: lane S, standards; lane 1, 2 e 3 campioni di fitoplancton marino; lane 4, *A. lusitanicum* LAC27.
Alexandrium *genus-specific PCR amplification products from four species of* Alexandrium *(A),* P. minimun *LAC3,* S. costatum *CBA1,* N. closterium *CBA2 (B) and marine phytoplankton field samples (C). A: lane S, size standards; lane 1,* A. tamarense *CCMP116; lane 2,* A. catenella *CCMP1493; lane 3,* A. fundyense *CCMP1719; lane 4,* A. lusitanicum *LAC27. B: lane S, size standards; lane 1,* P. minimum *LAC3; lane 2, S. costatum CBA1; lane 3,* N. closterium *CBA2; lane 4,* A. lusitanicum *LAC27. C: lane S, size standards; lane 1, 2 and 3 field samples; lane 4,* A. lusitanicum *LAC27.*

do i primers genere-specifici (ITSAa-ITSB) su altri ceppi algali (dinoflagellati e diatomee) sono risultate negative (Fig. 1B). Sono state condotte amplificazioni anche su DNA genomico di campioni di fitoplancton marino: nessun frammento di 286 bp è stato amplificato, in accordo con l'analisi microscopica dei campioni fissati, nei quali il genere *Alexandrium* non era presente (Fig. 1C). Per esaminare la specificità dell'amplificazione di questo frammento è stata preparata una sonda designata per il genere *Alexandrium*. Tale sonda è stata utilizzata su campioni di DNA genomico estratti da colture di *Alexandrium* e da fitoplancton marino, amplificati e trasferiti su membranan di nylon (Southern Blotting): i risultati ottenuti confermano che la sonda è specifica per il genere *Alexandrium* (Fig. 2).

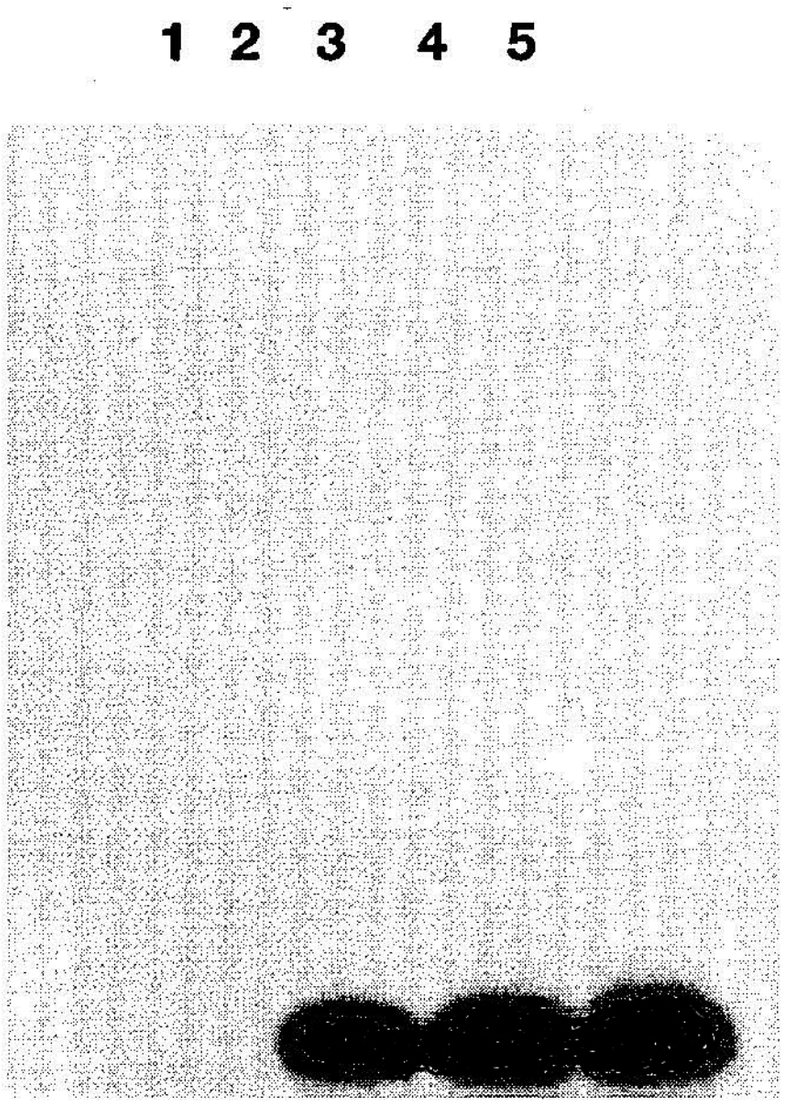



Fig. 2 - Analisi di ibridazione tramite l'uso di Southern blotting dei frammenti amplificati per PCR da quattro ceppi di *Alexandrium* e campioni di fitoplancton marino. I prodotti di amplificazione di circa 286 bp sono stati sottoposti ad analisi di elettroforesi, trasferiti su membrana di nylon e ibridati con la sonda marcata con $^{32}P$ specifica per il genere *Alexandrium*. Lanes 1 e 2, campioni di fitoplancton marino; lane 3, *A. tamarense* CCMP116; lane 4, *A. catenella* CCMP1493; lane 5, *A. lusitanicum* LAC27.

*Southern blotting hybridization analyses of PCR-amplified products from* Alexandrium *isolates and marine phytoplankton samples. The PCR products of approximately 286 bp were electrophoresed, transferred onto a nylon membrane and hybridized with the* $^{32}P$*-labeled* Alexandrium *specific probe. Lanes 1 and 2, marine phytoplankton samples; lane 3,* A. tamarense *CCMP116; lane 4,* A. catenella *CCMP1493; lane 5,* A. lusitanicum *LAC27.*

## Discussione

Lo scopo di questo lavoro è stato quello di sviluppare un metodo per determinare la presenza del genere *Alexandrium* potenzialmente tossico, in coltura e in campioni di fitoplancton marino tramite l'uso di una sonda molecolare specifica per la regione 5.8S-ITS presente nei geni ribosomiali. I risultati ottenuti evidenziano che l'uso di una sonda molecolare specifica per il genere *Alexandrium* può costituire un buon marcatore genetico di popolazioni fitoplanctoniche.

## Bibliografia

ADACHI M., SAKO Y., ISHIDA Y. (1996) - Analyses of *Alexandrium* (Dinophyceae) species using sequences of the 5.8S ribosomal DNA and internal transcribed spacer regions. *J. Phycol.*, **32**: 424-432.

HONSELL G., BONI L., CABRINI M, POMPEI M. (1992) - Toxic or potentially toxic dinoflagellates from the Northern Adriatic Sea. *Sci. Tot. Environ.*, **107** (Suppl. 14).

HONSELL G., POLETTI R., POMPEI M., SIDARI L., MILANDRI A., CASADEI C., VIVIANI R. (1996) *Alexandrium minutum* Halim and PSP contamination in the Nothern Adriatic Sea (Mediterranean Sea). In: Yasumoto T., Oshima Y. e Fukuyo Y. (Eds.), *Harmful and Toxic Algal Blooms,* (Sendai, Kyodo): 77-83.

PENNA A., MAGNANI M. (1998) - Identification of *Alexandrium* (Dinophyceae) species using PCR and rDNA-targeted probes. *J. Phycol.* (in press).

SCHOLIN C.A., MILLER P., BUCK K., CHAVEZ F., CANGELOSI G., HAYDOCK P., HOWARD J., HARRIS P. (1996) - DNA probe-based detection of harmful algal species using *Pseudo-nitzschia* species as models. In: Yasumoto T., Oshima Y. e Fukuyo Y. (Eds.), *Harmful and Toxic Algal Blooms,* (Sendai, Kyodo): 439-442.

SCHOLIN C.A., ANDERSON D.M. (1998) - *Harmful Algae*. Reguera B., Blanco J., Fernandez M.L. e Wyatt T. (Eds.) (in press).

Biol. Mar. Medit. (1998), 5 (1): 228-229

M. ARCULEO, A. MAZZOLA, N. PARRINELLO, M. GRISTINA*

Dipartimento di Biologia Animale, Via Archirafi, 18 - 90123 Palermo, Italia.
*IRMA/CNR, Via L. Vaccara, 61 - Mazara Del Vallo (TP), Italia.

# DATI SULLA PESCA NEI FONDALI COSTIERI DELL'ISOLA DI USTICA (TIRRENO MERIDIONALE)

## *ARTISANAL FISHERY IN THE ISLE OF USTICA*

***Abstract***

*A survey was carried out on the fish fauna along the Isle of Ustica by means of a trammel net. Fifty-one sampling were made during three seasons (Spring, Summer and Autumn) from May 1994 to July 1995. A total number of 59 species was collected. Total catch was 222 kg with a average of 3.8 kg/haul.*

***Key-words:*** *Trammel net, Ustica Island, Tyrrhenian Sea.*

## Introduzione

Nell'ambito di una convenzione stipulata tra il Centro Interdipartimentale di Ricerche sull'Interazione Tecnologia-Ambiente (C.I.R.I.T.A.) dell'Università di Palermo e l'Ente Gestore della Riserva Marina "Isola di Ustica", è stata condotta una ricerca finalizzata al censimento delle principali specie ittiche presenti lungo i fondali costieri dell'isola. Tale indagine è stata anche motivata dalle scarse informazioni esistenti sulla fauna ittica di Ustica. A causa della natura dei fondali e all'impossibilità di effettuare la pesca a strascico, la marineria usticese è rimasta legata all'uso di attrezzi fissi come tremaglio, palangrese e nasse. Sebbene il numero di addetti professionisti non sia mai stato elevato tale attività sembra poter garantire ai pescatori un sufficiente standard di vita rispetto ad altre marinerie siciliane (Arculeo *et al.*, 1993) soprattutto durante i mesi estivi.

Lo scopo della presente ricerca è stato quello di censire la fauna nectobentonica presente nell'isola e di fornire, preliminarmente, dati sui rendimenti medi giornalieri utili per la programmazione di piani mirati alla salvaguardia e/o al rilancio della pesca artigianale nell'isola.

## Metodologie

Sono state effettuate tre campagne di pesca lungo tutto il periplo dell'isola ad eccezione della zona di Riserva Integrale per un totale complessivo di 51 cale distribuite nel modo seguente: n° 11 nella campagna primaverile "94; n° 4 in quella autunnale e n° 36 in quella estiva del "95. La campagna invernale non è stata effettuata a causa delle cattive condizioni meteomarine. I campionamenti sono stati condotti utilizzando una rete tremaglio della locale marineria della lunghezza di 500 metri, 1,8 metri di altezza con maglia interna ed esterna rispettivamente di 3 e di 18 cm di lato. La rete veniva calata al tramonto e salpata all'alba ad una profondità media di circa 30 metri. Le specie catturate venivano identificate a livello specifico ed ogni individuo veniva misurato e pesato.

## Risultati e discussione

In totale sono state catturate 59 specie suddivise in: 52 Pesci, 4 Crostacei e 3 Cefalopodi. Le catture totali sono risultate pari a 222 kg suddivise in: 148 kg nella campagna primaverile, 63,4 kg in quella estiva e 10,6 kg in quella autunnale. Il valore medio per pescata è risultato pari a 3,8 kg (d.s. 2,5 kg). I valori medi giornalieri di resa per pescata risultano maggiori nella campagna estiva (4,2 kg; d.s. 1,6 kg) e primaverile (4,1 kg; d.s. 2,8 kg), mentre in quella autunnale il valore medio osservato è stato pari a 3,2 kg (d.s. 2 kg). La famiglia più rappresentata in termini di numero di specie è stata quella degli Sparidae con 9 specie seguita dai Labridae con 7 dai Serranidae e Scorpenidae con 4 specie. Le specie più frequenti sono risultate: *Scorpaena scrofa* con il 16,6%, *Symphodus tinca* con il 16,1%, *Scorpaena porcus* con l'11,6% e *Mullus surmuletus* con il 6,6%. I dati relativi alle distribuzioni di taglia delle specie più frequenti numericamente (*S. tinca*, *S. scrofa*, *S. porcus e M. surmuletus*) hanno mostrato valori modali di lunghezza totale rispettivamente pari a 16 cm, 27 cm, 18 cm e 16 cm. Questi valori sono risultati maggiori rispetto a quelli osservati in altre zone siciliane (Arculeo *et al.*, 1989).Tutte le specie catturate, ad eccezione dei Mullidae che si concentrano in prossimità dei rari fondi sabbiosi e delle praterie di *Posidonia oceanica*, non sembrano avere particolari preferenze di zone lungo il periplo dell'isola.

L'analisi dei dati raccolti ha permesso di delineare un primo quadro riassuntivo del numero di specie ittiche catturate, della loro distribuzione, delle frequenze di taglia e dei rendimenti medi giornalieri. Inoltre, se l'elenco faunistico viene confrontato con quanto riportato da Arculeo e Riggio (1988), Arculeo *et al.* (1989), (1990), (1991), (1993), Toccaceli e Levi (1990) per altre zone della Sicilia settentrionale e meridionale si nota una stretta concordanza soprattutto in quelle aree le cui caratteristiche biocenotiche risultano simili. Infine i risultati ottenuti hanno messo in evidenza che nell'isola di Ustica si catturano discreti quantitativi di prodotto che durante il periodo estivo hanno una considerevole ricaduta economica sull'intera comunità isolana.

Il lavoro è stato pubblicato per esteso nel 1996 sulla rivista *Naturalista Siciliano*, S.IV, XX (1-2): 109-119.

### Bibliografia

ARCULEO M., RIGGIO S. (1988) - Artisanal fishery in an area of Palermo bay (Vergine Maria) subjected to heavy environmental disturbance. *Quad. Ist. Ric. Pesca Marittima,* **5**: 61-75.

ARCULEO M., BOMBACE G., RIGGIO S. (1989) - Dati sulla pesca e sulle faune ittiche dei fondi costieri da Sciacca a Licata (Sicilia Meridionale). *Naturalista sicil.*, **13**: 61-73.

ARCULEO M., D'ANNA G., BOMBACE G., RIGGIO S. (1990) - Evaluation of fishing yields in a protected and unprotected coastal area of N/W Sicily. *FAO, Fish. Rep.*, **428**: 70-83.

ARCULEO M., D'ANNA G., PIPITONE C., RIGGIO S., SPARLA M.P. (1991) - Faune ittiche dei fondali costieri della Sicilia. *Suppl. Ric. Biol. Selvaggina*, **16**: 55-57.

ARCULEO M., RIGGIO S., ANDALORO F. (1993) - *Un apercu sur le relation entre la peche artisanale et le milieu cotier en Sicile.* Actes du Colloque Scientifique Intenational: "Le systeme littoral Mèditerranéen", Montepellier 22-23 April. Pubbl. Maison de l'Environment de Montepellier: 24-32.

TOCCACELI M., LEVI D. (1990) - Preliminary data on an experimental trammel net survey designed to estimate the potential of a planned artificial reef near Mazara del Vallo (Italy). *FAO, Fish. Rep.*, **428**: 154-162.

Biol. Mar. Medit. (1999), 6 (1): 230-236

F. Badalamenti, G. Cantone*, R. Domina**, N. Di Pietro*,
D. Catalano*, E. Mollica*, G. D'Anna*

C.N.R.-I.T.P.P. Laboratorio di Biologia Marina, Via G. Da Verrazzano, 17
91014 Castellammare del Golfo, Italia.
*Dipartimento di Biologia Animale, Università di Catania, Italia.
**Dipartimento di Biologia Animale, Università di Palermo, Italia.

# PRIMI DATI SULLA FAUNA A POLICHETI DI SUBSTRATO DURO DELL'INFRALITORALE FOTOFILO SUPERIORE DELL'ISOLA DI USTICA

## *FIRST DATA ON THE HARD BOTTOM POLYCHAETE FAUNA OF THE UPPER INFRALITTORAL OF THE ISLAND OF USTICA (NORTHERN SICILY)*

***Abstract***

*The Polychaete fauna living in the upper infralittoral of the marine protected area of Ustica was investigated in June and September 1996. 22576 individuals belonging to 163 species were found.* Syllis prolifera, *S. cfr* truncata cryptica, Amphiglena mediterranea *and* Grubeosyllis clavata *occurred with the highest frequency of occurrence and abundance.*

***Key words:*** *Polychaetes,* Cystoseira, *Sicily, marine protected areas, benthos.*

## Introduzione

Sebbene Ustica ospiti sin dal 1986 una delle prime riserve marine italiane, la fauna a policheti delle sue coste è quasi del tutto sconosciuta. Nel 1996 sono state condotte due campagne di campionamento, una estiva e l'altra autunnale, nella comunità di substrato duro dell'infralitorale superiore fotofilo dell'Isola. Sono state scelte tre aree caratterizzate da un diverso grado di protezione: Punta Megna (ME), Punta dell'Arpa (AR) e. Punta Parrino (PA). Le tre aree appartengono rispettivamente alla zona di protezione integrale (Zona A) alla riserva generale (Zona B) ed alla riserva parziale (Zona C).

## Materiali e metodi

I campionamenti sono stati effettuati a giugno e settembre 1996, raccogliendo 2 campioni da 400 $cm^2$ a –1, –5, –10 e –15 metri di profondità nelle tre località prescelte. I prelievi sono stati effettuati in immersione, su superfici orizzontali ricoperte da *Cystoseira* spp., con il metodo denominato sorbona-grattaggio-sorbona. Questo metodo prevede l'aspirazione della superficie selezionata attraverso il passaggio della sorbona prima e dopo il grattaggio. Il materiale è stato raccolto in sacchetti di rete con maglia di 0.4 mm. Tutti gli individui raccolti sono stati contati e classificati.

## Risultati

Sono state ritrovate in totale 163 specie e 22.576 individui: 131 specie e 14.162 individui a Giugno e 135 specie e 8.414 individui a Settembre. Il numero medio

di individui per campione è risultato significativamente maggiore a Giugno (590 individui) che a Settembre (351 individui) ($P<0.05$). Il numero medio di specie per campione non è risultato invece significativamente differente tra i due mesi, con 38 specie a Giugno e 36 a Settembre. In entrambi i mesi di campionamento, *Syllis prolifera, Amphiglena mediterranea, Syllis* cfr *truncata cryptica* e *Grubeosyllis clavata* sono risultate le specie più abbondanti (rappresentando insieme circa il 50% dell'abbondanza totale) e inoltre sono state ritrovate in tutti i campioni.

In tabella 1 viene riportato l'elenco dei taxa ritrovati, seguendo l'ordine sistematico riportato in Castelli *et al.* (1995). Per ciascun taxon vengono anche indicate località e profondità di rinvenimento.

Tab. 1 - Elenco faunistico dei taxa ritrovati nei campioni dell'infralitorale fotofilo di substrato duro dell'Isola di Ustica. Con + viene riportata la presenza di ciascun taxon nei tre transetti campionati e con # la quota batimetrica di rinvenimento. ME = Punta Megna, PA = Punta Parrino e AR = Punta dell'Arpa.

*List of the taxa found in the hard bottom polychaete fauna of the upper infralittoral of the island of Ustica. + indicates the occurence of each species along the transect and # the depth. ME = Punta Megna, PA = Punta Parrino end AR = Punta dell'Arpa.*

| | Stazione | | | Profondità in metri | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ME | PA | AR | -1 | -5 | -10 | -15 |
| **PHYLUM ANNELIDA** | | | | | | | |
| **CLASSE POLYCHAETA** | | | | | | | |
| **FAMIGLIA ORBINIIDAE** | | | | | | | |
| Protoaricia oerstedii (Claparède, 1864) | + | + | | # | | | # |
| **Famiglia SPIONIDAE** | | | | | | | |
| Laonice cirrata (Sars, 1851) | | + | | | | | # |
| Microspio mecznikovianus (Claparède, 1869) | | + | + | # | # | | |
| Polydora ciliata (Johnston, 1838) | + | + | | # | # | | |
| Prionospio cirrifera Wiren, 1883 | + | | | | | | # |
| Pseudopolydora sp. | | | + | | | # | |
| **Famiglia PARAONIDAE** | | | | | | | |
| Paraonides neapolitana (Cerruti, 1909) | | + | + | | | | # |
| **Famiglia CIRRATULIDAE** | | | | | | | |
| Caulleriella bioculata (Keferstein, 1862) | + | + | | | # | | # |
| Caulleriella caputesocis (Saint-Joseph, 1894) | | + | + | # | | # | |
| Cirratulus chrysoderma Claparède, 1870 | | + | | | | | # |
| Cirratulus cirratus (O.F. Muller, 1776) | + | | + | # | # | | |
| Cirriformia tentaculata (Montagu, 1808) | | + | + | # | # | # | |
| Dodecaceria concharum Oersted, 1843 | + | + | + | # | # | # | # |
| Tharyx killariensis (Southern, 1914) | + | | | | # | | # |
| **Famiglia CAPITELLIDAE** | | | | | | | |
| Leiochrides australis Augener, 1914 | | | + | | | # | |
| Mastobranchus trinchesii Eisig, 1887 | | | + | | | # | |
| Notomastus latericeus M. Sars, 1851 | + | + | + | # | # | # | # |
| Decamastus sp. | + | | | # | | | |
| Pulliella sp. | | + | | # | | | |

| | Stazione | | | Profondità in metri | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ME | PA | AR | -1 | -5 | -10 | -15 |
| **Famiglia ARENICOLIDAE** | | | | | | | |
| Branchiomaldane vincenti Langgerhans, 1881 | + | + | + | # | # | # | # |
| **Famiglia MALDANIDAE** | | | | | | | |
| Euclymene sp. | | + | | | | | # |
| **Famiglia OPHELIIDAE** | | | | | | | |
| Polyophthalmus pictus (Dujardin, 1839) | + | + | + | # | # | # | # |
| **Famiglia SCALIBREGMATIDAE** | | | | | | | |
| Sclerocheilus minutus Grube, 1863 | | | + | | | # | |
| **Famiglia PHYLLODOCIDAE** | | | | | | | |
| Eulalia viridis (Linnaeus, 1767) | | | + | | # | | |
| Eumida sanguinea (Oersted, 1843) | | | + | # | | | |
| Genetyllis nana (Saint-Joseph, 1906) | + | | + | # | # | | # |
| Mysta picta (Quadrefages, 1865) | | + | | # | | | |
| Phyllodoce pusilla (Claparède, 1868) | | + | + | | | | # |
| Phyllodoce sp. | + | + | + | | # | # | # |
| **Famiglia GLYCERIDAE** | | | | | | | |
| Glycera tesselata Grube, 1863 | | + | + | | | # | # |
| **Famiglia SPHAERODORIDAE** | | | | | | | |
| Sphaerodoropsis sphaerulifer (Moore, 1911) | + | | | | # | | # |
| Syllis hyalina Grube, 1863 | + | + | + | # | # | # | # |
| Syllis prolifera (Krohn, 1852) | + | + | + | # | # | # | # |
| Syllis rosea Langerhans, 1879 | + | + | + | # | # | # | # |
| Syllis cfr *truncata cryptica* Ben-Eliahu, 1977 | + | + | + | # | # | # | # |
| Syllis cfr variegata Grube, 1860 | + | + | + | # | # | # | # |
| Syllis vittata Grube, 1840 | + | + | + | # | # | # | # |
| Syllis cfr gerundiensis Alos & Campoy, 1982 | + | + | + | # | | # | # |
| Syllis cfr louquei San Martin, 1984 | + | | + | # | | # | |
| Trypanosyllis coeliaca Claparède, 1868 | + | + | + | # | # | # | |
| Trypanosyllis rosea (Grube, 1863) | + | | | # | | # | |
| Trypanosyllis zebra (Grube, 1860) | + | + | + | # | # | # | # |
| Xenosyllis scabra (Ehlers, 1864) | + | + | + | # | # | # | # |
| Autolytus edwardsii Saint-Joseph, 1887 | | | + | | | | # |
| Autolytus inermis Saint-Joseph, 1887 | | + | | | # | | |
| Autolytus longeferiens Saint-Joseph, 1887 | + | + | + | | # | # | # |
| Autolytus cfr. prolifer (O.F. Muller, 1788) | + | + | + | # | # | # | # |
| Autolytus sp. 1 | | + | + | | # | # | # |
| Autolytus sp. 2 | + | + | | # | # | | |
| Myrianida pinnigera (Montagu, 1808) | | | + | | # | | |
| Procerea aurantiaca Claparède, 1868 | | + | | | | # | |
| Procerea picta Ehlers, 1864 | | | + | | # | | |
| **Famiglia NEREIDIDAE** | | | | | | | |
| Websterinereis glauca (Claparède, 1870) | + | + | | | # | # | # |
| Rullierinereis cfr zebra (Rullier, 1963) | + | | | | # | | |

| | Stazione | | | Profondità in metri | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ME | PA | AR | -1 | -5 | -10 | -15 |
| Rullierinereis sp. | + | | | | # | | |
| Ceratonereis costae (Grube, 1840) | + | + | + | | # | # | |
| Ceratonereis hircinicola (Eisig, 1870) | + | + | + | # | # | # | # |
| Micronereis siciliensis Cantone, 1971 | + | | | | # | | |
| Neanthes kerguelensis (Mc Intosh, 1885) | | + | | | | | # |
| Nereis falsa Quatrefages, 1865 | + | | | | # | | |
| Nereis pelagica Linnaeus, 1758 | | | + | | | # | |
| Nereis rava Ehlers, 1868 | + | + | + | # | # | # | # |
| Nereis zonata Malmgren, 1867 | + | + | | # | | | # |
| Nereis cfr maxillodentata Hutchings & Turvey, 1982 | + | + | + | # | # | # | |
| Nereis sp. 1 | | | + | | | | # |
| Nereis sp. 2 | | | + | | | | # |
| Perinereis cultrifera (Grube, 1840) | + | + | + | # | # | # | |
| Platynereis dumerilii (Audouin & Milne-Edwards, 1833) | + | + | + | # | # | # | # |
| Platynereis coccinea (Delle Chiaje, 1841) | + | + | + | # | # | # | # |
| **Famiglia APHRODITIDAE** | | | | | | | |
| Pontogenia chrysocoma (Baird,1865) | + | + | + | # | # | # | # |
| **Famiglia POLYNOIDAE** | | | | | | | |
| Lepidonotus clava (Montagu, 1808) | + | + | + | # | # | | |
| Adyte pellucida (Ehlers, 1864) | | + | | | | | # |
| Harmothoe spinifera (Ehlers, 1864) | + | + | + | # | | # | # |
| **Famiglia CHRYSOPETALIDAE** | | | | | | | |
| Chrysopetalum debile (Grube, 1855) | + | + | + | # | # | # | # |
| **Famiglia EUPHROSYNIDAE** | | | | | | | |
| Euphrosyne foliosa (Audouin & Milne-Edwards, 1833) | + | + | + | # | # | # | # |
| **Famiglia EUNICIDAE** | | | | | | | |
| Eunice vittata (Delle Chiaje, 1828) | | + | + | | | | # |
| **Famiglia HESIONIDAE** | | | | | | | |
| Kefersteinia cirrata (Keferstein, 1862) | + | + | + | # | # | # | # |
| Nereimyra punctata (Müller, 1776) | | | + | # | | # | |
| Ophiodromus agilis (Ehlers, 1864) | | + | + | # | # | # | # |
| Orseis pulla Ehlers, 1864 | | | + | | | | # |
| **Famiglia SYLLIDAE** | | | | | | | |
| Amblyosyllis dorsigera Claparède, 1864 | + | + | + | | | # | # |
| Eusyllis assimilis Marenzeller, 1875 | | | + | | | | # |
| Odontosyllis ctenostoma Claparède, 1868 | + | + | + | # | # | # | # |
| Odontosyllis gibba Claparède, 1863 | + | + | + | | # | # | # |
| Odontosyllis fulgurans (Audouin & Milne-Edwards, 1934) | + | | | | | # | |
| Pionosyllis lamelligera Saint-Joseph, 1887 | + | + | + | # | # | # | # |
| Pionosyllis morenoae San Martin, 1984 | + | | + | | # | # | \ |
| Pionosyllis divaricata Keferstein, 1862 | + | + | + | | # | # | # |
| Pionosyllis cfr longocirrata Saint-Joseph, 1856 | + | + | + | # | # | # | # |
| Pionosyllis serrata Southern, 1914 | + | + | + | | # | # | # |

| | Stazione | | | Profondità in metri | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ME | PA | AR | -1 | -5 | -10 | -15 |
| Pionosyllis sp. | | + | | # | | | |
| Syllides fulvus Marion & Bobretzy, 1875 | + | + | + | # | # | # | # |
| Brania oculata Hartmann-Schroeder, 1960 | + | + | + | | | # | # |
| Brania pusilla (Dujardin, 1839) | + | + | + | # | # | # | # |
| Exogone dispar Webster, 1879 | + | + | + | | # | # | # |
| Exogone naidina Oersted, 1845 | + | + | + | # | # | # | # |
| Exogone rostrata Naville, 1933 | | + | | | | | # |
| Exogone verugera (Claparède, 1868) | + | + | | # | # | | # |
| Grubeosyllis clavata (Claparède, 1864) | + | + | + | # | # | # | # |
| Grubeosyllis limbata (Claparède, 1868) | + | + | + | # | # | # | # |
| Grubeosyllis vieitezi (San Martin, 1984) | | | + | | # | | |
| Grubeosyllis sp. | + | | + | # | | | |
| Sphaerosyllis hystrix Claparède, 1863 | | | + | # | | | |
| Sphaerosyllis ovigera Langerhans, 1879 | | + | | # | # | | |
| Sphaerosyllis pirifera Claparède, 1868 | + | + | + | # | # | # | # |
| Sphaerosyllis austriaca Banse, 1859 | + | + | + | # | # | # | # |
| Branchiosyllis exilis (Gravier, 1900) | + | + | + | # | # | # | # |
| Ehlersia ferrugina (Langerhans, 1881) | + | + | + | # | # | # | # |
| Eurysyllis tuberculata Ehlers, 1864 | + | + | + | # | # | # | # |
| Haplosyllis spongicola (Grube, 1855) | + | + | + | # | # | # | # |
| Pseudosyllis brevipennis Grube, 1863 | + | + | + | # | # | # | # |
| Syllis armillaris O.F. Müller, 1771 | + | + | + | # | # | # | # |
| Syllis cfr beneliahuae Campoy & Alquezar, 1982 | + | | + | # | | # | |
| Syllis bouvieri Gravier, 1900 | + | + | + | # | # | # | # |
| Syllis columbretensis Campoy, 1982 | + | + | + | # | # | # | # |
| Syllis golfonovoensis (Hartmann-Schröder, 1962) | + | | | | # | | |
| Syllis gracilis Grube, 1840 | + | + | + | # | # | # | # |
| Syllis krohnii Ehlers, 1864 | + | + | + | # | # | # | # |
| Lysidice collaris Grube, 1870 | + | + | + | # | | # | # |
| Lysidice ninetta Audouin & Milne-Edwards, 1833 | + | + | + | # | # | # | # |
| Lysidice sp. | | + | + | | # | | # |
| Nematonereis unicornis Schmarda, 1861 | + | + | + | # | # | # | # |
| Palola siciliensis (Grube, 1840) | + | + | + | # | # | # | # |
| **Famiglia LUMBRINERIDAE** | | | | | | | |
| Lumbrineris coccinea (Renier, 1804) | + | + | + | # | | # | # |
| Scoletoma funchalensis (Kinberg, 1865) | + | + | + | # | # | # | # |
| Lumbrineris latreilli Audouin & Milne-Edwards, 1834 | + | | + | | # | # | |
| Scoletoma impatiens (Schmarda, 1861) | + | + | + | # | # | # | # |
| Lumbrineriopsis paradoxa (Saint-Joseph, 1888) | | + | | # | # | | |
| **Famiglia ARABELLIDAE** | | | | | | | |
| Arabella geniculata (Claparède, 1868) | + | | + | # | | | |
| **Famiglia DORVILLEIDAE** | | | | | | | |
| Dorvillea rubrovittata (Grube, 1855) | + | + | + | # | # | # | # |

| | Stazione | | | Profondità in metri | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ME | PA | AR | -1 | -5 | -10 | -15 |
| **Famiglia TRICHOBRANCHIIDAE** | | | | | | | |
| Trichobranchus glacialis Malmgren, 1866 | + | + | + | | # | # | # |
| **Famiglia TEREBELLIDAE** | | | | | | | |
| Eupolymnia nebulosa (Montagu, 1818) | + | + | + | # | # | # | # |
| Eupolymnia nesidensis (Delle Chiaje, 1828) | + | + | + | # | # | # | # |
| Nicolea venustula (Montagu, 1818) | + | + | + | # | # | # | # |
| Pista cretacea (Grube, 1860) | | + | + | | | | # |
| Thelepus cincinnatus (Fabricius, 1780) | + | + | + | # | # | # | # |
| Thelepus triserialis (Grube, 1855) | + | + | + | # | # | # | # |
| Polycirrus aurantiacus Grube, 1860 | + | + | + | # | # | # | # |
| **Famiglia SABELLIDAE** | | | | | | | |
| Fabricia stellaris (Müller, 1774) | + | + | | | # | # | # |
| Pseudofabricia aberrans Cantone, 1972 | + | + | + | # | # | | # |
| Amphicorina armandi (Claparède, 1864) | + | + | + | # | # | # | # |
| Amphicorina cfr armandi (Claparède, 1864) | + | + | | | # | # | # |
| Amphicorina eimeri (Langerhans, 1880) | + | + | + | # | # | # | # |
| Amphicorina cfr eimeri (Langerhans, 1880) | + | + | + | # | # | # | # |
| Amphicorina sp. | + | + | + | # | # | # | |
| Amphiglena mediterranea (Leydig, 1851) | + | + | + | # | # | # | # |
| Branchiomma lucullanum (Delle Chiaje, 1828) | + | | + | | | # | # |
| Laonome salmacidis Claparède, 1868 | + | | + | # | # | | |
| Pseudopotamilla reniformis (Bruguiere, 1789) | + | | + | | # | # | |
| Pseudopotamilla sp. | | | + | | # | | |
| **Famiglia SERPULIDAE** | | | | | | | |
| Filograna implexa Berkeley, 1827 | + | + | + | # | # | # | # |
| Hydroides pseudouncinatus Zibrowius, 1968 | | + | | | | # | # |
| Josephella marenzelleri Caullery & Mesnil, 1896 | + | | + | | # | # | # |
| Pomatoceros triqueter (Linnaeus, 1767) | | | + | # | | | |
| Serpula concharum Langerhans, 1880 | | + | | | | # | |
| Serpula vermicularis Linnaeus, 1767 | | | + | # | | | # |
| Spirobranchus polytrema (Philippi, 1844) | + | | | | # | # | # |
| Vermiliopsis infundibulum (Philippi, 1844) | | + | | | | # | |
| Vermiliopsis striaticeps (Grube, 1862) | + | + | + | # | # | # | |
| **Famiglia SPIRORBIDAE** | | | | | | | |
| Janua pagenstecheri (Quatrefages, 1865) | + | | | # | | | |
| Simplaria pseudomilitaris (Thiriot-Quièvreux, 1965) | + | | | # | | | |

## Discussione e conclusioni

La fauna a policheti dell'infralitorale fotofilo di substrato duro dell'Isola di Ustica è ricca sia in numero di specie che in numero di individui. Sardà (1991) in un simile lavoro, svolto per l'insieme delle comunità fotofile dell'infralitorale superiore lungo le coste delle isole Baleari, ha ritrovato circa 20 specie in meno rispetto a quelle ritrovate ad Ustica. Anche in questo caso *S. prolifera*, *G. clavata*

*e A. mediterranea* si ritrovano fra le specie che dominano la comunità, manca tuttavia *S. truncata cryptica*. Le differenze osservate nei due periodi di campionamento sono attribuibili al diminuito ricoprimento algale della stagione autunnale. Si riscontrano infatti differenze nel numero di individui ma non nel numero di specie, che rimane sostanzialmente costante.

Dai dati raccolti ad Ustica viene confermata la presenza di *Sphaerodoropsis sphaerulifer* e *Leiochrides australis*, segnalate solo una volta nei mari italiani (Gravina *et al.*, 1996; Mollica, 1995). Alcune delle specie ritrovate ad Ustica come *Syllis* cfr *gerundensis*, *S.* cfr *louquei*, *Nereis* cfr *maxillodentata* ed il genere *Pulliella* non compaiono nella check list dei mari italiani (Castelli *et al.*, 1995). *Syllis* cfr *louquei* differisce dalla descrizione originale ed andrà probabilmente ridescritta come una nuova secie. *Syllis* cfr *beneliahuae, Syllis* cfr *gerundensis, Pionosyllis* cfr *longocirrata*, *Rullinereis* cfr *zebra, Amphicorina* cfr *eimeri* e *Amphicorina* cfr *armandi* presentano caratteri sistematici intermedi a quelli di altre specie dello stesso genere. Si tratta tuttavia di esemplari incompleti e poco numerosi per i quali non sono previste ulteriori indagini. Sarà necessario raccogliere invece nuovo materiale per classificare con precisione alcuni esemplari contrassegnati dalla dizione "sp.", come *Amphicorina* sp., *Lysidice* sp., *Nereis* sp.1, *Nereis* sp.2 ed altri, in quanto si tratta di individui con caratteristiche morfologiche peculiari, che non trovano riscontro tra le specie note per il Mediterraneo, ma che purtroppo sono presenti nel campionamento con numeri molto esigui.

**Bibliografia**

CASTELLI A., ABBIATI M., BADALAMENTI F., BIANCHI C.N., CANTONE G., GAMBI M.C., GIANGRANDE A., GRAVINA M.F., LANERA P., LARDICCI C., SOMASCHINI A., SORDINO P. (1995) - Annelida Polychaeta, Pogonophora, Echiura, Sipuncula. In: Minnelli A., Ruffo S & La Posta S. (eds.), *Checklist delle specie della fauna italiana*, 19, Calderini, Bologna: 45 pp.

GRAVINA M.E., MOLLICA E., SOMASCHINI A. (1996) – First report of *Leiochrides australis* (Polychaeta Capitellidae) from the Mediterranean sea and notes on the genus *Leiochrides*. *Marine Life*, **6** (1-2): 23-28.

MOLLICA E. (1995) – Censimento dei policheti dei mari italiani: Spaerodoridae Malmgrem, 1867. *Atti Soc. Tosc. Sci. Nat., Mem.*, Serie B, **102**: 55-58.

SARDA' R. (1991) - Polychaete communities related to plant covering in the mediolittoral and infralittoral zones of the Balearic Islands (Western Mediterranean). *Marine Ecology,* **12** (4): 343-360.

Lavoro realizzato con il contributo della Riserva Naturale Isola di Ustica.

Biol. Mar. Medit. (1999), 6 (1): 237-239

G. Bavestrello*, R. Cattaneo-Vietti, C. Cerrano, S. Lanza,
M. Maccarone, G. Magnino, A. Sarà, R. Pronzato

Dipartimento per lo studio del Territorio e delle sue Risorse, Università di Genova,
Via Balbi, 5 - 16126 Genova, Italia.
*Istituto di Scienze del Mare, Università di Ancona, Via Brecce Bianche - 60131 Ancona, Italia.

# DISTRIBUZIONE DEI POPOLAMENTI DI GORGONIE DELL'ISOLA DI USTICA

## *DISTRIBUTION OF THE GORGONIAN POPULATIONS OF USTICA ISLAND*

***Abstract***

*The abundance and the distribution of the gorgonians along the Ustica Island cliffs were evaluated by means of line transects. The population healthy conditions were taken in account considering the percentage of colonies with epibiosis. Moreover the influence of mucilages on the living tissue of some species was considered.*

***Key-words:*** *Gorgonacea, epibiosis, mucilage, distribution.*

## Introduzione

I Gorgonacei sono importanti rappresentanti del benthos dei fondi duri circalitorali del Mediterraneo occidentale (Weinberg, 1978, Gili e Coma, 1998). Da alcuni anni questi organismi, *Paramuricea clavata* in particolare, sono soggetti a fenomeni di epibiosi e di mortalità massiva, le cui cause non sono state ancora del tutto chiarite (Bavestrello *et al.*, 1994; Harmelin e Marinopoulos, 1994; Mistri e Ceccherelli, 1995; Bavestrello *et al.*, 1997).

In questo studio è descritta la distribuzione dei gorgonacei lungo le falesie dell'Isola di Ustica, valutandone lo stato di salute. Sono state considerate inoltre le relazioni tra le gorgonie e le alghe mucillaginose. Infine sono stati ottenuti dati sui tassi d'insediamento.

## Materiali e metodi

La distribuzione e densità delle specie di gorgonacei è stata valutata in diverse stazioni attorno all'isola (Fig. 1) mediante conteggi su superfici standard di 10 $m^2$. Al fine di valutare il tasso di reclutamento di *P. clavata*, ogni esemplare di questa specie è stato eliminato da 3 aree di 1 $m^2$ ciascuna, 2 presso Punta dell'Arpa e 1 presso Omo Morto. Le aree sperimentali sono state visitate nei due anni successivi al prelievo. Tra le gorgonie prelevate, 30 sono state trapiantate in altre zone utilizzando una resina a due componenti. Informazioni sulla salute dei popolamenti sono state ottenute valutando la percentuale di individui interessati da fenomeni di epibiosi. Le relazioni tra il cenenchima delle gorgonie e le alghe mucillaginose che talvolta lo avvolgono, sono state valutate mediante l'osservazione di preparati istologici.

## Risultati

Le specie osservate e le densità relative sono indicate in Fig. 1. La specie che presenta il maggior numero di esemplari soggetti all'epibiosi è *P. clavata.* L'insorgere del fenomeno è scatenato da abrasioni del cenenchima, provocate da

lenze da pesca e ancoraggi, sulle quali si insediano gli epibionti. Lo studio delle diverse aree denudate sperimentalmente ha evidenziato che *P. clavata* ha un tasso d'insediamento superiore a 50 colonie $m^2$/anno, con una mortalità post-insediamento superiore al 60%. A distanza di un anno il trapianto ha mostrato buoni tassi di sopravvivenza in particolare per le colonie con altezza inferiore a 20 cm (86%).

Le sezioni istologiche del cenenchima delle gorgonie mostrano la presenza di alghe mucillaginose all'interno della cavità gastrica di numerosi polipi il cui stato di salute risultava buono anche per la presenza di uova e planule.

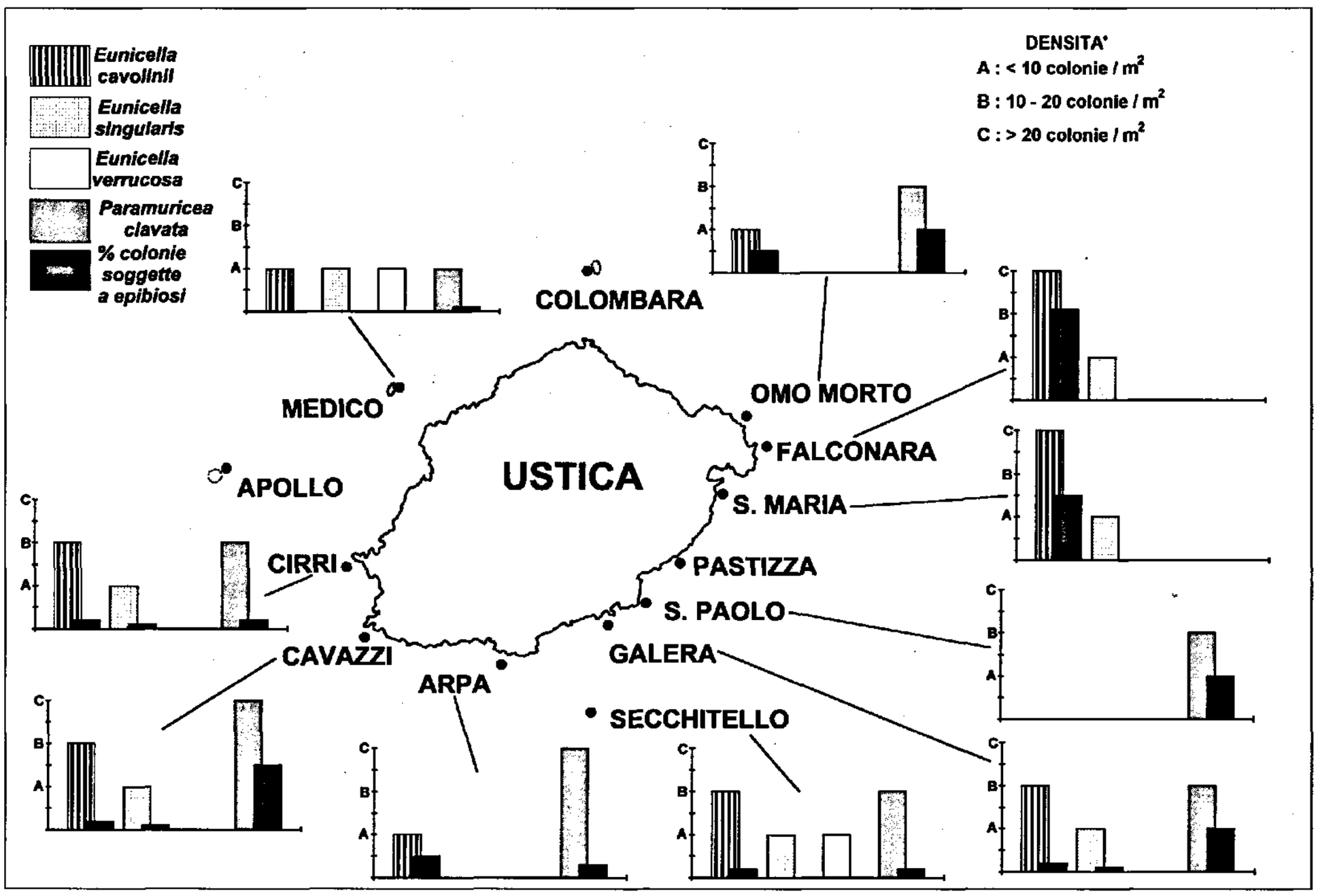



Fig. 1 - Densità e percentuale delle colonie soggette a epibiosi lungo la costa dell'Isola di Ustica.
*Density and percentage of colonies subject to epibiosis along the Ustica Island.*

## Discussione

I dati relativi alle densità dei popolamenti osservati rientrano nelle medie riportate per il mare Mediterraneo (Weinberg, 1978). I tassi di re-insediamento su superfici previamente ripulite risultano notevoli e rendono ragione delle veloci ricostituzioni di popolamenti osservate in seguito ai fenomeni di moria (Bavestrello *et al.*, 1994). Gli esperimenti di trapianto hanno dato risultati incoraggianti, suggerendo la possibilità di interventi di reintroduzione della specie.

La permanenza delle alghe mucillaginose per diverse settimane sui rami delle gorgonie può portare a fenomeni di necrosi del cenenchima. Ciò nonostante, la presenza delle alghe all'interno della cavità gastrica dei polipi di *P. clavata*, suggerisce un loro sfruttamento trofico.

## Bibliografia

BAVESTRELLO G., BERTONE S., CATTANEO-VIETTI R., CERRANO C., GAINO E., ZANZI D. (1994) - Mass mortality of *Paramuricea clavata* (Anthozoa - Cnidaria) on Portofino Promontory cliffs, Ligurian Sea, Mediterranean Sea. *Mar. Life,* **4:** 15-19.

BAVESTRELLO G., CERRANO C., ZANZI D., CATTANEO-VIETTI R. (1997) - Damage by fishing activities to the Gorgonian coral *Paramuricea clavata* in the Ligurian Sea. *Aquatic Conserv.: Mar. Freshw. Ecosys.,* **7** (243): 1-10.

GILI J.P., COMA R. (1998) - Benthic suspension feeders: their paramount role in littoral marine food webs. *TREE,* **13** (8): 316-321.

HARMELIN J. G., MARINOPOULOS J. (1994) - Population structure and partial mortality of the gorgonian *Paramuricea clavata* (Risso) in the North-Western Mediterranean (France, Port-Cros Island). *Mar. Life,* **4** (1): 5-13.

MISTRI M., CECCHERELLI V. U. (1995) - Damage and partial mortality in the gorgonian *Paramuricea clavata* in the Strait of Messina (Tyrrhenian Sea). *Mar. Life,* **5** (1): 43-49.

WEINBERG S. (1978) - Mediterranean octocorallian communities and the abiotic environment. *Mar Biol.,* 49: 41-57.

Biol. Mar. Medit. (1999), 6 (1): 240-242

M.C. BUIA, L. MAZZELLA, M.C. GAMBI, E. BRANDINI*, M. LORENTI,
G. PROCACCINI, M.B. SCIPIONE, A. TERLIZZI, V. ZUPO

Laboratorio di Ecologia del Benthos, Stazione Zoologica "A. Dohrn",
P.ta San Pietro - 80077 Ischia, Napoli, Italy.
*ISTTA-CNR, Taranto, Italy.

# PRELIMINARY DATA ON EPIPHYTIC FLORA AND VAGILE FAUNA OF THE *POSIDONIA OCEANICA* BEDS AT THE MARINE RESERVE OF USTICA ISLAND (SICILY)

## *DATI PRELIMINARI SU FLORA EPIFITA E FAUNA VAGILE DELLE PRATERIE DI* POSIDONIA OCEANICA *NELLA RISERVA MARINA DI USTICA (SICILIA)*

***Abstract***

*Algal epiphytes and vagile fauna have been studied in three* Posidonia oceanica *(L.) Delile beds off the Marine Reserve of the island of Ustica (Sicily). The high recorded values of plant density at deep beds (-25,-28 m) and animal diversity (especially in the totally protected area) testify the important role played by the Marine Reserve for the* Posidonia *ecosystem safeguard.*

***Key-words:*** Posidonia oceanica, *epiphytic algae, vagile fauna, Marine Reserve, Southern Tyrrhenian Sea.*

## Introduction

This research program is aimed at characterizing the structure of the *Posidonia oceanica* (L.) Delile beds in a protected area, such as the Marine Reserve of the island of Ustica (Sicily) is, as well as at studying composition and seasonal variability of some coenotic components related to both typological and environmental conditions of the beds. Moreover, the comparison of data obtained with those from *P. oceanica* systems of different Mediterranean areas may afford to single out possible biocoenotic differences, both structural and functional, in relationship to climatic changes, anthropogenic impact and/or different geographical gradients, and to assess the role of protected areas for the safeguard of this important coastal ecosystem.

## Materials and methods

Sampling was performed in summer 1996 (July) and winter 1997 (January) in continuous *P. oceanica* beds located in the following three areas characterized by different protection degree and different structural and environmental features, along a depth gradient:

*Sidoti Cove* (totally protected zone): summer samples (-25m); winter samples (-15m and -25m);

*Falconiera Cape* (partially protected zone): summer samples (-25m); winter samples (-15m and -25m);

*Arpa Point* (partially protected zone): summer samples (-25m).

In each site, shoot density (10 replicates) was measured and shoots for plant phenology (20 shoots) and epiphytic cover (5 shoots) were collected; vagile fauna

was collected by means of a hand-towed net (selective for the leaf stratum), and of an air-lift sampler (over 1 square meter).

## Results and discussion

The *Posidonia* beds studied have a upper limit located at 15 m depth and follow the steep profile of the bottom, down to 30-35 m depth. The values of plant shoot density recorded at the deep sites (i.e. at Sidoti Cove and Falconiera Cape, at 25 m depth ; Table 1), rank among the highest recorded in meadows growing at comparable depths (Pergent-Martini and Pergent, 1996). Moreover, plant density increases according to the depth (Table 1). These results are most probably due to both the high water transparency of Ustica waters and a low anthropic impact. The analysis of the leaf epiphytic macroalgae, at this moment limited to winter samples from Falconiera Cape, shows at both depths (-15 and -25 m) a dominance of the encrusting layer of Corallinaceae. To be noted that the frequency of the "*Posidonia* characteristic" species, *Myrionema orbiculare* J. Agardh, is lower at the deeper station.

Tab. 1 - Structural parameters of the *P. oceanica* beds; number of individuals and taxa of the main taxonomical groups of the vagile fauna; diversity and evenness values of the studied samples.
SC=Sidoti Cove; FC=Falconiera Cape; AP=Arpa Point; A=air-lift sampler; N=hand-towed net

*Parametri strutturali delle praterie a* P. oceanica*; numero degli individui e dei taxa dei principali gruppi tassonomici della fauna vagile; indici di diversità e di equitabilità dei campioni esaminati.*
*SC=Cala Sidoti; FC=Capo Falconiera; AP=Punta dell'Arpa; A=sorbona; N=retino*

| | July 1996 | | | | | | January 1997 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Site** | **SC-A** | **SC-N** | **FC-A** | **FC-N** | **AP-A** | **AP-N** | **SC-A** | **SC-N** | **SC-A** | **SC-N** | **FC-A** | **FC-N** | **FC-A** | **FC-N** |
| **Depth (m)** | **25** | **25** | **28** | **28** | **28** | **28** | **15** | **15** | **25** | **25** | **15** | **15** | **25** | **25** |
| **STRUCTURAL PARAMETERS** | | | | | | | | | | | | | | |
| **Cover (%)** | 40 | | 80 | | 80 | | 60 | | 40 | | 80 | | 80 | |
| **Mean shoot density (no/m²)** | 362±73 | | 321±77 | | 205±34 | | 262±76 | | 362±73 | | 225±43 | | 321±77 | |
| **L.A.I. (m²/m²)** | 9,24 | | 9,5 | | 4,3 | | 4,4 | | 4,4 | | 4,2 | | 4,8 | |
| **eroded apex (%)** | 8 | | 12,5 | | 25 | | 6,6 | | 6,6 | | 0 | | 3,4 | |
| **NUMBER OF INDIVIDUALS OF THE MAIN TAXONOMICAL GROUPS** | | | | | | | | | | | | | | |
| **Polychaeta** | 49 | 5 | 14 | 15 | 56 | 57 | - | - | 1 | 2 | 9 | - | - | 2 |
| **Mollusca** | 182 | 61 | 192 | 1204 | 265 | 951 | 69 | 18 | 13 | 19 | 23 | 237 | 112 | 257 |
| **Amphipoda** | 858 | 199 | 356 | 925 | 1093 | 1520 | 2 | 1 | 12 | 5 | 1 | 18 | 48 | 15 |
| **Isopoda** | 28 | 1 | 4 | 4 | 9 | 6 | - | - | - | - | 1 | - | 5 | 1 |
| **Tanaidacea** | 12 | 1 | 5 | 1 | 19 | 11 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| **Decapoda** | 6 | 28 | 1 | 34 | 8 | 65 | - | - | - | 1 | 1 | 4 | 2 | 1 |
| **Total indiv.** | 1135 | 295 | 572 | 2183 | 1450 | 2610 | 71 | 19 | 26 | 27 | 26 | 261 | 176 | 274 |
| **NUMBER OF SPECIES OF THE MAIN TAXONOMICAL GROUPS** | | | | | | | | | | | | | | |
| **Polychaeta (families)** | 13 | 3 | 6 | 4 | 5 | 5 | - | - | 1 | 2 | - | 2 | 4 | - |
| **Mollusca** | 39 | 15 | 26 | 43 | 27 | 36 | 13 | 12 | 7 | 6 | 7 | 15 | 14 | 12 |
| **Amphipoda** | 38 | 19 | 26 | 17 | 25 | 23 | 2 | 1 | 7 | 3 | 1 | 2 | 9 | 1 |
| **Isopoda** | 9 | 1 | 3 | 4 | 6 | 4 | - | - | - | - | 1 | - | 3 | 1 |
| **Tanaidacea** | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| **Decapoda** | 4 | 6 | 1 | 5 | 4 | 8 | - | - | - | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 |
| **Total taxa** | 105 | 45 | 63 | 74 | 68 | 77 | 15 | 13 | 15 | 12 | 10 | 21 | 31 | 15 |
| **DIVERSITY** | | | | | | | | | | | | | | |
| **Diversity (H')** | 3.73 | 2.92 | 2.93 | 2.40 | 2.52 | 2.63 | 1.42 | 2.45 | 2.41 | 1.99 | 1.75 | 1.35 | 2.34 | 1.02 |
| **Evenness (J)** | 0.79 | 0.76 | 0.70 | 0.55 | 0.59 | 0.60 | 0.53 | 0.96 | 0.89 | 0.80 | 0.76 | 0.44 | 0.68 | 0.38 |

The overall analysis of the vagile fauna shows opposite trends in both number of species (higher at Sidoti Cove), and of individuals (higher at Arpa Point) (Table 1). The diversity (H') and evenness (J) indices follow the same trend of the species richness (Table 1). Moreover, the highest faunal diversity and abundance at Sidoti Cove is observed in the air-lift sample, with respect to the net ones (Table 1). An opposite trend between net and air-lift samples has been observed in the other studied beds (Table 1). The peculiar trend shown by vagile fauna at Sidoti Cove may be related to the predation pressure, higher in the totally protected area, which is exerted mainly at the leaf-stratum level, and to the higher patchiness of the *P. oceanica* meadow at this site.

A common trend observed in the two beds where seasonal samples have been collected (Sidoti Cove and Falconiera Cape) is the paucity of the winter populations, in the number of species, individuals, and diversity (Table 1). This seasonal trend is in contrast to that observed in other deep *Posidonia* beds (i.e. Ischia island: Gambi *et al.*, 1992; Scipione *et al.*, 1996; Sardinia: Chessa *et al.*, 1989). The difference in the seasonal structure of the vagile fauna may be due to the high hydrodynamic disturbance occurring in winter along Ustica coast, in comparison with other less exposed meadows. It is worth mentioning that the January 1997 samples have been collected immediately after strong sea-storms.

In conclusion, the relatively high shoot density and biodiversity values recorded in the *P. oceanica* meadows around the island of Ustica, even though in this preliminary phase of analysis, testify the important role played by the Marine Reserve for the ecosystem safeguard.

**Acknowledgments**

Thanks are due to Dr S. Piraino (ISTTA-CNR, Taranto) and Mr A. Licciardi (Marine Reserve of Ustica) for assistance during SCUBA diving sampling. This work was funded by the Ustica Council, on behalf of the Natural Marine Reserve of the island of Ustica.

**References**

CHESSA L.A., BIONDA G., BUIA M.C., GAMBI M.C., LORENTI M., MAJ R., MANCONI R., MARTINELLI M., PINTUS M.G., RUSSO G.F., SCIPIONE M.B., TARAMELLI E., (1989) - Indagini su *Posidonia oceanica* nella Rada di Porto Conte (Sardegna Nord-Occidentale): caratteristiche della prateria e fauna vagile. *Oebalia*, **15** (1), N.S.: 99-107.

GAMBI M.C., LORENTI M., RUSSO G.F., SCIPIONE M.B., ZUPO V. (1992) - Depth and seasonal distribution of some groups of the vagile fauna of the *Posidonia oceanica* leaf stratum: structural and trophic analyses. *P.S.Z.N.I: Marine Ecology*, **13** (1): 17-39.

PERGENT-MARTINI C., PERGENT G. (1996) - Spatio-temporal dynamics of *Posidonia oceanica* beds near a sewage outfall (Mediterranean-France). In: J. Kuo, R.C. Phillips, D.I. Walker and H. Kirkman (eds) *Seagrass Biology. Proceedings of an International Workshop. Rottnest Island, Western Australia, 25-29 January 1996:* 299-306.

SCIPIONE M.B., GAMBI M.C., LORENTI M., RUSSO G.F., ZUPO V. (1996) - Vagile fauna of the leaf stratum of *Posidonia oceanica* and *Cymodocea nodosa* in the Mediterranean Sea. In: J. Kuo, R.C. Phillips, D.I. Walker and H. Kirkman (eds) *Seagrass Biology. Proceedings of an International Workshop. Rottnest Island, Western Australia, 25-29 January 1996:* 249-260.

Biol. Mar. Medit. (1999), 6 (1): 243-246

P. CARBONARA, D. BILELLO*, G. CAMINITA*, F. CAMINITA**, G. CASERTA*, A. LICCIARDI*, G. LO SCHIAVO*, C. NATALE*, R. ZAGAMI*

COISPA Tecnologia & Ricerca, C.P. 62 - 70042 Mola di Bari (Bari),Italia.
*Riserva Marina di Ustica, Ustica (Palermo), Italia.
**Cooperativa Pescatori, Ustica (Palermo), Italia.

# LO STUDIO DELLA CERNIA DI SCOGLIO (*EPINEPHELUS MARGINATUS*, LOWE 1834) NELLA RISERVA MARINA DI USTICA: OSSERVAZIONI SULLA CATTURA, LA RIABILITAZIONE ED IL RILASCIO DI INDIVIDUI MARCATI CON TRASMETTITORI ACUSTICI

## *STUDY OF THE DUSKY GROUPER (*EPINEPHELUS MARGINATUS, *LOWE 1834) IN THE MARINE RESERVE OF USTICA: OBSERVATIONS ON CATCH, RECOVERY AND RELEASING OF FISH TAGGED WITH ACOUSTIC TRANSMITTERS*

***Abstract***

*Within a study on the ecological behaviour of* Epinephelus marginatus *(Serranidae Family), this work deals with the capture of 7 adult specimens, their recovery from the swim bladder inflation by needle insertion into the abdomen cavity, and their releasing at sea, after the implantation of acoustic transmitter. The individuals of* E. marginatus *showed to bear very well the different kinds of handling, with survival of 100%.*

***Key-words:*** Epinephelus marginatus, *Ustica Marine Reserve, swim bladder inflation, releasing.*

## Introduzione

La cernia di scoglio *Epinephelus marginatus* è presente in Mediterraneo su fondali rocciosi e substrati coralligeni a profondità comprese generalmente fra 10 e 100 m (Bacci, 1969; Bombace, 1970). Le caratteristiche biologiche di questa specie, quali il lungo ciclo vitale (e.g. Kara e Derbal, 1995) e le modalità riproduttive (ermafroditismo proterogi̇nico con inversione in animali di taglia ed età elevate; e.g. Bruslè, 1985), la rendono particolarmente sensibile ad attività di prelievo incontrollato. Il declino di abbondanza degli stock di *E. marginatus* è stato, infatti, segnalato in diverse aree Mediterranee (e.g. Kara e Derbal, 1995), tanto da rendere necessaria l'introduzione di questa specie nell'elenco degli organismi che necessitano misure di gestione, in base alla Convenzione di Berna sulla Conservazione della Fauna Selvatica Europea e degli Habitat Naturali. La cernia di scoglio tende tuttavia a rioccupare i biotopi tipici, in particolari aree protette, nel momento in cui è limitata la pressione di pesca (Augier e Boudouresque, 1975). Nella Riserva Marina di Ustica *E. marginatus* rappresenta una delle specie di maggiore importanza. Inoltre, la presenza di aree a diverso grado di tutela e l'isolamento geografico forniscono condizioni favorevoli per lo studio dell'ecologia e del comportamento di questo teleosteo. D'altra parte, l'acquisizione di elementi conoscitivi su tali aspetti costituisce il primo passo per meglio comprendere gli effetti di azioni di tutela e per orientare, più in gene-

rale, possibili misure gestionali. Nell'ambito di una ricerca finalizzata all'ampliamento delle conoscenze sull'ecologia comportamentale della cernia di scoglio, questo lavoro ha riguardato la messa a punto di una procedura per la raccolta, il mantenimento ed il rilascio, in ambiente naturale, di esemplari di *E. marginatus*, dopo marcatura con trasmettitori acustici (Økland *et al.*, 1999).

## Materiali e metodi

La cattura delle cernie di scoglio è avvenuta, nel periodo ottobre-novembre 1998, utilizzando il sistema dei "filacciuoli" innescati prevalentemente con sugarelli e, più raramente, il "palangaro di fondo. Per ogni esemplare catturato è stata rilevata la posizione geografica del sito e la profondità. Gli animali erano quindi mantenuti a bordo, in una vasca da 200 l con continuo ricambio d'acqua, e rapidamente trasportati in un impianto a ciclo chiuso, ubicato sull'isola di Ustica. I soggetti con vescica natatoria dilatata ed addome rigonfio, per la decompressione dei gas in fase di risalita, erano sedati con tricaina metansulfonato alla dose di 80 ppm e riabilitati al galleggiamento positivo mediante inserzione di un ago (mm 0,65x30) nella parete ventrale della cavità addominale. Il drenaggio dell'aria avveniva mantenendo l'animale in acqua ed aveva termine quando era osservata la scomparsa della tensione addominale. I soggetti erano quindi marcati con un tag numerato inserito nella muscolatura dorsale, dopo aver raccolto i dati di lunghezza e peso totale. Le cernie che presentavano escoriazioni o ferite erano sottoposte, per un periodo di circa 6 giorni, a profilassi sanitaria, secondo quanto riportato da Spedicato *et al.* (1995). Al termine di un periodo di osservazione, ogni esemplare era trasferito in una gabbia sommersa del volume di circa 7 $m^3$. L'alimentazione era a base di prodotto fresco (pesci, cefalopodi). Ogni cernia era prelevata, posizionando nella gabbia un tubo di diametro opportuno, ed era trasportata nelle vasche a ciclo chiuso, 48 ore prima dell'impianto del trasmettitore acustico. Al termine dell'intervento chirurgico (Økland *et al.*, 1999), ogni esemplare era rapidamente trasferito in una vasca del volume di 400 l, con insufflazione continua di aria. Dopo un periodo di osservazione di 48 ore, successivo all'intervento, gli esemplari erano quindi trasportati sul luogo di rilascio, in zona A della Riserva Marina. Il comportamento nella fase immediatamente successiva al rilascio era rilevato mediante osservazioni subacquee.

## Risultati

Gli esemplari (n=7) sono stati catturati durante le ore diurne a profondità comprese fra 10 e 30 m e, nella maggior parte dei casi, a 25 m di profondità. Le taglie erano comprese nell'intervallo 2-5,4 kg. Durante le operazioni di pesca non è stata osservata mortalità. Eccetto che per un esemplare del peso di 2,1 kg, catturato a 10 m di profondità, per tutti i soggetti si è resa necessaria la riabilitazione al nuoto, che ha dato risultati positivi nel 100% dei casi. E' stato successivamente osservato, sia in vasca, che in gabbia e in ambiente naturale, che tutti gli animali presentavano movimenti di nuoto con caratteristiche armoniche. Gli esemplari, reimmessi nelle vasche a seguito dell'intervento chirurgico, mostravano un tempo di risveglio compreso fra 5 e 7 minuti. Riacquisita la posizione di galleggiamento positivo, gli animali si portavano sul fondo della vasca, iniziando a ventilare con ritmi lenti, ma regolari. Al momento del rilascio nell'area di riserva integrale (Cala Sidoti, profondità circa 10 m) è stato possibile

seguire i primi movimenti di 6 individui marcati (4 raggiungevano il fondo alla ricerca di un rifugio, 2 una grotta, 1 la fessurazione di una roccia) e osservare che nell'ambiente circostante erano presenti altri esemplari di *E. marginatus*. La sopravvivenza ai diversi tipi di manipolazione è risultata pari al 100% (Lembo *et al.*, 1999).

## Discussione

Nonostante l'attrezzo di pesca fosse stato recuperato lentamente e le taglie dei soggetti catturati, nonché le profondità, non fossero particolarmente elevate, la maggior parte degli animali presentava dilatazione della vescica natatoria, fenomeno questo riscontrato sia nella cernia di scoglio, che in altri teleostei. Tuttavia, il metodo di drenaggio dei gas era un sistema rapido ed efficace per il recupero degli animali, senza evidenti conseguenze sulla funzionalità della vescica natatoria, come è stato possibile riscontrare nelle successive osservazioni. Questi risultati sono in accordo con quanto rilevato durante la costituzione di un parco riproduttori formato dal 1991 con individui di *E. marginatus*, catturati nello Ionio settentrionale (Spedicato *et al.*, 1995; Spedicato e Lembo, 1996), e con quanto riportato da Tucker *et al.* (1991) per *Epinephelus striatus*. Gli esemplari di *E. marginatus* presentavano inoltre una rapida capacità di ripresa anche a seguito dell'intervento chirurgico. Le osservazioni subacquee al momento del rilascio e le successive rilevazioni di telemetria, mediante tracking manuale (Lembo *et al.*, 1999), hanno evidenziato che gli animali sopravvissuti alla cattura avevano un elevato grado di tolleranza alle manipolazioni ed un rapido e completo riadattamento alle condizioni dell'ambiente naturale, con tassi di mortalità nulli.

**Ringraziamenti**

Questo lavoro è stato realizzato nell'ambito del Programma di Ricerca: "Messa a punto di una tecnica di biotelemetria per il restocking della cernia di scoglio (*Epinephelus marginatus*, Lowe 1834). Sottoprogramma Riserva Marina di Ustica", promosso dal Comune di Ustica.

**Bibliografia**

AUGIER H., BOUDOURESQUE C.F. (1975) – Dix ans de recherches dans la zone marine du Parc National de Port-Cros (France). *Ann. Soc. Sci. Nat. Archeol. Toulon*, **27**: 133-70.

BACCI G. (1969) - Biologia delle Secche della Meloria. 1. Prime ricerche e problemi di conservazione e di ripopolamento. *Boll. Pesca Piscicol. Idrobiol.*, **24** (1): 5-30.

BOMBACE G. (1970) - Notizie sulla malacofauna e sulla ittiofauna del coralligeno della Falesia. 3. I pesci della Falesia e delle "secche" costiere. *Quad. Ric. Sper. Palermo*, **14**: 59-71.

BRUSLÉ J. (1985) - Exposé synoptique des données biologiques sur les mérous *Epinephelus aeneus* (Geoffroy Saint Hilaire, 1809) et *Epinephelus guaza* (Linnaeus, 1758) de l' Océan Atlantique et de la Mediterranée. *FAO Synopsis sur les pêches*, **129**: 1-64.

KARA M.H., DERBAL F. (1995) – Morphométrie, croissance et mortalité du Mérou *Epinephelus marginatus* (Serranidae) des côtes de l'est algérien. *Cah. Biol. Mar.*, **36** : 229-237.

LEMBO G., FLEMING I.A., ØKLAND F., CARBONARA P., SPEDICATO M.T. (1999) - Homing behaviour and site fidelity of *Epinephelus marginatus* (Lowe, 1834) around the island of Ustica: preliminary results from a telemetry study. *Biol. Mar. Medit.* **6** (1): (in questo volume).

ØKLAND F, THORSTAD E.B., LEMBO G., RAGONESE S., SPEDICATO M.T. (1999)-Surgical procedures for implanting telemetry transmitters into the body cavity of *Epinephelus marginatus* (Lowe, 1834). *Biol. Mar. Medit.* **6** (1): (in questo volume).

SPEDICATO M.T., LEMBO G., DI MARCO P., MARINO G. (1995) - Preliminary results in

the breeding of dusky grouper *Epinephelus marginatus* (Lowe, 1834). *Cahiers Options Méditerranéennes CIHEAM,* **16**: 131-148.

SPEDICATO M.T., LEMBO G. (1996) - Formazione di uno stock di riproduttori di *Epinephelus marginatus* (Lowe, 1834): risultati preliminari. *Biol. Mar. Med.,* **3** (1): 430-431.

TUCKER J. W., PARSONS J.E., EBANKS G.C., BUSH P.G. (1991) - Induced spawning of Nassau Grouper *Epinephelus striatus. J. World Aquac. Society*, **22** (3): 187-191.

Biol. Mar. Medit. (1999), 6 (1): 247-249

R. CHEMELLO, M. MILAZZO, E. NASTA, S. RIGGIO

Dipartimento di Biologia Animale dell'Università, Via Archirafi, 18 - 90123 Palermo, Italia.

# STUDIO DELLA MALACOFAUNA DI ALGHE FOTOFILE NELLA RISERVA MARINA "ISOLA DI USTICA" (SICILIA SETTENTRIONALE)

## *STUDY OF THE MALACOFAUNA FROM PHOTOPHILIC ALGAE IN THE MARINE RESERVE OF USTICA ISLAND (NORTHERN SICILY, ITALY)*

***Abstract***

*A comparison between coastal marine mollusc data belonging to two surveys in the Ustica Marine Reserve has been carried out. The results point out: 1. a very rich and well diversified mollusc assemblage associated to the algal biocoenoses; 2. a marked pattern of distribution related to depth; 3. a less evident reserve effect.*

***Key-words:*** *marine reserve, Molluscs, Ustica, Mediterranean Sea.*

## Introduzione

Fra tutti i gruppi animali presenti nelle acque usticesi solo i Molluschi sono stati oggetto di uno studio specifico in un periodo precedente l'istituzione della riserva marina (Chemello, 1986). Essi, quindi, meglio di altri *taxa*, possono fornire lo stato iniziale delle conoscenze da cui partire per una corretta valutazione degli effetti dell'opera di protezione. Gli scopi della ricerca sono stati:

1. elaborare un confronto tra i dati attuali e quelli antecedenti l'istituzione della Riserva Marina.
2. Completare le liste specifiche dei Molluschi dell'Isola di Ustica.

## Materiali e metodi

Nel giugno 1997 è stata effettuata una campagna di campionamento su tre transetti a differente esposizione e grado di protezione (Punta Megna, ad ovest, riserva integrale; Punta dell'Arpa, a sud, riserva parziale; Parrino, a nord-est, riserva generale). In ogni transetto sono state individuate 8 stazioni di campionamento tra -30 e 0 m di profondità, su alghe fotofile. Nella fase di campionamento si è provveduto ad asportare la componente biologica su una superficie di 400 $cm^2$ utilizzando la tecnica integrata di Chemello e Russo (1997).

Come dati di confronto sono stati utilizzati quelli di Chemello (1986) che aveva campionato con le stesse tecniche, lungo gli stessi transetti ed alle stesse profondità.

I dati sono stati elaborati utilizzando indici di frequenza e dominanza, indici di diversità specifica e l'analisi fattoriale delle corrispondenze (Benzecrì, 1973).

## Risultati

Nei campioni del 1997 sono stati contati ed identificati 8932 individui appartenenti a 208 specie. Di queste 169 sono Gasteropodi (81,2%), 29 Bivalvi (14%)

e 10 Poliplacofori (4,8%). Per l'analisi prevista dal primo obiettivo è stata tenuta in considerazione solamente la fauna a Gasteropodi. Riguardo ai risultati del confronto tra le due campagne di campionamento:

1. tra il 1986 ed il 1997 la composizione complessiva del popolamento si è mantenuta relativamente costante, con una dominanza a carico dei Rissoidi. Su 169 specie di Gasteropodi raccolte nel 1997, 39 (23% del popolamento) sono segnalate per la prima volta, mentre 38 specie campionate nel 1986 (27%) non sono state più rinvenute. Una differenza sostanziale riguarda l'importanza degli Opistobranchi (*Aplysia* spp. e *Thuridilla hopei* tra gli altri), che sono più abbondanti nel 1986 rispetto al 1997.

La maggior parte delle specie continua ad essere presente nei popolamenti ad alghe fotofile, sebbene abbia modificato il proprio valore di dominanza. Ad esempio, nel 1986 tra i Gasteropodi era dominante *Omalogyra atomus*, scarsamente rappresentativo nei campioni 1997, a loro volta dominati da *Bittium latreillii.*

2. Il confronto tra coppie di campioni raccolti nelle due annate e negli stessi transetti mostra che nella zona "A" (riserva integrale) la diversità rimane pressoché costante nel tempo mentre varia sia in zona "B" (riserva parziale) che in zona "C" (riserva generale). Il confronto della diversità per transetto continua ad evidenziare lo stesso andamento, enfatizzando soprattutto le differenze in zona "B".

Nell'analisi fattoriale delle corrispondenze di entrambi gli anni di campionamento si osserva il mantenimento del principale fattore, rappresentato dal gradiente di profondità, alquanto più potente di un eventuale "effetto riserva" che non sembra manifestarsi nei dati del 1997.

## Conclusioni

Le analisi effettuate hanno permesso di evidenziare che il fattore strutturante la malacofauna associata alle alghe fotofile continua ad essere il gradiente di profondità - interpretabile come variazione del tipo di idrodinamismo (Chemello e Russo, 1997; Chemello *et al.*, 1997) - mentre gli effetti derivanti dall'istituzione dell'area marina protetta sono di difficile interpretazione. Rispetto a quanto conosciuto dalla bibliografia (Boudouresque *et al.*, 1992), si osserva che nella zona di protezione integrale la diversità si mantiene costante nel tempo mentre diminuisce nelle zone di riserva parziale e generale.

I meccanismi che potrebbero spiegare questa osservazione, che andrebbe calibrata considerando le variazioni indotte dall'opera di protezione contro le variazioni naturali dei popolamenti, sono riconducibili a quelli complessivi teorizzati per l'"effetto cascata" (McClanahan, 1989).

## Bibliografia

BENZECRÌ J.P. (1973) - *L'analyse des données. Tome II: L'analyse des correspondances*. Dunod, Paris: 619 pp.

BOUDOURESQUE C.F., CALTAGIRONE A., LEFEVRE J.R., RICO V., SEMROUD R. (1992) - Macrozoobenthos de la reserve naturelle de Scandola (Corse, Mediterranee North-occidentale). Analyse pluriannuelle de l'effet reserve. In: *Economic impacts of the Mediterranean coastal protected areas.* Ajaccio, September 1991. J. Olivier, N. Gerardin et A. Jeudy de Grissac. Eds MEDPAN Secretariat public. FR: 15-20.

CHEMELLO R. (1986) - Studio della malacofauna costiera dell'isola di Ustica (Gastropoda). *Lavori S.I.M.*, Palermo, **22**: 51-76.

CHEMELLO R., DI PIAZZA F., DIELI T., RIGGIO S. (1997) - Struttura della malacocenosi associata ad alghe fotofile: effetti della profondità e della complessità di habitat. *Biol. Mar. Medit.*, **4** (1): 167-168.

CHEMELLO R., RUSSO G.F. (1997) - The molluscan Taxocoene of photophilic algae from the Island of Lampedusa (Strait of Sicily, southern Mediterranean). *Bollettino Malacologico*, **33** (5-8): 95-104.

McCLANAHAN T.R. (1989) - Kenian coral reef-associated gastropod fauna: a comparison between protected and unprotected reefs. *Mar. Ecol. Progr. Ser.*, **53**: 11-20.

Il lavoro è stato finanziato con il contributo "Riserva Marina di Ustica" del Ci.Ri.TA.

Biol. Mar. Medit. (1999), 6 (1): 250-252

G. Corriero, L. Scalera Liaci, M. Gristina*, R.Chemello**,
S. Riggio**, M. Mercurio

Dipartimento di Zoologia, Università di Bari, Via Orabona, 4 - 70125 Bari, Italia.
*I.T.P.P.-C.N.R., Mazara del Vallo, Trapani, Italia.
**Dip. Biologia Animale, Università di Palermo, Palermo, Italia.

# COMPOSIZIONE TASSONOMICA E DISTRIBUZIONE DEL MACROZOOBENTHOS IN AMBIENTI DI GROTTA SEMISOMMERSA DELLA RISERVA NATURALE MARINA "ISOLA DI USTICA"

## *TAXONOMIC COMPOSITION AND DISTRIBUTION OF THE MACROZOOBENTHOS FROM SEMISUBMERGED CAVES AT THE NATURAL MARINE RESERVE "ISOLA DI USTICA"*

***Abstract***

*Fifty-four species of Porifera, recorded from seven semisubmerged caves at Ustica Island (Tyrrhenian Sea) show a peculiar distribution related to the water movement intensity. Fourty-four species of Porifera, 28 of Bryozoa, and 64 of Mollusca have been recorded from one of these caves: the Grotta Verde. The relationship between their distributional pattern and the major environmental factors is discussed.*

***Key-words:*** *Porifera, Bryozoa, Mollusca, Marine caves, Tyrrhenian Sea.*

## Introduzione

Le grotte marine sono tra le emergenze naturalistiche più suggestive e meglio conosciute della Riserva Marina di Ustica (Colantoni *et al.*, 1989; Giaccone e Drago, 1989; Colantoni *et al.*, 1990; Corriero, 1989; Corriero *et al.*, 1997 a, b). In considerazione della natura vulcanica dell'isola, la loro origine e morfologia è varia e tale varietà si riflette sulla qualità e sulla distribuzione dei popolamenti che ospitano. Nel presente lavoro si riportano i dati relativi ad uno studio sistematico ed ecologico sul macrozoobenthos di ambienti di grotta semisommersa dell'isola di Ustica. È stata effettuata un'indagine di carattere generale sulla spongofauna delle 7 principali cavità semisommerse dell'isola (la Grotta Azzurra, la Grotta della Pastizza, la Grotta delle Barche, la Grotta Verde, la Grotta Segreta, la Grotta della Colombaia e la Grotta dell'Oro). Inoltre, in uno di questi ambienti (la Grotta Verde), sono stati approfonditi aspetti relativi alla distribuzione qualitativa e quantitativa dei popolamenti a Poriferi, Briozoi e Molluschi in relazione all'andamento dei principali fattori ecologici (luce ed idrodinamismo).

## Materiali e metodi

Lo studio della spongofauna negli ambienti di grotta considerati è stato effettuato mediante grattaggio di superfici standard (400 $cm^2$) e prelievi qualitativi condotti lungo il gradiente esterno-interno. Per lo studio in dettaglio della distribuzione del macrozoobenthos è stata scelta la Grotta Verde, posta lungo il versante meridionale dell'isola di Ustica. L'ingresso ha una larghezza di circa 15 m; la volta è alta circa 1,5 m sul livello del mare. La grotta ha una lunghezza media di 25 m; la

sua parte immersa ha una larghezza minima di 7 m e massima di 20 m. La profondità raggiunge i 7 m all'ingresso, poi va degradando verso l'interno, dove, in prossimità dei massi affioranti, è di circa 0,2 m. Sono state fissate 8 stazioni di rilevamento e campionamento poste a 3 metri di distanza l'una dall'altra, lungo la direttrice esterno-interno della grotta. Nelle stesse stazioni si è inoltre provveduto alla misurazione dell'andamento dell'intensità luminosa mediante luxometro QSI submarine e dell'idrodinamismo mediante l'uso di sfere di gesso (Muus, 1968).

## Risultati

La spongofauna delle grotte semisommerse dell'isola di Ustica è risultata essere complessivamente costituita da 54 specie. Il numero di specie rinvenute oscilla tra 32 e 44 per le grotte del settore meridionale e tra 12 e 23 per le cavità che si aprono lungo il versante settentrionale della costa. La maggioranza delle specie rinvenute è ad habitus incrostante (57%); una cospicua percentuale (34%) è rappresentata da forme massive e ramificate di piccole dimensioni, mentre appare di minore entità (9%) la componente endolitica. Il popolamento mostra, in linea di massima, una caratteristica zonazione con dominanza di forme incrostanti in prossimità dell'imboccatura delle cavità; contemporanea presenza di forme endolitiche, incrostanti e massive nella porzione centrale delle cavità; piccoli cuscinetti massivi e sottili incrostazioni nella zona più interna, dove sono molto comuni specie "troglobie" quali *Petrobiona massiliana* e *Merlia normani*.

All'interno della Grotta Verde sono state complessivamente rinvenute 44 specie di Poriferi, 28 di Briozoi e 64 di Molluschi. La distribuzione del popolamento a Poriferi della Grotta Verde ricalca quella precedentemente descritta per le altre grotte semisommerse usticesi. Il popolamento a Briozoi è composto da 28 specie la maggior parte delle quali rinvenute nella porzione mediana ed interna della grotta ed è costituito da forme tipicamente sciafile con zoario crostoso fra le quali abbondano le colonie di *Celleporina caminata*. Il contingente di specie rinvenuto nelle stazioni più vicine all'imboccatura appare, invece, caratterizzato da forme euriece con portamento eretto e/o portante quali *Aetea* spp., *Crisia* spp. e *Scrupocellaria reptans*. Per i Molluschi i risultati del campionamento hanno portato all'identificazione di 64 specie, delle quali 51 Gasteropodi (79,68%), 11 Bivalvi (17,18%) e 2 Poliplacofori (3,12%). Le specie sono generalmente banali ed associate in prevalenza ai substrati duri fotofili superficiali o ai concrezionamenti sciafili di bassa e media profondità. Il popolamento è suddiviso in tre gruppi di specie: un primo gruppo, caratteristico del campione esterno e di quello dell'imboccatura, è legato ad alghe fotofile quali *Halopteris scoparia*; un secondo gruppo è caratteristico dei campioni raccolti tra i 3 e 9 metri dall'ingresso, dove sono ancora presenti alcune alghe del genere *Peyssonnelia*; mentre un terzo gruppo di specie, prevalentemente costituito da Bivalvi filtratori, è caratteristico dei campioni tra 12 e 18 metri dall'ingresso. Il campione raccolto dal fondo della grotta è privo di Molluschi.

I valori di penetrazione della luce all'interno della Grotta Verde indicano una repentina caduta dell'intensità luminosa già a partire dall'imboccatura dove giunge circa il 30% della radiazione solare esterna. Nella stazione successiva l'intensità luminosa si attenua ulteriormente raggiungendo valori prossimi al 4%. Procedendo ancora verso l'interno, la radiazione luminosa si attesta su valori prossimi all'1% e, nell'ultimo terzo della grotta, si porta su valori non più leggibili dallo strumento. L'idrodinamismo mostra un andamento relativamente omogeneo

nelle prime tre stazioni poste in prossimità dell'imboccatura della grotta, con valori simili a quello registrato nella stazione esterna (circa 50%). Nella rimanenente porzione della grotta, l'idrodinamismo decresce portandosi su valori compresi tra il 47% ed il 42% senza che sia possibile evidenziare un preciso gradiente.

## Conclusioni

La ridotta ricchezza specifica della spongofauna delle grotte superficiali del versante settentrionale di Ustica è probabilmente il risultato dell'intenso idrodinamismo che interessa questo settore dell'isola, esposto ai venti dominanti. In queste grotte, quindi, il moto ondoso agirebbe come fattore di stress meccanico sia riducendo la possibilità di insediamento sul substrato, che limitando la crescita di specie a sviluppo massivo o eretto. Dai dati ottenuti dal rilevamento condotto sui Poriferi, Briozoi e Molluschi all'interno della grotta Verde si può concludere che il fattore luce riveste una certa influenza, regolando prevalentemente la distribuzione dei popolamenti algali e, di conseguenza, dei Molluschi di epistrato che dominano nella stazione esterna e nei primi campioni in prossimità dell'apertura. Il fattore principale che regola la distribuzione della fauna sessile, però, sembra essere l'idrodinamismo che, nelle stazioni intermedie, favorisce l'impianto degli organismi filtratori che soppiantano il popolamento algale e, man mano che si procede verso l'interno della grotta, diventa fattore stressante per i popolamenti, che si riducono sia in valori di ricoprimento che in numero di specie.

### Bibliografia

COLANTONI P., GAMBA R., ALVISI M. (1989) - Rilevamento e aspetti geomorfologici della grotta dell'Accademia e del complesso sotterraneo della Pastizza. In: *La grotta dell'Accademia e il complesso sotterraneo della Pastizza nell'isola di Ustica. Accademia Internazionale Scienze e Tecniche Subacquee Ustica, quaderno* **2**: 7-16.

COLANTONI P., GAMBA R., ALVISI M. (1990) - Il complesso sotterraneo grotta Azzurra-grotta S. Francesco e la grotta Rosata nell'isola di Ustica. *Accademia Internazionale Scienze e Tecniche Subacquee Ustica, quaderno* **3**: 5-38.

CORRIERO G., (1989) - Primi dati sul popolamento di Poriferi delle grotte superficiali dell'isola di Ustica. *Nuova Thalassia*, **10** (suppl. 1): 585-588.

CORRIERO G., SCALERA LIACI L., GRISTINA M., RIGGIO S., MERCURIO M., (1997) - Composizione tassonomica e distribuzione della fauna a Poriferi e Briozoi di una grotta semisommersa della Riserva Marina di Ustica. *Biol. Mar. Medit.*, **4** (1): 34-43.

CORRIERO G., SCALERA LIACI L., PRONZATO R. (1997) - A new species of *Didiscus* Dendy, 1922 (Porifera, Demospongiae) from the Mediterranean Sea. *Ophelia*, **47** (1): 63-70.

GIACCONE G., DRAGO D. (1989) - Bionomia della grotta dell'Accademia. In: *La grotta dell'Accademia e il complesso sotterraneo della Pastizza nell'isola di Ustica. Accademia Internazionale Scienze e Tecniche Subacquee Ustica, quaderno* **2**: 39-41.

MUUS B.J. (1968) - A field method for measuring "exsposure" by means of plaster balls. *Sarsia*, **34**: 61-68.

Il lavoro è stato finanziato con il contributo "Riserva Marina di Ustica".

Biol. Mar. Medit. (1999), 6 (1): 253-255

E. GAINO, G. BAVESTRELLO*, C. CERRANO*, S. LANZA*,
M. MACCARONE*, G. MAGNINO*, A. SARÀ*, R. PRONZATO*

Dipartimento di Biologia animale ed ecologica, Via Elce di Sotto - 06123 Perugia, Italia.
*Dipartimento per lo studio del territorio e delle sue risorse, Università di Genova, Italia.

# LE SPUGNE COMMERCIALI DELL'ISOLA DI USTICA

## *COMMERCIAL SPONGES FROM USTICA ISLAND*

***Abstract***

*Commercial sponges (*Spongia officinalis *Linné, 1759 and* S. agaricina *Pallas, 1766) (Porifera, Demospongiae) are present, with different values of density, on four stations among thirteen examined along the coasts of Ustica Island. Underwater surveys and ultrastructural observations highlighted the health of these sponge banks.*

***Key-words:*** *Commercial sponges, Ustica Island,* Spongia officinalis, Spongia agaricina.

## Introduzione

*Spongia officinalis* Linné, 1759 e *S. agaricina* Pallas, 1766 sono tra le spugne commerciali più note ed utilizzate. A seguito di una grave epidemia che ha notevolmente ridotto la consistenza dei banchi nel Mediterraneo, lo sfruttamento di questa risorsa naturale è stato fortemente compromesso (Ben Mustapha e Vacelet, 1991; Pronzato e Gaino, 1991; Vacelet, 1991; Gaino *et al.*, 1992). Poiché la malattia altera profondamente lo scheletro di spongina, (Gaino e Pronzato, 1992) la spugna non è più commerciabile.

Lo studio dei popolamenti di queste due specie di poriferi, effettuato lungo le coste dell'Isola di Ustica, ha permesso di censire i banchi di spugne commerciali in questa zona e di verificarne lo stato di salute.

## Materiali e metodi

I dati sulla distribuzione e densità di *S. officinalis* e *S. agaricina* sono stati ottenuti considerando 13 diverse stazioni (Fig. 1). Il numero di esemplari è stato conteggiato lungo transetti verticali (10 m di larghezza) procedendo dalla superficie fino a 60 m di profondità. Lo stato di salute degli esemplari presenti nei transetti è stato valutato sia direttamente *in situ* che su subcampioni analizzati in laboratorio. L'integrità delle fibre scheletriche è stata verificata in microscopia elettronica a scansione (SEM).

## Risultati

Le due specie sono facilmente riconoscibili per la loro forma: massiva in *S. officinalis* ed a coppa in *S. agaricina*. Entrambe presentano una distribuzione occasionale lungo tutta la costa dell'Isola, mostrando tuttavia una maggiore densità in alcune zone (Fig. 1): Secca della Colombara (25-45 m), Banco Apollo (40-60 m), Scoglio del Medico (20-40 m) e al largo della Riserva Integrale (40-60 m). In queste stazioni è stata riscontrata una densità media di 1 esemplare/100

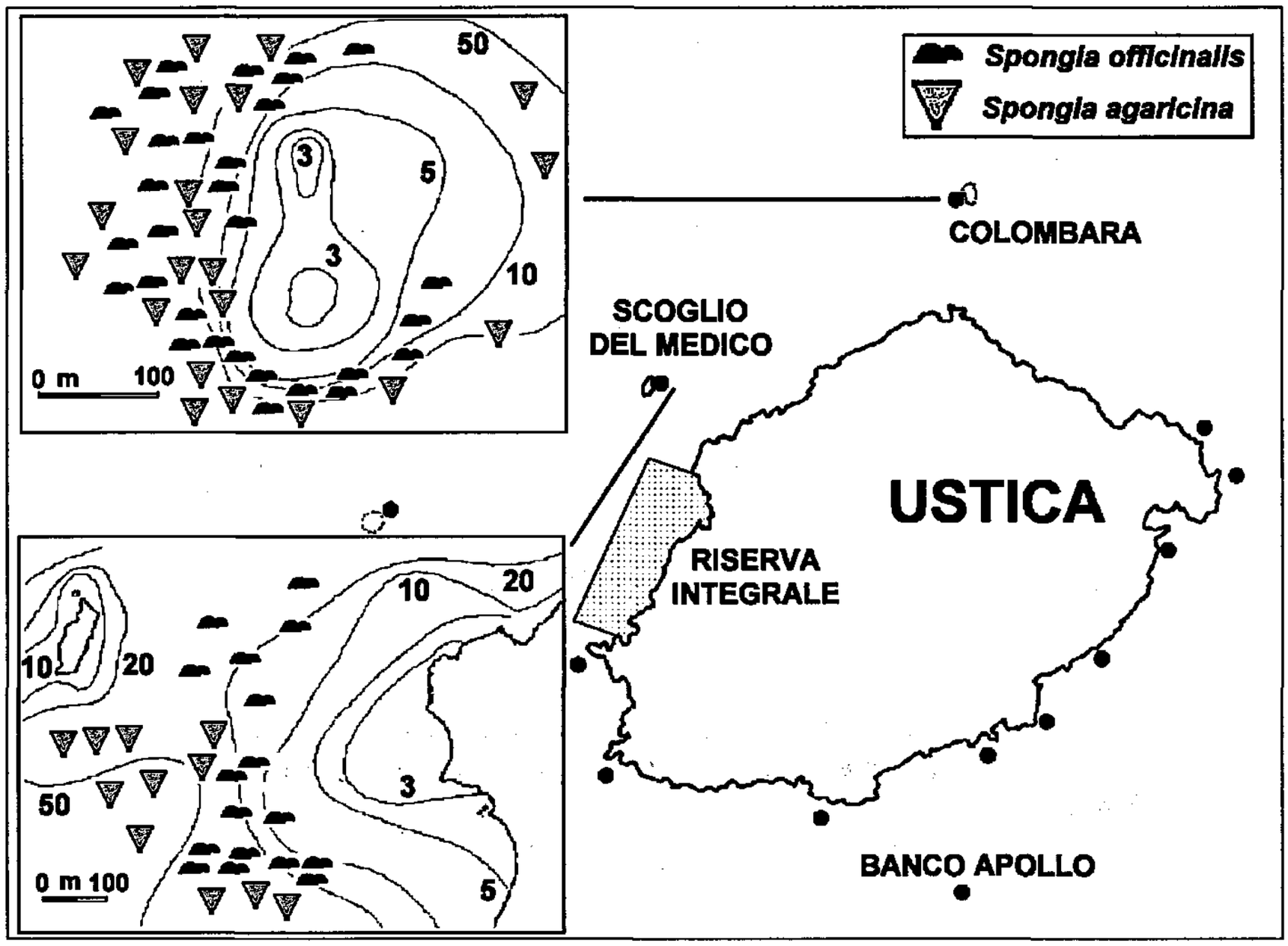



Fig. 1 - Distribuzione di *S. officinalis* e *S. agaricina* attorno all'Isola di Ustica. I punti indicano le stazioni di campionamento. In dettaglio le due stazioni a densità maggiore.

*Distribution of* S. officinalis *and* S. agaricina *around the Ustica Island. Dots indicate the sampling stations. In detail the two stations with the higher density.*

$m^2$ per *S. agaricina* e 40 esemplari/100 $m^2$ per *S. officinalis*. *S. agaricina* occupa soprattutto i fondali detritici orizzontali oltre i 40 m di profondità, mentre *S. officinalis* si insedia preferenzialmente sulle pareti rocciose subverticali oltre i 30 m. Alla base delle falesie gli areali delle due specie possono parzialmente sovrapporsi. Le osservazioni *in situ* non hanno rilevato la presenza di esemplari malati e le buone condizioni dei popolamenti sono state confermate anche dalle osservazioni ultrastrutturali.

## Discussione

*S. officinalis* presenta una densità simile a quella osservata in altre località del Mediterraneo (20-100 esemplari/100 $m^2$) (Pronzato *et al.*, 1996). Al contrario, la densità di *S. agaricina* è inferiore a quanto evidenziato in altre aree mediterranee. A Portofino, ad esempio, la specie ha una densità di 5 esemplari/100 $m^2$ (Pronzato *et al.*, 1998). E' interessante osservare che a Ustica il limite superiore delle due specie è notevolmente più profondo rispetto a quello delle popolazioni di altre aree. Questo fatto espone i popolamenti a condizioni di correnti elevate e a modeste escursioni termiche, condizioni che potrebbero spiegare la maggiore resistenza delle spugne di Ustica agli agenti patogeni che hanno decimato i popolamenti in altre regioni mediterranee (Pronzato e Gaino, 1991; Gaino e Pronzato, 1992; Gaino *et al.*, 1992). Ciò induce a pensare che i fondali usticesi potrebbero costituire un ambiente idoneo per la spongicoltura.

## Bibliografia

BEN MUSTAPHA K., VACELET J. (1991). - Etat actuel des fonds spongiferes de Tunisie. In: Boudouresque C.F., Avon M., Gravez V. (eds), *Les espèces marines à protegér en Méditerranée.* GIS Posidonie, Marseille: 43-46.

GAINO E., PRONZATO R. (1992) - Epidemie e pesca intensiva minacciano la sopravvivenza delle spugne commerciali del bacino Mediterraneo. *Boll. Mus. Ist. biol. Univ. Genova,* **56-57:** 209-224.

GAINO E., PRONZATO R., CORRIERO G., BUFFA P (1992) - Mortality of commercial sponges: Incidence in two Mediterranean areas. *Boll. Zool.* **59:** 79-85.

PRONZATO R., BAVESTRELLO G., CERRANO C. (1998) - Morpho-functional adaptations of three species of *Spongia* (Porifera Demospongiae) from a Mediterranean vertical cliff. *Bull. Mar. Sci.* **63** (2): 317-328.

PRONZATO R., GAINO E. (1991) - La malattia delle spugne commerciali: considerazioni storico-economiche. *Boll. Mus. Ist. biol. Univ. Genova,* **54-55:** 1-26.

PRONZATO R., RIZZELLO R., DESSY E., CORRIERO G., SCALERA-LIACI L. (1996) - Distribuzione e pesca di *Spongia officinalis* lungo il litorale ionico pugliese. *Boll. Mus. Ist. biol. Univ. Genova.* **60-61:** 79-89.

VACELET J. (1991) - Status des éponges commerciales en Mediterranèe. In: Boudouresque C.F., Avon M., Gravez V. (eds), *Les espèces marines à protegér en Méditerranée.* GIS Posidonie, Marseille: 35-42.

Biol. Mar. Medit. (1999), 6 (1): 256-258

M. GRISTINA, A. BALDUZZI*

IRMA/CNR, Via L. Vaccara, 61 - 91026 Mazara del Vallo, Trapani, Italia.
*DIP.TE.RIS., Università di Genova, Genova, Italia.

# PRIME OSSERVAZIONI SULL'ACCRESCIMENTO DI *MYRIAPORA TRUNCATA* SUI FONDALI DI USTICA (BRYOZOA: CHEILOSTOMATIDA)

## *PRELIMINARY DATA ON THE GROWTH OF* MYRIAPORA TRUNCATA *IN USTICA ISLAND (N/W SICILY) (BRYOZOA: CHEILOSTOMATIDA)*

***Abstract***

*Colonies of the erect bryozoan* Myriapora truncata *(Pallas, 1766) were labelled and monitored from June 1996 to June 1997 in two sites (4 and 12 m depth) of the Ustica marine reserve (Southern Tyrrenian sea). For each colony minimum and maximum diameter, together with height and number of branch tips were recorded. M. truncata showed wery low rate of growth and this feature has to be taken into account in the management of protected marine areas.*

***Key-words:*** *Bryozoan, Tyrrenian Sea, marine reserve, growth.*

## Introduzione

*Myriapora truncata* (Pallas, 1766), comunemente chiamata "falso corallo", è una specie eretta, ramificata e dall'intenso colore arancio, ampiamente diffusa nell'infra- e nel circalitorale roccioso del Mediterraneo. Nei fondali che circondano l'isola di Ustica questa specie è presente, in molti siti, con alti valori di densità, costituendo *facies* di grande pregio paesaggistico e naturalistico.

## Materiali e metodi

In prossimità della Grotta Verde, lungo il versante meridionale dell'isola, sono state scelte due stazioni di osservazione a batimetrie differenti, in ciascuna delle quali sono state marcate 10 colonie di *M. truncata*. La prima stazione, a -4 m, è stata posta sulla parete verticale di un masso di crollo che ostruisce l'ingresso della grotta; la seconda è stata posizionata sulla falesia pochi metri a ponente dell'imboccatura della Grotta Verde, su un fondale di -12 m.

Entrambe le stazioni, caratterizzate da ricchi popolamenti sciafili, risultano sufficientemente protette dall'azione degli ancoraggi e poco frequentate dal turismo subacqueo. Nelle due stazioni di osservazione è stato seguito, con misurazioni periodiche tra il giugno 1996 ed il giugno 1997, l'accrescimento delle colonie marcate di *M. truncata*. Approssimando ogni colonia ad un cono rovesciato a base ellittica sono stati misurati, ad ogni osservazione, l'altezza del cono, l'asse maggiore e minore della base e il numero di terminazioni dei rami, calcolando successivamente il "volume teorico" della colonia (volume del cono rovesciato).

## Risultati

Le colonie prese in considerazione presentavano inizialmente un asse maggiore compreso tra 1.6 e 3.8 cm a -4 m e tra 1.2 e 5.8 cm a -12 m e un'altezza compresa tra 1.5 e 3 cm a -4 m e tra 1.6 e 3.3 cm a -12 m, con un volume teorico compreso

tra 0.4 e 6.9 $cm^3$ a -4 m e tra 0.3 e 8.5 $cm^3$ a -12 m. Dalle misurazioni effettuate l'accrescimento di *M. truncata* è risultato piuttosto lento, nell'ordine di 0.5-0.9 cm/anno per ciascuna delle tre dimensioni, e concentrato quasi esclusivamente nel periodo aprile-luglio. La velocità di crescita appare leggermente più elevata nella stazione più profonda (Tab. 1). Poiché l'incremento in ognuna delle tre dimensioni, nell'intervallo dimensionale considerato, sembra corrispondere ad un accrescimento di tipo lineare ed indefinito, indipendente dalla taglia delle colonie, si è utilizzato l'incremento medio annuo come unità di misura per una stima, seppure solo indicativa, dell'età delle colonie prese in esame. Le due dimensioni che hanno fornito stime maggiormente confrontabili sono risultate l'asse maggiore e l'altezza: le colonie prese in esame a -4 m risulterebbero aver avuto, all'inizio delle osservazioni, età variabili da 3.2 a 7.6 anni se stimate in base all'asse maggiore, da 3.7 a 7.3 anni se stimate in base all'altezza; quelle a –12 m età variabili da 1.6 a 7.6 anni se stimate in base all'asse maggiore, da 1.7 a 3.4 anni se stimate in base all'altezza.

Tab. 1 - Valori di accrescimento annuo delle colonie.
*Mean of annual growth of the colonies.*

| | - 4 m | | | - 12 m | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | **med.** | min. | max. | **med.** | min. | max. |
| asse maggiore (cm/anno) | **0.50** | 0.00 | 0.90 | **0.76** | 0.30 | 1.30 |
| asse minore (cm/anno) | **0.55** | 0.00 | 1.10 | **0.70** | 0.30 | 1.00 |
| altezza (cm/anno) | **0.41** | 0.10 | 1.10 | **0.96** | 0.20 | 1.40 |
| volume teorico (cm3/anno) | **1.80** | 0.50 | 3.60 | **5.10** | 1.00 | 14.10 |

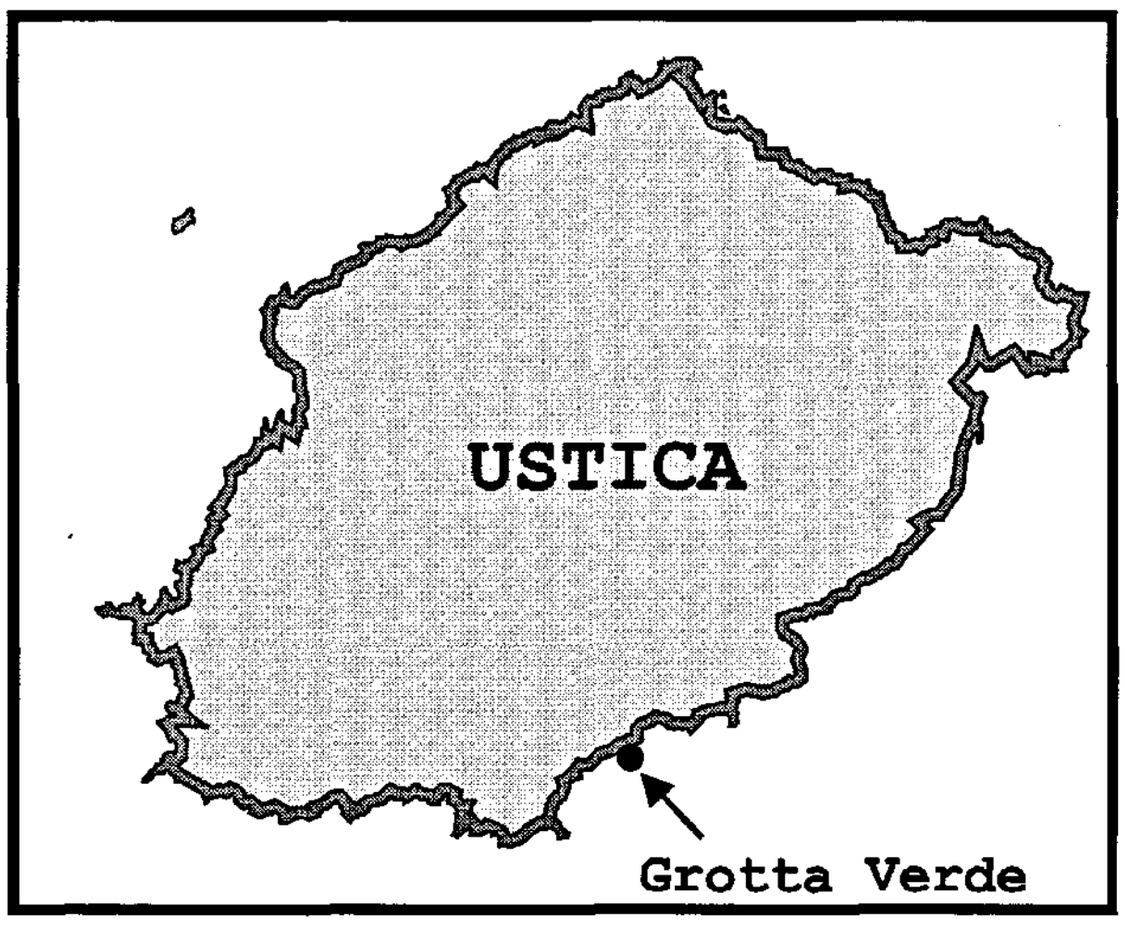



Fig. 1 - Localizzazione del sito di campionamento.
*Location of the sampling site.*

## Discussione e Conclusioni

Pur con le imprecisioni legate al metodo usato, la lentezza del tasso di crescita (ben inferiore, ad esempio, rispetto a quello recentemente osservato per *Pentapora fascialis* da Cocito *et al.*, 1998 e da Cocito e Ferdeghini, 1998) e la taglia ridotta delle colonie prese in esame fanno ritenere che questa specie possa vivere e svilupparsi in un arco di tempo piuttosto lungo: ipotizzando una crescita lineare si può stimare che una colonia con l'asse maggiore di 10 cm (tutt'altro che rara in natura) si sia sviluppata in 13-20 anni.

Considerando l'impatto che molte attività umane hanno sullo strato elevato del benthos (si veda ad esempio, per le attività subacquee, Coma e Zabala, 1994 e Sala *et al.*, 1996), una corretta gestione delle aree marine protette dovrà porre particolare attenzione alla salvaguardia di quelle associazioni più difficili da ricostituire, in quanto caratterizzate da specie a crescita lenta, come appunto *M. truncata*.

### Bibliografia

COCITO S., SGORBINI S., BIANCHI C.N., 1998. Aspects of the biology of the bryozoan *Pentapora fascialis* in the north-western Mediterranean. *Mar. Biol.*, **131:** 73-82.

COCITO S., FERDEGHINI F. (1998) Marcatura con colorante ed etichettatura: due metodi per misurare la crescita in briozoi calcificati. In: Piccazzo M. (ed), Atti XII *Congresso dell'associazione italiana di oceanologia e limnologia,* AIOL, Genova, **2:** 351-358.

COMA R., ZABALA M., 1994. Efecto de la frecuentación sobre las poblaciones de *Paramuricea clavata* en las Illes Medes. In: *Resumenes del VIII Simposio Ibérico de Estudios del Bentos Marino*. Universitat de Barcelona: 170-171.

SALA E., GARRABOU J., ZABALA M., 1996. Effects of diver frequentation on Mediterranean sublittoral populations of the bryozoan *Pentapora fascialis*. *Mar. Biol.*, **126:** 451-459.

Biol. Mar. Medit. (1999), 6 (1): 259-264

C. Chimenz Gusso, A. Lo Tenero*, G. Diviacco**, L. Nicoletti***

Dip. Biologia Animale e dell'Uomo, Università di Roma
"La Sapienza", Via dell'Università, 32 - 00185 Roma, Italia.
*Via Vittorio Spinazzola, 41 - 00100 Roma, Italia.
**Ufficio Parchi ed Aree Protette, Regione Liguria, Genova, Italia.
***Eureko s.c.r.l., Roma, Italia.

# CONTRIBUTO ALLA CONOSCENZA DELLA FAUNA INFRALITORALE A BRIOZOI DELLA RISERVA NATURALE MARINA DI USTICA

## *CONTRIBUTION TO THE KNOWLEDGE OF THE INFRALITTORAL BRYOZOA FAUNA FROM THE MARINE NATURAL RESERVE OF USTICA (SICILY)*

***Abstract***

*A total of 52 species of Bryozoa Gymnolaemata was found during a survey of the benthos in the Marine Natural Reserve of Ustica. Fifteen species were new for Ustica and one for the italian coasts. Species typical of infralittoral biocoenoses dominated, followed by "coralligenous" species. From the zoogeographical standpoint, the high percentage of Atlantic species witnesses the influence of the Atlantic current, while the high percentage of warm water elements is of climatic origin.*

***Key-words:*** *Bryozoa, Marine Reserve of Ustica, Western Mediterranean, shallow water, rocky bottoms.*

## Introduzione

Le informazioni disponibili sulla fauna a Briozoi di Ustica riguardano biotopi particolari, come alcune grotte (Corriero *et al.*, 1996; Corriero *et al.*, 1999; Di Geronimo *et al.*, 1993, 1997), fondi a Laminarie (Di Geronimo *et al.*, 1990; Giaccone, 1967), fondi mobili detritici costieri (Rosso, 1996), per un totale di 123 specie rinvenute. Mancano invece informazioni sulla fauna costiera di fondo duro infralitorale. I dati qui esposti, provenienti da una ricerca sugli aspetti faunistici, ecologici e bionomici delle biocenosi bentoniche costiere della Riserva Marina di Ustica, sono un contributo alla caratterizzazione della fauna infralitorale a Briozoi dell'isola.

## Materiali e metodi

Sono state campionate 11 stazioni di fondo duro: due, a profondità di 10 e 20 m, per ognuno dei transetti situati a Punta Megna (a NW dell'isola), Punta Omo Morto (NE), Punta Cavazzi, (SW); quattro, a 5, 10, 20 e 30 m, per il transetto di Punta Galera (SE); una nella Grotta delle Barche, a 8 m (SE). Il transetto P. Omo Morto è ubicato lungo una parete verticale, negli altri tre il fondale ha una pendenza moderata. A P. Galera la stazione a -5 m è su *Posidonia*. Il campionamento è stato effettuato nel Giugno 1994, mediante "grattaggio" in immersione con SCUBA di due aree di 400 $cm^2$ per stazione su una superficie subverticale. Sono stati calcolati: ricoprimento assoluto R in mmq per ciascuna specie (Boudouresque, 1971); indici di diversità H' (Shannon) e di equiripartizione E (Pielou) per ogni stazione. Le specie sono state assegnate a gruppi zoogeografici (Nicoletti *et al.*, 1996) e ripartite in forme zoariali (strisciante, petraliforme, incrostante-sottile monostratificata, incrostante-spessa pluristratificata, celleporiforme,

Tab. 1 - Ricoprimento in mmq delle specie ritrovate. 1. Gruppi ecologici: CR=ambienti criptici, LS=livelli superficiali fino a 20m; SU=ambienti sciafili; CO=precoralligeno-coralligeno; HP=Prateria di *Posidonia*. 2. Tipo di substrato: A=alghe; P=*Posidonia*; R=roccia; O=concrezioni organogene e molluschi vivi; X=ignoto; V=vario. 3. Forma zoariale: ST=strisciante; EF=eretta-flessibile; ER=eretta-rigida; IM=incrostante-sottile; IP=incrostante-spessa; PE=petraliforme; C=celleporiforme. *specie nuova per Ustica; **nuova per le coste italiane.

*Coverage in sqmm of the species found. 1. Ecological stocks: CR=cryptic habitats; LS=shallow water, till 20m; SU=sciaphilic habitats; CO=precoralligenous-coralligenous; HP=Posidonia meadows 2. Substratum type: A=algae; P=Posidonia; R=rock; O=organogenous concretions and living molluscs; X=unknown; V=various. 3. Zoarial type: ST=creeping; EF=erect-flexible, ER=erect-rigid; IP=thick-encrusting; IM=thin-encrusting; PE=petraliform; CE=celleporiform. *new for Ustica; **new for the Italian coasts.*

| | | | | Transetti | P. Cavazzi | | P. Megna | | P. Omo Morto | | P. Galera | | | | Grotta |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | Profondità in m. | 10 | 20 | 10 | 20 | 10 | 20 | 5 | 10 | 20 | 30 | 8 |
| SU | A | EF | VII | *Amathia lendigera* | 15 | - | - | - | 12 | - | - | - | - | - | - |
| SU | A | ST | IX | *Valkeria tuberosa* * | - | - | - | - | 110 | 80 | - | - | - | 216 | - |
| SU | A | EF | IIa | *Mimosella gracilis* | - | 3139 | 248 | - | - | 127 | - | 52 | 58 | 69 | - |
| LS | A | ST | VII | *Aetea anguina* * | 23 | 58 | 41 | 3 | 32 | 10 | - | - | - | 5 | - |
| LS | A | ST | VII | *Aetea lepadiformis* * | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 4 | - |
| CO | V | ST | VIII | *Aetea sica* * | - | 43 | - | - | 14 | 2 | 2 | 3 | - | 8 | - |
| LS | A | ST | VII | *Aetea truncata* | 2 | 3 | 3 | 1 | 2 | 5 | - | - | 1 | 1 | - |
| HP | P | IM | I | *Electra posidoniae* * | - | - | - | - | - | - | 2118 | 125 | - | - | - |
| CO | P | IM | Va | *Callopora dumerilii* | - | - | - | - | - | - | - | 25 | - | - | - |
| CR | R | IM | IIa | *Crassimarginatella solidula* | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 60 |
| CO | P | IM | IV | *Copidozoum tenuirostre* | - | - | - | - | - | - | 30 | - | - | - | - |
| CO | V | PE | VI | *Mollia patellaria* | 80 | 225 | - | - | 208 | - | - | - | 31 | 99 | - |
| CO | A | EF | VI | *Chlidonia pyriformis* * | - | 236 | 55 | 3 | 55 | 82 | - | - | - | - | - |
| CO | A | EF | VII | *Caberea boryi* | 109 | 100 | 19 | 10 | 390 | 81 | - | - | 50 | 6 | - |
| LS | A | EF | IV | *Scrupocellaria bertholleti* * | - | - | - | - | 41 | - | - | - | - | 6 | - |
| CO | A | EF | IIb | *Scrupocellaria delilii* | - | - | - | - | 6025 | 5479 | - | - | 1500 | 1450 | - |
| LS | A | EF | IIa | *Scrupocellaria reptans* * | 16 | 18 | - | - | 160 | 9 | - | - | - | 86 | - |
| CO | A | EF | IIb | *Scrupocellaria scrupea* * | - | 25 | - | - | - | - | - | - | - | 16 | - |
| CO | A | EF | VI | *Synnotum aegyptiacum* * | - | 3 | - | 10 | - | - | - | - | - | 6 | - |
| CO | V | PE | IV | *Beania hirtissima* | 85 | - | 12 | - | 295 | - | 100 | 50 | 46 | - | - |
| CO | A | PE | VII | *Beania magellanica* | - | - | - | - | 95 | 295 | - | - | - | 440 | - |
| CO | X | ST | IV | *Beania mirabilis* * | - | - | - | - | - | - | - | - | 10 | - | - |
| CO | V | PE | IIb | *Beania robusta* | - | - | - | - | - | - | 50 | 50 | - | - | - |
| SU | X | EF | I | *Bugula germanae* | - | 50 | - | - | - | - | - | - | - | 26 | - |
| CO | X | IM | IIa | *Puellina (P.) gattyae* * | - | 35 | - | - | - | - | - | - | 6 | - | - |
| CO | V | IM | IIa | *Puellina (C.) picardi* ** | - | - | - | - | - | 181 | 80 | 109 | - | - | - |
| CO | X | IM | | *Puellina (C.) hincksi* | - | - | - | - | - | 26 | - | - | - | - | - |
| CR | O | IP | IIa | *Escharoides coccinea* | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 20 |
| LS | X | IP | IX | *Watersipora cucullata* | 50 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| LS | O | IP | I | *Pentapora ottomulleriana* | 86 | 100 | - | - | 5296 | 6 | - | - | - | 6 | - |
| CO | O | IP | IX | *Parasmittina tropica* * | 100 | - | - | - | - | - | - | - | 70 | 25 | - |
| SU | R | IP | IIa | *Schizoporella dunkeri* | 25 | - | - | - | - | - | - | 25 | - | - | - |
| CO | X | IP | IIa | *Schizoporella longirostris* * | - | - | 6 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| LS | A | IP | IIa | *Schizobrachiella sanguinea* | 154 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| CO | A | IP | IIa | *Schizomavella* cfr *cuspidata* | - | - | - | - | 16 | - | - | - | - | - | - |
| CO | O | IP | IIa | *Schizomavella discoidea* | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 9 | 34 |
| CO | R | IP | I | *Schizomavella mamillata* * | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1050 | - |
| CO | A | IM | IIa | *Metroperiella lepralioides* | 6 | 9 | - | - | 103 | 226 | - | - | 17 | 40 | - |
| CR | R | IM | VIII | *Escharina dutertrei* | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 70 |
| CR | V | IM | Vb | *Escharina vulgaris* | 100 | - | - | - | - | 50 | - | - | - | - | 6 |
| LS | D | IM | IIa | *Hippopodinella lata* | - | - | - | - | 100 | 30 | - | 15 | 25 | - | - |
| SU | P | IM | IIa | *Microporella ciliata* | - | - | - | - | - | - | 150 | 6 | - | - | - |
| CO | A | IM | VII | *Fenestrulina malusii* | - | 6 | - | - | 6 | 12 | - | - | - | - | - |
| SU | V | IM | VII | *Chorizopora brongniartii* | 80 | 103 | - | 9 | 35 | 75 | - | 10 | 110 | 225 | - |
| SU | P | IM | IIa | *Haplopoma impressum* | - | - | - | - | - | - | - | 9 | - | - | - |
| CO | A | EF | VI | *Savignyella lafontii* | - | - | - | - | 48 | 50 | - | - | - | 40 | - |
| CO | X | C | | *Rhynchozoon ind.* | - | - | - | - | - | - | - | - | 70 | - | - |
| SU | V | C | IIa | *Cellepora pumicosa* | - | - | - | - | - | - | 50 | 50 | - | 25 | - |
| CR | V | C | I | *Celleporina globulosa* | - | - | - | - | 6 | 116 | - | 25 | - | 26 | 225 |
| SU | A | C | IIa | *Celleporina hassallii* | 5 | - | - | - | 397 | 56 | - | - | - | - | - |
| LS | A | C | IIa | *Turbicellepora magnicostata* | 320 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| CO | O | ER | IIb | *Myriapora truncata* | 900 | - | - | - | - | 150 | - | - | - | 70 | 930 |
| | | | | | 2,07 | 1,09 | 1,16 | 1,57 | 1,40 | 1,15 | 0,77 | 2,26 | 1,10 | 1,93 | 1,03 |
| | | | | | 0,72 | 0,39 | 0,60 | 0,88 | 0,45 | 0,37 | 0,37 | 0,86 | 0,43 | 0,60 | 0,53 |

eretta-flessibile, eretta-rigida) (Chimenz *et al.*, 1998), in gruppi ecologici (specie preferenziali di ambienti criptici, di precoralligeno e coralligeno, di posidonieto, dei livelli superficiali fino a 20m circa, sciafile ubiquiste) ed in base al substrato su cui si trovavano (*Posidonia*, alghe, roccia, concrezione organogena o organismi viventi, substrati diversi, substrato ignoto); per ciascuno di questi tre aspetti è stata calcolata la dominanza qualitativa DQ (Boudouresque, 1971).

## Risultati

Sono stati rinvenuti 52 taxa, dei quali 15 non ancora segnalati ad Ustica ed 1, *Puellina (Cribrilaria) picardi* Harmelin 1988, nuovo per le coste italiane (indicati in Tab. 1 rispettivamente con uno e due asterischi). Il numero di specie noto per le acque usticesi assomma così a 138. Nella fig. 1: A, B, C sono sintetizzate le caratteristiche dei popolamenti nei 4 transetti, considerando, per esigenze di omogeneità, solo le stazioni a 10 e 20 m.

Punta Cavazzi: 26 specie, H' medio 1,58, E medio 0.56. Specie dominanti: *Mimosella gracilis*, *Myriapora truncata*. Predominano i gruppi ecologici delle specie sciafile-ubiquiste, del precoralligeno e coralligeno e dei livelli superficiali; prevalgono le specie legate ai substrati algali e organogeni, con forme zoariali eretta-flessibile ed eretta-rigida.

Punta Megna: 9 specie, H' medio 1.36, E medio 0.74. Specie dominante *M. gracilis*. Domina il gruppo ecologico delle specie sciafile ubiquiste, seguito da quelli del precoralligeno e coralligeno e dei livelli superficiali. Sette specie sono associate ai substrati algali; domina la forma zoariale eretta-flessibile.

Punta Omo Morto: 27 specie, H' medio 1.22, E medio 0.41. Dominanti *Scrupocellaria delilii, Pentapora ottomulleriana.* Predomina il gruppo di specie del precoralligeno e coralligeno, seguito da quello delle sciafile-ubiquiste; sono prevalenti le specie associate ai substrati algali ed organogeni. Le forme zoariali dominanti sono l'eretta-flessibile e l'incrostante-spessa.

Punta Galera: considerando tutte le stazioni: 38 specie, H' medio 1.26, E medio 0.57. Specie dominanti: *S. delilii*, *Electra posidoniae, Schizomavella mamillata*. Gruppi ecologici prevalenti: precoralligeno e coralligeno, di posidonieto e sciafilo-ubiquista; predominano specie associate a substrati vegetali (alghe e *Posidonia*); forme zoariali dominanti incrostante-sottile ed eretta-flessibile, seguite dall'incrostante-spessa. Considerando solo le due stazioni a 10 e 20 m, corrispondenti agli altri transetti: 23 specie, H' medio 1,68, E medio 0.65. Specie dominante *S. delilii*. Prevale il gruppo ecologico del precoralligeno e coralligeno; sono predominanti le specie associate a substrati vegetali e la forma zoariale eretta-flessibile.

Per quanto riguarda la distribuzione zoogeografica (fig. 1 D), le specie dell'Atlantico NE temperato-freddo (gruppo IIa) e temperato-caldo (IIb) costituiscono insieme il 45% del totale; le specie cosmopolite (gruppo VII) il 16%. Seguono le specie endemiche in senso stretto (gruppo I, 10%), le specie circumtropicali e quelle a larga ripartizione in acque calde (gruppi IV e VI, con l'8% ciascuno).

Le specie indo-pacifiche (gruppo IX) sono presenti col 6%, quelle anfiatlantiche temperato-fredde e temperato-calde (gruppi Va e Vb) col 2% ciascuna. La somma di tutte le specie atlantiche (gruppi IIa, IIb, Va, Vb) raggiunge il 49%; quella delle specie di acque calde (gruppi IIb, IV, Vb, VI) il 27%.

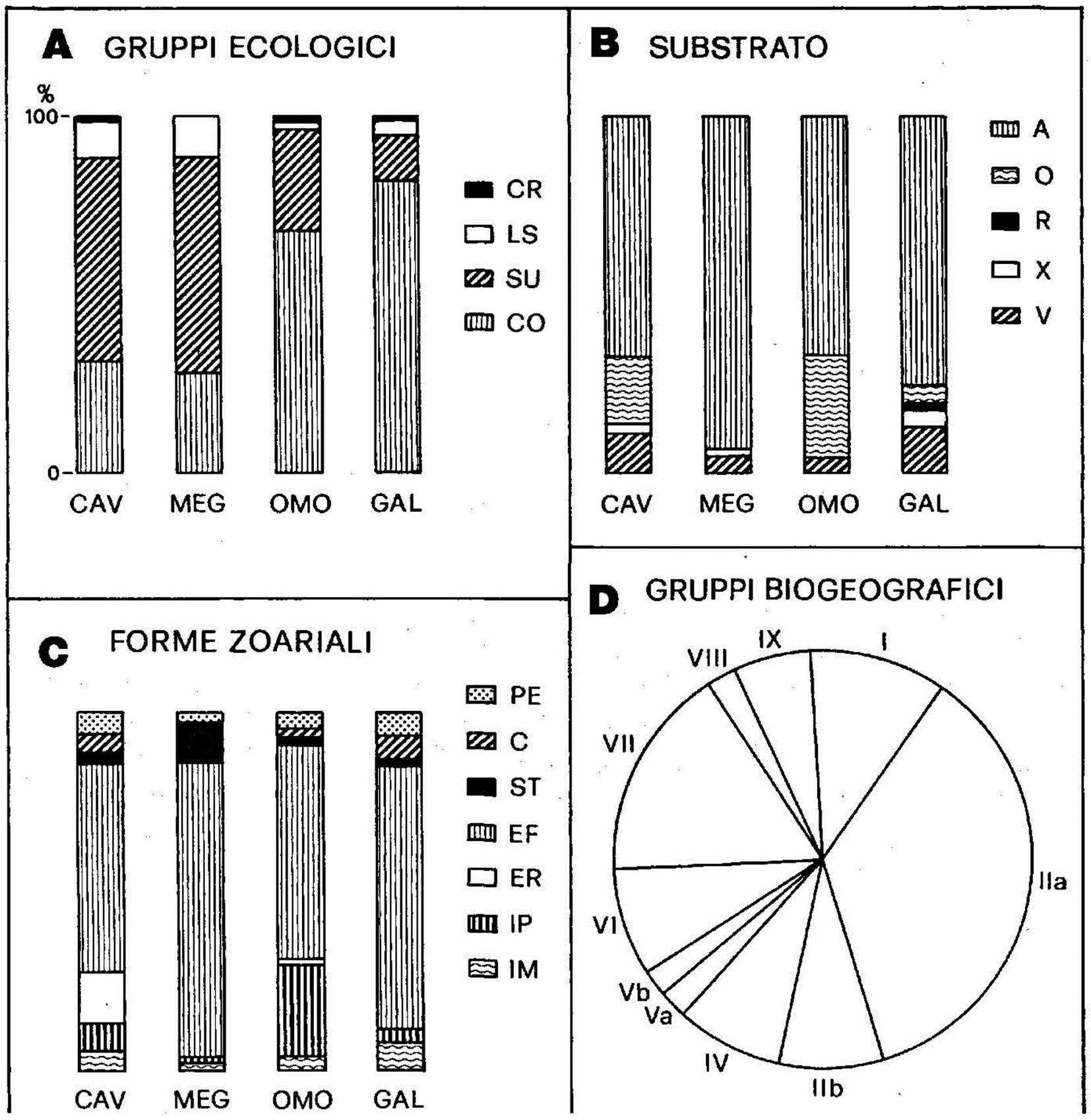



Fig. 1 - A, B, C: Dominanza qualitativa, calcolata nei 4 transetti, di gruppi ecologici, tipi di substrato e forme zoariali (sigle come in tab.1); D: distribuzione biogeografica: I=endemica mediterranea; IIa= NE Atlantico temperato-boreale; IIb= NE Atlantico temperato-caldo; IV= circumtropicale; Va= anfi-atlantico temperato-boreale;Vb= anfiatlantico temperato-caldo; VI= a larga distribuzione in acque temperato-calde; VII= cosmopolita; VIII: sconosciuta; IX= indo-pacifica.

*A,B,C: Qualitative dominance, calculated in the 4 transects, for ecological stocks, substratum type and zoarial formś (captions as in tab.1); D: zoogeographic distribution: I= endemic Mediterranean; IIa= NE Atlantic boreotemperate; IIb= NE Atlantic warm-temperate; IV: circumtropical; Va= amphi-atlantic boreotemperate; Vb= amphi-atlantic warm-temperate; VI= widely distributed in warm-temperate waters; VII= cosmopolitan; VIII= unknown; IX= Indo-pacific.*

## Discussione e conclusioni

Il numero di taxa rinvenuti è simile a quello riscontrato in ambienti comparabili del piano infralitorale (Vulcano: Nicoletti *et al.*, 1996; Lampedusa: Chimenz Gusso, in prep.). Riteniamo che il contingente faunistico dell'isola sia molto più consistente, e che campionamenti svolti nel "coralligeno", ambiente di elezione dei Briozoi, porteranno al ritrovamento di molte altre specie. Vale anche per Ustica la considerazione di Harmelin (1992) che la fauna a Briozoi del Mediterraneo è sottostimata del 10-15%.

I valori in genere non molto elevati di ricchezza specifica e degli indici di Diversità ed Equitabilità sono da attribuire essenzialmente al tipo di biotopo campionato, caratterizzato dalla dominanza di substrati vegetali, che determina la prevalenza di poche specie adattate. Non considerando la stazione di grotta e quella a *Posidonia*, i popolamenti delle altre stazioni si possono attribuire, in base alla loro composizione, all'insieme di biocenosi delle Alghe Fotofile (Meinesz *et al.*, 1983); l'esistenza in alcune stazioni di un contingente più o meno numeroso di specie ad affinità coralligena è determinata dal condizionamento da parte dello strato elevato algale (in particolare *Cystoseira spinosa* a P. Galera) oppure dalla presenza di una concrezione organogena basale (come a P. Omo Morto).

I quattro transetti, considerando solo le stazioni omogenee tra loro (10 e 20 m) si differenziano in base alla loro morfologia. A P. Cavazzi e P. Megna, il substrato suborizzontale e la ricca componente algale determinano la dominanza di specie epifite sciafile-ubiquiste, prevalentemente a forma zoariale eretta-flessibile; a P. Omo Morto invece la presenza di una parete subverticale con discreto sviluppo di concrezionamento organogeno favorisce gli elementi precoralligeni e coralligeni, con una buona percentuale di forme zoariali incrostanti-spesse oltre a quelle erette-flessibili.

Per quanto riguarda la caratterizzazione biogeografica, la consistenza del gruppo di specie atlantiche, con valori percentuali intermedi tra quelli di Gibilterra (Lopez de la Cuadra e Garcia-Gomez, 1994) e quelli dell'insieme del Mediterraneo (Zabala, 1986), è spiegabile con la posizione geografica dell'isola, lambita da un ramo della corrente superficiale di origine atlantica; mentre l'elevata percentuale di specie di acque calde è determinata da fattori climatici.

**Bibliografia**


BOUDOURESQUE C.-F. (1971) - Méthodes d'étude qualitative et quantitative du benthos (en particulier du phytobenthos). *Téthys*, **3** (1): 79-104.

CHIMENZ GUSSO C.: Briozoi infralitorali di Lampedusa (in prep.).

CHIMENZ C., NICOLETTI L., GRAVINA F., ARDIZZONE G. (1998) - Modalità di colonizzazione della fauna sessile su strutture artificiali in acque oligotrofiche (Isola di Ponza): Bryozoa. *Biol. Mar. Medit.*, **5** (1): 331-335.

CORRIERO G., SCALERA LIACI L., GRISTINA M., CHEMELLO R., RIGGIO S., MERCURIO M. (1999) - Composizione tassonomica e distribuzione del macrozoobenthos in ambienti di grotta semisommersa della riserva naturale marina "Isola di Ustica". *Biol. Mar. Medit.*, **6** (1): 250-252.

CORRIERO G., SCALERA LIACI L., GRISTINA M., RIGGIO S., MERCURIO M. (1997) - Composizione tassonomica e distribuzione della fauna a Poriferi e Briozoi in una grotta semisommersa della Riserva Naturale Marina "Isola di Ustica". *Biol. Mar. Medit.*, **4** (1): 34-43.

DI GERONIMO I., GIACOBBE S., ROSSO A., SANFILIPPO R. (1990) - Popolamenti e tanatocenosi del Banco Apollo (Ustica, Mar Tirreno meridionale). *Atti del Quarto Simposio di Ecologia e Paleoecologia delle Comunità Bentoniche*, 697-729.

DI GERONIMO I., LA PERNA R., ROSSO A., SANFILIPPO R. (1993) - Popolamenti e tanatocenosi bentonica della Grotta dell'Accademia (Ustica, Mar Tirreno meridionale). *Nat. Sicil.*, S. IV, **17** (1-2): 45-63.

DI GERONIMO I., ALLEGRI L., IMPROTA S., LA PERNA R., ROSSO A., SANFILIPPO R. (1997) - Spatial and Temporal aspects of Benthic Thanatocoenoses in a Mediterranean Infralittoral Cave. *Riv. Ital. Paleontol. Stratigr.*, **103** (1): 15-28.

GIACCONE G. (1967) - Popolamenti a *Laminaria rodriguezii* Bornet nel Banco Apollo dell'Isola di Ustica (Mar Mediterraneo). *Nova Thalassia*, **3** (6): 1-9.

HARMELIN J.G. (1992) - Facteurs historiques et environnementaux de la biodiversité de la Méditerranée: l'example des Bryozoaires. *Revue de Paléobiologie*, **11** (2): 503-511.

LOPEZ DE LA CUADRA C.M., GARCIA-GOMEZ J.C. (1994) - Zoogeographical study of the Cheilostomatida from the Straits of Gibraltar. In: Hayward P.J., Ryland J.S. Taylor P.D. (eds), *Biology and Palaeobiology of Bryozoans*, Olsen & Olsen, Fredensborg: 107-112.

MEINESZ A., BOUDOURESQUE C.F., FALCONETTI C., ASTIER J.M., BAY D., BLANC J.J., BOURCIER M., CINELLI F., CIRIK S., CRISTIANI G., DI GERONIMO I., GIACCONE G., HARMELIN J.G., LAUBIER L., LOVRIC A.Z., MOLINIER R., SOYER J., VAMVAKAS C. (1983) - Normalisation des symboles pour la représentation et la cartographie des biocénoses benthiques littorales de Méditerranée. *Ann. Inst. Océanogr.*, Paris, **59** (2): 155-172.

NICOLETTI L., GALLUZZO G., CHIMENZ C. (1996) - Popolamenti a Bryozoa Gymnolaemata nell'Isola di Vulcano (Isole Eolie - Messina) *Naturalista sicil.*, S. IV, **20** (3-4): 227-236.

ROSSO A. (1996) - Valutazione della biodiversità in Mediterraneo: l'esempio dei popolamenti a briozoi della biocenosi del detritico costiero. *Biol. Mar. Medit.*, **3** (1): 58-65.

ZABALA M. (1986) - Fauna dels Briozous dels Paisos Catalans. Institut d'Estudis Catalans. *Arxius de la Secciò de Ciències*, **134**, Barcelona: 836 pp.

Ricerca in parte finanziata con fondi M.U.R.S.T. 60%.

Biol. Mar. Medit. (1999), 6 (1): 265-268

L. MARINIELLO, M. ORTIS, A. MAZZOLA*, R. SEQUI**, S. MATTIUCCI, L. PAGGI

Istituto di Parassitologia, Università di Roma "La Sapienza", P.le Aldo Moro, 5 - 00185 Roma, Italia.
*Dip. di Biologia Animale, Università di Palermo, Italia.
**R.N.M. "Isola di Ustica", Palermo, Italia.

# METAZOI PARASSITI DI SPECIE ITTICHE PRESENTI NELLA RISERVA NATURALE MARINA "ISOLA DI USTICA"

## *METAZOAN PARASITES OF FISH FROM NATURAL MARINE RESERVE "ISLAND OF USTICA"*

***Abstract***

*Data on a survey on the helminth and crustacean parasites of 29 different fish species from Natural Marine Reserve "Island of Ustica" are reported. Morphological and taxonomic studies allowed the identification of several species of Monogenea, Digenea, Cestoda, Nematoda, Acanthocephala and Crustacea.*

***Key-words:*** *fish parasites, Marine Reserve, Ustica Island, Tyrrhenian Sea.*

## Introduzione

Nell'ambito di un censimento delle specie ittiche presenti nella Riserva Naturale Marina "Isola di Ustica", effettuato nel periodo 1995-97, è stata condotta un'indagine allo scopo di studiare la parassitofauna di pesci presenti in un'area non oggetto di precedenti studi parassitologici, soggetta a vincoli protettivi e nella quale gli effetti antropici sono limitati. Questo studio rappresenta un ulteriore contributo alla conoscenza dei parassiti di pesci dei mari italiani.

## Materiali e metodi

Sono state esaminate 29 specie rappresentative dell'ittiofauna della Riserva Naturale Marina "Isola di Ustica" pescate nell'area di riserva parziale. L'identificazione dei parassiti a livello specifico è stata condotta mediante studio morfologico e morfometrico mentre per le forme larvali di nematodi anisakidi, non identificabili su base morfologica, è stata utilizzata l'elettroforesi multilocus (Nascetti *et al.*, 1986; Mattiucci *et al.*, 1994).

## Risultati e conclusioni

In tabella 1 vengono riportate le 25 specie ittiche parassitate con i relativi reperti. Le specie *Synodus saurus, Centracanthus cirrus, Chromis chromis e Coris julis* sono risultate non parassitate; ciò potrebbe essere dovuto all'esiguo numero di esemplari esaminati.

Tra i monogenei, sono stati reperiti diversi microcotilidi, dei quali quelli appartenenti al genere *Bivagina* in *Diplodus puntazzo* e al genere *Microcotyle* in *Pagrus pagrus* costituiscono reperti nuovi per l'ospite e per i mari italiani. Entrambi i reperti sono in corso di studio per l'identificazione a livello specifico e poichè la morfologia non sembra corrispondere perfettamente a quella delle altre specie note dei suddetti generi, potrebbero rappresentare due nuove specie.

Tab. 1 - Elenco ospite-parassita.
*Host-parasite list.*

| | |
|---|---|
| ***Torpedo marmorata*** | |
| *Amphibdelloides vallei* | M |
| *Amphibdella torpedinis* | M |
| *Phyllobothrium riggii* | C |
| ***Muraena helena*** | |
| *Lecithochirium rufoviride* | D |
| *Hysterothylacium fabri* * | N |
| *Hysterothylacium* sp. larvae | N |
| ostracodi | Cr |
| *Phagus muraenae* | Cr |
| *Hatschekia obesa* • | Cr |
| pranize | Cr |
| ***Conger conger*** | |
| *Lecithochirium rufoviride* | D |
| *Prosorhynchus crucibulum* | D |
| *Cucullanus* sp. [1] | N |
| *Lepeophtheirus* sp. | Cr |
| *Congericola pallidus* | Cr |
| pranize | Cr |
| ***Phycis phycis*** | |
| *Bathycreadium elongatum* | D |
| *Cucullanus* sp. [1] | N |
| pranize | Cr |
| ***Zeus faber*** | |
| Tetraphyllidea larvae | C |
| *Hysterothylacium* spp. larvae | N |
| ***Scorpaena notata*** | |
| *Hysterothylacium fabri* * | N |
| ostracodi | Cr |
| pranize | Cr |
| ***Scorpaena porcus*** | |
| *Helicometra fasciata* | D |
| *Podocotyle scorpaenae* | D |
| *Deretrema scorpaenicola* | D |
| *Bothriocephalus* sp. | C |
| *Hysterothylacium* sp. larvae | N |
| ostracodi | Cr |
| pranize | Cr |
| ***Scorpaena scrofa*** | |
| *Podocotyle scorpaenae* | D |
| ostracodi | Cr |
| *Prohatschekia* sp. * • | Cr |
| pranize | Cr |
| ***Epinephelus marginatus*** | |
| *Hysterothylacium* sp. larvae | N |
| pranize | Cr |
| ***Serranus cabrilla*** | |
| *Protolamellodiscus serranelli* | M |
| *Helicometra fasciata* | D |
| *Lecithochirium rufoviride* | D |
| *Philometra serranelli cabrillae* | N |
| *Hysterothylacium* spp. larvae | N |
| *Taeniacanthus laqueus* | Cr |
| *Lernaeocera branchialis* (copepoditi) * | Cr |
| pranize | Cr |
| *Emetha audouinii* (pullus II) * | Cr |
| ***Serranus scriba*** | |
| *Protolamellodiscus serranelli* | M |
| *Lecithochirium rufoviride* | D |
| Tetraphyllidea larvae | C |
| *Philometra serranelli cabrillae* | N |
| pranize | Cr |
| ***Trachurus mediterraneus*** | |
| *Hysterothylacium* spp. larvae | N |
| pranize | Cr |
| ***Boops boops*** | |
| pranize | Cr |
| *Ceratothoa oestroides* | Cr |
| ***Diplodus annularis*** | |
| *Atrispinum salpae* | M |
| *Macvicaria crassigula* | D |
| *Arnola microcirrus* • | D |
| ostracodi | Cr |
| pranize | Cr |
| ***Diplodus puntazzo*** | |
| *Bivagina* sp. * • | M |
| *Allopodocotyle pedicellata* | D |
| pranize | Cr |
| ***Pagrus pagrus*** | |
| *Microcotyle* sp. * • | M |
| *Cucullanus* sp. [1] | N |
| pranize | Cr |
| ***Sarpa salpa*** | |
| *Atrispinum salpae* | M |
| *Cucullanus* sp. [1] | N |
| ***Spicara maena*** | |
| *Cyclocotyle bellones* | M |
| pranize | Cr |
| ***Mullus barbatus*** | |
| *Opecoeloides furcatus* | D |
| *Hysterothylacium* spp. larvae | N |
| ***Mullus surmuletus*** | |
| *Opecoeloides furcatus* | D |
| *Hysterothylacium* spp. larvae | N |
| *Euzetacanthus simplex* | A |
| *Hatschekia mulli* | Cr |
| pranize | Cr |
| ***Symphodus cinereus*** | |
| *Helicometra fasciata* | D |
| *Cucullanus* sp. [1] | N |
| *Hysterothylacium* spp. larvae | N |
| pranize | Cr |
| ***Symphodus mediterraneus*** | |
| *Cucullanus* sp. | N |
| *Hatschekia pygmaea* | Cr |
| pranize | Cr |
| ***Symphodus tinca*** | |
| *Encotyllabe paronae* | M |
| *Helicometra fasciata* | D |
| *Cucullanus carbonelli* • | N |
| *Cucullanus micropapillatus* | N |
| *Hysterothylacium* sp. larvae | N |
| ostracodi | Cr |
| *Hatschekia pygmaea* | Cr |
| *Lernaeocera* sp. (copepoditi) * | Cr |
| pranize | Cr |
| ***Uranoscopus scaber*** | |
| *Hysterothylacium* sp. larvae | N |
| ostracodi | Cr |
| pranize | Cr |
| ***Bothus podas*** | |
| *Breizacanthus* sp. * | A |
| pranize | Cr |

M - Monogenea D - Digenea C - Cestoda N - Nematoda A - Acanthocephala Cr - Crustacea
* - segnalazione nuova per l'ospite • - segnalazione nuova per i mari italiani [1] - solo esemplari femmine

Per quanto riguarda i digenei, la specie *Arnola microcirrus* in *Diplodus annularis* rappresenta una nuova segnalazione per i mari italiani.

Forme adulte di cestodi appartenenti alla specie *Phyllobothrium riggii* sono state rinvenute in *Torpedo marmorata* e forme larvali di tetrafillidei sono state reperite in *Zeus faber e Serranus scriba.*

Tra i nematodi, oltre al reperimento della specie *Cucullanus micropapillatus* in *Symphodus tinca* è da segnalare, nello stesso ospite, la presenza di *C. carbonelli* già riportata da Campos *et al.* (1993) in *Symphodus tinca* delle coste spagnole mediterranee. Larve di *Hysterothylacium* al 3° e 4° stadio reperite in *Scorpaena notata* e *Muraena helena* sono state caratterizzate geneticamente mediante elettroforesi multilocus come *Hysterothylacium fabri.* Sono inoltre state reperite forme larvali di *Hysterothylacium* spp. in *Muraena helena, Zeus faber, Scorpaena porcus, Ephinephelus marginatus, Trachurus mediterraneus, Mullus barbatus, M. surmuletus, Symphodus cinereus, S.tinca, Uranoscopus scaber.*

Tra gli acantocefali, la specie *Breizacanthus* sp. reperita in *Bothus podas* rappresenta una nuova segnalazione per l'ospite mentre la sua attribuzione a livello specifico è ancora in corso di studio.

Per quanto riguarda i crostacei, i reperti ottenuti dimostrano la presenza di numerose specie di copepodi: *Phagus muraenae* e *Hatschekia obesa in Muraena helena, Lepeophtheirus* sp. e *Congericola pallidus* in *Conger conger, Prohatschekia* sp. in *Scorpaena scrofa, Taeniacanthus laqueus* e *Lernaeocera branchialis* in *Serranus cabrilla, Hatschekia mulli* in *Mullus surmuletus, Hatschekia pygmaea* in *Symphodus mediterraneus, Hatschekia pygmaea* e *Lernaeocera* sp. in *Symphodus tinca.* Tra i reperti nuovi per le acque italiane è da menzionare la specie *Hatschekia obesa* presente in *Muraena helena* che risulta citata nel catalogo sistematico di Richiardi (1880) come *nomen nudum* e da allora non più riportata in letteratura. *Prohatschekia* sp. costituisce una nuova segnalazione sia per l'ospite, sia per i mari italiani e riteniamo sia da considerare come una nuova specie ravvicinabile a *P.cremouxi* (Nunes-Ruivo, 1954). Interessanti sono i valori di intensità media (da 1,0 in *Symphodus mediterraneus* a 484,4 in *Phycis phycis*) osservati nelle infestazioni da forme larvali di isopodi gnatidei (pranize) rinvenute sulle branchie e nella cavità orale di 21 specie-ospiti esaminate. Infine, la presenza di ostracodi ectoparassiti in *Muraena helena, Scorpaena notata, S. porcus, S. scrofa, Diplodus annularis, Symphodus tinca, Uranoscopus scaber,* appare un dato rilevante in quanto sono rari i casi di parassitismo descritti in questo gruppo di crostacei (Harding, 1966).

Questi risultati, sebbene preliminari, forniscono dati nuovi ed originali sulla parassitofauna di specie ittiche presenti in un'area non oggetto di precedenti ricerche parassitologiche.

**Bibliografia**

CAMPOS A., CARBONELL M. D., RODRIGUEZ-BABIO C. (1993) – *Cucullanus carbonelli* n. sp. (Nematoda, Cucullanidae) parasite du poisson labridé *Symphodus tinca. Vie et Milieu,* **43**: 225-229.

HARDING J. P. (1966) - Myodocopan ostracods from the gills and nostrils of fishes. In: H. Barnes (Ed.), *Some Contemporary Studies in Marine Sciences.* Allen and Unwin, Ltd London: 369-374.

MATTIUCCI S., D'AMELIO S., DI PAOLO M., PAGGI L., ORECCHIA P., CIANCHI R., NASCETTI G., BULLINI L. (1994) - Genetic data supporting the existence of two sibling species within *Hysterothylacium corrugatum (*Ascaridida: Anisakidae) from the swordfish. *Parassitologia,* **36** (suppl.): 91.

NASCETTI G., PAGGI L., ORECCHIA P., SMITH J.W., MATTIUCCI S., BULLINI L. (1986) - Electrophoretic studies on the *Anisakis simplex* complex (Ascaridida: Anisakidae) from the Mediterranean and North-East Atlantic. *International Journal for Parasitology*, **16**: 633-640.

NUNES-RUIVO L. (1954) - Copepodes parasites des poissons. Results d. Camp. d. Pr. Lacaze-Duthiers I. Algerie 1952. V*ie et Milieu,* **3** (Suppl.): 115-138.

La ricerca è stata condotta con il contributo della Riserva Naturale Marina "Isola di Ustica".

Biol. Mar. Medit. (1999), 6 (1): 269-271

D. PELLEGRINI, F. ONORATI, B. SALIVA, F. MELLARA

Istituto Centrale per la Ricerca Applicata al Mare, Via di Casalotti, 300 - 00166 Roma, Italia.

# METALLI IN TRACCE IN TESSUTI MOLLI DI ORGANISMI BENTO-NECTONICI DELL'ISOLA DI USTICA

## *HEAVY METAL CONCENTRATIONS IN BENTHIC ORGANISM TISSUES FROM USTICA ISLAND*

***Abstract***

*Levels of the heavy metals Cd, Cr, Pb were determined in the liver and muscle tissue of the Mullidae* Mullus surmuletus *(L.) and the Scorpaenidae* Scorpaena scrofa *(L.) from Ustica Island in two years and in different zone. Wet digested tissues were analyzed by atomic absorption spectroscopy. Significant differences were not found for the same species among different zones or years. Metal concentrations were generally less than those found in other areas of the Mediterranean Sea.*

***Key-words:*** *heavy metal,* Mullus surmuletus, Scorpaena scrofa, *Ustica Island.*

## Introduzione

L'aumento della diffusione e/o mobilizzazione nell'ambiente marino degli inquinanti, con conseguente alterazione dei cicli biogeochimici di diversi elementi naturali, pone il problema dell'individuazione di aree da utilizzare come "riferimento" per stabilire i livelli base delle sostanze presenti in condizioni naturali. Particolare importanza riveste la conoscenza dei livelli di base di alcuni metalli negli organismi marini in quanto, in relazione alle attività antropiche, si possono verificare accumuli preferenziali in alcuni comparti interni (fegato, tessuto muscolare, ecc.), con conseguenti riflessi ecotossicologici. L'isola di Ustica, lontana dagli insediamenti industriali ed urbani del continente, con aree a differente protezione, può essere considerata un laboratorio naturale anche per il controllo dei processi di diffusione di inquinanti di origine antropica.

## Materiali e metodi

Sono stati analizzati esemplari di *Mullus surmuletus e Scorpaena scrofa*, scelti in base a criteri di reperibilità e livello trofico, al fine di ottenere informazioni circa i livelli naturali di alcuni metalli pesanti di interesse tossicologico (Cd, Pb, Cr).

Gli organismi sono stati campionati in due zone dell'isola a differente protezione (zona A/B e zona C, rispettivamente riserva integrale/generale e riserva parziale), mediante attrezzi da pesca fissi, nel periodo tardo-primaverile ed estivo del 1996 e 1997. Sono stati selezionati e immediatamente misurati circa 60 individui per ogni specie; da ognuno di questi, una volta scongelato, è stato prelevato e mineralizzato un campione di tessuto muscolare dorso-laterale e il fegato; quest'ultimo, per il ridotto quantitativo, ha richiesto talvolta la formazione di pool. Il dosaggio di Cd, Cr, Pb è stato effettuato mediante spettroscopia ad assorbimento atomico, utilizzando uno strumento Varian (Spectra AA-30) con fornetto di grafite. Le percentuali di recupero relative ad opportuni materiali di

riferimento certificati sono state: 102-110 per Cd, 70-71 per Cr, 91-92 per Pb. Il limite di rilevabilità (L.O.D.) è risultato di 0,1 ppb per Cd, 0,2 ppb per Cr, 1,0 ppb per Pb, mentre la sensibilità del metodo (S.O.M.), rispettivamente per Cd, Cr, Pb è risultata 0,01, 0,02, 0,10 μg $g^{-1}$ p.s.

## Risultati e discussione

Le concentrazioni medie dei metalli rilevati nel tessuto muscolare e nel fegato di *M. surmuletus* e *S. scrofa* campionate nel 1996 e nel 1997 sono riportati nelle tabelle 1 e 2.

Non essendo emerse significative differenze tra i livelli dei metalli per i due differenti anni (t-test), si è ritenuto utile calcolare i valori medi totali per specie e tessuto (tabelle 3 e 4).

Tab. 1 - Concentrazione (μg $g^{-1}$ p.s. ± d.s.) dei metalli nel muscolo delle specie analizzate (per anno e per zona).
*Metal concentrations (μg $g^{-1}$ d.w. ± s.d.) in muscle of analyzed species.*

| Specie (anno) | ZONA | N° ind. | Intervallo L.T.(cm) | Cd $x$ ± d.s. | Cr $x$ ± d.s. | Pb $x$ ± d.s. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| *Mullus surmuletus* (1996) | A/B | 18 | 15,5–20,5 | 0,01±0,04 | 0,16±0,06 | 0,07±0,12 |
| | C | 14 | 15-22 | < s.o.m. | 0,21±0,10 | 0,17±0,11 |
| *Scorpaena scrofa* (1996) | A/B | 13 | 12,5-30 | 0,01±0,01 | 1,01±0,83 | 0,10±0,07 |
| | C | 9 | 10,5–30,5 | 0,01±0,01 | 0,12±0,03 | 0,18±0,08 |
| *Mullus surmuletus* (1997) | A/B | 18 | 13,5–17,5 | 0,01±0,01 | 0,47±0,44 | 0,13±0,28 |
| | C | 19 | 13,5–19,5 | 0,01±0,01 | 0,27±0,19 | 0,03±0,04 |
| *Scorpaena scrofa* (1997) | A/B | 20 | 11-27 | - | 0,33±0,13 | 0,07±0,13 |
| | C | 4 | 23,5-25 | 0,01±0,01 | 0,63±0,10 | 0,15±0,08 |

Tab. 2 - Concentrazione (μg $g^{-1}$ p.s. ± d.s.) dei metalli nel fegato delle specie analizzate (per anno e per zona).
*Metal concentrations (μg $g^{-1}$ d.w. ± s.d.) in liver of analyzed species.*

| Specie (anno) | ZONA | N° ind. | N° pool | Cd $x$ ± d.s. | Cr $x$ ± d.s. | Pb $x$ ± d.s. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| *Mullus surmuletus* (1996) | A/B | 20 | 6 | 1,58±0,60 | 0,85±0,26 | 1,17±0,43 |
| | C | 12 | 3 | 1,84±0,61 | 0,05±0,01 | 1,00±0,43 |
| *Scorpaena scrofa* (1996) | A/B | 8 | 7 | 2,93±1,83 | 0,66±0,53 | 0,49±0,34 |
| | C | 9 | 7 | 1,37±0,08 | 0,05±0,02 | 0,52±0,47 |
| *Mullus surmuletus* (1997) | A/B | 22 | 3 | 1,10±0,10 | 0,25±0,09 | 0,55±0,41 |
| | C | 15 | 4 | 1,42±0,34 | 0,43±0,12 | 0,59±0,16 |
| *Scorpaena scrofa* (1997) | A/B | 31 | 5 | 2,50±1,21 | 0,55±0,32 | 0,24±0,10 |
| | C | 4 | 4 | 0,81±0,30 | 0,30±0,21 | 0,42±0,18 |

Tab. 3 - Concentrazioni medie (µg $g^{-1}$ p.s. ± d.s.) dei metalli nel muscolo delle specie analizzate.
*Average of metal concentrations (µg $g^{-1}$ d.w. ± s.d.) in muscle of analyzed species.*

| Specie | N° ind. | Intervallo L.T.(cm) | Cd $x$ ± d.s. | Cr $x$ ± d.s. | Pb $x$ ± d.s. |
|---|---|---|---|---|---|
| *Mullus surmuletus* | 69 | 13,5–22 | < s.o.m. | 0,28±0,44 | 0,10±0,28 |
| *Scorpaena scrofa* | 46 | 10,5–30,5 | 0,01±0,01 | 0,51±0,83 | 0,11±0,08 |

Tab. 4 - Concentrazioni medie (µg $g^{-1}$ p.s. ± d.s.) dei metalli nel fegato delle specie analizzata.
*Average of metal concentrations (µg $g^{-1}$ d.w. ± s.d.) in liver of analyzed species.*

| Specie | N° ind. | N° pool | Cd $x$ ± d.s. | Cr $x$ ± d.s. | Pb $x$ ± d.s. |
|---|---|---|---|---|---|
| *Mullus surmuletus* | 69 | 16 | 1,43±0,61 | 0,43±0,26 | 0,82±0,43 |
| *Scorpaena scrofa* | 52 | 23 | 2,23±1,83 | 0,46±0,53 | 0,34±0,47 |

I valori medi delle concentrazioni dei differenti metalli appaiono notevolmente inferiori rispetto a molti dei valori riportati per altre aree marine del Mediterraneo (Capelli e Minganti, 1986; Bargagli, 1993; Kargin, 1996). Al contrario, i valori riscontrati appaiono confrontabili con quelli riportati per la zona del Mediterraneo nordorientale da Miramand *et al.* (1991), il quale evidenzia come i livelli dei metalli nel fegato dipendano, oltre che dal sesso dell'individuo, anche dai vari periodi del ciclo riproduttivo.

I risultati dell'analisi statistica (t-test) mostrano anche che in generale la concentrazione dei metalli nel fegato è superiore a quella riscontrata nel tessuto muscolare per le due specie e per le differenti zone dell'isola, in particolare per Cd e Pb.

Anche la correlazione tra taglia dell'individuo e concentrazione dei metalli non è apparsa generalmente significativa, probabilmente anche per i bassi tenori riscontrati.

Si può quindi concludere che le concentrazioni dei metalli considerati sono generalmente basse e che non sono evidenti fenomeni di bioaccumulo rispetto alla taglia degli organismi. Pertanto, tali valori possono essere assunti come "naturali" per il Mediterraneo.

**Bibliografia**

BARGAGLI R. (1993) - Cadmium in marine organisms from the Tyrrenian Sea: no evidence of pollution or biomagnification. *Oebalia,* **19**: 13-25.

CAPELLI R., MINGANTI V. (1986) - Elementi in traccia in organismi marini del Mar Ligure. *Boll. Mus. Ist. Biol. Univ. Genova,* **52**: 105-114.

KARGIN F. (1996) - Seasonal changes in levels of heavy metals in tissues of *Mullus barbatus* and *Sparus Aurata* collected from Iskenderun gulf (Turkey). *Water, Air and Soil Pollution,* **90**: 557-562.

MIRAMAND P., LAFAURIE M., FOWLER S. W., LEMAIRE P., GUARY J. C., BENTLEY D. (1991) - Reproductive cycle and heavy metals in the organs of red mullet, *Mullus barbatus* (L.), from the northwestern Mediterranean. *The Science of the Total Environment,* **103**: 47-56.

Biol. Mar. Medit. (1999), 6 (1): 272-274

S. Piraino, E. Brandini, F. Denitto*, L. Esposito*, M. Avian**

Istituto Sperimentale Talassografico CNR, Via Roma, 3 - 74100 Taranto, Italia.
*Dip. Biologia, Università - 73100 Lecce, Italia.
**Dip. Biologia, Università - 34127 Trieste, Italia.

# LA DIVERSITÀ DEGLI CNIDARI NELLA RISERVA MARINA DI USTICA

## *CNIDARIANS FROM THE MARINE RESERVE OF USTICA (NW SICILY)*

***Abstract***

*An inventory of the cnidarians living in the subtidal zone of the Marine Reserve of Ustica was carried out. 130 species belonging to the Anthozoa and Medusozoa were identified, witnessing a high diversity (near 20% of cnidarian species recorded from the Mediterranen Sea).*

***Key-words:*** *cnidarians, species inventory, Ustica Marine Reserve.*

## Introduzione

Gli cnidari costituiscono uno dei gruppi animali piú rappresentati nelle comunitá bentoniche di substrato duro del Mediterraneo. Nel benthos litorale, gli cnidari formano una parte consistente della biomassa animale, svolgendo una importante funzione nel trasferimento energetico tra il comparto pelagico e quello bentonico. Nel plancton, gli cnidari si pongono al vertice di complesse reti trofiche. Al di là di sporadiche segnalazioni, non esistevano liste faunistiche e/o ricerche integrate sull'intero gruppo degli cnidari nei mari siciliani o nel basso Tirreno.

## Materiali e metodi

Il presente studio, realizzato con il contributo dell'Ente Gestore della Riserva, è stato condotto tra il 1996 ed il 1997 su un totale di 18 stazioni lungo transetti di rilevamento in immersione o con retino WP2 dalla linea di marea a 40 m di profondità.

## Risultati

Le raccolte hanno portato alla identificazione di 131 specie tra Anthozoa e Medusozoa (Tab. 1). L'analisi sulla ripartizione biogeografica delle specie rinvenute rivela una predominanza di specie di origine nord- e centro-atlantica, con un contingente di specie termofile di origine subtropicale caratteristico dei distretti meridionali del bacino mediterraneo.

## Discussione

La diversità degli cnidari nella Riserva Marina di Ustica è pari a circa il 20% di quella riscontrata in tutto il Mediterraneo. Tra le specie rinvenute, *Pelagia noctiluca* è la scifomedusa più "dolorosamente" conosciuta dai bagnanti. Nonostante il suo ciclo vitale sia definito come olopelagico, ad Ustica ed in altri ristretti siti del Mediterraneo questa specie sembra avere fondato popolazioni stanziali che

Tab. 1 - Lista degli cnidari nella Riserva Marina di Ustica.
*List of cnidarians at the Ustica Marine Reserve.*

| | |
|---|---|
| *Ectopleura larynx* | (Wright, 1863) |
| *Tubularia* sp. | |
| *Cladocoryne floccosa* | Rotch, 1871 |
| *Halocordyle disticha* | (Goldfuss, 1820) |
| *Coryne muscoides* | (L., 1761) |
| *Coryne pintneri* | Schneider, 1897 |
| *Coryne* sp. | |
| *Sarsia ophiogaster* | (Haeckel, 1879-1880) |
| *Zanclea costata* | Gegenbaur, 1857 |
| *Zanclea* sp. | |
| *Halocoryne epizoica* | Hadzi, 1917 |
| *Cordylophora neapolitana* | (Weissmann,1883) |
| *Corydendrium parasiticum* | (L., 1767) |
| *Cytaeis* sp.1 | |
| *Cytaeis* sp.2 | |
| *Cytaeis* sp.3 | |
| *Perarella schnaideri* | (Motz-Kossowska,1905) |
| *Stylactis inermis* | Allman, 1872 |
| *Hydractinia* sp | |
| *Errina aspera* | (L., 1767) |
| *Bougainvillia ramosa* | (Van Beneden, 1844) |
| *Amphinema rugosum* | (Mayer, 1900) |
| *Eudendrium armatum* | Tichomiroff, 1887 |
| *Eudendrium glomeratum* | Picard, 1951 |
| *Eudendrium hargitti* | Congdon, 1906 |
| *Eudendrium merulum* | Watson, 1987 |
| *Eudendrium motz-kossowskae* | Picard, 1952 |
| *Eudendrium racemosum* | (Cavolini, 1785) |
| *Eudendrium rameum* | (Pallas, 1766) |
| *Eudendrium ramosum* | (L., 1758) |
| *Eudendrium capillare* | Alder, 1856 |
| *Myrionema hargitti* | (Congdon, 1906) |
| *Lafoeina tenuis* | G.O. Sars, 1873 |
| *Halecium mediterraneum* | Weismann, 1883 |
| *Halecium nanum* | Alder, 1859 |
| *Halecium pusillum* | (M. Sars, 1857) |
| *Halecium tenellum* | Hincks, 1861 |
| *Halecium conicum* | (Stechow, 1819) |
| *Halecium* sp.1 | |
| *Halecium* sp.2 | |
| *Hydrodendron mirabile* | (Hincks, 1868) |
| *Hydranthea margarica* | (Hincks, 1862) |
| *Hebella parasitica* | (Ciamician, 1880) |
| *Scandia pocillum* | (Hincks, 1868) |
| *Campanularia asymmetrica* | (Stechow, 1919) |
| *Campanularia everta* | (Clarke, 1876) |
| *Campanularia integra* | Mc Gillivray, 1842 |
| *Campanularia hincksii* | (Alder, 1856) |
| *Campanularia alta* | Stechow, 1919 |
| *Campanularia volubilis* | (L., 1758) |
| *Clytia hemisphaerica* | (L., 1767) |
| *Clytia gravieri* | (Billard, 1904) |
| *Clytia linearis* | (Thornelly, 1900) |
| *Clytia noliformis* | (Mc Crady, 1859) |
| *Clytia paulensis* | (Vanhoffen, 1910) |
| *Laomedea angulata* | (Hincks, 1859) |
| *Laomedea calceolifera* | (Hincks, 1871) |
| *Obelia bidentata* | Clarke, 1875 |
| *Obelia dichotoma* | (L., 1758) |
| *Obelia geniculata* | (L., 1758) |
| *Obelia plana* | (M. Sars, ) |
| *Orthopyxis integra* | Mac Gillivray, 1842 |
| *Synthecium evansi* | (Ellis & Solander, 1786) |
| *Dynamena disticha* | (Bosc, 1802) |
| *Sertularella crassicaulis* | (Heller, 1868) |
| *Sertularella gaudichaudi* | (Lamouroux, 1824) |
| *Sertularella polyzonias* | (L., 1758) |
| *Sertularia distans* | Lamouroux, 1816 |
| *Sertularia perpusilla* | Stechow, 1919 |
| *Aglaophenia elongata* | Meneghini, 1845 |
| *Aglaophenia harpago* | Von Schenck, 1965 |
| *Aglaophenia kirchenpaueri* | (Heller, 1868) |
| *Aglaophenia lophocarpa* | Allman, 1877 |
| *Aglaophenia octodonta* | (Heller, 1868) |
| *Aglaophenia picardi* | Svoboda, 1979 |
| *Aglaophenia tubiformis* | Mark.-Turneretscher 1890 |
| *Antenella secundaria* | (Gmelin, 1791) |
| *Antenella siliquosa* | (Hincks, 1877) |
| *Halopteris diaphana* | (Heller, 1868) |
| *Halopteris liechtensterni* | (Marktanner, 1890) |
| *Halopteris pseudoconstricta* | Millard, 1975 |
| *Kirchenpaueria echinulata* | (Hincks, 1868) |
| *Kirchenpaueria pinnata* | (L., 1758) |
| *Plumularia obliqua* | (Johnston, 1847) |
| *Plumularia setacea* | (L., 1758) |
| *Nemertesia ramosa* | Lamouroux, 1816 |
| *Ventromma halecioides* | (Alder, 1859) |
| *Nausithoe* sp | |
| *Chrysaora hysoscella* | (L. ,1758) |
| *Pelagia noctiluca* | Forsskål 1775 |
| *Rhizostoma pulmo* | (Macri, 1778) |
| *Cotylorhiza tuberculata* | (Macri, 1778) |
| *Cornularia comucopiae* | (Pallas, 1766) |
| *Clavularia ochracea* | Von Koch, 1878 |
| *Clavularia crassa* | (Milne-Edwards, 1848) |
| *Rolandia rosea* | (Philippi, 1848) |
| *Alcyonium acaule* | (Marion, 1878) |
| *Alcyonium coralloides* | (Pallas, 1766) |
| *Maasella edwardsi* | (Lacaze-Duthiers, 1888) |
| *Paramuricea clavata* | (Risso, 1826) |
| *Eunicella singularis* | (Esper, 1791) |
| *Eunicella cavolini* | (Von Koch, 1887) |
| *Eunicella verrucosa* | (Pallas, 1766) |
| *Lophogorgia sarmentosa* | (Esper, 1791) |
| *Cerianthus membranaceus* | (Spallanzani, 1784) |
| *Parazoanthus axinellae* | (Schmidt, 1862) |
| *Epizoanthus arenaceus* | (Delle Chiaje, 1888) |
| *Gerardia savaglia* | (Bertoloni, 1819) |
| *Actinia equina* | (L., 1767) |
| *Anemonia viridis* | (Forsskål, 1775) |
| *Bunodactis verrucosa* | (Pennant, 1777) |
| *Condylactis aurantiaca* | (Delle Chiaje, 1825) |
| *Aiptasia mutabilis* | (Gravenhorst, 1831) |
| *Cereus pedunculatus* | (Pennant, 1777) |
| *Calliactis parasitica* | (Couch, 1838) |
| *Alicia mirabilis* | Johnson, 1868 |
| *Madracis pharensis* | (Heller, 1868) |
| *Cladocora caespitosa* | (L., 1767) |
| *Caryophyllia smithii* | Stokes & Broderip, 1828 |
| *Caryophyllia inornata* | (Ducan, 1878) |
| *Paracyathus pulchellus* | (Philippi, 1842) |
| *Polycyathus muellerae* | (Abel, 1959) |
| *Hoplangia durotrix* | Gosse, 1860 |
| *Phyllangia mouchezii* | (Lacaze-Duthiers, 1897) |
| *Coenocyathus cylindricus* | Milne Edwards , 1848 |
| *Monomyces pigmea* | (Risso, 1826) |
| *Cladopsammia rolandi* | Lacaze-Duthiers, 1897 |
| *Balanophyllia europea* | (Risso, 1826) |
| *Leptosammia pruvoti* | Lacaze-Duthiers, 1897 |
| *Astroides calycularis* | (Pallas, 1766) |
| *Corynactis viridis* | (Allman,1846) |

ogni anno riappaiono misteriosamente, ma puntualmente. Le aggregazioni stagionali di *P. noctiluca*, e più in generale di numerose specie di idro-, cubo- e scifomeduse possono: a) influenzare significativamente il successo del reclutamento di molte specie ittiche di interesse commerciale; b) rendere difficoltosa la pesca con il tramaglio; c) condizionare la balneazione e il turismo. La comprensione dei fattori che controllano la dinamica di popolazione delle meduse negli ecosistemi marini potrebbe consentire di effettuare previsioni sulla comparsa di aggregazioni di meduse nelle zone costiere. Per questo scopo, stime quantitative sulle aggregazioni di meduse si possono ricavare anche attraverso la raccolta di informazioni anche da osservatori occasionali (pescatori, turisti, bagnanti). Le Riserve Marine, siti elettivi per il seawatching, rappresentano una importante occasione per la raccolta di dati a "basso costo", attraverso la diffusione e compilazione di schede informative. A questo scopo, è stata approntata una guida per il riconoscimento in campo delle principali specie di scifomeduse del Mediterraneo.

Biol. Mar. Medit. (1999), 6 (1): 275-277

M. Toccarelli, M. Gristina, N. Longo*, G. Corriero**

C.R.E.A. S.c.r.l., Via F. Guardione, 30 - 90139 Palermo, Italia.
*Centro Studi e Documentazione "Isola di Ustica", Italia.
** Dip. di Zoologia dell'Università di Bari, Italia.

# PROGETTAZIONE E REALIZZAZIONE DI PERCORSI NATURALISTICI PRESSO LA RISERVA NATURALE MARINA "ISOLA DI USTICA"

## *NATURALISTIC ITINERARIES WITHIN THE MARINE RESERVE OF USTICA ISLAND (N/W SICILY)*

***Abstract***

*Fifteen underwater and three terrestrial itineraries were created in the Marine Reserve of the Island of Ustica (Tyrrhenian Sea), with the aim of increasing the awareness and enjoyment of the main sites of naturalistic interest.*

***Key-words:*** *Marine reserve, Tyrrhenian sea, Naturalistic itineraries.*

## Introduzione

Nell'estate del 1997 l'Ente Gestore della Riserva Naturale Marina "Isola di Ustica" ha finanziato la progettazione e la realizzazione di 15 percorsi naturalistici subacquei e 3 terrestri allo scopo di valorizzare le principali emergenze naturalistiche presenti sulla costa e sui fondali usticesi.

Scopo principale di questo lavoro è stato quello di ampliare e diversificare i siti delle immersioni e delle escursioni, cercando di trasmettere al visitatore l'interesse e la curiosità per aspetti della vita marina poco appariscenti ma di grande fascino, e di aumentare il numero delle escursioni possibili allo scopo di diminuire l'impatto esercitato dai subacquei sulle biocenosi bentoniche.

Recenti sudi, infatti, hanno dimostrato (Sala *et al.*, 1996) che il turismo subacqueo se troppo intenso e concentrato, può arrecare sensibili danni ad ecosistemi delicati ed a lento turnover come il coralligeno.

## Materiali e metodi

Tenendo conto delle caratteristiche e delle specificità biologiche dei fondali di Ustica e considerando il fatto che su di essi sono presenti e facilmente fruibili e visitabili i principali ecosistemi del Mediterraneo, sono stati selezionati 15 percorsi marini con l'intento di fornire ampie possibilità di fruizione da parte di subacquei esperti e non.

A tale scopo sono stati scelti 10 percorsi profondi (P) fruibili solamente con l'ausilio dell'autorespiratore e, possibilmente, con l'assistenza di un diving center e 5 percorsi superficiali (S) praticabili in tutta sicurezza con l'ausilio di maschere, pinne e boccaglio (Fig. 1). Nella fase progettuale sono stati individuati i seguenti aspetti salienti:

- riduzione dell'impatto visivo ed ambientale nelle aree interessate dalla collocazione dei percorsi;
- contestualizzazione dei percorsi in un'ottica ecologica, e successivo inquadramento di ognuno di essi in tre differenti tematiche: naturalistiche generali, biologiche, e delle attività umane;
- individuazione e strutturazione di percorsi indirizzati ad una fascia quanto più ampia di fruitori;

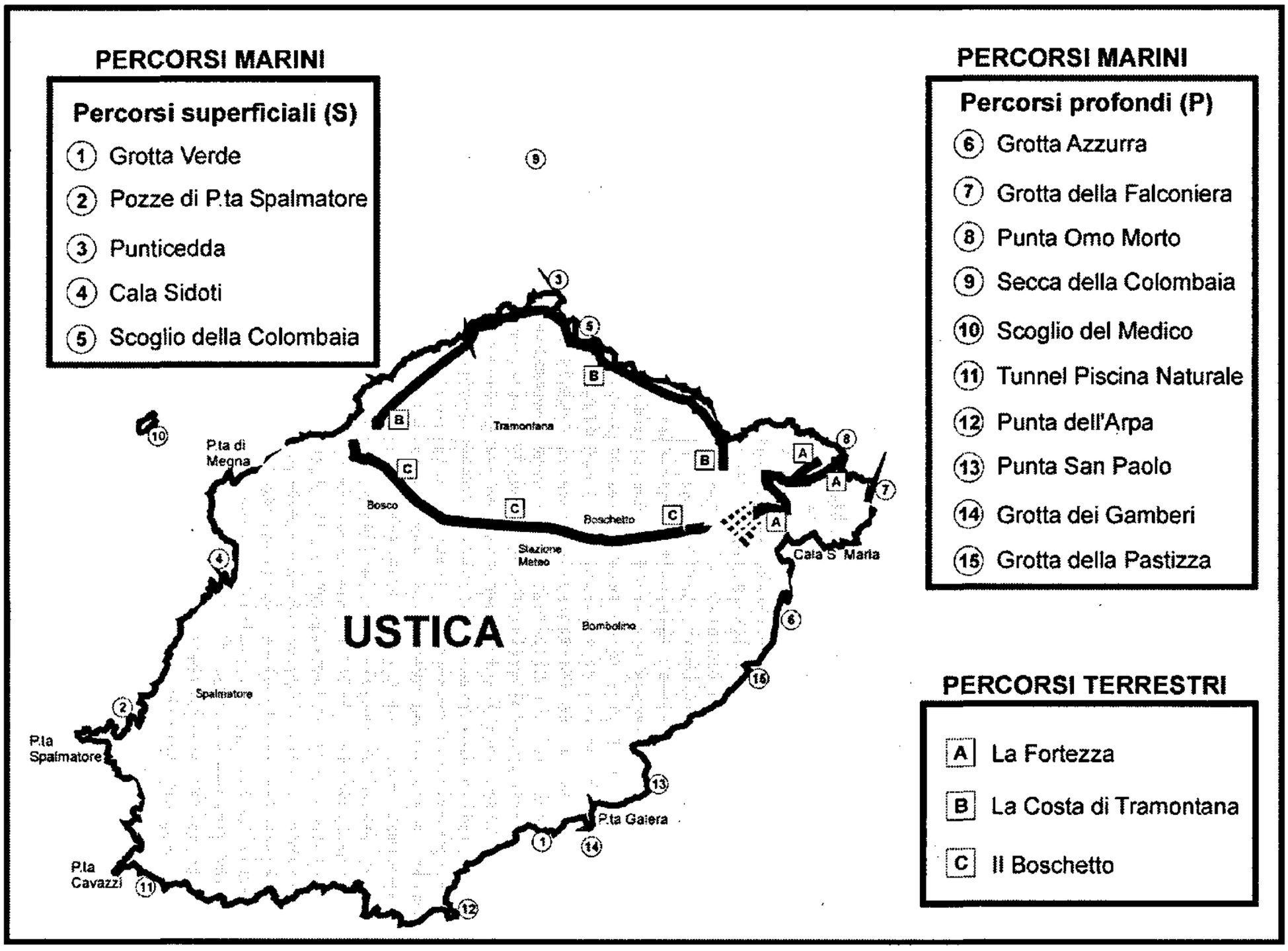



Fig. 1 - Ubicazione dei percorsi naturalistici.
*Location of the naturalistic itineraries.*

- individuazione di punti focali o "nodi", dove, a seconda delle tematiche, sono messe in risalto le caratteristiche generali insieme alle peculiarità del percorso.

## Conclusioni

La fase di realizzazione del progetto si è così concretizzata:

- installazione della segnaletica in ogni percorso: targhe e piccole boe numerate sommerse negli itinerari subacquei; targhe e segnaletica in legno negli itinerari terrestri;
- realizzazione di tavole in PVC riportanti su un lato una rappresentazione iconografica, in pianta o in prospettiva, dell'ambiente con le indicazioni grafiche

dell'itinerario da seguire; sull'altro lato disegni in dettaglio delle emergenze che caratterizzano ogni nodo, corredati da un breve testo esplicativo;

- realizzazione, per ogni percorso individuato, di un testo di carattere divulgativo, rivolto agli operatori della Riserva.

**Bibliografia**

SALA E., GARRABOU J., ZABALA M. (1996) - Effects of diver frequentation on Mediterranean sublittoral populations of the bryozoan *Pentapora fascialis*. *Mar. Biol.*, **126**: 451-459.

Biol. Mar. Medit. (1999), 6 (1): 278-280

M. VACCHI, S. BUSSOTTI, P. GUIDETTI, G. LA MESA

ICRAM, Via Casalotti, 300 - 00166 Roma, Italia.

# OSSERVAZIONI PRELIMINARI SULLE CERNIE DELLA RISERVA MARINA DI USTICA (TIRRENO MERIDIONALE, MAR MEDITERRANEO)

## *PRELIMINARY OBSERVATIONS ON THE GROUPERS OF THE MARINE RESERVE OF USTICA ISLAND (SOUTHERN TYRRHENIAN, MEDITERRANEAN SEA)*

***Abstract***

*Seasonal visual census surveys were carried out in 1996 and 1997, in order to obtain information on grouper species (*Epinephelus marginatus *and* E. costae*) in the marine park of Ustica. A reserve effect, mainly on* E. marginatus, *is evident in the strictly protected zone. Information on the reproductive behaviour of both species was provided.*

***Key-words:*** Epinephelus marginatus, E. costae, *reserve effect, Ustica Island, Mediterranean Sea.*

## Introduzione

La cernia bruna *Epinephelus marginatus* (Lowe, 1834) e la cernia dorata *E. costae* (Steindachner, 1878), specie particolarmente vulnerabili alla pesca subacquea, sono andate incontro negli ultimi 20-30 anni ad una drammatica riduzione delle abbondanze (Zabala *et al.*, 1997a). Nel Mediterraneo nordoccidentale, le cernie raggiungono densità elevate solo nelle aree marine protette (Zabala *et al.*, 1997b). In particolare, per *E. marginatus* è stata osservata una relazione diretta tra condizioni di protezione ed abbondanza nelle riserve di Port-Cros e delle Isole Medes (G.E.M., 1994; Garcia Rubies e Zabala, 1994).

Nel presente studio sono stati ottenuti primi dati sull'abbondanza e sulla composizione per taglia di *E. marginatus* ed *E. costae* nella Riserva Marina dell'Isola di Ustica.

## Materiali e metodi

I campionamenti sono stati effettuati stagionalmente tra la primavera 1996 e l'estate 1997 nelle tre zone a differente livello di protezione (A, B e C) della Riserva Marina di Ustica, istituita nel 1986. La zona A è sottoposta a tutela integrale; nelle zone B e C sono consentite la pesca artigianale ed amatoriale con lenza; nella zona C è inoltre ammessa la pesca subacquea.

Lo studio è stato condotto utilizzando tecniche di "visual census". Sono stati eseguiti: a) percorsi in "snorkeling", a profondità comprese tra 0 e 3 m e della durata standard di 15 minuti; b) transetti in immersione con ARA a tre profondità (3-5 m = transetto superficiale, 10-15 m = t. intermedio, 25-30 m = t. profondo). La dimensione degli esemplari (LT) è stata valutata in base alle seguenti classi di taglia: 0-5, 6-10, 11-20, 21-30, 31-40, 41-50, 51-70, 71-90, >90 cm.

Nell'estate 1997 sono state ottenute informazioni sul comportamento riproduttivo delle specie studiate mediante osservazioni *in situ* e l'analisi di filmati subacquei.

## Risultati e discussione

I risultati relativi all'abbondanza ed alla taglia ottenuti mediante i transetti sono stati riportati solo per *E. marginatus* (Tab. 1 e 2), considerando la scarsa numerosità degli avvistamenti di *E. costae*.

Tab. 1 - Abbondanza (media ± DS) di *Epinephelus marginatus* nei transetti. N = transetti effettuati.
*Abundance (mean ± SD) of Epinephelus marginatus in the transects. N = performed transects.*

| Zona | Transetto superficiale | N | Transetto intermedio | N | Transetto profondo | N |
|---|---|---|---|---|---|---|
| A | 0.90 ± 1.02 | 20 | 0.80 ± 1.00 | 20 | 0.30 ± 0.66 | 20 |
| B | 0.35 ± 0.59 | 20 | 0.25 ± 0.44 | 20 | 0.35 ± 0.93 | 20 |
| C | 0.06 ± 0.24 | 21 | 0.00 ± 0.00 | 18 | 0.06 ± 0.25 | 16 |

Tab. 2 - Taglia (LT in cm) (media ± DS) di *Epinephelus marginatus* nei transetti.
*Size (TL in cm) (mean ± SD) of* Epinephelus marginatus *in the transects.*

| Zona | Transetto superficiale | Transetto intermedio | Transetto profondo |
|---|---|---|---|
| A | 23.42 ± 11.20 | 48.59 ± 12.45 | 55.83 ± 14.29 |
| B | 13.36 ± 3.04 | 32.20 ± 17.58 | 47.86 ± 21.38 |
| C | 11.00 ± 0.00 | 0.00 ± 0.00 | 45.00 ± 0.00 |

Nei transetti superficiale ed intermedio l'abbondanza della cernia bruna decresce concordemente con il livello di protezione; solo i confronti tra le zone A e C sono però risultati significativi (test di Mann-Whitney: $P<0.01$). Nelle zone A e B si nota inoltre una progressiva diminuzione dell'abbondanza con l'aumento della profondità.

Per quanto riguarda la taglia degli individui censiti, essa risulta, nel transetto superficiale, significativamente maggiore nella zona A rispetto alla zona B (test di Mann-Whitney: $P<0.05$). In generale, la dimensione degli individui aumenta con la profondità; tale aumento è risultato significativo nelle zone A e B nel confronto tra i transetti profondo e superficiale (test di Mann-Whitney: $P<0.01$).

I dati sull'abbondanza e la taglia delle due specie di cernie ottenuti mediante i percorsi sono riportati nelle tabelle 3 e 4.

Tab. 3 - Abbondanza (media ± DS) di *Epinephelus costae* ed *E. marginatus* nei percorsi.
*Abundance (mean ± SD) of* Epinephelus costae *and* E. marginatus *in the courses.*

| Zona | *E. costae* | *E. marginatus* | N. percorsi |
|---|---|---|---|
| A | 0.25 ± 0.60 | 2.64 ± 2.09 | 36 |
| B | 0.04 ± 0.20 | 1.76 ± 1.45 | 50 |
| C | 0.14 ± 0.36 | 1.38 ± 1.07 | 21 |

Tab. 4 - Taglia (LT in cm) (media ± DS) di *Epinephelus costae* ed *E. marginatus* nei percorsi.
*Size (mean ± SD) of* Epinephelus costae *and* E. marginatus *in the courses.*

| Zona | *E. costae* | *E. marginatus* |
|---|---|---|
| A | 24.17 ± 8.66 | 20.16 ± 9.56 |
| B | 27.50 ± 0.00 | 18.66 ± 10.30 |
| C | 20.00 ± 9.57 | 15.36 ± 9.26 |

Sia l'abbondanza che la taglia della cernia bruna sono risultate significativamente maggiori nella zona A rispetto alla zona C (test di Mann-Withney: $P<0.05$ e $P<0.01$, rispettivamente).

Nell'agosto 1997, durante un'immersione presso la Secca della Colombara, è stato avvistato un gruppo di cinque cernie dorate di notevoli dimensioni (tra 70 e 110 cm. di LT) ad una profondità di circa 30 m. Le cernie erano in acqua libera, a 7-8 m di distanza fondo. Per tre volte nel corso di cinque minuti di osservazione, l'esemplare più grande ha assunto una posizione verticale e, scosso da un tremito, si è diretto verso la superficie, per ricongiungersi dopo un breve tratto con il resto del gruppo. Un simile comportamento è stato osservato nelle acque di Ustica anche per la cernia bruna, come attestano alcune riprese subacquee effettuate nell'estate 1997 (15 luglio) presso lo Scoglio del Medico.

Quanto descritto ricorda le prime fasi dei rituali riproduttivi di *E. marginatus*, secondo quanto riportato da Zabala *et al.* (1997b) nelle isole Medes.

## Conclusioni

A causa della mancanza di dati precedenti all'istituzione della riserva marina, il confronto del popolamento di cernie tra le tre zone a differente livello di protezione costituisce l'unico mezzo per valutare i benefici conseguenti al regime di tutela. I dati ottenuti nei nostri rilevamenti mostrano che, nelle aree in cui i vincoli di tutela sono più severi (zone A e B), aumentano sia l'abbondanza degli individui censiti che la loro taglia media. Inoltre, la presenza nelle zone A e B di cernie brune di medie dimensioni anche a profondità ridotte, testimonia la tendenza di questa specie a colonizzare nuovamente gli habitat originari.

Infine, l'osservazione di comportamenti riconducibili alla fase riproduttiva costituisce un'utile indicazione per lo sviluppo di ricerche future sugli aspetti sociali e sulla caratterizzazione dei siti riproduttivi di *E. marginatus* ed *E. costae*.

## Bibliografia

G.E.M. (1994) – *Inventaires des merous du Parc National de Port-Cros: campaigne d'Octobre 1993.* Note interne au G.E.M.: 15 pp.

GARCIA-RUBIES A., ZABALA M. (1994) – Seguiment de la poblacio de meros *Epinephelus marginatus* y d'altres especies de peixos vulnerables de les Illes Medes. In: Anon. (Universitat de Barcelona). *Seguiment temporal de la Reserva Marina de les Illes Medes. Informe annual. Any 1994*: 51-64.

ZABALA M., LOUISY P., GARCIA-RUBIES A., GRACIA V. (1997a) – Socio-behavioural context of reproduction in the Mediterranean dusky grouper *Epinephelus marginatus* (Lowe, 1834) (Pisces, Serranidae) in the Medes Islands Marine Reserve (NW Mediterranean). *Scientia Marina*, **61** (1): 79-89.

ZABALA M., GARCIA-RUBIES A., LOUISY P., GRACIA V. (1997b) – Spawning behaviour of the Mediterranean dusky grouper *Epinephelus marginatus* (Lowe, 1834) (Pisces, Serranidae) in the Medes Islands Marine Reserve (NW Mediterranean). *Scientia Marina*, **61** (1): 65-77.

Studio finanziato dall'Ente Gestore della Riserva Marina di Ustica.

Biol. Mar. Medit. (1999), 6 (1): 281-283

F. Barbato, N. De Angelis, M. Imperatrice*, A. Cannas*

ENEA, CR Casaccia, Dip. Innovazione e Dip. Energia, Via Anguillarese, 301 - 00060 Roma, Italia.
*CIRSPE, Via de' Gigli d'Oro, 21 - 00186 Roma, Italia.

# UN DISPOSITIVO DI RACCOLTA E RECUPERO DI RIFIUTI SOLIDI GENERATI DA GABBIE DI ALLEVAMENTO ITTICO

## *A DEVICE FOR COLLECTION AND RECOVER OF SOLID WASTE GENERATED BY CAGE FISH REARING*

***Abstract***

*The described device represents at national level a new tool for the mitigation of environmental impact determined by cage fish rearing, in sheltered sites. The collection device consists of a PVC lining in shape of inverted pyramid or cone fixed to a rigid frame and fitted under the bottom of a rearing cage. The recover apparatus is realized with a plastic pipe air lift sucking the debris accumulated at the bottom of the PVC lining. Preliminary results of a practical experience give indications of efficacy in sediment protection but also of rather high costs in the particular experimental site, due mainly to frequent underwater operations to clean the air lift from obstructing litters not originated by the rearing.*

***Key-words:*** *cage fish rearing, environmental impact, sheltered sites, mitigation.*

## Introduzione

Il dispositivo di seguito descritto è da considerare nell'ambito di un settore produttivo relativamente nuovo per il nostro Paese e con buone prospettive di sviluppo (Anonimo, 1997). Tale settore, quello dell'allevamento ittico in gabbie, potrebbe avere uno sviluppo anche in alcune zone di acque riparate, qualora si ovviasse ai connessi problemi di inquinamento ambientale; tali zone presentano importanti vantaggi rispetto al mare aperto, consistenti in maggiore controllabilità, minori spese logistiche, minori rischi di danneggiamenti. A fronte di tali aspetti positivi vi è il principale inconveniente dell'impatto ambientale, determinato essenzialmente dalla produzione di detrito organico e dal suo accumulo al di sotto delle gabbie, che a lungo andare può determinare l'innesco di crisi distrofiche (Barbato *et al.*, 1996). Il presente ritrovato, tutelato da brevetto, rappresenta un contributo alla risoluzione di questo problema. La raccolta del materiale organico consentirebbe infatti di eliminare i rischi connessi al suo accumulo sotto le gabbie.

A livello internazionale dispositivi similari sono stati utilizzati in allevamenti di salmonidi nel Mare del Nord in Svezia ed in Norvegia, nonchè in un lago polacco (Beveridge, 1987; Bergheim *et al.*, 1991; Cripps and Kelly, 1996). I limiti principali riscontrati in questi esempi sono da un lato nel costo elevato dei sistemi più sofisticati, dall'altro nella non adattabilità di tali dispositivi ad impianti preesistenti e a siti poco riparati. Nel caso qui illustrato si è cercato di realizzare una struttura economica adattabile anche a siti con un certo idrodinamismo e ad impianti preesistenti.

## Materiali e metodi

Il sistema di raccolta è composto da una piramide (o cono, a seconda della forma della gabbia di allevamento) rovesciata di telone in PVC, congiunto stret-

tamente tramite cime ad un telaio rigido in tubo di PVC, ad assetto regolabile, mediante camere d'aria (vedi fig. 1). Il telaio rigido è collegato tramite cime al collare galleggiante della gabbia. Il vertice inferiore del telone viene collegato ad una zavorra.

Il sistema di recupero è costituito da un tubo spiralato dotato di una terminazione metallica con apertura protetta (fig. 1). Il tubo spiralato arriva in superficie, dove il tratto finale viene fissato al collare galleggiante della gabbia. Periodicamente si procede al recupero del materiale organico depositato tramite un effetto sorbona con aria compressa fornita da una bombola per uso subacqueo o da un compressore. L'acqua mista a detrito viene raccolta in un contenitore posto a bordo dell'imbarcazione di servizio. Il detrito successivamente compattato tramite decantazione ed evaporazione può venire opportunamente smaltito o utilizzato per fini produttivi (fertilizzazione agricola) se sottoposto ad ulteriori trattamenti.

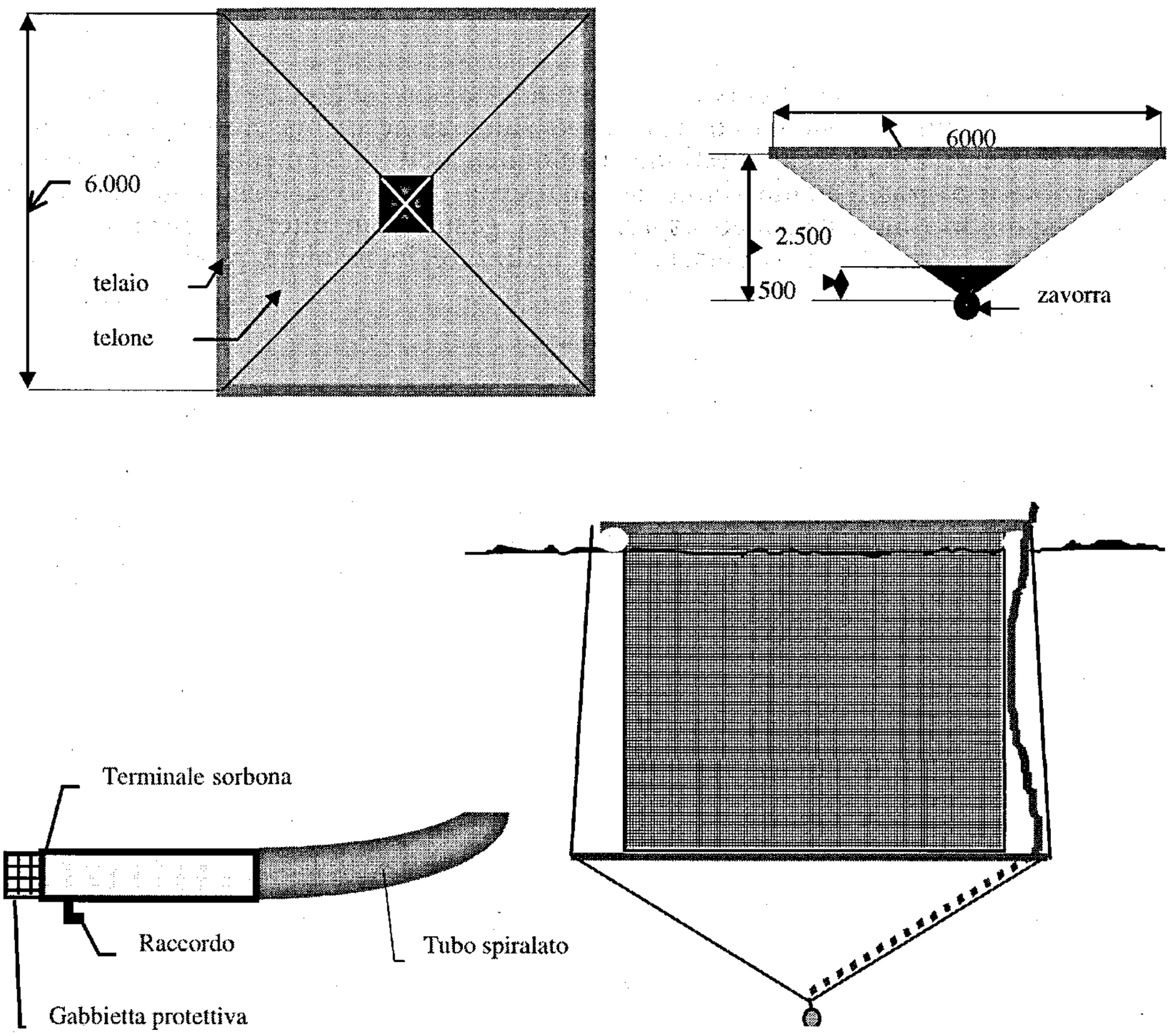



Fig. 1 - Particolari e visione d'insieme del dispositivo. Misure in mm.
*Details and overall view of the device. Figures in mm.*

## Risultati

Nel corso delle prime fasi della sperimentazione sono state acquisite esperienze preliminari di utilizzo pratico e sono state evidenziate difficoltà legate al particolare sito di sperimentazione. Infatti materiale estraneo all'allevamento come gusci di mitili e rifiuti vari trasportati dalla corrente andavano ad ostruire l'imboccatura della sorbona rendendo necessario l'intervento di un operatore subacqueo con aggravio dei costi di gestione.

E' stato stimato che dei rifiuti totali prodotti da allevamenti di orata in gabbie galleggianti (solidi+solubili inclusa $CO_2$), circa il 50% del C, il 26% del N ed il 75% del P, vengano escreti come solidi dai pesci o immessi nell'ambiente sotto forma di mangime non consumato (rielaborazione dati da Barbato *et al.*, 1996). Tali valori rappresentano il limite teorico di raccolta e recupero dei nutrienti da parte del sistema. Tuttavia il particellato più fine può essere trasportato dalle correnti attraverso le pareti laterali della gabbia e venire disperso su una vasta superficie, per cui i valori reali, peraltro di difficile stima visti anche gli apporti di materiale estraneo all'allevamento, sono da considerare minori rispetto a quelli summenzionati. Vi è inoltre da considerare un certo consumo del detrito organico da parte degli organismi filtratori e detritivori che si sviluppano sul telo o che si aggirano nei suoi dintorni. Stime più precise sul quantitativo recuperabile verranno elaborate a fine lavori.

I costi dell'intero sistema ad una prima valutazione di massima appaiono ancora non marginali per una gestione economica dell'allevamento, anche se potrebbero venire grandemente ridotti su una scala di applicazione realistica, o se fosse disponibile un subacqueo esperto fra i gestori; un ulteriore risparmio sarebbe inoltre possibile se si riuscisse ad utilizzare in maniera produttiva, quale la fertilizzazione agricola, il materiale di risulta.

## Conclusioni

Il dispositivo descritto in queste note costituisce uno dei primi tentativi per cercare di armonizzare sviluppo e compatibilità ambientale nel settore dell'allevamento ittico in gabbie, in ambito nazionale. Da queste prime esperienze appare che, a fronte di una sostanziale efficacia nella protezione dell'ambiente recettore, accertata con la sottrazione di rilevanti quantitativi di materiale organico altrimenti destinato ad arricchire i sedimenti, i costi riscontrati siano ancora piuttosto elevati nella particolare situazione sperimentale; tuttavia, affinando la ricerca e le esperienze sarà nel futuro possibile ridurre anche grandemente questi costi.

### Bibliografia

ANONIMO (1997) - Adozione del quinto piano triennale della pesca e dell'acquacoltura 1997-1999. Decreto MIRAAF 24 marzo 1997: 104 pp.

BARBATO F., IZZO G., MASSINI G., MELONI F., SAVARINO R. (1996) - Primi risultati della stima degli effluenti derivanti da allevamenti di orata (*Sparus aurata*) in gabbie galleggianti all'interno di una laguna sarda. *Biol. Mar. Medit.*, **3** (1): 192-199.

BERGHEIM A., AABEL J.P., SEYMOUR E. A. (1991) - Past and present approaches to aquaculture waste management in norwegian net pen culture operations. In: Cowey and Cho (Ed.), *Nutritional strategies and aquaculture waste*, Univ. of Guelph, Ontario, Canada.

BEVERIDGE M.C.M. (1987) - Cage Aquaculture. Blackwell Scientific Publications Ltd, Oxford: 352 pp.

CRIPPS J.S., KELLY A.L. (1996) - Reduction in waste from aquaculture. In: Baird, Beveridge, Kelly and Muir (Ed.), *Aquaculture and water resource management*; Blackwell Science, GB.

Il presente lavoro ha ricevuto un contributo da parte del MIPA, Direzione Generale Acquacoltura e Pesca, progetto 4C 081.

Biol. Mar. Medit. (1999), 6 (1): 284-286

S. Canese, A. Francescon*, A. Barbaro*, F. Barbato, G. Bozzato**

ENEA Inn/Bioag-Pan, Via Anguillarese, 301 - 00060 S. Maria di Galeria (Roma), Italia.
*Ist. Biologia del Mare CNR, Castello, 1364/A - 30122 Venezia, Italia.
**Veneto Agricoltura, Strada dei Murazzi - 30010 Pellestrina (Venezia), Italia.

# FECONDAZIONE ARTIFICIALE DELL'OMBRINA, *UMBRINA CIRROSA* (L.), CON SPERMA CRIOCONSERVATO

# *ARTIFICIAL FERTILIZATION BY CRYOPRESERVED SPERM IN THE SHI DRUM,* UMBRINA CIRROSA *(L.)*

***Abstract***

*A simple method of cryopreservation was applied to semen of the shi drum,* Umbrina cirrosa *(Sciaenidae; Perciformes); sperm motility was assessed after short-term frozen storage in liquid nitrogen. Ovulation of one ripe shi drum female was induced by a long-acting LH-RH analogue and artificial fertilization of stripped hydratated oocytes was performed using a 7-day-old cryopreserved sperm. Percentages of fertilization (86-94%) and larval hatching (95%) reached by cryopreserved sperm were very similar to those obtained by untreated control sperm (93% and 98% respectively).*

***Key-words:*** *shi drum,* Umbrina cirrosa, *sperm cryopreservation, artificial fertilization.*

## Introduzione

La crescente necessità di differenziare la produzione ittica, per poter efficacemente competere sul mercato mediterraneo, ha portato gli impianti di acquacoltura a sviluppare protocolli di riproduzione e di allevamento di nuove specie. Tra queste l'ombrina, *Umbrina cirrosa*, che ha una quotazione sul mercato nazionale paragonabile a quella delle specie ittiche di maggior pregio, viene ora riprodotta secondo protocolli recentemente consolidati (Libertini *et al.*, 1998). Tuttavia il parziale sfasamento della stagione riproduttiva riscontrato nelle ombrine in cattività, con femmine sempre mature ma con una crescente percentuale di maschi in cui la spermiazione e la motilità spermatica si riduce col progredire della stagione (Melotti *et al.*, 1995; Barbaro *et al.*, 1996), ha indotto a sviluppare una tecnica di crioconservazione dello sperma nel caso di dover ricorrere a fecondazioni artificiali.

La crioconservazione del seme viene sempre più estesamente applicata anche per i pesci marini e recentemente è stato sperimentato per l'orata un metodo semplice ed economico di congelamento del seme che in prove di fecondazione artificiale ha dato percentuali di embrionatura fino al 59% (Canese *et al.*, 1998; Barbato *et al.*, 1998).

Si è, quindi, applicato questo metodo all'ombrina verificando inizialmente la motilità degli spermatozoi mantenuti nella soluzione crioconservante prima e dopo congelamento in azoto liquido; successivamente si è testata la fertilità dello sperma congelato in prove di fecondazione artificiale.

## Materiali e metodi

La sperimentazione è stata effettuata in giugno presso un impianto ittico del nord Adriatico; la temperatura dell'acqua era mantenuta a 22-24 °C e la salinità a 29 ppt. Lo sperma è stato raccolto dai maschi mediante una siringa e mantenuto

su ghiaccio. Il numero di spermatozoi/ml è stato rilevato con camera di Burker dopo diluizione 1:1000 dello sperma; la motilità degli spermatozoi è stata esaminata al microscopio ottico, dopo attivazione con acqua di mare, sia misurando il lasso di tempo in cui almeno il 50% presentava moti traslatori, sia utilizzando una scala arbitraria da 0 a V basata sull'intensità e sulla percentuale di motilità spermatica (Chambeyron e Zohar, 1990). Per le prove di crioconservazione sono state aggiunte a 10 parti di sperma 75 di NaCl 1%, come diluente, e 15 di dimetilsolfossido (DMSO), quale crioprotettore. Questa soluzione (A=10:75:15) è stata aspirata in paillettes da 0,5 ml che, una volta sigillate, sono state appoggiate su di un apposito supporto; questo è stato posto in un contenitore di polistirolo contenente azoto liquido mantenendo una distanza tra la superficie dell'azoto e le paillettes pari a 4,2 cm. Dopo una permanenza di 10 min nei vapori di azoto le paillettes sono state fatte rapidamente cadere nell'azoto liquido. Dopo tempi brevi (100, 200, 300 min) e medi (1 settimana) di congelamento le paillettes sono state scongelate immergendole per 20 sec in un bagno termostatato a 28°C; la soluzione contenente lo sperma è stata immediatamente utilizzata per effettuare prove di motilità degli spermatozoi e/o di fecondazione artificiale. L'ovulazione è stata indotta stimolando una femmina, avente oociti al termine della vitellogenesi esogena (537±8 μm), con un preparato a lento rilascio di un analogo di sintesi dell'ormone ipotalamico LH-RH (40 μg/kg). Gli oociti idratati utilizzati per la fecondazione artificiale sono stati raccolti per compressione addominale e, ad un grammo di questi, è stato aggiunto il contenuto di 2 paillettes e 4 ml di acqua di mare. Le uova fecondate sono state poste in un bicchiere contenente 1000 ml di acqua di mare a 24 °C per verificare le percentuali di segmentazione embrionale (uova segmentatex100/uova seminate) entro 120 min dalla fecondazione, di schiusa larvale (larve schiusex100/uova segmentate) dopo 20-24 ore dalla fecondazione e di vitalità larvale (larve vivex100/larve schiuse) dopo 24 ore dalla schiusa; la prova è stata condotta in doppio. Quale controllo, parte degli oociti provenienti dalla stessa femmina sono stati fecondati con sperma fresco appena raccolto da un altro maschio ed egualmente valutati per segmentazione e schiusa.

## Risultati e discussione

Il campione di sperma utilizzato per la crioconservazione è stato raccolto in giugno da un maschio che presentava una motilità degli spermatozoi di 62-95 sec e conteneva in media $12,7x10^9$ spermatozoi/ml. La durata della motilità degli spermatozoi (63-86 sec) mantenuti per 30 min nella soluzione crioconservante A è risultata paragonabile a quella del controllo (60-90 sec), ma raddoppiando il tempo di permanenza nella soluzione A è stata registrata la cessazione della motilità mentre nel controllo questa è rimasta pressoché inalterata (70-75 sec). Probabilmente, come ipotizzato anche per sperma di orata conservato nella stessa soluzione (Canese *et al.*, 1998), l'effetto citotossico del DMSO si manifesta all'aumentare del tempo di contatto. Il congelamento per brevi periodi (100-300 min) non ha alterato la motilità degli spermatozoi che, dopo scongelamento, hanno sempre presentato motilità (50-66 sec) paragonabili al controllo (70 sec). La motilità, inoltre, valutata secondo la scala 0-V (Chambeyron e Zohar, 1990), è risultata bassa sia prima che dopo il congelamento (II ed I-II, rispettivamente). Per la fecondazione artificiale con lo sperma crioconservato la densità di

inseminazione (550.000 spermatozoi/oocita) è risultata circa 10 volte superiore a quella del controllo (40.000 spermatozoi/oocita) per compensare la perdita dovuta al congelamento; in altri scienidi, infatti, è stata notata una riduzione del tasso di fertilizzazione del seme congelato (Gwo *et al.*, 1991). Le percentuali di embrionatura delle uova di ombrina (86-94%), di schiusa (95%) e di sopravvivenza larvale (91%) ottenute con lo sperma congelato sono risultate paragonabili a quelle del controllo (93, 98 e 95% rispettivamente) e del tutto paragonabili a quelle riportate per questa specie in altre prove di fecondazione artificiale utilizzando sperma fresco (Libertini *et al.*, 1998).

In conclusione il metodo di crioconservazione utilizzato si è dimostrato efficace nel mantenere a medio termine la capacità fecondante dello sperma di ombrina congelato. Interessante è, inoltre, l'elevata fertilità del seme crioconservato a fronte di valori di motilità non particolarmente alti, secondo la scala 0-V. Sarà ora necessario verificare se la capacità fecondante dello sperma venga mantenuta anche dopo tempi lunghi di permanenza in azoto liquido e se si potrà diminuire la densità di inseminazione per economizzare lo stoccaggio.

**Ringraziamenti**

Lavoro eseguito con un contributo del Ministero per le Risorse Agricole, Alimentari e Forestali nell'ambito del IV Piano Triennale per la Pesca e l'Acquacoltura.

**Bibliografia**

BARBARO A., BOZZATO G., FANCIULLI G., FRANCESCON A., LIBERTINI A., RICHARD J. (1996) - Maturità gonadica in *Umbrina cirrosa* (L.), riproduzione ed allevamento in cattività. *Biol. Mar. Medit.*, **3** (1): 394-395.

BARBATO F., CANESE S., MORETTI F., MISITI S., LACONI F., RANA K. (1998) - Preliminary experiences for cryopreservation *of Sparus aurata* and *Diplodus puntazzo* semen. *Cahiers Options Méditerranéennes, CIHEAM Zaragoza*, **34**: 281-287.

CANESE S., BARBATO F., MORETTI F., MISITI S., LACONI F., RANA K. (1998) - Crioconservazione dello sperma di *Sparus aurata* e valutazioni preliminari di fertilità. *Biol. Mar. Medit.*, **5** (1): 481-483.

CHAMBEYRON F., ZOHAR Y. (1990) - A diluent for sperm cryopreservation of gilthead seabream, *Sparus aurata*. *Aquaculture*, **90**: 345-352.

GWO J.C., STRAWN K., LONGNECKER M.T., ARNOLD C.R. (1991) - Cryopreservation of Atlantic croaker spermatozoa. *Aquaculture*, **94**: 355-375.

LIBERTINI A., FRANCESCON A., BOZZATO G., BARBARO A. (1998) - The shi drum, *Umbrina cirrosa* (L.), an unexploited resource for Mediterranean aquaculture: recent advances in captive reproduction and applied cytogenetics. In: *33rd International symposium on new species for Mediterranean aquaculture, Alghero 23-24 aprile.*

MELOTTI P., RONCARATI A., GENNARI L., MORDENTI O. (1995) - Trials of induced reproduction and larval rearing of curb (*Umbrina cirrosa* L.). *Oebalia*, **21**: 37-42.

Biol. Mar. Medit. (1999), 6 (1): 287-290

P. CARDELLINI, A. FRANCESCON*, S. ZANELLA, G. BOZZATO**
P. BENEDETTI***, N. BORGONI****, A. BARBARO*

Dipartimento di Biologia, Università di Padova, Via Bassi, 58 - 35131 Padova, Italia.
*Istituto Biologia del Mare, CNR, Venezia, Italia.
**Ente Sviluppo Agricolo del Veneto, Padova, Italia.
***Tecnologie Evolute in Acquacoltura srl, Trieste, Italia.
****Naturae srl, Venezia, Italia.

# ALLEVAMENTO IN CATTIVITÀ DELL'OMBRINA, *UMBRINA CIRROSA* (L.), IN DIVERSE CONDIZIONI TERMICHE

# *CAPTIVE REARING OF SHI DRUM,* UMBRINA CIRROSA *(L.), IN DIFFERENT THERMAL CONDITIONS*

***Abstract***

*Thermal requirements for different life stages of shi drum,* Umbrina cirrosa *(L.) (Pisces, Sciaenidae), were examined in captivity. The sexual and the early ontogenetic development phases tolerate a narrower temperature range (22-26°C) in comparison with the larval and the juvenile ones (20-29°C). These last two phases exploit conveniently the highest summer temperatures and therefore it is possible to anticipate shi drum weaning and to obtain ten-gram juveniles in only three months.*

***Key-words:*** Umbrina cirrosa, *shi drum, rearing, thermal requirements, aquaculture.*

## Introduzione

Recentemente si è iniziata una sperimentazione volta a mettere a punto l'allevamento dell'ombrina, *Umbrina cirrosa*, una nuova specie per l'acquacoltura nazionale. Prove sperimentali condotte in vari impianti ittici hanno fornito indicazioni positive sulla possibilità di utilizzare questa specie in modo produttivo (Francescon *et al.*, 1997). L'ombrina, avendo una riproduzione primaverile-estiva, appare essere più termofila di altre specie oggetto di acquacoltura, quali il branzino e l'orata.

Si è posto, quindi, il problema di identificare quali siano gli intervalli di temperatura ottimali nei quali operare per sfruttare appieno le potenzialità dell'ombrina in cattività; sono state verificate in particolare le esigenze termiche delle fasi riproduttiva, embrionale, larvale e giovanile.

## Materiali e metodi

Si sono esaminati lotti di uova ottenute sia per fecondazione naturale che artificiale, dopo spremitura dei gameti, di 19 gruppi di riproduttori di ombrina. Il peso delle femmine variava da 0,7 a 6,0 kg; queste sono state stimolate con un ormone a lento rilascio (40 µg/kg di leuprolide acetato microincapsulato: des $Gly^{10}$,[D-$Leu^{6}$]-LH-RH ethylamide).

L'allevamento è stato condotto a vari regimi termici (19-29°C) in cinque impianti nazionali. La maturità testicolare dei maschi è stata verificata sulla base di emissione di sperma ottenuto con compressione addominale e controllando anche la motilità degli spermatozoi. La maturità ovarica delle femmine è stata determinata attraverso un prelievo bioptico, valutando lo stadio dei follicoli e misurando i diametri dei 15-20 più grandi presenti in ogni campione. Per ogni

ovodeposizione si è rilevata la quantità di uova deposte per kg di peso corporeo e la percentuale di embrionatura.

In ambiente termicamente controllato (±0,5 °C), si sono determinate le percentuali di schiusa delle uova e di sopravvivenza larvale (dopo 24 h) a varie temperature di incubazione (23, 25, 28, 31 °C); si è anche valutata la velocità di sviluppo embrionale a 25, 28, 31 °C su un gruppo di uova ottenute da una fecondazione artificiale.

L'accrescimento larvale (lunghezza totale), nelle normali condizioni di allevamento (24-29 °C), è stato monitorato giornalmente durante le prime tre settimane; inoltre, si sono compiute indagini istologiche dei principali stadi di sviluppo.

Infine, si è esaminato, per tre-sette mesi, l'accrescimento (peso totale fresco) di lotti di giovanili mantenuti a regimi termici variabili e stagionalmente decrescenti (da 24 a 17 °C, da 28 a 11 °C e da 29 a 20 °C).

## Risultati e discussione

Con temperature comprese tra 22 e 26 °C il 100% dei gruppi di riproduttori di ombrina ha risposto positivamente alla stimolazione ormonale e si sono ottenute le migliori ovodeposizioni (fino a 213.000 uova/kg ed embrionature del 93%); al di fuori di questo intervallo termico l'ormone risulta ancora efficace ma la quantità di uova deposte può essere estremamente ridotta (1000 uova/kg) e con percentuali di embrionatura scarse o nulle alle temperature più estreme (19 e 29 °C). Una simile stenotermia durante il periodo di ovodeposizione dell'ombrina è stata evidenziata anche in prove di fecondazione artificiale dove i migliori risultati (embrionature medie 59% e sopravvivenza larvale 92%) erano raggiunti con i regimi termici più fisiologici per la specie (23-27 °C; Libertini *et al.*, 1998). I maschi di ombrina tollerano temperature più basse risultando fluenti e con spermatozoi mobili già a 14 °C; fino a 25 °C la percentuale di maschi fluenti risulta costantemente superiore all'80%, tuttavia la motilità degli spermatozoi a volte può risultare compromessa all'aumentare della temperatura. Una situazione analoga era già stata segnalata per ombrine selvatiche e di cattività dove la percentuale dei maschi con spermatozoi mobili diminuiva progressivamente con il procedere della stagione (Barbaro *et al.*, 1996). Come dimostrato per altri teleostei d'allevamento (branzino; Lam, 1983), anche per l'ombrina esiste una temperatura minima di riproduzione (21 °C) ed il limite massimo si situa al di sotto dei 28 °C; i migliori risultati, infatti, vengono raggiunti quando la deposizione dei gameti si sincronizza in questa ristretta fascia di temperature.

Per quanto riguarda lo sviluppo delle uova fecondate di ombrina, all'aumentare della temperatura si è verificata un'accelerazione della velocità di sviluppo embrionale: la schiusa avviene dopo 21 ore dalla fecondazione a 25 °C, dopo 17 ore a 28 °C e dopo solo 16 ore a 31 °C. Tuttavia, all'aumentare della temperatura vi è una progressiva diminuzione delle schiuse da 100% (23-25 °C) a 52% (31 °C) ed una drastica riduzione o l'annullamento della sopravvivenza larvale (7-10% a 28 °C; 0% a 31 °C); quindi, per ottenere le migliori sopravvivenze larvali (60-100%) è opportuno operare a 23-25 °C. E' interessante notare (Fig. 1) che solo la fase embrionale è in grado di sopravvivere a temperature estremamente basse (6 °C) anche se queste inducono la triploidizzazione del genoma (Libertini *et al.*, 1998). Comunque, l'intervallo di temperatura ottimale per le prime fasi di sviluppo ontogenetico dell'ombrina è compreso tra i 23 e i 27 °C e risulta molto simile

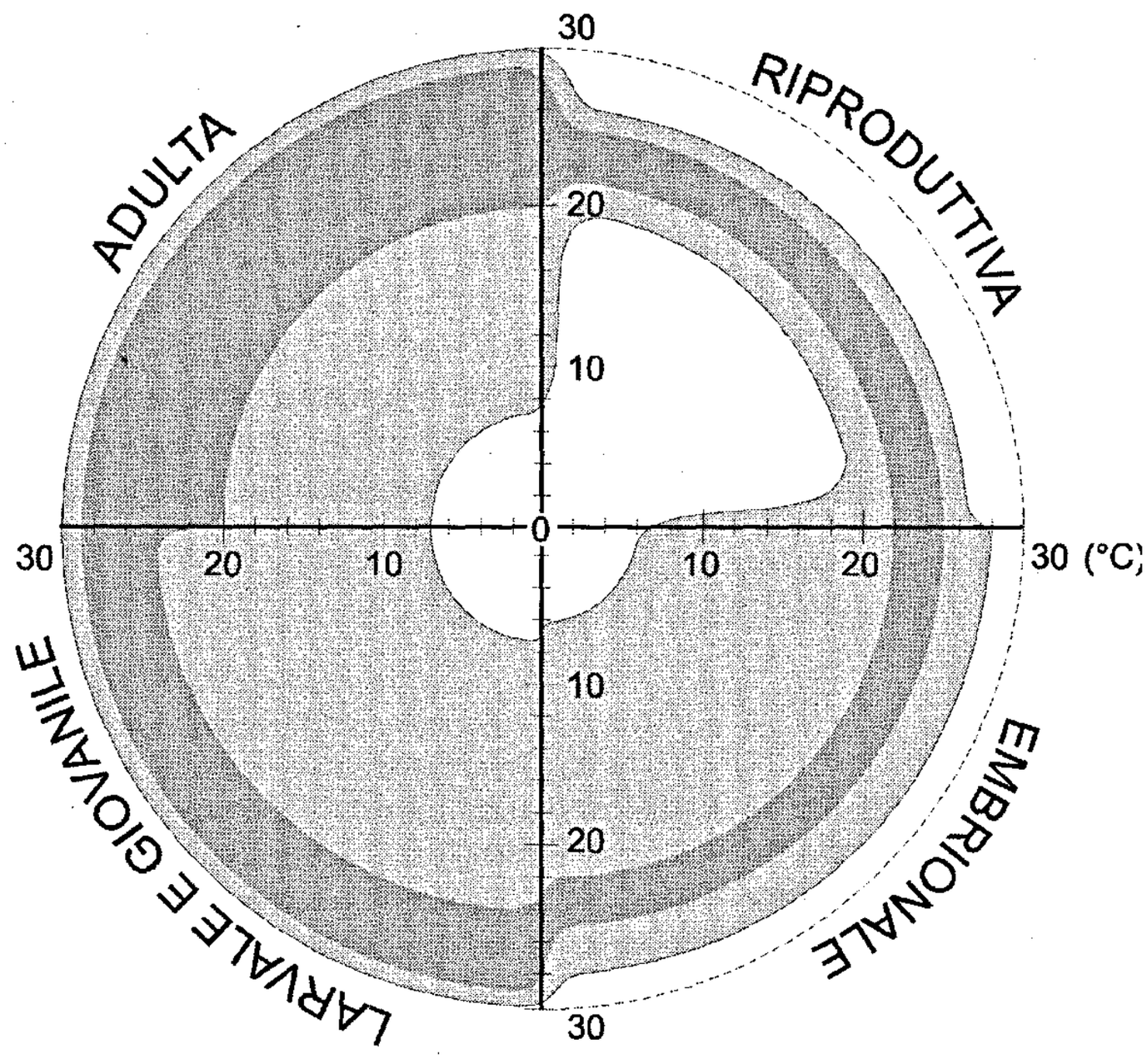



Fig. 1 - Regimi termici ottimali (grigio scuro) e tollerati (grigio chiaro) da *Umbrina cirrosa* in cattività durante le fasi del suo ciclo vitale.

*Optimal (dark grey) and tolerated (light grey) thermal requirements during different life phases of* Umbrina cirrosa *reared in captivity.*

all'intervallo richiesto per ottenere le migliori ovodeposizioni. L'isotermia tra la fase riproduttiva ed embrionale è stata evidenziata anche per l'orata (Camus e Koutsikopoulos, 1984; Polo *et al.*, 1991).

Alle normali temperature di allevamento (22-29 °C), la velocità di sviluppo delle larve di ombrina risulta piuttosto elevata e la metamorfosi termina già dopo 19 giorni ad una lunghezza di 10,1±0,8 mm; è da evidenziare come la fase larvale, rispetto a quella riproduttiva ed embrionale, risulti maggiormente termofila presentando un buon tasso di crescita anche ad un'elevata temperatura (29 °C). Il periodo di maggiore accelerazione nello sviluppo è quello compreso tra l'11° e 14° giorno con un incremento relativo giornaliero massimo della lunghezza del 30%. Si è evidenziato istologicamente come durante questo periodo il canale alimentare inizia a presentare un'organizzazione strutturale avanzata permettendo all'ombrina di passare dalla digestione di tipo larvale a quella adulta; è stato ipotizzato che questo precoce sviluppo permetterà di anticipare ulteriormente lo svezzamento dell'ombrina (attualmente la somministrazione di alimento commerciale avviene al 19° giorno) con una riduzione dei costi di allevamento (Cardellini *et al.*, 1998).

Per quanto riguarda l'accrescimento dei giovanili di ombrina, si sono osservate significative differenze di sviluppo ai diversi regimi termici sperimentati. Con temperature elevate (29-20 °C), un peso di 10,3±0,6 g viene raggiunto in soli 94 giorni mentre con i regimi termici più bassi sono necessari 175 e 202 giorni per ottenere la stessa taglia (10,2±0,6 g a 24-17 °C e 10,9±3 g a 28-11 °C). Per

orata e branzino, invece, un peso di 10 g viene raggiunto solo dopo 220-250 giorni con temperature rispettivamente di 22 e 20 °C. Perciò, la fase giovanile dell'ombrina presenta un più rapido accrescimento e la sua termofilia le permette di tollerare temperature fino a 29 °C, che possono ulteriormente aumentare la velocità di crescita.

Come evidenziato per specie marine euri e stenoterme (Kinne, 1970), anche l'ombrina mostra diverse esigenze termiche durante il suo ciclo vitale: mentre la fase riproduttiva e quella di sviluppo embrionale richiedono regimi termici più stretti, le fasi larvale e giovanile si dimostrano maggiormente termofile ed in grado di sfruttare efficacemente anche le più elevate temperature estive (Fig. 1). L'allevamento dell'ombrina risulta, quindi, particolarmente indicato per quegli impianti ittici che possono disporre di regimi termici favorevoli durante l'intero anno.

**Ringraziamenti**

Si ringraziano il Consorzio per l'Ecologia e l'Acquacoltura Costiera (RO) e le Società Ittima Toscana (GR), Ittica Abruzzese (CH) ed Ittica Mediterranea (TP) che hanno messo a disposizione le loro strutture impiantistiche per lo svolgimento della ricerca. Lavoro eseguito con contributi del Ministero delle Politiche Agricole, nell'ambito del IV Piano Triennale per la Pesca e l'Acquacoltura.

**Bibliografia**

BARBARO A., BOZZATO G., FANCIULLI G., FRANCESCON A., LIBERTINI A., RICHARD J. (1996) - Maturità gonadica in *Umbrina cirrosa* (L.), riproduzione ed allevamento in cattività. *Biol. Mar. Medit.*, **3**: 394-395.

CAMUS P., KOUTSIKOPOULOS C. (1984) - Incubation experimentale et developpement embryonnaire de la daurade royale *Sparus aurata* (L.) à differentes temperatures. *Aquaculture*, **42**: 117-128.

CARDELLINI P., ZANELLA S., FRANCESCON A., CORDENONSI M., BARBARO A. (1998) - Differentiation of the digestive tract in the shi drum, *Umbrina cirrosa* (L.), a new fish recently reared in Mediterranean aquaculture. Abstracts, 33rd International Symposium "New species for Mediterranean aquaculture", Alghero 23-24 April.

FRANCESCON A., BARBARO A., BOZZATO G. (1997) - Una nuova specie per l'acquacoltura nazionale: l'ombrina. *Il Pesce,* **6**: 25-28.

KINNE O. (1970) - *Temperature.* In: Kinne O. (ed.), Marine ecology, Wiley-Interscience, London, **1**: 321-346.

LIBERTINI A., FRANCESCON A., BOZZATO G., BARBARO A. (1998) - The shi drum, *Umbrina cirrosa* (L.), an unexploited resource for Mediterranean aquaculture: recent advances in captive reproduction and applied cytogenetics. Abstracts, 33rd International Symposium "New species for Mediterranean aquaculture", Alghero 23-24 April.

LAM T.J. (1983) - Environmental influences on gonadal activity in fish. In: Hoar W.S., Randall D.J., Donaldson E.M. (eds), *Fish Phisiology*, Academic Press, New York: 65-116.

POLO A., YUFERA M., PASCUAL E. (1991) - Effects of temperature on egg and larval development of *Sparus aurata* L. *Aquaculture,* **92**: 367-375.

Biol. Mar. Medit. (1999), 6 (1): 291-293

R. Ceccarelli, A.M. Caricchia*, M. Fantini*, A. Salluzzo*, L. De Rosa*,
C. Sguazzardo**, M. Canali**, V. Angiolin***, P. De Marzi***

ENEA Dip. Innovazione e *Dip. Ambiente, Via Anguillarese, 301 - 00060 S.M. di Galeria, Roma, Italia.
**CORR-TEK S.p.A, Verona, Italia.
***Valle Figheri, 2 s.r.l., Lova di Campagna Lupia, Venezia, Italia.

# PRIME NOTE SULLE MODIFICAZIONI CHIMICO-FISICHE E IDRODINAMICHE INDOTTE IN GRANDI VOLUMI DA UN DEPURATORE ORGANICO

## *FIRST RESULTS IN CHEMICAL PHYSICAL AND HYDRODYNAMIC CHANGES INDUCED IN EXTENSIVE LARGE VOLUME BY AN ORGANIC CLEANER*

***Abstract***

*An "organic cleaner" is used in a coastal basin (valle) of North Adriatic in order to prevent dystrophic condition in the basin. This cleaner is also used in extensive large volume to produce fry of sea bream and sea bass. In the large volume, the chemical physical and hydrodynamic changes induced by the "organic cleaner" have been evaluated. The cleaning effect is related mainly to the removal of proteins while nitrogen and phosphorus concentrations remain constant. The hydrodynamic effects came through the formation of areas of active swimming and of nourishment/rest.*

***Key-words:*** *organic cleaner, extensive large volume, nutrients, proteins, hydrodynamic.*

## Introduzione

Il progetto relativo a ottimizzazione delle produzioni in sistemi di allevamento vallivo mediante l'utilizzo di "depuratori organici", finanziato nell'ambito del IV Piano Triennale (L. 41/82), è motivato dall'esigenza di intervenire in ambienti di allevamento di acquacoltura con tecnologie innovative affidabili per migliorare la qualità delle acque impiegate.

In una valle da pesca della Laguna di Venezia vengono messi in funzione, ormai da diversi anni, dei sistemi di "depurazione organica" per l'areazione e movimentazione dell'acqua della valle al fine di ovviare a situazioni ambientali estremamente critiche a causa del basso idrodinamismo e dell'innalzamento della temperatura nella colonna d'acqua durante la stagione estiva.

Partendo da alcune considerazioni, quali l'aumento dell'$O_2$ disciolto e l'idrodinamismo generato, Cataudella (1998) ha sperimentato e messo a punto l'impiego del sistema nell'allevamento larvale di specie commerciali in vasche circolari di grande volume (64 $m^3$) ottenendo risultati positivi per quanto riguarda la qualità larvale prodotta (Cataudella *et al.*, 1996)

L'ENEA ha in corso la caratterizzazione qualitativa e quantitativa del flusso generato da i "depuratori organici" sia nel contesto vallivo che in ambienti artificiali quali vasche di grande volume per la produzione di novellame di specie ittiche pregiate, e delle modificazioni indotte in queste vasche, ciò al fine di descrivere ed interpretare i meccanismi alla base di processi trasferibili ad impianti di acquacoltura che debbono migliorare la qualità delle acque e le condizioni generali degli ambienti di allevamento.

## Materiali e metodi

Le variazioni indotte nelle vasche di grande volume (idrodinamismo e "depurazione") sono state oggetto di questo studio.

In una vasca di 8 m di diametro e del volume utile di circa 60 $m^3$, riempita con acqua proveniente dal sistema vallivo, è stato installato un "depuratore organico" ed i suoi effetti sono stati monitorati nell'arco delle 24 h.

Il depuratore è costituito da due parti di cui la prima (aeratore) è utilizzata per generare un flusso d'acqua mediante un aeratore, la seconda (schiumatore), galleggiante, serve per convogliare la schiuma formata dal violento gorgogliamento dell'area in un cestello raccoglitore ed il refluo raccolto all'esterno della vasca ed eliminato ad ogni intervallo.

Una sonda multiparametrica DATA SONDE 3 (HYDROLAB) ha registrato in continuo le variabili chimico-fisiche: temperatura, conducibilità, salinità, pH, ossigeno disciolto (mg/l e % di saturazione) e potenziale redox.

Mediante un micromulinello C2 (OTT) sono state calcolate le velocità a diverse distanze angolari dal depuratore (0°, 90°, 180°, 270°), a diversi raggi (0, 50 cm, 150 cm, 250 cm, 350 cm) ed a profondità crescenti di 20 cm a partire da -10 cm alla profondità massima (media 1,31 cm), e le misure registrate (giri/s) sono state convertite in velocità (m/s) mediante pacchetto software BIBER della IK (Germania).

I campioni di acqua raccolti nella vasca ad intervalli di 1 h nell'arco di 24 h sono stati sottoposti ad analisi quantitativa di $N\text{-}NO_2$, $N\text{-}NH_3$ e $P\text{-}PO_4$ con un'analizzatore automatico µMAC1000 (SYSTEA), mentre le proteine totali nella vasca e nel refluo raccolto esternamente alla vasca, con il metodo colorimetrico del BIORAD.

## Risultati

Il microambiente del grande volume è caratterizzato da un andamento dei principali parametri ambientali generalmente costanti nell'arco delle 24 h (Tab. 1)

Tab. 1 - Valori dei principali parametri registrati nell'arco della sperimentazione.
*Values of the main parameters during the 24 h test.*

| | T° C | S ‰ | O2 (% sat) | O2 (mg/l) | Eh (mV) |
|---|---|---|---|---|---|
| minimo | 20,39 | 26,20 | 103,20 | 7,86 | 251,00 |
| massimo | 21,36 | 26,60 | 106,20 | 8,05 | 255,00 |
| media | 20,71 | 26,50 | 104,68 | 7,96 | 253,34 |
| dev. standard | 0,29 | 0,10 | 0,86 | 0,05 | 1,47 |

I nutrienti mostrano modesti decrementi nell'arco della sperimentazione mentre le proteine, non determinabili nel sistema in quanto al disotto dei valori soglia del metodo, aumentano nel refluo di circa 8 volte (Tab. 2).

Per quanto riguarda i vettori di velocità media generati, l'analisi dei dati evidenzia che i flussi, calcolati come integrale della velocità sulla profondità (fv in $m^2/s$), tendono generalmente a diminuire dalla periferia al centro del grande volume, creando nel contempo delle zone a basso idrodinamismo:

- r=350 cm, si genera un flusso che tende ad aumentare da 0° a 90° per poi diminuire verso 270° con un valore di fv quasi uguale a quello registrato a 0°

Tab. 2 - Variazione dei nutrienti, in vasca, e delle proteine, nel refluo, nell'arco della sperimentazione.
*Variation of tank nutrients and wasted proteins during the 24 h test.*

| | $N\text{-}NH_3$ (µg/l) | $N\text{-}NO_2$ (µg/l) | $P\text{-}PO_4$ (µg/l) | proteine (µg/l) |
|---|---|---|---|---|
| t = 0 h | 76,6 | 11,4 | 8,2 | 12,4 |
| t = 24 h | 68,12 | 11,6 | 7,5 | 96,6 |
| differenza (%) | -11,07 | 1,75 | -8,54 | 779,03 |

- r=250 cm, il flusso è più costante lungo la colonna d'acqua con un fv di 0,13 $m^2/s$
- r=150 cm, il flusso è costante e diminuisce di circa il 30% (fv = 0,09 $m^2/s$)
- r=50 cm, il flusso tende ulteriormente a ridursi (fv = 0,03 $m^2/s$)
- r=0, il flusso è nullo.

## Discussione

Il principale effetto del "depuratore" è espresso dalla capacità di esportare proteine dal sistema con un'efficienza pari a circa 8 volte nell'arco delle 24 h. I nutrienti, invece, variano limitatamente nel corso della sperimentazione, $N\text{-}NH_3$ da 76,6 µg/l a 68,12 µg/l (-11,7%), $N\text{-}NO_2$ da 11,4 µg/l a 11,6 µg/l (1,75%), $P\text{-}PO_4$ da 8,2 µg/l a 7,5 µg/l (-8,54%).

L'idrodinamismo generato dall'areazione caratterizza flussi non costanti in tutta la vasca con aree a più bassa velocità, comprese tra 90° e 180°, che possono costituire zone di riposo e/o alimentazione per le larve allevate.

## Bibliografia

CATAUDELLA S., BERALDO P., BOGLIONE C., LANARI D. (1998) - Established technologies and emerging techniques in larval rearing. *Atti del Convegno 33rd International Symposium on New Species for Mediterranean Aquaculture, Alghero Aprile 1998.*

CATAUDELLA S. (in stampa) - Technical paper on Mediterranean hatcheries. *FAO Tech. Pap.*

CATAUDELLA S., LOY A., SCARDI M., BOGLIONE C. (1996) - Anatomical descriptors and geometric morphometry to evaluate larval and postlarval quality in Mediterranean sea bass and sea bream from different hatcheries. "Live food organisms and Marine Larviculture" *International Symposium on Live Food Organisms & Environmental Control for Larviculture of Marine Animals, Nagasaki, Japan, September 1996.* Abstract: 26

Biol. Mar. Medit. (1999), 6 (1): 294-297

R. Ceccarelli, A. Salluzzo*, V. Fiore*, A. Salerno*, G. Barbera**

ENEA Dip. Innovazione e *Dip. Ambiente, Via Anguillarese,
301 - 00060 S.M. di Galeria, Roma, Italia.
**MEDFISH S.p.A., Gaeta, Latina, Italia.

# PRIMI RISULTATI RELATIVI ALL'IMPATTO AMBIENTALE DI UN ALLEVAMENTO OFFSHORE NEL GOLFO DI GAETA

## *THE ENVIRONMENTAL IMPACT OF AN OFFSHORE AQUACULTURE SYSTEM IN THE GULF OF GAETA: A FIRST APPROACH*

***Abstract***

*An offshore aquaculture system in the Gulf of Gaeta was studied in order to evaluate the nutrient fluxes from the cages. The hydrodynamic conditions of the area alter the natural decrease of dissolved nutrients through the water column.*

***Key-words:*** *offshore cages, nutrient fluxes.*

## Introduzione

L'impatto ambientale di impianti di maricoltura offshore, nel Mediterraneo e lungo le coste italiane in particolare, è negli ultimi tempi oggetto di un'intensa attività di studio che riguarda diversi aspetti: paesaggistico, chimico-fisico e ambientale (Munday *et al.*, 1992)

La zona del Golfo di Gaeta compresa tra Formia e Gaeta è da sempre considerata una zona ad elevata trofia, confermata da una decennale attività di mitilicoltura.

In questa zona nel 1994 la MEDFISH S.p.A. ha ottenuto una concessione di 26.000 $m^2$ ed ha avviato un allevamento offshore costituito da un sistema di gabbie galleggianti per 19.200 $m^3$ che attualmente (1998) sono passati a 32.400 $m^3$.

## Materiali e metodi

Nell'ambito del presente lavoro è stata presa in considerazione la zona interessata da un sistema di 6 gabbie FARMAOCEAN da 2.200 $m^3$ ancorate su un fondale di circa 14 m (Tab. 1).

Una sonda multiparametrica DATA SONDE 3 (HYDROLAB) è stata installata al centro del sistema di allevamento, a circa -6 m, per la registrazione in continuo delle variabili chimico-fisiche: temperatura, conducibilità, salinità, pH, ossigeno disciolto (mg/l e % di saturazione) e potenziale redox.

Tab. 1 - Produzione 1997 del sistema gabbie considerato (I.C.=indice di conversione).
*1997 production in the considered cage system (I.C.=conversion index).*

| gabbie | specie | semina | kg finali | I.C. |
|---|---|---|---|---|
| R1, R5, R6 | *Sparus aurata* | 175.000 | 47.571 | 1,52 |
| R2, R3, R4 | *Dicentrarchus labrax* | 167.000 | 38.540 | 1,63 |

Un correntometro 308 CM (VALEPORT) è stato installato ad una profondità di circa -6 m, per la registrazione in continuo dei valori di velocità e direzione della corrente.

Nel corso del 1997, sono stati effettuate 6 campagne di campionamento con prelievi eseguiti da subacquei (-1 m, - 6 m, -12 m) in corrispondenza delle principali boe di ormeggio del sistema di gabbie. I campioni di acqua sono stati sottoposti ad analisi quantitativa di $N\text{-}NO_2$, $N\text{-}NO_3$, $N\text{-}NH_3$ e $P\text{-}PO_4$ con un'analizzatore automatico μMAC1000 (SYSTEA).

## Risultati

I dati correntometrici indicano una prevalenza delle correnti provenienti da N-NE e da SW, con punte di velocità comprese tra 10 e 20 cm/sec.

L'andamento dei principali parametri ambientali, nel corso del 1997, ha messo in evidenza una temperatura minima invernale di circa 13 °C nella seconda settimana di gennaio ed un massimo estivo di circa 25 °C nella seconda settimana di settembre, la salinità ha variato tra 34 e 38‰ con un minimo di 28‰ nella prima settimana di maggio, mentre l'ossigeno disciolto, nel periodo considerato, si è mantenuto su valori elevati non scendendo mai sotto il 90% di saturazione.

L'andamento dei nutrienti (Tab. 2) intorno al sistema di gabbie considerato evidenzia una generale diminuzione dei valori dalla superficie al fondo.

Tab. 2 - Valori dei nutrienti (μM/l) nelle stazioni considerate ed alle profondità considerate.
*Nutrient values (μM/l) in the considered stations.*

| | | N-NO3 | | | N-NH3 | | | P-PO4 | | | N-NO2 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| stazione | mese | -1 m | -6 m | -12 m | -1 m | -6 m | -12 m | -1 m | -6 m | -12 m | -1 m | -6 m | -12 m |
| NORD | mar-97 | 1,76 | 1,01 | 0,49 | 2,28 | 1,46 | 1,09 | | | | | | |
| | mag-97 | 1,08 | 0,00 | 0,24 | 0,49 | 0,33 | 0,33 | 0,57 | 0,11 | 0,14 | 1,94 | 0,47 | 0,15 |
| | giu-97 | 1,18 | 0,25 | 0,07 | 0,00 | 0,07 | 0,00 | 0,00 | 0,14 | 0,13 | 0,56 | 0,26 | 0,11 |
| | lug-97 | 0,98 | 0,11 | 0,31 | 0,39 | 0,00 | 0,00 | 0,43 | 0,07 | 0,40 | 0,09 | 0,24 | 0,38 |
| | ott-97 | 1,84 | 0,29 | 0,14 | 1,66 | 0,34 | 0,00 | 0,57 | 0,05 | 0,00 | 1,54 | 0,20 | 0,00 |
| | dic-97 | 33,58 | 12,71 | 11,76 | 41,38 | 2,81 | 8,11 | 5,03 | 1,63 | 1,08 | 10,01 | 1,88 | 16,35 |
| SUD | mar-97 | 2,73 | 1,42 | 1,41 | 1,09 | 2,15 | 0,44 | | | | | | |
| | mag-97 | | 1,91 | 1,91 | 2,11 | 2,27 | 1,91 | 0,84 | 0,70 | 0,58 | 5,01 | 4,46 | 1,66 |
| | giu-97 | 1,59 | 2,16 | 2,09 | 1,04 | 1,17 | 1,26 | 0,00 | 0,50 | 0,59 | 1,89 | 1,62 | 1,41 |
| | lug-97 | 0,82 | 1,79 | 2,18 | 3,06 | 0,21 | 1,19 | 0,79 | 0,69 | 0,86 | 1,89 | 2,19 | 3,24 |
| | ott-97 | 0,51 | 0,39 | 0,21 | 1,28 | 1,21 | 0,81 | 0,73 | 0,19 | 0,56 | 0,62 | 0,92 | 0,52 |
| | dic-97 | 0,74 | 1,96 | 0,09 | 1,41 | 0,55 | 1,68 | 0,78 | 1,17 | 0,23 | 1,11 | 0,64 | 0,37 |
| EST | mar-97 | 0,16 | 0,21 | 0,18 | 0,18 | 0,21 | 0,18 | | | | | | |
| | mag-97 | 0,21 | 0,09 | 0,14 | 0,43 | 0,36 | 0,39 | 0,22 | 0,21 | 0,30 | 0,54 | 0,16 | 0,22 |
| | giu-97 | 0,46 | 0,38 | 0,32 | 0,41 | 0,38 | 0,33 | 0,00 | 0,21 | 0,15 | 0,34 | 0,25 | 0,25 |
| | lug-97 | 0,36 | 0,23 | 0,86 | 0,54 | 0,28 | 0,72 | 0,23 | 0,19 | 0,41 | 0,59 | 0,53 | 0,64 |
| | ott-97 | 0,49 | 0,43 | 0,30 | 0,49 | 0,56 | 0,81 | 0,27 | 0,17 | 0,45 | 0,47 | 0,36 | 0,46 |
| | dic-97 | 0,41 | 0,48 | 0,29 | 0,43 | 0,18 | 0,31 | 0,12 | 0,17 | 0,19 | 0,24 | 0,08 | 0,44 |
| OVEST | mar-97 | 0,19 | 0,16 | 0,14 | 0,29 | 0,16 | 0,17 | | | | | | |
| | mag-97 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,36 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,19 | 0,14 | 0,00 |
| | giu-97 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | lug-97 | 0,19 | 0,14 | 0,22 | 0,11 | 0,00 | 0,11 | 0,05 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,07 | 0,00 |
| | ott-97 | 0,14 | 0,00 | 0,00 | 0,14 | 0,06 | 0,06 | 0,04 | 0,07 | 0,03 | 0,23 | 0,14 | 0,16 |
| | dic-97 | 0,27 | 0,46 | 0,14 | 0,25 | 0,00 | 0,00 | 0,13 | 0,19 | 0,00 | 0,26 | 0,00 | 0,16 |

## Discussione

L'andamento delle correnti rilevate conferma la caratterizzazione fatta da Viola nel 1975, ma evidenzia, per il periodo considerato, valori di velocità più bassi (<20 cm/sec) rispetto all'analisi delle serie storiche 1887-1937 con velocità comprese tra 25 e 146 cm/sec.

Nel Golfo di Gaeta l'andamento dei principali parametri chimico fisici non si discosta dai valori climatologici che caratterizzano il bacino del Nord Tirreno (Picco, 1990).

Per quanto riguarda il flusso dei nutrienti, sono considerate le distribuzioni verticali, orizzontali e stagionali.

Distribuzione verticale

I valori delle concentrazioni di nitrato e nitrito, in tutti i campionamenti, tendono a diminuire lungo la colonna d'acqua. I valori in assoluto più alti di tali ioni si riscontrano sempre in superficie con differenze con il fondale, in molti casi anche notevoli. Meno marcate sono le differenze tra i campioni raccolti a -6 m e quelli raccolti a –12 m. In termini assoluti, i valori dì nitrato vanno da un minimo di ≤0,1 μM/l a circa 2,1 μM/l. I nitriti invece si mantengono sempre a livelli molto bassi e in un range di concentrazione limitato (da ≤0,1 μM/l a circa 0,5 μM/l) con picchi nel mese dì marzo.

Per i fosfati, si nota una tendenza opposta: i valori in superficie sono simili o più bassi rispetto al resto della colonna d'acqua, solo nel dicembre 1997 i valori sul fondo risultano quasi il doppio di quelli in superficie. In termini assoluti i valori più elevati si riscontrano nei mesi di luglio e ottobre. Il range di concentrazione va da un minimo di ≤0,1 μM/l ad un massimo di 0,4 μM/l, con la maggior parte dei valori compresi tra 0,2 e 0,3 μM/l.

Per $N\text{-}NH_3$ i valori si mantengono sempre piuttosto elevati (tra ≤0,1 μM/l e 5 μM/l) con andamenti verticali variabili sia nei vari mesi che nelle diverse direzioni.

Distribuzione orizzontale

Mentre per $P\text{-}PO_4$ e $N\text{-}NO_2$ non sono evidenziabili grosse differenze lunghe le due direzioni Nord-Sud ed Est-Ovest perché, laddove esistono, sono troppo piccole per poter essere considerate significative, per $N\text{-}NO_3$ vi è un evidente aumento da Nord a Sud a tutte le profondità nei mesi di marzo e dicembre. Il fenomeno si riscontra anche lungo la direzione Est-Ovest.

Anche per $N\text{-}NH_3$ i valori sono molto variabili, solo nel mese di maggio si evidenzia un aumento dei valori in tutta la colonna d'acqua nella direzione Est-Ovest. Proprio in questo mese, d'altronde, si registrano i picchi massimi pari a 5 μM/l nel punto di campionamenti ad Ovest e in superficie.

Distribuzione stagionale

I valori di $N\text{-}NO_3$ più elevati si riscontrano in dicembre anche se differenze evidenti si presentano solo in superficie dove in assoluto i valori risultano superiori in ogni mese. L'andamento registrabile in ogni punto di campionamento e ad ogni profondità è una diminuzione dalla primavera all'estate con una ripresa in autunno. I valori di nitriti, invece, pur mantenendosi generalmente bassi, hanno raggiunto i massimi stagionali nei mesi di marzo e dicembre. Di contro i valori più elevati per i fosfati si verificano a luglio e ottobre. Poco si può estrapolare sull'ammoniaca a causa di andamenti variabili anche nel tempo.

**Ringraziamenti**

Un ringraziamento particolare alla MEDFISH di Gaeta la cui cooperazione, in uomini e mezzi, ha reso possibile l'esecuzione di questo studio.

## Bibliografia

VIOLA G. (1975) - *Memoria sul porto di Gaeta*. C.C.I.A.A., Latina: 67 pp.

MUNDAY B., ELEFTHERIOU A., KENTOURI M., DIVANACH P. (1992) - *The interaction of aquaculture and the environment. A bibliographical review*. Commission of European Communities, Directorate General for Fisheries: 325 pp.

PICCO P. (ed.) (1990) - *Climatological atlas of the Western Mediterranean*. ENEA, La Spezia: 224 pp.

Biol. Mar. Medit. (1999), 6 (1): 298-301

M. CERVELLI

Ist. Biologia del Mare, C.N.R., Castello, 1364/A - 30122 Venezia, Italia.

# CARATTERIZZAZIONE GENETICA DI UNO STOCK DI *DENTEX DENTEX* L. DI RIPRODUZIONE ARTIFICIALE

# *GENETIC CHARACTERIZATION OF A* DENTEX DENTEX L. *STOCK FROM ARTIFICIAL REPRODUCTION*

***Abstract***

*A sample of* Dentex dentex *L. (Pisces, Sparidae) from a stock obtained by artificial reproduction was analyzed to evaluate its principal genetic parameters. The results are at an intermediate level compared with other Mediterranean Sparidae. The Pgm-1 locus showed a significant excess of observed heterozygosity, possibly due to the reproduction method or to farm conditions.*

***Key-words:*** *common dentex,* Dentex dentex, *genetic variability, isoenzymes, electrophoresis.*

## Introduzione

Da alcuni anni si stanno moltiplicando in Italia le sperimentazioni di accrescimento e di riproduzione indotta di specie ittiche alternative per l'acquacoltura, allo scopo di diversificare la produzione e controbattere la forte concorrenza estera nel commercio di orata e branzino. Un taxon che presenta grandi attrattive in tal senso per il notevole valore commerciale è quello degli sparidi, e tra questi il dentice (*Dentex dentex* L.).

In concomitanza con una sperimentazione di riproduzione del dentice si è potuto analizzare lo stock ottenuto ed ampliare così le conoscenze sulla variabilità genetica di questa specie, finora limitate a pochi sistemi enzimatici e proteine solubili (Basaglia, 1991, 1992; Basaglia e Marchetti, 1991).

## Materiali e metodi

Sono stati studiati 47 individui giovanili, col metodo dell'elettroforesi orizzontale in amido. Gli esemplari, di 70-90 g di peso, provenivano da uno stock di riproduzione artificiale ottenuto presso l'impianto Maricoltura Italia di Monfalcone (TS).

Di ciascun pesce sono state utilizzate porzioni di muscolo scheletrico e di fegato che sono state omogenate e conservate in deep-freezer a –70 °C fino al momento dell'analisi elettroforetica.

I sistemi enzimatici studiati sono riassunti in Tabella 1, dove è riportato il codice enzima (Commission of Biological Nomenclature, 1978), l'abbreviazione usata, il sistema tampone di corsa, il numero di loci individuato.

I tamponi utilizzati per le corse elettroforetiche erano costituiti da:

1) TBE, pH 8,7: tampone elettrodo Tris 0,248 M, acido borico 0,162 M, $Na_2EDTA$ 0,003 M; tampone gel lo stesso dell'elettrodo, diluito 1:10.

2) C, pH 7,0: tampone elettrodo Tris 0,135 M, acido citrico 0,047 M, $Na_2EDTA$ 0,001 M; tampone gel Tris 0,009 M, acido citrico 0,003 M, $Na_2EDTA$ 0,001 M.

Tab. 1 - Enzimi studiati in *Dentex dentex*. Abbr: abbreviazione usata in Tab. 2; E.C.: codice enzima.

*Enzymes studied in Dentex dentex. Abbr: abbreviations used in Tab. 2. E.C.: enzyme code.*

| SISTEMI ENZIMATICI | Abbr. | E.C. | Tampone | No loci |
|---|---|---|---|---|
| Aconitasi | *Acon* | 4.2.1.3 | Poulik | 2 |
| Adenilato chinasi | *Adk* | 2.7.4.3 | TBE | 1 |
| Alcool deidrogenasi | *Adh* | 1.1.1.1 | C | 2 |
| Aldolasi | *Ald* | 4.1.2.13 | C | 1 |
| Creatina chinasi | *Ck* | 2.7.3.2 | TBE | 2 |
| Enzima malico | *Me* | 1.1.1.40 | TBE | 1 |
| Esochinasi | *Hk* | 2.7.1.1 | C | 1 |
| Esterasi | *Es* | 3.1.1.1 | TBE | 5 |
| Fosfoglucomutasi | *Pgm* | 2.7.5.1 | TBE | 3 |
| Fosfogluconato deidrogenasi | *Pgd* | 1.1.1.44 | C | 1 |
| Fumarasi | *Fh* | 4.2.1.2 | TBE | 1 |
| Gliceraldeide-fosfato deidrogenasi | *Gapdh* | 1.2.1.12 | C | 1 |
| Glicerolo-3-fosfato deidrogenasi | *Gpd* | 1.1.1.8 | C | 2 |
| Glucosio-fosfato isomerasi | *Gpi* | 5.3.1.9 | C | 2 |
| Glutamato deidrogenasi | *Glud* | 1.4.1.3 | Poulik | 2 |
| Glutamato-ossalacetato transaminasi | *Got* | 2.6.1.1 | C | 3 |
| Glutamato-piruvato transaminasi | *Gpt* | 2.6.1.2 | C | 2 |
| Glutatione reduttasi | *Gsr* | 1.6.4.2 | C | 2 |
| Isocitrato deidrogenasi | *Icd* | 1.1.1.42 | C | 2 |
| Lattato deidrogenasi | *Ldh* | 1.1.1.27 | C | 2 |
| Malato deidrogenasi | *Mdh* | 1.1.1.37 | C | 2 |
| Mannosio-fosfato isomerasi | *Mpi* | 5.3.1.8 | TBE | 1 |
| NADH diaforasi | *Dia* | 1.6.2.2 | TBE | 1 |
| Peptidasi | *Pep* | 3.4.11.* | TBE | 3 |
| Piruvato chinasi | *Pk* | 2.7.1.40 | TBE | 2 |
| Purina nucleoside fosforilasi | *Np* | 2.4.2.1 | TBE | 1 |
| Superossido dismutasi | *Sod* | 1.15.1.1 | TBE | 2 |
| Triosofosfato isomerasi | *Tpi* | 5.3.1.1 | TBE | 2 |

3) Poulik, discontinuo: tampone elettrodo acido borico 0,3 M, NaOH 0,06 M, pH 8,2; tampone gel Tris 0,076 M, acido citrico 0,005 M, pH 8,7.

Le elaborazioni statistiche dei dati sono state compiute con il programma Biosys-1 (Swofford e Selander, 1989).

## Risultati e discussione

Nel campione di *D. dentex* sono stati analizzati 28 sistemi alloenzimatici per un totale di 52 differenti loci. I dati ottenuti hanno espresso i seguenti valori per i parametri fondamentali della variabilità genetica: 0,058 (S.E. 0,022) per l'eterozigosi media osservata rispetto allo 0,050 (S.E. 0,018) dell'eterozigosi media attesa (Hardy-Weinberg); 1,25 per il numero medio di alleli per locus; 15,38% di loci polimorfi col criterio del 95% (l'allele più comune ha una frequenza inferiore al 95%) e 21,25% col criterio del 99%. Questi valori si situano nella media di quelli trovati per altre specie di sparidi del Mediterraneo (Reina *et al.*, 1994).

In Tabella 2 sono riportate, per i loci che hanno evidenziato polimorfismo, le frequenze alleliche, il valore di eterozigosi osservata e quella attesa. Il confronto tra questi due ultimi valori ha evidenziato nel locus *Pgm-1* (Tabella 3) un ecces-

Tab. 2 - Frequenze alleliche nei loci polimorfi di *Dentex dentex*. $H_o$: eterozigosi media osservata; $H_e$: eterozigosi media attesa.
*Allele frequencies in polymorphic loci of* Dentex dentex. $H_o$*: mean observed heterozygosity;* $H_e$*: mean expected heterozygosity.*

| | *Aph-2* | *Ck-2* | *Gapdh* | *Got-1* | *Got-2* | *Gpt-2* |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Allele 1 | .979 | .021 | .011 | .872 | .660 | .085 |
| 2 | .021 | .979 | .989 | .128 | .340 | .915 |
| $H_o$ | .043 | .043 | .021 | .255 | .468 | .128 |
| $H_e$ | .042 | .042 | .021 | .223 | .449 | .156 |

| | *Icd-1* | *Icd-2* | *Me* | *Mpi* | *Pgm-1* |
|---|---|---|---|---|---|
| Allele 1 | .819 | .074 | .830 | .819 | .149 |
| 2 | .181 | .926 | .170 | .181 | .298 |
| 3 | - | - | - | - | .500 |
| 4 | - | - | - | - | .053 |
| $H_o$ | .362 | .149 | .340 | .362 | .851 |
| $H_e$ | .296 | .138 | .282 | .296 | .636 |

Tab. 3 - Confronto tra genotipi osservati ed attesi nel locus *Pgm-1*.
*Comparison between observed and expected genotypes in* Pgm-1.

| Genotipo | N° genotipi osservati | N° genotipi attesi |
|---|---|---|
| A-A | 0 | 0.978 |
| A-B | 5 | 4.215 |
| A-C | 7 | 7.075 |
| A-D | 2 | 0.753 |
| B-B | 0 | 4.065 |
| B-C | 23 | 14.151 |
| B-D | 0 | 1.505 |
| C-C | 7 | 11.624 |
| C-D | 3 | 2.527 |
| D-D | 0 | 0.108 |

so significativo di genotipi eterozigoti ($X^2$= 16,332; d.f.= 6; P= 0,012), dato confermato anche dall'indice di fissazione F (F=-0,338; P<0,05).

L'alto livello di eterozigosi nel primo locus della fosfoglucomutasi notato in questo lavoro nel dentice sembra in contrasto col dato di segno opposto riscontrato precedentemente su larve di orata dove, in uno stock di riproduzione artificiale, era stata notata una diminuzione significativa del livello di eterozigosi nel secondo locus dello stesso enzima (Meneghetti *et al.*, 1992).

Questi risultati potrebbero indicare una particolare sensibilità della fosfoglucomutasi alle condizioni generali di allevamento in impianto; oppure evidenziare un effetto dovuto alla modalità di riproduzione artificiale che, utilizzando un numero ridotto di genitori, può portare, negli stock ottenuti, all'accumulo di frequenze genotipiche non corrispondenti a quelle delle popolazioni naturali o, comunque, non in equilibrio Hardy-Weinberg.

## Bibliografia

BASAGLIA F. (1991) - Interspecific gene differences and phylogeny of the Sparidae family (Perciformes, Teleostei), estimated from electrophoretic data on enzymatic tissue-expression. *Comp. Biochem. Physiol.*, **99** B: 495-508.

BASAGLIA F. (1992) - Comparative examination of soluble red muscle proteins of fifteen Sparidae species. *J. Fish Biol.*, **40**: 557-566.

BASAGLIA F., MARCHETTI M.G. (1991) - Study of the soluble white muscle tissue proteins from fifteen Sparidae species. *J. Fish Biol.*, **38**: 763-772.

COMMISSION OF BIOLOGICAL NOMENCLATURE (1978) - *Enzyme Nomenclature. Recommendations of the Nomenclature Committee of the International Union of Biochemistry on the Nomenclature and Classification of Enzimes,* Academic Press, New York.

MENEGHETTI F., CERVELLI M., BOZZATO G., FRANCESCON A. (1992) - Mortalità differenziale nelle prime fasi di sviluppo di orata (*Sparus aurata* L.): osservazioni preliminari. *Riv. Ital. Acquacol.*, **27**: 5-12.

REINA J., MARTINEZ G., AMORES A., ALVAREZ M.C. (1994) - Interspecific genetic differentiation in Western Mediterranean sparid fish. *Aquaculture*, **125**: 47-57.

SWOFFORD D.L., SELANDER R.B. (1989) - *Biosys-1 Release 1.7. A computer program for the analisys of allelic variation in population genetics and biochemical systematics*. Illinois Natural History Survey, Champaign, Illinois: 43 pp. and software.

Biol. Mar. Medit. (1999), 6 (1): 302-305

M. CERVELLI

Ist. Biologia del Mare, C.N.R., Castello, 1364/A - 30122 Venezia, Italia.

# *DIPLODUS SARGUS*: ANALISI GENETICA DI UNA POPOLAZIONE ADRIATICA

# DIPLODUS SARGUS: *GENETIC ANALISYS OF A POPULATION FROM THE ADRIATIC SEA*

***Abstract***

*A sample of a population of* Diplodus sargus *(Pisces, Sparidae) from south Adriatic was analyzed electrophoretically to define his main genetic parameters. A comparison with available data for the same species from western Mediterranean shows that the Adriatic white bream is more polymorphic.*

***Key-words:*** *white bream,* Diplodus sargus, *genetic variability, isoenzymes, electrophoresis.*

## Introduzione

Il sarago maggiore (*Diplodus sargus* L.) è una delle specie su cui punta l'acquacoltura nazionale per differenziare la produzione ed ampliare il mercato. Si rende perciò necessario un approfondimento delle conoscenze di base sulla specie e, tra queste, delle informazioni sulle caratteristiche genetiche per arrivare all'affermazione del sarago nelle pratiche di acquacoltura ed all'applicazione delle tecnologie di manipolazione genetica già utilizzate su altri pesci, come ad esempio l'orata (*Sparus aurata*).

Per questo scopo è stato studiato, con la tecnica dell'elettroforesi, un campione di individui provenienti dall'Adriatico meridionale per calcolare i principali parametri di variabilità genetica di una popolazione autoctona e studiarne i loci polimorfi.

## Materiali e metodi

Sono stati analizzati 47 individui di *D. sargus*, della taglia di 80-100 g, provenienti dall'impianto dell'Ittica Sud di Brindisi; essi erano stati pescati allo stadio di novellame nell'Adriatico meridionale e successivamente stabulati per l'accrescimento.

Sono stati prelevati da ciascun pesce campioni di muscolo scheletrico e di fegato che sono stati conservati in deep-freezer a –70 °C fino al momento dell'analisi elettroforetica orizzontale su amido.

Sono stati analizzati i sistemi enzimatici riassunti in Tabella 1: per ciascuno di essi è riportato il codice enzima (Commission of Biological Nomenclature, 1973), l'abbreviazione, il sistema tampone di corsa, il numero di loci individuato.

Le soluzioni tampone utilizzate per le corse elettroforetiche sono state:

- TBE, pH 8,7: tampone elettrodo Tris 0,248 M, acido borico 0,162 M, $Na_2EDTA$ 0,003 M; tampone gel lo stesso dell'elettrodo diluito, 1:10.
- C, pH 7,0: tampone elettrodo Tris 0,135 M, acido citrico 0,047 M, $Na_2EDTA$ 0,001 M; tampone gel Tris 0,009 M, acido citrico 0,003 M, $Na_2EDTA$ 0,001 M.
- P (Poulik), discontinuo: tampone elettrodo acido borico 0,3 M, NaOH 0,06 M, pH 8,2; tampone gel Tris 0,076 M, acido citrico 0,005 M, pH 8,7.

Tab. 1 - Enzimi studiati in *Diplodus sargus*. Abbr: abbreviazione usata in Tab. 2; E.C.: codice enzima.

*Enzymes studied in Diplodus sargus. Abbr: abbreviations used in Tab. 2. E.C. enzyme code.*

| SISTEMI ENZIMATICI | Abbr. | E.C. | Tampone | No loci |
|---|---|---|---|---|
| Aconitasi | *Acon* | 4.2.1.3 | Poulik | 2 |
| Adenilato chinasi | *Adk* | 2.7.4.3 | TBE | 1 |
| Alcool deidrogenasi | *Adh* | 1.1.1.1 | C | 2 |
| Aldolasi | *Ald* | 4.1.2.13 | C | 1 |
| Creatina chinasi | *Ck* | 2.7.3.2 | TBE | 2 |
| Enzima malico | *Me* | 1.1.1.40 | TBE | 1 |
| Esochinasi | *Hk* | 2.7.1.1 | C | 1 |
| Esterasi | *Es* | 3.1.1.1 | TBE | 5 |
| Fosfoglucomutasi | *Pgm* | 2.7.5.1 | TBE | 3 |
| Fosfogluconato deidrogenasi | *Pgd* | 1.1.1.44 | C | 1 |
| Gliceraldeide-fosfato deidrogenasi | *Gapdh* | 1.2.1.12 | C | 1 |
| Glicerolo-3-fosfato deidrogenasi | *Gpd* | 1.1.1.8 | C | 2 |
| Glucosio-fosfato isomerasi | *Gpi* | 5.3.1.9 | C | 2 |
| Glutamato deidrogenasi | *Glud* | 1.4.1.3 | Poulik | 2 |
| Glutamato-ossalacetato transaminasi | *Got* | 2.6.1.1 | C | 3 |
| Glutamato-piruvato transaminasi | *Gpt* | 2.6.1.2 | C | 1 |
| Glutatione reduttasi | *Gsr* | 1.6.4.2 | C | 2 |
| Isocitrato deidrogenasi | *Icd* | 1.1.1.42 | C | 2 |
| Lattato deidrogenasi | *Ldh* | 1.1.1.27 | C | 3 |
| Malato deidrogenasi | *Mdh* | 1.1.1.37 | C | 2 |
| Mannosio-fosfato isomerasi | *Mpi* | 5.3.1.8 | TBE | 1 |
| NADH diaforasi | *Dia* | 1.6.2.2 | TBE | 1 |
| Peptidasi | *Pep* | 3.4.11.* | TBE | 3 |
| Piruvato chinasi | *Pk* | 2.7.1.40 | TBE | 2 |
| Purina nucleoside fosforilasi | *Np* | 2.4.2.1 | TBE | 1 |
| Superossido dismutasi | *Sod* | 1.15.1.1 | TBE | 2 |
| Triosofosfato isomerasi | *Tpi* | 5.3.1.1 | TBE | 2 |

Le elaborazioni statistiche dei dati sono state compiute con il programma Biosys-1 (Swofford e Selander, 1989).

## Risultati e discussione

Sono stati evidenziati 27 sistemi enzimatici per un totale di 51 loci. Quattordici loci, corrispondenti al 28%, sono risultati polimorfi col criterio del 95%; ne sono risultati variabili 24 (48%) col criterio allargato del 99%. E' stato rilevato un numero medio di alleli per locus pari a 1,62. L'eterozigosi media osservata pari a 0,090 rispetta il valore atteso secondo Hardy-Weinberg che è 0,088; anche l'indice F di fissazione (Wright, 1978) non evidenzia carenze o eccessi di eterozigosi nei loci polimorfi. Nella Tabella 2 sono riportati i valori delle frequenze alleliche nei loci risultati polimorfi, nonché i valori per ciascun locus dell'eterozigosi media osservata confrontata con quella attesa.

Da un confronto con un lavoro consimile su *D. sargus* della costa orientale spagnola (Malaga) svolto da Reina *et al.* (1994) risulta che la popolazione adriatica ha una eterozigosi media quasi doppia. Anche se ciò può essere in parte dovuto alla scelta di un diverso gruppo di enzimi analizzati, i loci polimorfi comuni ai due studi risultano sempre più variabili in Adriatico, tranne che in *Gpd-2* per

Tab. 2 - Frequenze alleliche nei loci polimorfi di *Diplodus sargus*. $H_o$: eterozigosi media osservata; $H_e$: eterozigosi media attesa. Gli alleli sottolineati non sono stati trovati nella popolazione spagnola da Reina *et al.* (1994).

*Allele frequencies in polymorphic loci of* Diplodus sargus. $H_o$*: mean observed heterozygosity;* $H_e$*: mean expected heterozygosity. Underlined alleles were not found in spanish population by Reina et al. (1994).*

| | *Acon-1* | *Acon-2* | *Adh-1* | *Adk-2* | *Ck-3* | *Dia* | *Es-1* | *Gapdh* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Allele 1 | .920 | .283 | .979 | .043 | .011 | .840 | .234 | .032 |
| 2 | .080 | .717 | .021 | .957 | .989 | .160 | .766 | .968 |
| 3 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| $H_o$ | .159 | .391 | .043 | .087 | .021 | .277 | .298 | .064 |
| $H_e$ | .146 | .405 | .042 | .083 | .021 | .268 | .359 | .062 |

| | *Got-1* | *Gpd-2* | *Gpi-1* | *Gpi-2* | *Gsr-1* | *Icd-1* | *Icd-2* | *Mdh-1* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Allele 1 | .011 | .021 | .011 | .011 | .011 | .870 | .106 | .011 |
| 2 | .862 | .979 | .862 | .989 | .989 | .130 | .894 | .989 |
| 3 | .128 | - | .128 | - | - | - | - | - |
| $H_o$ | .277 | .043 | .234 | .021 | .021 | .261 | .213 | .021 |
| $H_e$ | .241 | .042 | .241 | .021 | .021 | .227 | .190 | .021 |

| | *Mdh-2* | *Me* | *Mpi* | *Pep-3* | *Pgd* | *Pgm-2* | *Pgm-3* | *Sod-1* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Allele 1 | .723 | .021 | .064 | .011 | .809 | .011 | .011 | .011 |
| 2 | .277 | .819 | .936 | .989 | .053 | .681 | .777 | .989 |
| 3 | - | .160 | - | - | .138 | .138 | .213 | - |
| 4 | - | - | - | - | - | .170 | - | - |
| $H_o$ | .426 | .319 | .128 | .021 | .340 | .489 | .391 | .021 |
| $H_e$ | .400 | .303 | .120 | .021 | .324 | .488 | .345 | .012 |

il quale a Brindisi la frequenza dell'allele più comune è 0,979, mentre a Malaga è 0,922; altri loci che appaiono monomorfi nel ceppo spagnolo esibiscono un buon polimorfismo in quello pugliese.

I risultati ottenuti mostrano che la popolazione studiata tende a differenziarsi da quella del Mediterraneo occidentale e presenta varianti genetiche caratteristiche, presenti anche con discreta frequenza, che non sono state trovate nella popolazione spagnola: tra queste l'allele 2 in *Dia*, l'allele 3 in *Gpi-1*, l'allele 2 in *Icd-1*, l'allele 3 in *Me*.

Oltre che essere una popolazione più variabile all'interno della specie, il sarago adriatico risulta possedere in assoluto un livello di variabilità genetica superiore a quello degli altri Sparidae studiati finora in Mediterraneo (Reina *et al.*, 1994), nonché di un gruppo di ulteriori nove Sparidae dei mari giapponesi (Smith e Fujio, 1982; Taniguchi *et al.*, 1986).

**Bibliografia**

COMMISSION OF BIOLOGICAL NOMENCLATURE (1978) - *Enzyme Nomenclature. Recommendations of the International Union of Pure and Applied Chemistry and the International Union of Biochemistry,* Academic Press, New York.

REINA J., MARTINEZ G., AMORES A., ALVAREZ M.C. (1994) - Interspecific genetic differentiation in Western Mediterranean sparid fish. *Aquaculture*, **125**: 47-57.

SMITH P.J., FUJIO Y. (1982) - Genetic variation in marine teleosts: high variability in habitat specialists and low variability in habitat generalists. *Mar. Biol.*, **69**: 7-20.

SWOFFORD D.L., SELANDER R. B. (1989) - *Biosys-1 Release 1.7. A computer program for the analisys of allelic variation in population genetics and biochemical systematics*. Illinois Natural History Survey, Champaign, Illinois: 43 pp. and software.

TANIGUCHI N., FUJITA M., AKAZAKI M. (1986) - Genetic divergence and systematics in sparid fish from Japan. In: Uyeno T., Arai R., Taniguchi T., Matsuura K. (eds), *Indo-Pacific Fish Biology: Proceedings of the Second International Conference on Indo-Pacific Fish*, Ichthyological Society of Japan, Tokio: 849-858.

WRIGHT S. (1978) - *Evolution and the genetics of populations*. Vol. 4: *Variability within and among natural populations*. University of Chicago Press, Chicago.

Biol. Mar. Medit. (1999), 6 (1): 306-309

G. Cozzolino, L. Valentini, P. Minoia

Istituto di Biologia della Riproduzione ed Ostetricia degli Animali Domestici,
Facoltà di Medicina Veterinaria, Università di Bari,
Strada Provinciale per Casamassima km 3 - 70010 Valenzano, Bari, Italia.

# ADATTAMENTO ALLA CATTIVITÀ DI *EPINEPHELUS MARGINATUS* (LOWE, 1834), COSTITUZIONE DI UN PARCO RIPRODUTTORI ED INDUZIONE ALLA MATURAZIONE GONADICA CON TECNICA ORMONALE: OSSERVAZIONI PRELIMINARI

## *ADAPTATION TO CAPTIVITY OF EPINEPHELUS MARGINATUS (LOWE, 1834), BROODSTOCK SETTLEMENT AND INDUCTION OF GONADAL DEVELOPMENT BY HORMONAL STIMULATION: PRELIMINARY OBSERVATIONS*

***Abstract***

*A broodstock of* Epinephelus marginatus *was settled capturing nine wild individuals by traditional method of fisheries. The broodfish were rapidly adapted to captive conditions (30 days); subsequently a long-action hormonal technique has been applied to induce gonadal development.*

***Key-words:*** *Epinephelus marginatus, adaptation, broodstock, long-acting GnRH.*

## Introduzione

La cernia bruna, *Epinephelus marginatus* (Lowe, 1834), è specie indigena dei nostri mari pregiata sia per la bontà delle carni che per la notevole bellezza estetica. La cernia vive in un'ampia fascia batimetrica che si estende da pochi metri fino ad alcune centinaia, con preferenza per la fascia compresa tra dieci e trenta metri, richiede acque pulite, scogli, vegetazione, correnti e nutrimento abbondante. Alla cernia vengono attribuite scarse capacità di adattamento e la stessa risponde male ai cambiamenti bruschi di temperatura e alle alterazioni ambientali. Vive in tana da dove si allontana prevalentemente per cacciare essendo specie predatrice (Cinelli *et al.*, 1981. Luther *et al.*, 1988). Si nutre di pesci, crostacei ed apprezza particolarmente cefalopodi (polpo, calamaro, ecc.). In natura, oltre l'uomo, ha come rivali solo poche specie di pesci carnivori di grossa taglia. È ermafrodita proteroginico e raggiunge la maturità sessuale intorno ai cinque anni con un peso di circa 4 kg; lo sviluppo gonadico segue una ciclicità ben definita: si verifica dapprima sviluppo e funzionalità della componente femminile, successivamente subentra quella maschile. L'inversione sessuale avviene tra il nono e decimo anno di vita (Spedicato *et al.*, 1995). È specie a fotoperiodo positivo, con ovodeposizione che si estende da giugno a settembre in dipendenza delle differenti latitudini.

Con il nostro lavoro si è voluto verificare la possibilità di mantenere in cattività esemplari di cernia bruna per poter costituire un parco riproduttori. Perciò, attraverso una campagna di pesca mirata sono stati catturati soggetti selvatici di questa specie in età riproduttiva. Sia nei maschi che nelle femmine è stata ef-

fettuata una stimolazione ormonale finalizzata allo sviluppo e alla maturazione gonadica iniettandoli con un GnRH analogo a lunga azione adsorbito a grasso siliconato biocompatibile secondo una modalità già descritta per altri pesci (Cozzolino *et al.*, 1997) e negli uccelli (Valentini *et al.*, 1995).

## Materiali e metodi

L'approvvigionamento dei soggetti è stato realizzato avvalendosi della collaborazione di pescatori professionisti dell'areale tirrenico meridionale; le cernie di piccola taglia sono state catturate con reti da posta o palamiti, mentre le catture dei due maschi (soggetti di peso superiore a 10 kg) sono state realizzate mediante apposite nasse.

Il trasferimento dei soggetti alle sedi definitive è stato realizzato in vasche di vetroresina proporzionate ai soggetti da trasportare, provviste di sistema di aerazione. Tutti sono stati sottoposti a leggera narcosi con MS222, per evitare lesioni durante il trasporto, e prima dell'immissione nelle vasche di stabulazione, sono stati sottoposti a preventivo trattamento antiparassitario esterno con Neguvon-Bayer ed antibatterico con ossitetraciclina. I due maschi presentavano rigonfiamento della regione addominale ed è stato pertanto necessario praticare la riabilitazione al nuoto. Le caratteristiche dei soggetti, identificati, pesati e valutati al momento della cattura sono riassunte in tabella 1.

Tab. 1 - Caratteristiche biologiche e stato di salute dei pesci al momento della cattura.
*Biological features and health state of fish at the capture time.*

| Soggetto | A | B | C | D | E | F | G | H | I |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Peso (kg) | 3,2 | 3,1 | 2,3 | 3,8 | 14,9 | 1,5 | 2,5 | 16,5 | 2,9 |
| Sesso | F | F | F | F | M | F | F | M | F |
| Stato di salute | buono | discreto | ottimo | buono | medio | buono | discreto | medio | discreto |
| Sistema di cattura | palamito | rete da posta | nassa | rete da posta | nassa | nassa | rete da posta | nassa | nassa |

Alcuni soggetti sono stati stabulati in vasche di VTR a circuito aperto con acqua di mare; altri, invece, in impianti a circuito chiuso. Le caratteristiche dei due sistemi sono riportate in tabella 2.

Tab. 2 - Sistema di allevamento.
*Rearing system.*

| | **Circuito Aperto** | **Circuito Chiuso** |
|---|---|---|
| **Vasca** | VTR rettangolare 3 $m^3$ | VTR rettangolare 2,5 $m^3$ |
| **Filtro** | meccanico a sabbia | mecc. a sabbia e biologico cap. 30 $m^3$/h |
| **Pompa** | 3$m^3$/h | 3$m^3$/h |
| **Sterilizzatore** | / | UV in funzione |
| **Refrigeratore** | / | in funzione |
| **Sistema aerazione** | attivo | attivo |
| **Riciclo** | 1 riciclo/h | 1 riciclo/h |

L'alimentazione, effettuata *ad libitum*, era costituita principalmente da cefalopodi (polpi e calamari). Tutte le cernie, dopo 30 giorni, sono state pesate e per ognuna sono state valutate le condizioni di salute ed il grado di adattamento.

Nel corso della prima settimana di maggio (circa 60 giorni dopo l'ultima cattura) alle cernie A, B, C, E, F, H, I è stato applicato per via i.m. un impianto a lento rilascio di un GnRH-analogo (Glu-His-Trp-Ser-Tyr-(ter-butyl)-Leu-Arg-Pro-NHC2H5) adsorbito a supporto siliconico biocompatibile al fine di stimolare lo sviluppo e la maturazione gonadica (250 µg/kg di peso corporeo). Le cernie D e G, non trattate, sono state utilizzate come controllo.

## Risultati

Dopo un primo periodo di adattamento, di circa 15 giorni, durante i quali tutti i soggetti erano molto disorientati, non si alimentavano e cercavano ripari nascosti nella vasca, il comportamento si modificava gradualmente poiché gli animali iniziavano ad alimentarsi e mostravano un atteggiamento meno schivo. L'adattamento risultava più precoce nei soggetti di taglia maggiore (cernie D, E, H) che riprendevano ad alimentarsi prima, fino ad accettare cibo direttamente dalle mani dell'operatore.

Dopo 30 giorni tutte presentavano una riduzione del peso ma il livello di adattamento era soddisfacente in tutti i soggetti. Il quadro riassuntivo è riportato in tabella 3.

Tab. 3 - Caratteristiche biologiche e stato di salute dei pesci dopo 30 giorni di cattività.

*Biological features and health state of the fish after 30 days in captivity.*

| Soggetto | A | B | C | D | E | F | G | H | I |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Peso iniziale (kg) | 3,2 | 3,1 | 2,3 | 3,8 | 14,9 | 1,5 | 2,5 | 16,5 | 2,9 |
| Peso dopo 30 gg. (kg) | 3,0 | 2,8 | 2,2 | 3,6 | 14,7 | 1,5 | 2,3 | 16,1 | 2,7 |
| Adattamento | buono | buono | buono | buono | ottimo | buono | buono | ottimo | buono |

Tutti i soggetti trattati hanno sopportato l'impianto ormonale. Dopo 17 giorni dal trattamento sono state esaminate due femmine ed un maschio. Gli impianti risultavano assorbiti ed erano assenti segni di reazioni locali e generali indesiderate. Le due femmine mostravano un modesto rigonfiamento addominale, la papilla genitale leggermente ipertrofica e il prelievo gonadico ha evidenziato oociti a 300-450 µm corrispondenti al II e III stadio della vitellogenesi; rispetto alle due femmine di riferimento (rigonfiamento addominale assente, oociti di 150-200 mm corrispondenti al I stadio di vitellogenesi) l'effetto dell'induzione è risultato, quindi, evidente. Il maschio era debolmente fluente a seguito di pressione addominale. Gli altri soggetti trattati non sono stati catturati ed esaminati per evitare stress aggiuntivi, essi saranno utilizzati successivamente per la valutazione di ulteriori stadi di accrescimento e maturazione gonadica.

## Conclusioni

Tutti i soggetti si sono rapidamente e ben adeguati alla condizione di cattività (sopravvivenza 100%). Ciò ha permesso di disporre, in tempi brevi, di un potenziale parco riproduttori costituito da soggetti ben adattatisi alla cattività su

cui poter praticare il condizionamento dell'attività riproduttiva tramite applicazione dell'impianto ormonale. Le iniziali modificazioni gonadiche ottenute inducono a proseguire nelle fasi di controllo dei diversi stadi di maturazione attraverso la valutazione delle modificazioni indotte nei soggetti, con la finalità di arrivare alla raccolta di spermi ed oociti e per ottenere la eventuale produzione di larve e giovanili di cernia bruna.

**Ringraziamenti**

Ricerca effettuata con fondi MIPA, progetto n° 4C41 "Induzione artificiale mediante GnRH della riproduzione di varie specie ittiche".

**Bibliografia**

CINELLI F., FRESI E., GAMBI M.C., SOLAINI P. (1981) - *La vita nel Mediterraneo*. La Cuba (Ed.): 590 pp.

COZZOLINO G., MINOIA P., LACALANDRA G. (1997) - Induzione e maturazione gonadica nella spigola *(Dicentrarchus labrax* L.) indotta con tecnica ormonale: risultati preliminari. *Biol. Mar. Medit.*, **5** (1): 484-487.

LUTHER W., FIEDLER K. (1988) - *Guida della fauna marina costiera del Mediterraneo*. Muzzio (Ed.): 244 pp.

SPEDICATO M.T., LEMBO G., DI MARCO P., MARINO G. (1995) - Preliminary results in the breeding of dusky grouper *Epinephelus marginatus* (Lowe, 1834). *Cah. Options Mèditerr.* ISSN, **16**: 1022-1379.

VALENTINI L., LACALANDRA G.M., GRASSI P. (1995) - Influenza di gonadorelina e buserelin sull'ovodeposizione di *Phasianus colchicus mongolicus*. *Atti S.I.S. Vet.*, **49**: 393-394.

Biol. Mar. Medit. (1999), 6 (1): 310-312

G. Cozzolino, P. Minoia, G. Lacalandra

Istituto di Biologia della Riproduzione ed Ostetricia degli Animali Domestici,
Facoltà di Medicina Veterinaria, Università di Bari,
Strada Provinciale per Casamassima km 3 - 70010 Valenzano, Bari, Italia.

# INDUZIONE RIPRODUTTIVA NELLA SPIGOLA (*DICENTRARCHUS LABRAX* L.) CON TECNICA ORMONALE A LENTO RILASCIO

# *ADVANCING OF REPRODUCTION IN SEA BASS (*DICENTRARCHUS LABRAX *L.) WITH LONG-ACTING HORMONAL TREATMENT*

***Abstract***

*Adult males and females of sea bass (*Dicentrarchus labrax *L.) reared at low salinity, without any environmental conditioning, were stimulated with long-acting GnRH analog in order to advance the reproductive activity. The treatment gave rise to the production of larvae. At the beginning of december 1 gram-fry were sampled and found normally developed.*

***Key-words:*** *Sea bass, reproduction, long-acting GnRH, fertilized eggs, fry.*

## Introduzione

In precedenti note (Trimigliozzi *et al.*, 1995; Cozzolino *et al.*, 1997), sono stati riportati i risultati ottenuti circa la possibilità di indurre la riproduzione in *Dicentrarchus labrax* L. ai limiti della stagione riproduttiva naturale, utilizzando un impianto intramuscolo di un analogo di sintesi dell'ormone GnRH a lento rilascio.

Nella presente ricerca si è inteso valutare la possibilità di continuare la sperimentazione con tale trattamento per ottenere larve di spigola da allevare fino ad avannotti senza utilizzare le comuni tecniche di manipolazione del fotoperiodo.

## Materiali e metodi

Sono state utilizzate 34 spigole (17 femmine e 17 maschi) di 3 anni e di peso compreso tra 700 e 1500 grammi. Di queste, 22 (11F+11M) sono state sottoposte a trattamento sperimentale e 12 (6F+6M) sono state utilizzate come gruppo di controllo. Tutti i soggetti provenivano dal settore ingrasso e sin dal momento della semina erano stati allevati in vasche di cemento asservite da acqua a bassissima salinità (3-5 ppt). Dai primi giorni di settembre, i riproduttori di spigola sono stati suddivisi in due lotti (22 e 12) e trasferiti in due vasche di cemento di 16 mc con acqua alla salinità di 34-36 ppt. Per la gestione ambientale ci si è avvalsi di un sistema di circolazione dell'acqua dotato di filtrazione sia meccanica che biologica a pressione, di debatterizzatore, e capace di garantire 6 ricicli del volume totale nelle 24 ore. Nel corso dell'esperimento è stato somministrato giornalmente ai riproduttori un pellettato commerciale in ragione dell'1% del peso corporeo, integrato da olio di fegato di merluzzo e vitamine. Sia i maschi

che le femmine sono stati sottoposti ad impianto intramuscolare di 200 mg/kg di un analogo del GnRH (Suprefact; Hoechst, Italia) previo adsorbimento della preparazione farmacologica a grasso siliconato. La preparazione contenente il neurormone da iniettare, il Buserelin (Glu-His-Trp-Ser-Tyr-(Ter.-Butyl)-Leu-Arg-Pro-$NHC_2H_5$), è stata realizzata nei nostri laboratori. Secondo quanto osservato in altre specie (Cinone *et al.*, 1994; Valentini *et al.*, 1995), questo sistema permette un rilascio lento dell'ormone in circolo. Il preparato è stato iniettato a ciascun riproduttore il 15 settembre 1997, effettuando l'impianto nella regione postero-dorsale (alla base della seconda pinna dorsale) per mezzo di un ago di grosso calibro infisso per 1,5 cm nel muscolo. Le manipolazioni ed i rilievi biometrici effettuati subito prima del trattamento (prelievo dalla vasca, sessaggio, peso, stato di salute, ecc.), sono stati eseguiti il più rapidamente possibile e senza l'ausilio di anestetici. Nel periodo successivo all'impianto ormonale sono stati eseguiti controlli morfologici, biometrici e prelievi di oociti mediante cateterizzazione.

## Risultati

L'impianto ha provocato nell'area di somministrazione la formazione di un ematoma che, peraltro, dopo 48 ore era già in evidente fase di riassorbimento. Non sono stati riscontrati altri effetti collaterali. Il giorno successivo al trattamento i riproduttori mostravano di aver ben superato lo stress e qualcuno di loro, aveva già ripreso ad alimentarsi. Dopo 14 giorni dalla somministrazione ormonale i soggetti trattati, ad un esame macroscopico, mostravano un lieve rigonfiamento del ventre. Dopo 21 giorni dal trattamento 4 femmine e 3 maschi sono stati recuperati dalla vasca ed esaminati accuratamente. Tutti apparivano in buone condizioni, con l'addome palesemente rigonfio, le 4 femmine inoltre mostravano, l'orifizio genitale arrossato; queste sono state cateterizzate per prelevare gli oociti dall'ovario. All'esame microscopico a fresco degli ovociti si è evidenziato un avanzato stato di maturazione (8°-10° stadio della Scala del Caporiccio, 1976). Il peso delle femmine al momento della cateterizzazione è risultato compreso tra 1450 e 1750 g. I 3 maschi, a seguito di pressione addominale, hanno mostrato di essere già fluenti; il loro peso è risultato compreso tra 950 e 1200 g. Questi 7 soggetti, poiché sottoposti a prolungate manipolazioni per i diversi rilievi, sono stati collocati in una nuova vasca e successivamente non più considerati ai fini della sperimentazione.

Le 7 femmine restanti, dopo 32 giorni dal trattamento, poiché mostravano tutte addome rigonfio con modificazione complessiva della sagoma e caratteri simili a quelli di femmine naturalmente in procinto di deporre, sono state trattate con un'unica somministrazione di gonadotropina corionica umana (Profasi Hp - Serono, Italia, 3.000 U.I./kg di peso corporeo). Dopo circa 60 ore è avvenuta la deposizione delle uova. Al momento della raccolta l'esame, diretto e microscopico, ha evidenziato che le uova dopo fertilizzazione presentavano normali caratteri morfologici. Sono state complessivamente recuperate oltre 300 grammi di uova vitali, immediatamente poste ad incubare.

L'esecuzione delle normali procedure previste in un centro di riproduzione per l'allevamento degli avannotti ha consentito, dopo 75 giorni dal trattamento, la produzione di 60.000 avannotti di 1 grammo di peso. I soggetti del gruppo di controllo, inizialmente non trattati con GnRH ma anch'essi indotti con hCG, non hanno ovodeposto.

## Conclusioni

Spigole allevate in condizioni standard da ingrasso, anche se di peso relativamente modesto e comunque inferiore a quello dei riproduttori normalmente utilizzati, trattate con GnRH analogo a lento rilascio, somministrato con tecnica e con veicolo che assicurano una stimolazione gonadica protratta hanno rapidamente e contemporaneamente manifestato le modificazioni morfologiche dell'ovario e dei testicoli tipiche dell'imminenza della produzione ed emissione dei gameti. Il trattamento standard con hCG ha permesso il completamento del processo. Le uova sono state naturalmente fecondate in vasca. Ciò ha permesso di anticipare l'attività riproduttiva dei maschi e delle femmine di *Dicentrarchus labrax* L., con la conseguente produzione anticipata di avannotti. Il tipo di trattamento descritto potrebbe abbassare i costi attualmente necessari per il condizionamento riproduttivo mediante manipolazione del fotoperiodo. Le nostre osservazioni confermano precedenti studi in diverse specie di mammiferi, uccelli, pesci (Minoia *et al.*, 1984; Cinone *et al.*, 1994; Lacalandra *et al.*, 1994; Trimigliozzi *et al.*, 1995; Valentini *et al.*, 1995; Cozzolino *et al.*, 1997), e permettono di stabilire che: è possibile indurre sequenzialmente i normali processi di attività gonadica, dal reclutamento alla maturazione degli ovociti, attraverso la somministrazione di piccole dosi di analoghi del GnRH a lento rilascio che attivano la funzione ipotalamica e gonadica anche in stagioni ed in situazioni ambientali non ottimali per la specie.

**Ringraziamenti**

Ricerca realizzata con contributo del MIPA, progetto n°4C41 "Induzione artificiale mediante GnRH della riproduzione di varie specie ittiche".

**Bibliografia**

CAPORICCIO B. (1976) - Etude ultrastructurale et cytochimique de l'ovogenèse de loup. *Thése de Doctorat de Specialité, 3ème cycle. Biologie Animale. Univ. Sci. Techn., Languedoc, Montpellier*: 136 pp.

CINONE M., PERRONE P., LACALANDRA G.M., MINOIA P., (1994) - Induzione dell'estro nella cagna mediante impianto di Gn-RH. *Atti S.I.S. Vet.,* **48**: 167-170.

COZZOLINO G., MINOIA P., LACALANDRA G. (1997) - Induzione e maturazione gonadica nella spigola *(Dicentrarchus labrax* L.) indotta con tecnica ormonale: risultati preliminari. *Biol. Mar. Medit.*, **5** (1): 484-487.

LACALANDRA G.M., MINOIA P., BEN SAAD A. (1994) - Stimolazione con Gn-RH della libido dei becchi e conseguente comparsa dei calori in capre in anestro stagionale. *Atti S.I.P.A.O.C.,* **11**: 342-346.

MINOIA P., DE BENEDICTIS G., LATERZA V., LACALANDRA G. (1984) - Development of ovarian folliculi in the pheasant and partridge during the non egg laying period by of pulsatile doses of Gn-RH. *Atti 10th Int. Congr. on Anim. Reprod. and Art. Ins.*, **2**: 14.

TRIMIGLIOZZI F.G., VILLANI P., MINOIA P., PELOSI S. (1995) - Gonad development in the immature sea bass (*Dicentrarchus labrax* L.*)* with parenteral and endermic administration of hormonal neuromodulator. *Oebalia,* **21**: 43-49.

VALENTINI L., LACALANDRA G., GRASSI P. (1995) - Influenza di Gonadorelina e Buserelin sull'ovodeposizione in *Phasianus Colchicus Mongolicus. Atti S.I.S. Vet.,* **49**: 393-394.

Biol. Mar. Medit. (1999), 6 (1): 313-315

A. CURATOLO, A. SANTULLI, F. GUNNELLA*, V. D'AMELIO**

Istituto di Biologia Marina, Consorzio Universitario della provincia di Trapani,
Lungomare Dante Alighieri, 91100 Trapani, Italia.
*Biotecno Soc. Coop. a r. l., Trapani, Italia.
**Ist. di Istologia ed Embriologia, Università di Palermo, Italia.

# BIOTECNOLOGIE IN ACQUACOLTURA: TRASFERIMENTO DI GENI NELLA SPIGOLA (*DICENTRARCHUS LABRAX* L.)

## *BIOTECHNOLOGY IN AQUACULTURE: GENE TRANSFER IN THE EUROPEAN SEA BASS* (DICENTRARCHUS LABRAX *L.)*

***Abstract***

*The aim of this work was to examine the ability of electroporated sperm of European sea bass to transfer plasmid DNA into eggs during fertilization. The presence of heterologous GH gene was demonstrated by PCR in 35-40% of larvae and 12-month-old fish analysed.*

***Key-words:*** Dicentrarchus labrax, *European sea bass, electroporation, gene transfer.*

## Introduzione

Le biotecnologie ed in particolare le manipolazioni genetiche nei pesci rappresentano un'area di ricerca in rapido sviluppo. Le tecniche di trasferimento genico hanno consentito di migliorare le performance di accrescimento di pesci allevati attraverso l'inserimento del gene dell'ormone della crescita GH (Chen e Powers, 1990).

La maggior parte delle ricerche condotte in questo settore sono state effettuate su specie d'acqua dolce, mentre poca attenzione hanno ricevuto i teleostei marini (Knibb *et al.*, 1994).

Il nostro programma di ricerca prevede la messa a punto delle tecniche di trasferimento di geni in specie ittiche marine mediterranee di particolare interesse commerciale. I risultati descritti sono stati ottenuti durante due campagne riproduttive della spigola (*Dicentrarchus labrax*), nel corso delle quali è stata verificata la possibilità di produrre esemplari transgenici utilizzando sperma elettroporato come strategia di trasferimento massivo del gene eterologo (Symonds *et al.*, 1994).

## Materiali e Metodi

Il plasmide pRSV-GH contenente il gene dell'ormone della crescita di salmone è stato introdotto, tramite elettroporazione, in spermatozoi di spigola. Le uova di spigola, ottenute per spremitura di femmine mature, sono state fecondate con sperma precedentemente elettroporato con 100µg/ml di pRSV-GH circolare a 1000V/cm-960µF.

Per determinare la percentuale di inserzione del gene eterologo è stata effettuata l'estrazione di DNA genomico da larve di 21 e 40 giorni e da tessuto epatico e muscolare di esemplari di 12 mesi. Su questi campioni è stata applicata la PCR.

## Risultati e discussione

I risultati ottenuti da esperimenti effettuati fecondando uova di *D. labrax* con lo sperma elettroporato hanno dimostrato, mediante PCR, la presenza del gene

eterologo GH nel 35-40% delle larve di 21 giorni, relativi alla prima campagna di produzione. Tali risultati sono stati confermati mediante PCR dall'analisi di esemplari di dodici mesi della prima campagna e di larve di 40 giorni provenienti dalla seconda campagna di produzione (Fig. 1). La presenza del gene eterologo evidenziato mediante PCR in esemplari di un anno indica che esso viene conservato e replicato con il genoma dell'animale. Tuttavia, l'integrazione stabile del transgene potrà essere soltanto dimostrata dalla produzione di una progenie transgenica. Efficienze di trasferimento genico più elevate (85%) sono state ottenute nel salmone imperiale, ma in differenti condizioni di elettroporazione (Symonds *et al.*, 1994).

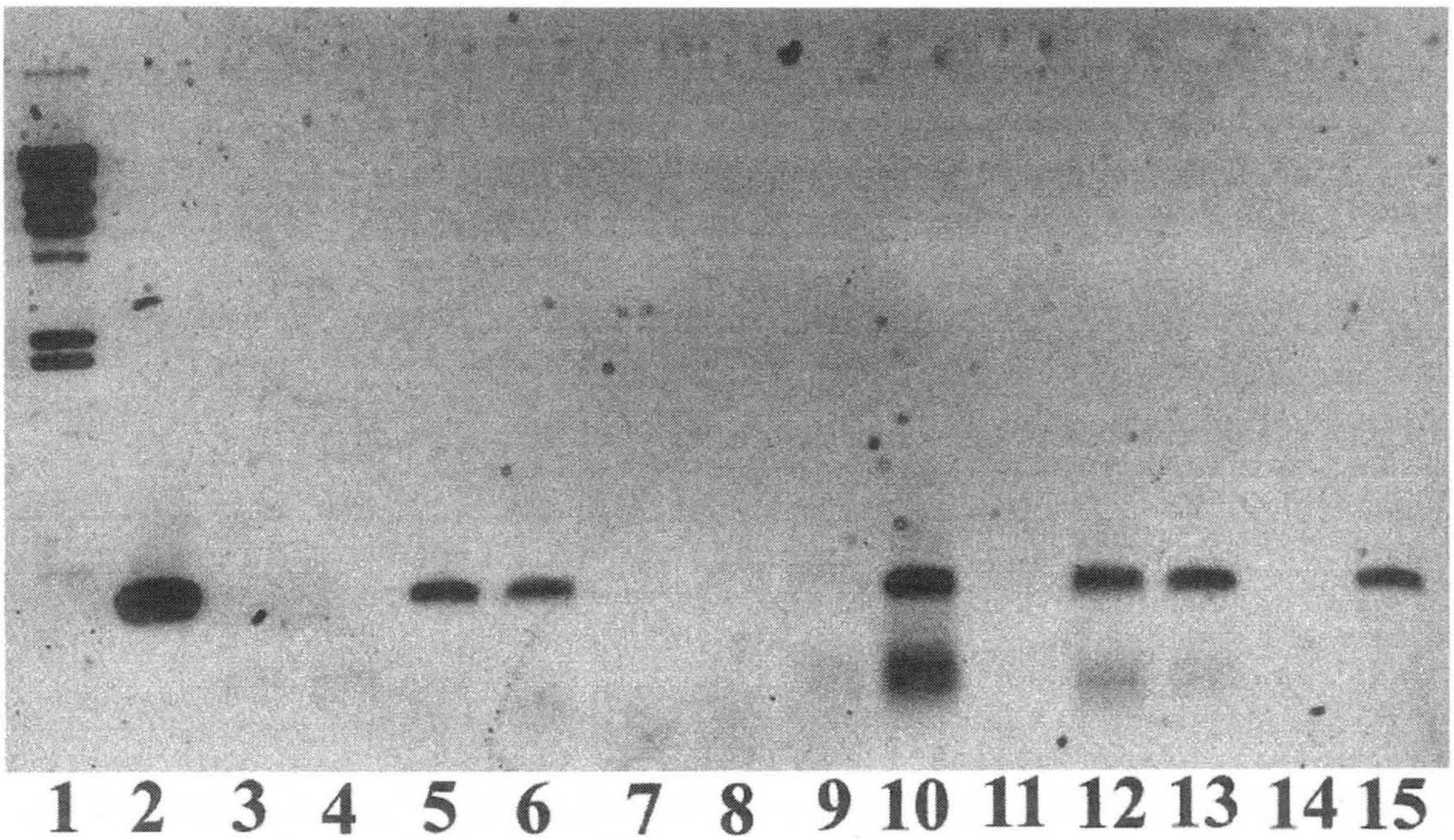



Fig. 1 - Elettroforesi su gel di agarosio di amplificati di DNA genomico estratto da larve di spigola di 40 giorni, ottenute da uova fecondate con spermatozoi elettroporati in presenza di plasmide pRSV-GH. Corsia 1: standard (λ/Hind III); corsia 2: controllo positivo; corsia 3: controllo negativo; corsie 4, 7, 8, 9, 11, 14: esemplari non transgenici; corsie 5, 6, 10, 12, 13, 15: esemplari transgenici.

*Agarose gel electrophoresis of PCR products of genomic DNA extracted from 40-day-old sea bass larvae, obtained from eggs fertilised by sperms electroporated in presence of pRSV-GH DNA. Lane 1: standard (λ/Hind III); lane 2: positive control; lane 3: negative control; lanes 4, 7, 8, 9, 11, 14: non transgenic larvae; lanes 5, 6, 10, 12, 13, 15: transgenic larvae.*

I risultati ottenuti confermano la possibilità di trasferire DNA eterologo, anche nei pesci marini, mediante la fecondazione con sperma elettroporato in presenza del plasmide (Curatolo *et al.*, 1996). Tale metodica costituisce una valida alternativa alla microiniezione, tecnica tradizionalmente utilizzata per la produzione di pesci transgenici, rispetto alla quale consente il trattamento di un numero elevato di uova per unità di tempo (Powers *et al.*, 1992).

## Bibliografia

CHEN T.T., POWERS D.A. (1990) - Transgenic fish. *Trends Biotechnol.*, **8** (8): 209-215.

CURATOLO A., SANTULLI A., GUNNELLA F., D'AMELIO V. (1996) - Gene transfer in the European sea bass (*Dicentrarchus labrax* L.): preliminary results. International Workshop on Sea bass and Sea bream culture: problems and prospects. Verona, Italy, Oct. 16-18: 266-269.

KNIBB W., ELIZUR A., MOAV B., ROBIN A. (1994) - Inhibition of eggs chorion hardening in the marine teleost, *Sparus aurata*. *Mol. Mar. Biol. Biotech.*, **3** (1): 23-29.

POWERS D.A., HEREFORD L., COLE T., CHEN T.T., LIN C.M., KIGHT K., CREECH K., DUNHAM R. (1992) - Electroporation: a method for transferring genes into gametes of zebrafish (*Brachidanio rerio*), channel catfish (*Ictalurus punctatus*), and common carp (*Cyprinus carpio*). *Mol. Mar. Biol. Biotech.*, **1** (4/5): 301-308.

SYMONDS J.E., WALKER S.P., SYN F.Y.T., SIN I. (1994) - Development of a mass gene transfer method in chinook salmon: optimization of gene transfer by electroporated sperm. *Mol. Mar. Biol. Biotech.*, **3** (2): 104-111.

Biol. Mar. Medit. (1999), 6 (1): 316-318

M. Di Bitetto, R. Congestri, G. Massini, F. Colloca, S. Cerasi,
A. Ciattaglia, R. Ugolini*

Soc. Coop. Maja a r.l., Via Gallia, 10 - 00183 Roma, Italia.
*Centro Italiano Ricerche Studi Pesca, Roma, Italia.

# RISULTATI PRELIMINARI DEL MONITORAGGIO AMBIENTALE DI UN IMPIANTO DI GABBIE SOMMERGIBILI OFFSHORE NEL GOLFO DI POLICASTRO

## *PRELIMINARY RESULTS OF THE ENVIRONMENTAL MONITORING BELOW SUBMERSIBLE OFFSHORE FISH-CAGES IN THE POLICASTRO GULF (ITALY)*

***Abstract***

*Uneaten food waste from mariculture activities could affect the enviromental quality of the sea-site hosting the farm. Data collected by monitoring water and sediment in fish farming cage installations, could be useful to determine integration capability between finfish and oysters farming. Preliminary physical and chemical parameters are reported in this paper.*

***Key-words:*** *mariculture, cage, fish culture, offshore.*

## Introduzione

L'acquacoltura in gabbie è una tecnica di allevamento intensivo sviluppatasi recentemente nel nostro paese. Per coniugare la tutela ambientale con le esigenze di produttività ed efficienza degli impianti di allevamento devono essere ricercate soluzioni che permettano di ridurre l'inquinamento in mare. Nelle aree adibite all'acquacoltura in gabbie si osserva un aumento della disponibilità di nutrienti nelle acque ed un accumulo nei sedimenti dovuto al rilascio di cataboliti da parte dei pesci e alla frazione non consumata del mangime. Tra i nutrienti il fosforo è considerato un elemento di primaria importanza negli ecosistemi marini mediterranei in quanto si ritiene costituisca il fattore limitante (Krom *et al.*, 1991). Le condizioni di incremento di trofia dell'ambiente nelle vicinanze delle gabbie potrebbero essere sfruttate per l'allevamento di bivalvi eduli *Ostrea edulis e Crassostrea gigas*, funzionalmente filter-feeder con un elevato valore commerciale. Questi potrebbero utilizzare in modo economicamente conveniente l'incremento fitoplactonico che potrebbe venirsi a produrre. Il Ministero per le Politiche Agricole, Direzione Generale della Pesca e dell'Acquicoltura (legge 41/82, IV piano triennale di settore), ha finanziato il progetto di ricerca alla Cooperativa Maja allo scopo di:

- verificare la possibilità di integrazione fra allevamento intensivo in gabbie e allevamento di ostriche in long-lines (off-shore);
- redigere un protocollo gestionale da trasferire direttamente a cooperative di pescatori per riconvertire/integrare la loro attività nell'allevamento in mare aperto.

## Materiali e metodi

Il protocollo sperimentale prevede, dopo la fase di predisposizione, un anno di campionamenti da effettuare sull'impianto di gabbie sommergibili posizionato

a Marina di Camerota (SA), nel Golfo di Policastro. L'impianto è costituito da due gabbie sommergibili di tecnologia russa di circa 1.200 $m^3$ ciascuna, posizionate ad una profondità che oscilla tra -30 m e -40 m. Le gabbie sono costituite da una struttura di ferro, reti in nylon, ormeggi e ancoraggi al fondale (-49 m di natura prevalentemente sabbiosa) con corpi morti di circa 7 tonnellate.

*Il progetto prevede:*

*1.* che vengano raccolti ogni due mesi i dati chimico-fisici e idrodinamici provenienti da una sonda multiparametrica e da un correntometro meccanico, posizionati sulle linee di ormeggio delle gabbie alla profondità di -6 m, -16 m, -40 m;

*2.* che vengano effettuati prelievi trimestrali di sedimento mediante immersioni con A.R.A. presso le gabbie (denominati sito 1 e sito 2) alla profondità di -49 m, e presso un sito di controllo, lontano dalle gabbie circa 500 m, per le successive analisi di azoto, fosforo e carbonio;

*3.* che siano raccolti ogni mese campioni di acqua (mediante bottiglia Niskin) per la stima della biomassa fitoplanctonica, attraverso l'analisi della clorofilla a (valutazione spettrofotometrica su estratto acetonico) (Lorenzen e Jeffrey, 1980) e per la determinazione delle specie fitoplanctoniche presenti, presso stazioni fisse a -3 m e -6 m.

A completamento dell'elenco floristico, stagionalmente, vengono effettuate retinate verticali (mesh=20 mm) nell'area d'indagine. La ricerca ha avuto inizio in ottobre 1996 e terminerà in aprile 1999.

## Risultati

I dati correntometrici raccolti evidenziano una debole corrente sul fondo (circa 0,05 m/s), con direzione prevalente Sud-Nord, a conferma di una corrente dominante lungo la costa da Sud verso Nord che genera nel Golfo di Policastro una microcircolazione con direzione antioraria.

La biomassa fitoplanctonica, espressa come concentrazione della clorofilla $\alpha$, ha mostrato valori superiori alle medie caratteristiche delle acque tirreniche meridionali, soprattutto nello strato d'acqua più superficiale. L'andamento temporale risulta marcatamente segnato da un picco nel mese di febbraio, registrato solo alla quota più superficiale (-3 m=6 mg/l), seguito da un generale incremento nei mesi successivi, per raggiungere i livelli più alti in aprile ad entrambe le profondità di prelievo (-3 m=8,3 mg/l; -6 m=6,6 mg/l).

Nel campione di retinata verticale effettuato nel mese di marzo le specie microalgali rilevate ed osservate sono quelle caratteristiche delle acque tirreniche meridionali, soprattutto nello strato d'acqua più superficiale (Hasle *et al.*, 1997).

Il valore di fosforo totale rilevato nei sedimenti del sito 1 è circa il doppio di quello rilevato nel sito di controllo, mentre nel sito 2 la concentrazione è addirittura tripla. Anche le concentrazioni di azoto totale hanno lo stesso andamento con la differenza che i valori nei siti 1 e 2 sono rispettivamente di 7 e 12 volte maggiori di quelli del sito di controllo (range compreso tra 401 mg/kg e 4899 mg/kg). Differenze molto marcate si registrano per il carbonio totale (valori che oscillano tra 13 g/kg e 16 g/kg).

La conferma dell'impatto potenziale dell'allevamento nei sedimenti sottostanti le gabbie si deduce anche dai valori del contenuto percentuale in acqua dei campioni di sedimento. I valori sono infatti maggiori nell'area di controllo, mentre

decrescono sotto le gabbie indicando una maggiore quantità di materiali fini derivati probabilmente dai reflui dell'allevamento. Tuttavia non si rilevano differenze significative nel contenuto in ceneri nel sedimento sottostante le gabbie rispetto a quello della zona di controllo.

## Conclusioni

I risultati ottenuti in questi primi mesi di indagine consentono solo alcune "riflessioni" preliminari:

- la determinazione mensile della clorofilla α consente di affermare, anche se in linea preliminare, che gli effetti dell'apporto trofico sull'ambiente dovuto alla presenza dell'impianto sono consistenti, confermando cosí l'ipotesi di progetto riguardo alla fattibilità di integrazione tra le due forme di allevamento, pesce *cum* bivalvi;
- confrontando i dati con altri di letteratura relativi ad allevamenti ittici in gabbie galleggianti nel Mar Mediterraneo si osserva che le concentrazioni rilevate per il carbonio, per il fosforo e per l'azoto totali sono minori di un ordine di grandezza rispetto a quelli rilevati da Karakassis *et al.* (1998).
- la ciclizzazione dei nutrienti, la loro distribuzione spaziale e circolazione in uscita dall'impianto contribuirà all'allevamento dei molluschi sospesi. Il risultato finale di questa ricerca consisterà nella redazione di protocolli produttivi tali da integrare la maricoltura con l'allevamento di specie filtratrici ad alto valore aggiunto.

## Bibliografia

HASLE G.R., SYVERTSEN E.E., STRIDINGER K.A., TANGEN K., THRONDEN J., HEIMDAL B.R. (1997) - *Identifying Marine Phytoplankton.* Tomas R.C. (ed.), Accademy Press: 832 pp.

KARAKASSIS I., TSAPAKIS M., HATZIYANNI E. (1998) - Seasonal variability in sediment profiles beneath fish farm cages in the Mediterranean. *Marine Ecology Progress Series,* **162**: 243-252.

KROM M.D., KRESS N., BRENNER S., GORDON L.I. (1991) - Phosphorous limitation of primary productivity in the eastern Mediterranean Sea. *Limnol. Oceanogr.*, **36**: 424-432.

LORENZEN C.J., JEFFREY S.W. (1980) – Determination of chlorophill in sea water. *UNESCO Tech. Pap. Mar. Sci.*, **35**: 1-20.

Biol. Mar. Medit. (1999), 6 (1): 319-321

A. FABBROCINI, I. BUTTINO*, A. ZUPA, G. SANSONE

Dipartimento di Fisiologia Generale e Ambientale, Università degli Studi di Napoli Federico II, Via Mezzocannone, 8 - 80134 Napoli, Italia.
*Stazione Zoologica "A.Dohrn", Napoli, Italia.

# ATTIVAZIONE DI SPERMATOZOI DI SPIGOLA (*DICENTRARCHUS LABRAX* L.) E DI ORATA (*SPARUS AURATA* L.)

# *INDUCTION OF MOTILITY IN SEABASS* (DICENTRARCHUS LABRAX *L.) AND SEABREAM* (SPARUS AURATA *L.) SPERMATOZOA*

***Abstract***

*The induction of sperm motility of seabass (*Dicentrarchus labrax*) and seabream (*Sparus aurata*) was studied. Sperm morphology was observed by fluorescence and laser conphocal microscopy. Sperm showed a good morphology, but the motility induction was different in the two species.*

***Key-words:*** *seabass, seabream, spermatozoa, motility, morphology.*

## Introduzione

L'approfondimento delle conoscenze sulle caratteristiche biologiche dei gameti degli organismi acquatici è fondamentale non solo per poter procedere nello sviluppo di strategie volte alla conservazione della biodiversità, ma anche per l'ottimizzazione dei processi produttivi e riproduttivi (Chambeyron e Zohar, 1990; Villani e Catena, 1991). In questo studio sono stati approfonditi alcuni aspetti della biologia degli spermatozoi di spigola (*D. labrax*) e di orata (*S. aurata*); in particolare, sono state comparate le modalità di attivazione della motilità e sono state messe a punto metodologie per valutare lo stato morfologico e funzionale degli spermatozoi con procedure veloci e pratiche. Tali metodi di valutazione della qualità del seme, infatti, possono essere utilizzate durante le varie fasi delle procedure di criopreservazione del seme, mentre una buona conoscenza del tipo di motilità del campione da criopreservare permetterà di ottimizzare la procedura in base alle sue particolari caratteristiche.

## Materiali e metodi

*Prelievo:* Il seme è stato prelevato per spremitura addominale da 50 maschi di orate e spigole maturi allevati presso l'Azienda Ittica Ugento (Le) o presso la Cooperativa Pesca Sud (Marina di Camerota, Sa), riunito in pool e trasportato in laboratorio in provette da 12 ml tappate e completamente immerse in ghiaccio; i campioni contaminati da feci o urine venivano scartati.

*Analisi della motilità:* Il seme (360 mOsm), al momento del prelievo ed all'arrivo in laboratorio (5h), veniva attivato mediante diluizione 1:10 con $H_2O_{mare}$ (1120 mOsm) a temperatura ambiente (25 °C); la motilità è stata valutata in relazione alle percentuali di spermatozoi mobili ed alla qualità del movimento, in base ad una tabella (Sansone *et al.,* 1998) ottenuta modificando quella comunemente utilizzata (Sanchez Rodriguez e Billard, 1977).

*Microscopia in fluorescenza:* Il seme, all'arrivo in laboratorio, veniva diluito 1:10 con $H_2O_{mare}$, strisciato su vetrini portaoggetto, lasciato asciugare ed incubato con MPA (*Maclura pomifera* agglutinin) o WGA (*Triticum vulgaris* agglutinin) marcate con fluoresceina (FITC) alla concentrazione di 10 µg/ml´10'.

*Microscopia laser confocale:* Il seme, all'arrivo in laboratorio, veniva diluito 1:100 con $H_2O_{mare}$, fissato in formalina 4%, lasciato aderire su vetrini polilisinati ed incubato con colorante Hoechst 33342 (7,7 µg/ml´10').

*Analisi statistica:* Le valutazioni della motilità sono state effettuate da due operatori su riprese videoregistrate. I dati espressi sono la media di 5 esperimenti (ES<10%) condotti tra Dicembre 1997 e Febbraio 1998.

## Risultati e discussione

Come rappresentato in figura 1, gli spermatozoi di spigola raggiungevano la classe V di motilità (100% di spermatozoi rapidi, vigorosi e lineari) non appena posti a contatto con l'$H_2O_{mare}$, motilità che si manteneva costante per circa 60" e decadeva fino a classe 0 in un massimo di 180-200". Gli spermatozoi di orata, invece, pur attivandosi immediatamente, raggiungevano la classe V solo dopo 20-30", ma la motilità si manteneva costante per almeno 10' e decadeva fino a classe 0 solo dopo 25-30'. All'osservazione al microscopio in contrasto di fase e contrasto interferenziale ed al microscopio laser confocale sia gli spermatozoi di spigola che quelli di orata mostravano una testa integra e tondeggiante senza evidenti danni, e le code non presentavano ripiegature o gocce citoplasmatiche. La marcatura con lectine fluoresceinate, che si legano agli zuccheri di membrana, permette di monitorare la superficie cellulare di spermatozoi di molte specie (Martinez e Cabada, 1996); in questo caso, con l'utilizzo di MPA e WGA gli spermatozoi ancora una volta apparivano integri e senza anomalie evidenti.

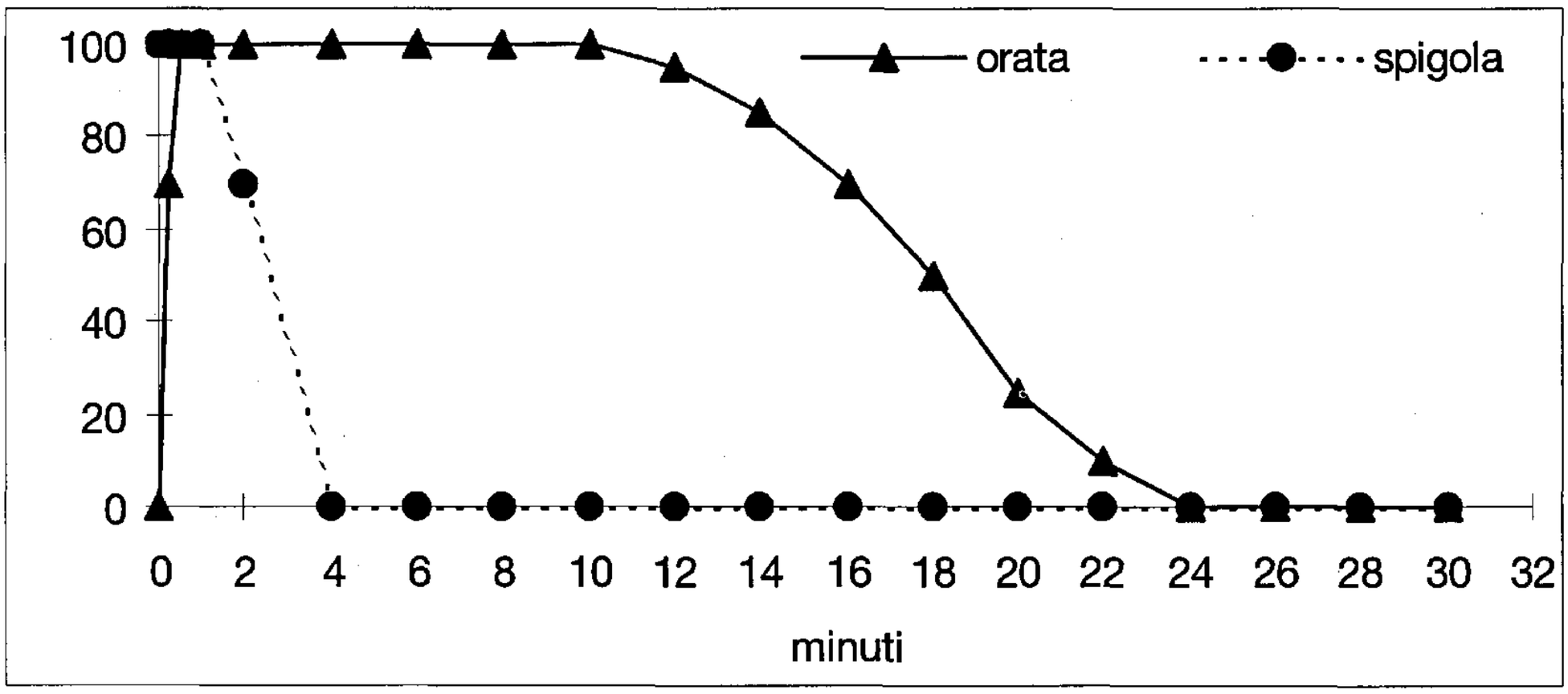



Fig. 1 - Percentuali nel tempo di spermatozoi di spigola e orata aventi moti rapidi, vigorosi e lineari dopo attivazione con acqua di mare.

*Percentages of seabass (solid line) and seabream (dashed line) spermatozoa showing quick, vigorous and linear movements after addition of full seawater.*

## Conclusioni

Anche se i meccanismi di attivazione della motilità degli spermatozoi delle due specie risultano essere differenti, i metodi di osservazione microscopica utilizzati si sono dimostrati validi per una prima valutazione della qualità degli spermatozoi, soprattutto grazie alla loro rapidità di esecuzione.

### Bibliografia

CHAMBEYRON F., ZOHAR Y. (1990) - A diluent for sperm cryopreservation of gilthead seabream, *Sparus aurata. Aquaculture*, **90**: 345-352.

MARTINEZ M.L., CABADA M.O. (1996) - Assessment of the acrosome reaction in *Bufo arenarum* spermatozoa by immunostaining: comparison with other methods. *Zygote*, **4** (3): 181-190.

SANCHEZ-RODRIGUEZ M., BILLARD R. (1977) - Conservation de la mobilité et du pouvoir fécondant du sperme de la truite arc-en-ciel maintenu à des températures voisines de 0°C. *Bull.Fr.Pêche Pisc.*, **265**: 144-152.

SANSONE G., FABBROCINI A., ZUPA A., RISPOLI S., SCIMONETTI G., PALAZZO M., MATASSINO D. (1998) - Effects of cryoprotectant solutions on sea-bass (*D.labrax*) spermatozoa motility. *Atti del Simposio "New species for Mediterranean Aquaculture". Alghero, Aprile 1998.*

VILLANI P., CATENA C. (1991) - Crioconservazione di gameti maschili di spigola (*D.labrax*). Soluzioni e metodologie. *Riv. Ital. Acquacol.* **26:** 217-222.

Biol. Mar. Medit. (1999), 6 (1): 322-324

T. La Rosa, T. L. Maugeri, C. Gugliandolo

Dipartimento di Biologia Animale ed Ecologia Marina, Salita Sperone, 31 - 98166 Messina, Italia.

# VARIAZIONI SPAZIO-TEMPORALI DELLA COMUNITÀ PICOPLANCTONICA IN UN SISTEMA DI MARICOLTURA COSTIERO

## *SPATIAL AND TEMPORAL VARIATIONS OF PICOPLANKTONIC COMMUNITY IN A MARICULTURE SYSTEM*

***Abstract***

*The spatial and temporal distribution of picoplankton and picophytoplankton were investigated monthly from March to July 1997 in a mariculture system. The epifluorescence technique was used. High abundances of picoplankton and picophytoplankton, respectively of $10^9$ cells/l and $10^7$ cells/l, have been recorded in the surface layer.*

***Key-words:*** *Total picolpankton, picophytoplankton, mariculture system.*

## Introduzione

I sistemi di maricoltura costituiscono parte integrante dell'ambiente marino costiero poichè ne sfruttano le risorse (luce, ossigeno, temperatura ecc.) e rilasciano prevalentemente sostanza organica sotto forma di mangime non consumato o di residui fecali. La materia organica proveniente dagli impianti determina modificazioni nell'abbondanza e nella composizione qualitativa delle comunità microbiche (Rosenthal, 1985).

Vengono qui presentati i primi dati di uno studio sulla distribuzione spazio-temporale della microflora totale, espressa come densità del picoplancton totale (organismi di diametro compreso tra 0,2 e 2 μm) e della frazione fotoautotrofa, o picofitoplancton, in un ambiente influenzato da input di sostanza organica proveniente da un impianto di maricoltura.

## Materiali e metodi

Nel Golfo di Gaeta (LT) sono situati allevamenti di mitili (*Mytilus galloprovincialis*) di tipo *long line* e allevamenti ittici (spigole e orate) di tipo *off-shore*, su un fondale profondo 10 metri. Le indagini microbiologiche sono state effettuate in cinque stazioni rappresentative di diverse situazioni: 1) *Controllo*, situata in un'area non interessata da allevamenti; 2) *Mitili*, all'interno del parco di mitili; 3) *Medio mitili* in un'area limitrofa (50 metri ca.) a quella interessata dall'allevamento di mitili; 4) *Gabbia*, all'interno dell'area di allevamento ittico; 5) *Medio gabbia,* in un'area limitrofa (40 metri ca.) a quella direttamente interessata da biodeposizione dell'allevamento ittico. I prelievi sono stati effettuati con cadenza mensile tra Marzo e Luglio 1997. I campioni d'acqua sono stati prelevati utilizzando una bottiglia Niskin a 0 e 10 metri di profondità. La stima del picoplancton totale (TPP) e del picofitoplancton (PPP) é stata effettuata al microscopio a epifluorescenza (Olympus BX60M) seguendo la tecnica descritta da Maugeri *et al.* (1990). Le cellule autofluorescenti in giallo-arancio sono state considerate cianobatteri, mentre le cellule autofluorescenti in rosso o in verde sono state considerate come eucariotiche.

## Risultati

Le densità del picoplancton totale (TPP) hanno mostrato un andamento tipicamente stagionale, con valori massimi nei mesi di Marzo e Aprile ($7.30x10^9$ cell/l, stazione *Mitili* 0 m) e minimi durante il periodo estivo ($3.27x10^8$ cell/l, stazione *Mitili* 10 m) (Fig. 1 a e b). Solo nel mese di Marzo è stato possibile osservare differenze tra la stazione *Controllo* e la stazione *Mitili* alle due quote di prelievo. La distribuzione verticale del picoplancton, sebbene limitata allo strato superficiale (Fig. 1a) e a 10 metri (Fig. 1b), ha evidenziato un decremento di un ordine di grandezza con il crescere della profondità.

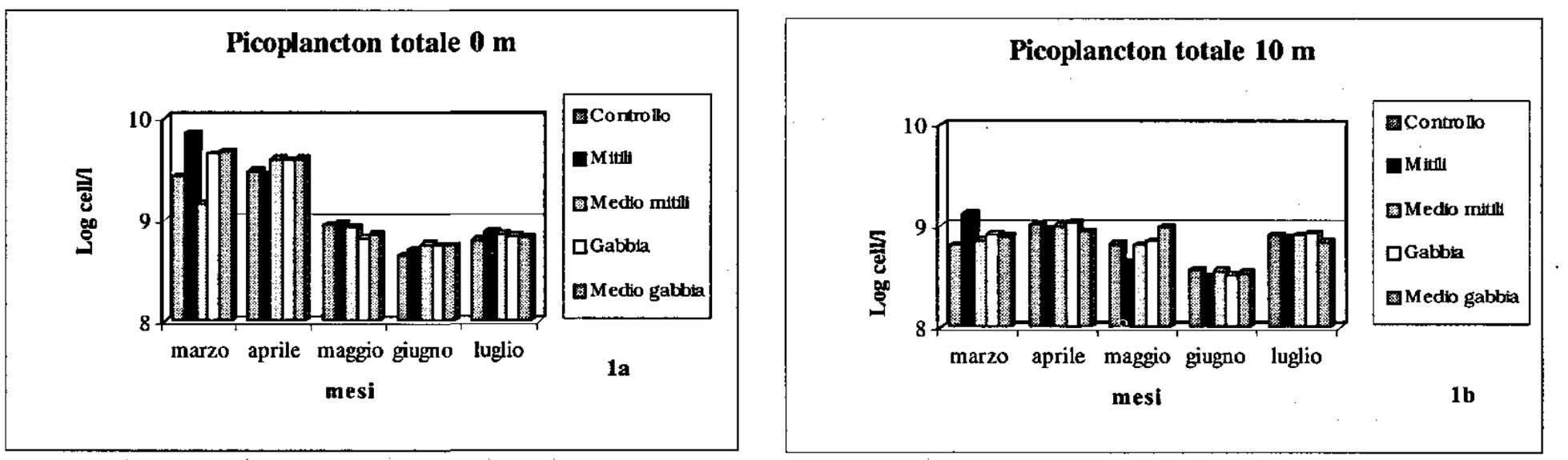



Fig. 1 - Andamento temporale nelle cinque stazioni della densità del picoplancton totale a 0 (a) e 10 metri (b) di profondità.

*Temporal variations of total picoplankton (TPP) cell numbers in the five sampling stations at depth 0 (a) and 10 meters (b).*

Durante il periodo di osservazione la densità media delle cellule picofitoplanctoniche ($3.02x10^7$ cell/l) è risultata inferiore di due ordini di grandezza rispetto a quella picoplanctonica ($1.34x10^9$ cell/l) (Fig. 2) e paragonabile alle concentrazioni valutate nel Golfo di Calvi (Sergi, 1995) e in Adriatico (Vanucci *et al.*, 1994). L'andamento stagionale della componente autotrofa era simile in tutte le stazioni e presentava due picchi durante i mesi di Aprile e di Luglio sia a 0 m (Fig. 2a) che a 10 m (Fig. 2b).

Il picofitoplancton (PPP) ha costituito il 2% del picoplancton totale (TPP) a livello dello strato superficiale ed il 4% a 10 metri.

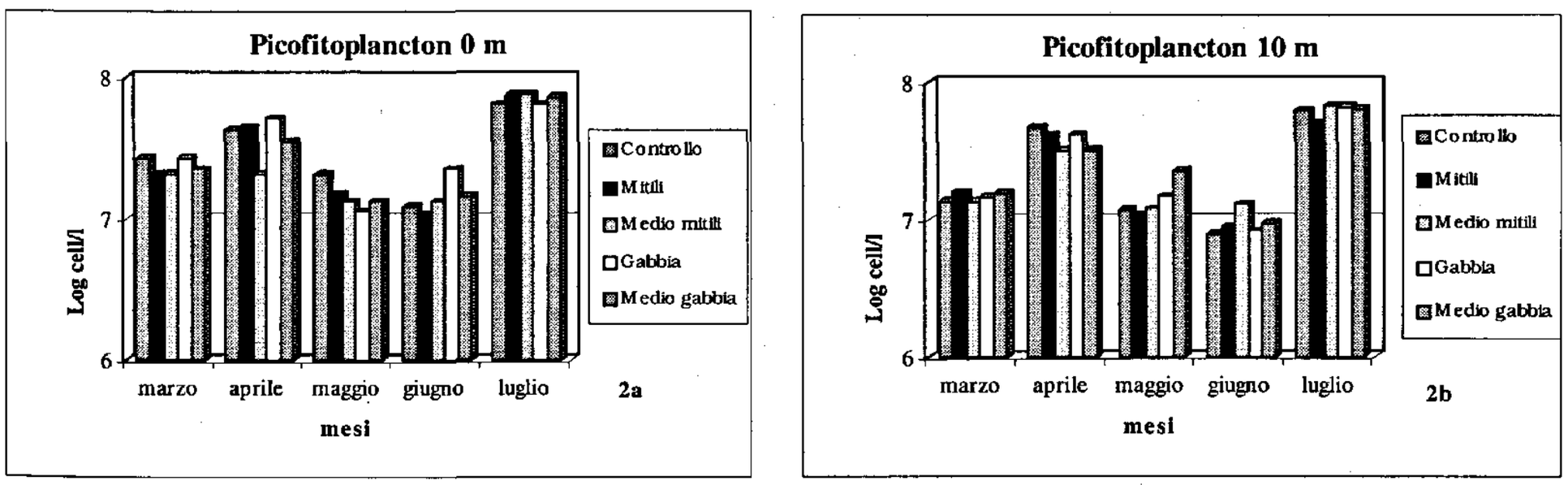



Fig. 2 - Andamento temporale nelle cinque stazioni della densità del picofitoplancton a 0 (a) e 10 metri (b) di profondità.

*Temporal variations of picophytoplankton (PPP) cell numbers in the five sampling stations at depth 0 (a) and 10 meters (b).*

La composizione delle cellule picoplanctoniche fotoautotrofe (PPP) nelle diverse stazioni ha mostrato che le densità in eucarioti sono state in media di due ordini di grandezza inferiori rispetto a quelle dei cianobatteri. In particolare, gli eucarioti hanno mostrato il loro contributo più elevato nella stazione *Medio mitili*, dove hanno raggiunto il 5% del picofitoplancton (Tab. 1).

Tab. 1 - Densità cellulari medie di cianobatteri ed eucarioti e loro contributo medio (%) al picofitoplancton totale nelle stazioni monitorate.
*Cyanobacterial and eukaryotic average cell densities and their contributions (%) to total picophytoplankton at the monitoring stations.*

| Stazioni | Cianobatteri | | Eucarioti | |
|---|---|---|---|---|
| | Cell/ml | % | Cell/ml | % |
| Controllo | $3.08 \times 10^7$ | 99 | $3.19 \times 10^5$ | 1 |
| Mitili | $2.87 \times 10^7$ | 98 | $4.58 \times 10^5$ | 2 |
| Medio mitili | $2.68 \times 10^7$ | 95 | $1.37 \times 10^6$ | 5 |
| Gabbia | $3.19 \times 10^7$ | 99 | $3.21 \times 10^5$ | 1 |
| Medio gabbia | $2.99 \times 10^7$ | 99 | $3.39 \times 10^5$ | 1 |

## Discussione e conclusioni

Le concentrazioni cellulari del picoplancton totale osservate nelle stazioni esaminate sono analoghe a quelle registrate da diversi autori per ambienti marini costieri (Acosta Pomar *et. al.*, 1990; Maugeri *et. al.*, 1992). Non è stata osservata una notevole differenza quantitativa nella microflora presente nelle diverse stazioni rispetto a quella di *Controllo*. La densità degli organismi picofitoplanctonici è stata più abbondante durante i mesi estivi e gli organismi procariotici, ascrivibili ai cianobatteri, sono risultati predominanti rispetto agli eucariotici. Ciò fa supporre che la componente autotrofa del picoplancton non venga influenzata dagli input di sostanza organica provenienti dall'impianto di maricoltura considerato. Così come osservato in altre ricerche è ipotizzabile una variazione qualitativa della microflora che potrà essere descritta mediante ulteriori parametri microbiologici.

## Bibliografia

ACOSTA POMAR M. L. C., MAUGERI T. L. (1990) - Distribuzione del picoplancton totale e fotosintetico in due aree del mar Mediterraneo (Canale di Sicilia e Mar Jonio meridionale). *Oebalia*, **26** (Suppl. 1): 427-441.

MAUGERI T. L., ACOSTA POMAR M. L. C., BRUNI V.(1990) - Picoplancton. *Metodi nell'ecologia del plancton marino. Nova Thalassia*, **11**: 199-205.

MAUGERI T. L., ACOSTA POMAR M. L. C., BRUNI V., SALOMONE L. (1992) - Picoplankton and Picophytoplankton in the Ligurian Sea and Straits of Messina (Mediterranean Sea). *Botanica marina*, **35**: 493-502.

ROSENTHAL H. (1985) - Constrains and perspectives in acquaculture development. *Geo Journal*, **10** (3): 305-324.

SERGI D. (1995) - *Studi in laboratorio ed in campo sull'effetto delle radiazioni ultraviolette (UV–B) sugli organismi sensibili degli ecosistemi acquatici con particolare riferimento alla componente picoplanctonica.* Tesi di dottorato di ricerca in Scienze Ambientali: Ambiente Marino e risorse (VIII ciclo), Università di Messina.

VANUCCI S., ACOSTA POMAR M. L. C., MAUGERI T. L. (1994) - Seasonal pattern of phototrophic picoplankton in the eutrophic coastal waters of the Northern Adriatic sea. *Botanica marina*, **37**: 57-66.

Biol. Mar. Medit. (1999), 6 (1): 325-327

S. Lubrano Lavadera, A. Fabbrocini, S. Rispoli, G. Sansone

Dipartimento di Fisiologia Generale ed Ambientale, Università degli Studi di Napoli Federico II, Via Mezzocannone, 8 - 80134 Napoli, Italia.

# PROVE DI CRESCITA DI *OSTREA EDULIS* PRESSO ALLEVAMENTO ITTICO "OFF-SHORE"

## *GROWTH TESTS OF* OSTREA EDULIS *NEAR OFF-SHORE CAGE AQUACULTURE*

***Abstract***

*Growth of the European flat oyster (*O. edulis*) spat was studied in Marina di Camerota over four months (Oct.–Feb.). The oyster trays were placed near to off-shore cage aquaculture, utilized for fish breeding. Organic wastes that result from fish cages may cause water eutrofication which could favour oyster growing. Their physiological condition by hsp60 investigation and mortality (%) was also valuated.*

***Key-words:*** Ostrea edulis, *growth, stress protein-hsp60, fish-farming, organic waste fish farming induced.*

## Introduzione

Le ostriche sono tra i più conosciuti molluschi bivalvi e sono diffuse in quasi tutti i mari del mondo. Nei nostri mari, in particolare nel Tirreno centro-meridionale, le condizioni oligotrofiche delle acque non ne permettono un grande sviluppo, anche se prove di crescita vengono riportate per altri siti mediterranei (Cano J. e Rocamora J., 1996). Gli impianti "off-shore" di maricoltura in gabbie flottanti o sommergibili quali attività acquacolturali di allevamento per l'ingrasso di specie marine di interesse commerciale, possono essere però considerati una fonte di produzione di materiale organico, probabile innesco di una catena alimentare di cui potrebbero beneficiare organismi filtratori quali i molluschi bivalvi (Jones e Iwama, 1990). L'ipotesi di lavoro è stata dettata dal fatto che le ostriche potessero accrescersi, sfruttando le probabili mutate condizioni trofiche del sito, a causa dell'apporto organico originato dall'impianto. Tale associazione colturale potrebbe inoltre contribuire a diminuire l'impatto ambientale derivante dai reflui dell'allevamento. Lo scopo di questo lavoro preliminare è stata la verifica della crescita e dello stato fisiologico dell'ostrica *Ostrea edulis*, nell'adattamento a varie profondità, presso un allevamento ittico a mare; infatti l'utilizzo di "biomarkers" per valutare lo stress in organismi acquatici, in particolare di specie allevate, sarebbe utile per ottimizzare le condizioni dell'allevamento stesso (Dallocchio *et al.*, 1995).

## Materiali e metodi

A 30 m dall'impianto di maricoltura in gabbie sommergibili "off-shore" antistanti le acque di Marina di Camerota (centro tirreno) ostriche di taglia (mm) 18,2±2,7 provenienti da Goro, sono state posizionate sospese in acqua a differenti profondità (-8, -16 e -24m), in cestelli con una biomassa di circa 2 g/cm$^2$.

All'inizio e dopo 120 giorni di stabulazione (ottobre-febbraio), sono stati valutati i seguenti parametri per seguirne l'accrescimento: lunghezza, larghezza, spessore, peso totale, peso sgocciolato, peso umido polpa, peso valve, peso secco polpa,

peso secco valve (105 °C); lo stato fisiologico è stato valutato monitorando le "stress-protein"-hsp60 (Sanders B., 1986). 500 mg di polpa sono stati omogenizzati e centrifugati a 14.000 g per 30', è stato successivamente effettuato il dosaggio proteico seguito da SDS-PAGE. Le hsp 60 sono state infine evidenziate mediante Western Blotting. È stata valutata inoltre la percentuale di mortalità.

*Analisi Statistica*: I dati espressi in tabella rappresentano le medie di tre replicazioni ± ES, le valutazioni di significatività sono state condotte con il T di Student.

## Risultati

*Crescita*: Nel periodo sperimentale considerato le ostriche non hanno mostrato alcun accrescimento dimensionale significativo, sia in relazione al tempo di stabulazione in mare, che alle profondità di posizionamento. I parametri ponderali, hanno mostrato addirittura una tendenza alla diminuzione nel peso polpa, anche se non con variazioni significative. (Tab. 1)

Tab. 1 - Parametri dimensionali e ponderali (Medie ± ES) al tempo 0 e dopo 120 gg (T1).
*Dimensional and ponderal parameters (Mean ± ES) at time 0 and after 120 days (T1).*

| | Tempo 0 | T1 8m | T1 16m | T1 24m |
|---|---|---|---|---|
| Lunghezza mm | 18,3±2 | 18,6±2 | 20,6±3 | 20,4±3 |
| Larghezza mm | 15,1±2 | 15,2±2 | 16,8±2 | 16,5±2 |
| Spessore mm | 4,2±0,2 | 4,2±0,2 | 4,3±0,2 | 4,1±0,2 |
| Peso Totale gr. | 0,72±0,1 | 0,67±0,1 | 0,78±0,1 | 0,72±0,1 |
| Peso Sgocciolato gr. | 0,64±0,1 | 0,66±0,1 | 0,71±0,1 | 0,77±0,1 |
| Peso Valve gr. | 0,55±0,1 | 0,45±0,1 | 0,63±0,2 | 0,76±0,2 |
| Peso Secco Valve gr. | 0,50±0,1 | 0,54±0,1 | 0,60±0,1 | 0,45±0,1 |
| Peso Polpa gr. | 0,05±0,0 | 0,04±0,0 | 0,05±0,0 | 0,05±0,0 |
| Peso Secco Polpa gr. | 0,01±0,0 | 0,01±0,0 | 0,01±0,0 | 0,01±0,0 |

*Stato fisiologico*: La presenza delle hsp60 è stata riscontrata a tutte le profondità anche se con livelli differenti; infatti a –8m si registrano i livelli più elevati; a –16m, la presenza è costante per tutti i carichi proteici; a –24m, la presenza è riscontrabile solo ai carichi proteici superiori e con piu' bassi livelli. (Tab. 2)

*Mortalità*: La percentuale di ostriche morte diminuisce significativamente ($P<0,001$) all'aumentare della profondità. (Tab. 3)

Tab. 2 - Livelli di hsp60 "stress proteins" (xxx = molto marcata; xx = marcata; x = poco marcata).
*Hsp60 "stress proteins" levels (xxx = very marked; xx = marked; x = poor marked).*

| Proteine µg/pozzetto elettroforetico | 12µg | 6µg | 3µg | 1µg |
|---|---|---|---|---|
| Profondità 8m | XXX | XXX | X | |
| Profondità 16m | XX | XX | XX | X |
| Profondità 24m | XX | X | X | |

Tab. 3 - Mortalità.
*Mortality.*

| Profondità (metri) | 8 | 16 | 24 |
|---|---|---|---|
| Mortalita' (%) | 24±2 | 20±1 | 14±2 |

## Discussione

Nel periodo considerato non si è riscontrata una effettiva crescita delle giovani ostriche utilizzate per la prova.

L'assenza di variazioni significative dei parametri dimensionali e ponderali, è risultata evidente, sia in relazione al tempo che alle profondità; per quanto riguarda lo stato fisiologico invece i dati sulla mortalità e sulle "stress protein" indicano una significativa diminuzione della percentuale di mortalità e del livello di HSP60 in relazione all'aumento delle profondità; infatti a –24m, lo stato fisiologico dei molluschi sembra essere migliore in quanto si é riscontrata una minore induzione di "stress-protein", confortata dalla minore mortalità registrata in assoluto.

## Conclusioni

Dai primi dati di questa esperienza preliminare sembra emergere che, nel periodo in cui si è effettuata la prova, le migliori condizioni di adattamento, anche se non di crescita, per le giovani ostriche, presso l'impianto off-shore, si sono verificate alla profondità sperimentale di -24 m. I motivi di tale comportamento, sono certamente da ricercarsi nei fattori ambientali che si diversificano nella colonna d'acqua ove è avvenuta la prova di crescita ed adattamento.

### Bibliografia

CANO J., ROCAMORA J. (1996) - Growth of the European flat oyster in the Mediterranean Sea (Murcia, SE Spain). *Aquaculture International*, **4**: 67-84.

JONES T.O., IWAMA G.K. (1990) - Polyculture of the Pacific oyster, *Crassostrea gigas* (Thunberg), with chinook salmon, *Oncorhynchus tshawytscha*. *Aquaculture association of Canada conference*, **90** (4): 79-82.

SANDERS B. M. (1986) - Stress proteins, potential as multitiered biomarkers. In: Mc Carthy J., Shugart, (eds), *Biomarkers of environmental contamination*. Levis, Chelsea, Mich USA.

DALLOCCHIO F., MATTEUZZI M., PREGNOLATO L., GELLI F. (1995) - Indicatori di stress: variazioni dei parametri ematici, produzione di malondialdeide, ed espressione di proteine specifiche in *Dicentrarchus labrax*. PIM per le zone lagunali. *Ric e sperimentazione 1988-1994*: 298-308

Biol. Mar. Medit. (1999), 6 (1): 328-330

G. MAIMONE, M. VISALLI, L. GENOVESE

Istituto Sperimentale Talassografico - C.N.R., Spianata S. Raineri, 86 - 98122 Messina, Italia.

# UTILIZZO DI *GRACILARIA BURSA-PASTORIS* (GMELIN) SILVA IN ACQUACOLTURA: EFFETTO SULL'ABBATTIMENTO DEI COMPOSTI AZOTATI

## GRACILARIA BURSA-PASTORIS: *EFFECT ON NITROGEN COMPOUNDS REDUCTION IN AQUACULTURE*

***Abstract***

*The results of treating of the effluents of an intensive aquaculture farm by means of* Gracilaria bursa-pastoris *(Rhodophyta, Gracilariaceae) are reported. The "fitodepuration", significant especially as regards urea and ammonia, points out the importance of alternative techniques in the organic load reduction to prevent autopollution and eutrophication.*

***Key-words:*** Gracilaria bursa-pastoris*; Nitrogen compounds reduction; intensive rearing.*

## Introduzione

Uno dei principali problemi che si riscontrano nell'allevamento intensivo è rappresentato dalle acque reflue ricche di sostanze organiche (urea) e inorganiche (ione ammonio e fosfato), che possono determinare una serie di condizioni sfavorevoli per l'ambiente marino con possibili processi di eutrofizzazione. Le soluzioni per il trattamento degli effluenti provenienti da una acquacoltura intensiva, comprendono varie tecniche (Cripps, 1994), ma esistono valide alternative sperimentate a metà degli anni '70, es. l'utilizzo di macroalghe (Ryther *et al.*, 1975), e che ultimamente suscitano molto interesse (Neori *et al.*, 1996).

In questo lavoro vengono riportati i risultati di esperienze di abbattimento del carico organico dei reflui, utilizzando la macroalga *Gracilaria bursa-pastoris*, raccolta nel lago di Ganzirri (ME). Già in precedenza Giaccone *et al.* (1979), avevano riscontrato buone capacità depurative di *Gracilaria verrucosa* (Hudson) Papenfuss.

## Materiali e metodi

Per le prove sono stati utilizzati esemplari di *Diplodus puntazzo* (Cetti, 1777) suddivisi in due vasche (capacità 300 l, densità 7 Kg/m$^3$), alimentati con estruso all'1 %. A parità di condizioni solo in una vasca è stata immessa una quantità nota di alga (1 Kg). I prelievi sono stati effettuati giornalmente ad orari stabiliti (08.00 - 12.00 - 19.00), sìa nell'acqua di alimentazione che in quella di scarico delle vasche.

Sono state determinate le concentrazioni di urea (Koroleff, 1983), ammoniaca (Aminot e Chaussepied, 1983), nitrati e fosfati (Strickland e Parsons, 1972). La temperatura è stata misurata con un termometro a pozzetto, l'ossigeno disciolto è stato determinato con il metodo di Winkler.

Inoltre, una volta la settimana l'alga è stata asciugata, pesata e riportata al peso iniziale di 1 Kg, per valutarne la crescita.

## Risultati e discussione

Temperatura e ossigeno hanno presentato rispettivamente in media valori di 17.0 °C e 5.6 ml/l.

Le concentrazioni dei nutrienti relativi all'acqua di alimentazione delle vasche, sono risultate basse ad eccezione dei nitrati. La presenza di alte concentrazioni di nitrati (range 2.4 - 3.6 µM), è dovuta alle particolari condizioni idrologiche dell'ambiente (Stretto di Messina), dove hanno luogo fenomeni di upwelling. I risultati ottenuti dall'acqua di scarico hanno mostrato delle sostanziali differenze tra la vasca di controllo (A) e quella contenente l'alga (B). Infatti, i valori di urea sono risultati in media rispettivamente di 1,5 e 0,4 µM, l'ammoniaca ha raggiunto concentrazioni di 1,22 nella vasca A e 0,67 µM nella vasca B, le concentrazioni dei fosfati sono risultate rispettivamente di 1,27 e 0,87 µM, quelle dei nitrati hanno mostrato valori tra 2.0 e 3.1 µM (Fig. 1). *Gracilaria bursa-pastoris* possiede quindi, un'elevata capacità di utilizzazione dell'urea (71.6%), in misura minore dell'ammoniaca (39.7%) e del fosforo (29.5%), mentre un abbattimento poco significativo è stato riscontrato nei confronti dei nitrati. Inoltre, relativamente alla crescita percentuale dell'alga si è osservato un discreto

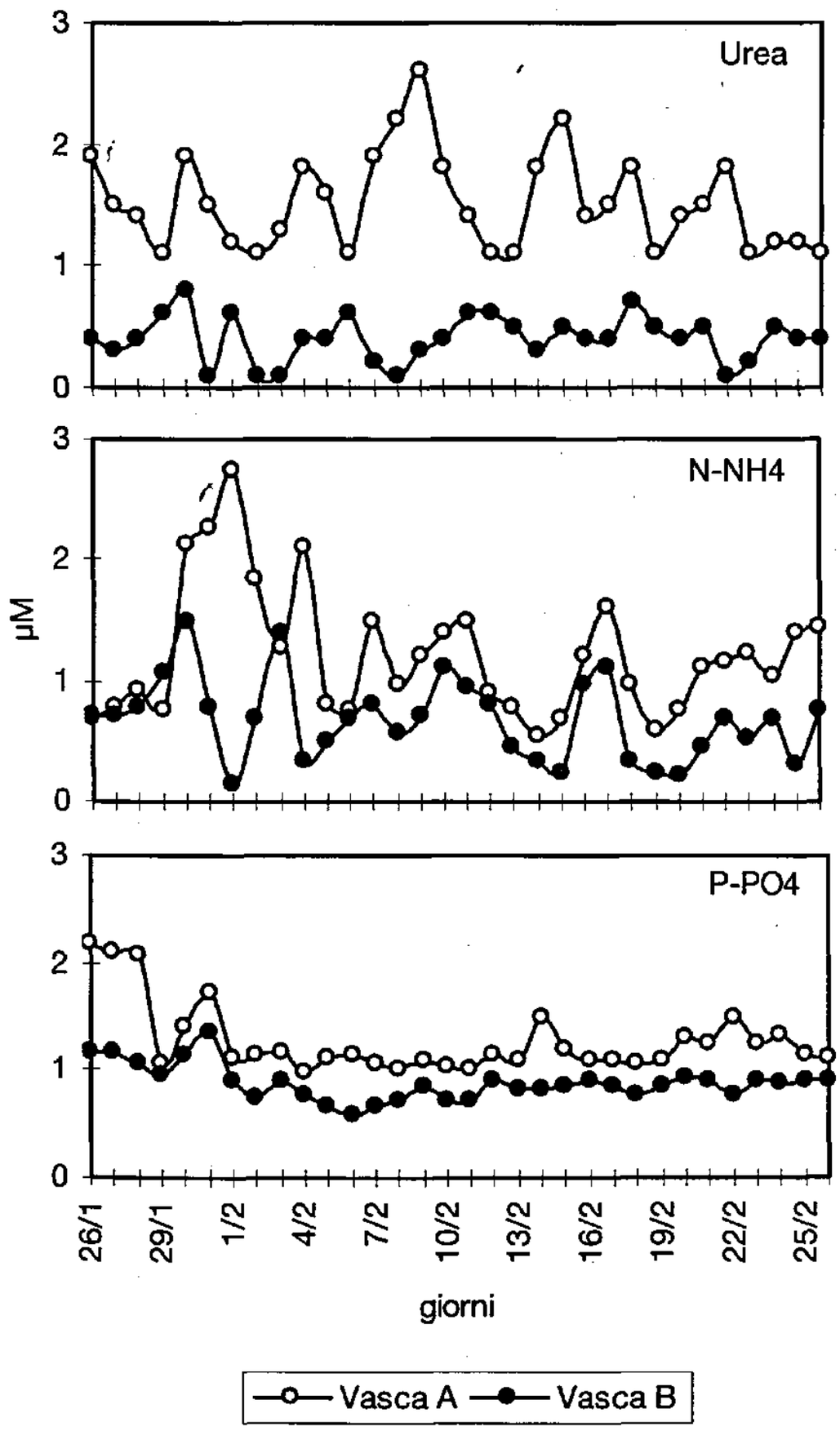



Fig. 1 - Variazioni delle concentrazioni medie di urea, N-$NH_4$ e P-$PO_4$ registrate durante l'esperienza.
*Variations of urea, N-$NH_4$ and P-$PO_4$ mean concentrations detected during the experience.*

incremento pari al 34.7% (21 g/m$^2$ giorno, peso fresco), evidenziando ulteriormente la sinergia tra abbattimento dei nutrienti e produzione in biomassa algale.

## Conclusioni

Relativamente al comportamento della macroalga nei confronti delle sostanze saggiate, l'utilizzo dell'ammoniaca e dell'urea è sicuramente l'aspetto più importante per l'elevato grado di tossicità che queste sostanze possono rappresentare nei bacini di allevamento. Inoltre, a prescindere dall'aspetto tossico, l'esposizione all'ammoniaca riduce la crescita dell'animale, esercitando anche un'azione irritante di natura fisica o chimica delle branchie (Klontz *et al.*, 1985).

Pertanto questa sperimentazione potrà essere trasferita su larga scala, con il doppio vantaggio di ottenere, utilizzando il metodo della "fitodepurazione", sia un'efficace rimozione dei nutrienti, al fine di evitare fenomeni di autoinquinamento ed eutrofizzazione, che un'ottimale produzione dell'alga senza costi aggiuntivi.

### Bibliografia

AMINOT A., CHAUSSEPIED M. (1983) - *Manuel des analyses chimiques en milieu marin.* Centre National pour l'Exploration des Oceans: 395 pp.

CRIPPS S.J. (1994) - Minimizing outputs: treatment. *J. Appl. Ichtyol.* **10**: 284-294.

GIACCONE G., PRINCI M., LOKAR COASSINI L., RIZZI LONGO L., TORTUL V. (1979) - Valutazione delle risorse vegetali lagunari del Basso Tirreno e sperimentazione di coltivazione controllata dell'alga rossa *Gracilaria verrucosa* e di altre agarofite in Sicilia. *Atti del III Conv. Scient. Naz. Progetto Finalizzato Oceanografia e Fondi Marini, Roma*: 423-435.

KLONTZ W., STEWART B.C., EIB D.W. (1985) - On the etiology and pathophysiology of environmental gill disease in juvenile salmonids. In: A. E. Ellis (ed). "*Fish and shellfish pathology*" Academic Press, London: 199-210.

KOROLEFF F. (1983) - Determination of urea. In: *Methods of seawater analysis*. Grasshoff k., Ehrhardt M., Kremling K. (eds.) Publ. By: Verlag Chemie, Weinheim (FRG): 158-162.

NEORI A., KROM M.D., ELLNER S.P., BOYD C.E., POPPER D., RABINOVITCH R., DAVISON P.J., DVIR O., ZUBER D., UCKO M., ANGEL D., GORDIN H. (1996) - Seaweed biofilters as regulators of water quality in integrated fish-seaweed culture units. *Aquaculture* **141**: 183-199.

RYTHER J.H., GOLDMAN J.C., GIFFORD J.E., HUGUENIN J.E., WING A.S., CLARNER J.P., WILLIAMS L.D., LAPOINTE B.E. (1975) - Physical models of integrated waste recycling-marine polyculture systems. *Aquaculture* **5**: 163-177.

STRICKLAND J.F.H., PARSONS T.R. (1972) - A pratical handbook of seawater analysis. *Bull. Fish. Res. Ed. Can.*, **167**: 1-311.

Biol. Mar. Medit. (1999), 6 (1): 331-334

S. MIRTO, M. FABIANO*, R. DANOVARO**, A. MANGANARO, A. MAZZOLA***

Dipartimento Biologia Animale ed Ecologia Marina, Salita Sperone, 31 - 98166 S. Agata, Messina, Italy.
*DIP.TE.RIS., Genova, Italy.
**Dipartimento di Zoologia, Bari, Italy.
***Dipartimento Biologia Animale, Palermo, Italy.

# USE OF MEIOFAUNA FOR DETECTING FISH FARMING DISTURBANCE IN COASTAL SEDIMENTS: PRELIMINARY RESULTS

## *USO DELLA MEIOFAUNA NEL MONITORAGGIO DELL'IMPATTO DI IMPIANTI DI MARICOLTURA SU SEDIMENTI COSTIERI: RISULTATI PRELIMINARI*

***Abstract***

*Sediment samples were collected between March and June 1997 on monthly basis at two stations (cage fish farm and control) in the Gaeta Gulf. The fish farming had a considerable impact on the biochemical composition of the sedimentary organic matter and resulted in significant changes of the meiofaunal assemblages.*

***Key-words:*** *meiofauna, aquaculture, pollution, organic matter.*

## Introduction

In the last years an increasing attention has been paid to the possibility of exploiting natural resources also in zones of particular interest such as the protected areas. To evaluate the actual impact of aquaculture on coastal systems, highly sensitive biological indicators, for detecting both short and long term effects, are needed. Due to their small size, high turnover and the lack of larval dispersion, meiofauna is becoming the most popular tool in environmental monitoring. Previous studies, indeed, have shown that meiofauna are particular sensitive to environmental disturbance including organic contamination. The main effects of accumulation of large quantities of organic material in the sediments are: 1) a general reduction of the number of taxa; 2) a reduced density of the most sensitive components of meiofauna. To this regard investigations on the organic pollution effects on meiofauna revealed that harpacticoid copepods are the most sensitive group, while nematodes are quite tolerant to such kind of disturbance. However, these effects are not consistently reported in all studies. Danovaro *et al.*, (1995) reported that nematodes, and not copepods, were the most sensitive organisms to hydrocarbon pollution. Moreover, it is increasingly evident that there are many opportunist species of copepods that may become dominant in highly organic matter enriched environments.

## Study area, sampling and methods

This study is part of a wider investigation on the impact of organic enrichment due to intensive fish farming in coastal sediments. Sediment samples were collected between March and June 1997 on monthly basis at two stations of the Gaeta Gulf. The first station was located at 10 m depth under the cage, while the second was located at same depth at about 1 Km apart in an area not impacted by fish farming, and served as control. The fish farming under investigation (Farmocean cage, 4000 $m^3$) contained about 120.000 specimens of *Dicentrarchus labrax* (density 10 Kg/

$m^3$), and was characterised by strong biodepositional regime. At each sampling time 3 meiofaunal replicates (12.5 $cm^2$ surface area) were taken manually by SCUBA divers, sliced vertically in three layers (0-1, 1-5, 5-10 cm), fixed in 4% buffered formalin and stained with Bengal Rose. Additional corers (n=2) were collected for sedimentary organic matter. The depth of the Redox Potential Discontinuity layer (RPD) was assessed immediately after sampling as the depth (in cm) at which the sediment colour turns from brown to black. Meiofauna was extracted by density gradient centrifugation and counted under stereomicroscope. Chloroplastic pigments were determined according to Lorenzen and Jeffrey (1980). Lipids were determined after Marsh and Weinstein (1959) and Bligh and Dyer (1966). Proteins were determined following the method by Hartree *et al.* (1972). Total carbohydrates determination was carried out using the method of Dubois *et al.* (1956). In order to test differences between the two stations, Student t-test was performed.

## Results and discussion

The most evident changes in the benthic compartment were the large accumulation of organic material and the strong reduction of the potential redox values under the cage (2 cm depth in the Control station and about 0.3 cm under the cage). Such highly reducing conditions were due to the strong accumulation of organic material in the study area. Biopolymeric carbon (BPC) concentrations were 2.4±0.7 mg C $g^{-1}$ in the Control and 3.4±1.7 mg C $g^{-1}$ in the Cage station (Fig. 1).

The presence of the fish farming had a considerable impact on the biochemical composition of the sedimentary organic matter, as in the Cage station lipid concentration were about 3 times higher than in the Control. By contrast proteins

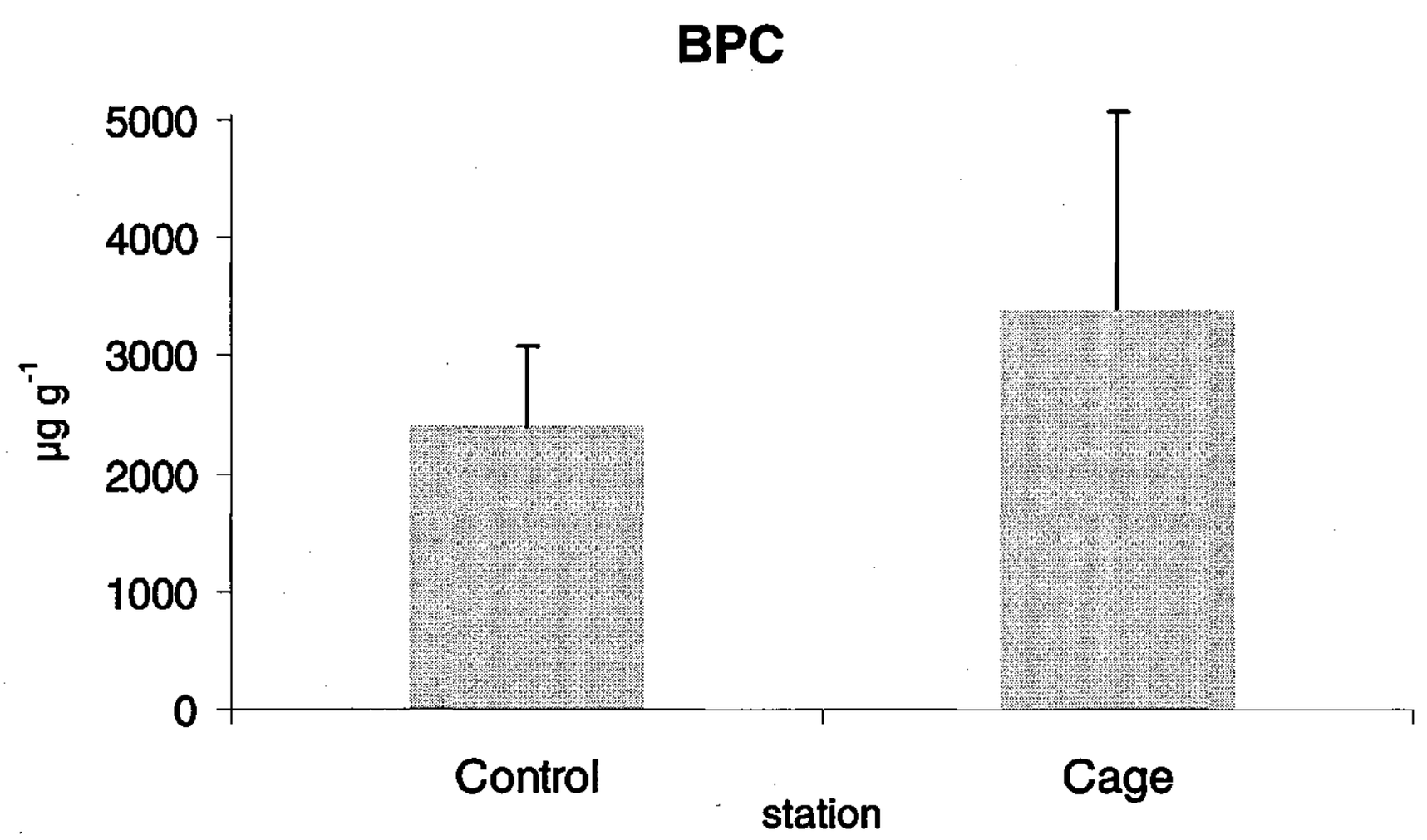



Fig. 1 - Four months average of biopolymeric carbon concentrations in the two stations (± Standard Error).

*Media, su 4 mesi, delle concentrazioni di carbonio biopolimerico nelle due stazioni (± Errore Standard).*

and carbohydrates displayed similar concentration in the two sampling stations. The two areas were also characterised by different amounts of primary organic matter (CPE 18.5±6.3 μg $g^{-1}$ under the Cage and 10.7±1.3 μg $g^{-1}$ in the Control). Cage and Control stations were, however, indistinguishable in terms of biochemical composition and chloropigment content during the first two months of sampling (amount of food delivered: about 2800 Kg x month), while clear differences were observed in May and June, (food supplied: about 4000 Kg x month). Therefore, the amount of food supplied to the farm appears a key factor in determining most changes in the benthic domain. Organic matter impact resulted in significant changes of the meiofaunal assemblages, i.e. determined a significant reduction ($p=0.02$) of the meiofaunal density in the Cage station (2197±351 and 1126±119 ind. 10 $cm^{-2}$, in the Control and Cage respectively) (Fig. 2). Vertical distribution of meiofaunal densities revealed different patterns in the two stations. In fact, at Cage station, a higher proportion of meiofauna was observed in the top 1 cm of the sediment. Changes were evident also in terms of community structure as meiofauna under the cage, when compared to the Control, was characterised by increased importance of polychaetes and copepods vs. a much lower significance of nematodes, kynorhynchs and gastrotrichs. Finally, in the Cage station, ostracods disappeared completely.

These data suggest that nematodes are more sensitive than copepods to fish farming biodeposition. Fish farm impact was evident also utilising general biological descriptors such as the number of taxa, which strongly decreased under the cage. The increased organic level had no consequences on the nematode/copepod ratio, which decreased from about 4 in the Control station to about 1 in organic rich sediments of the Cage station, suggesting that this ratio can not

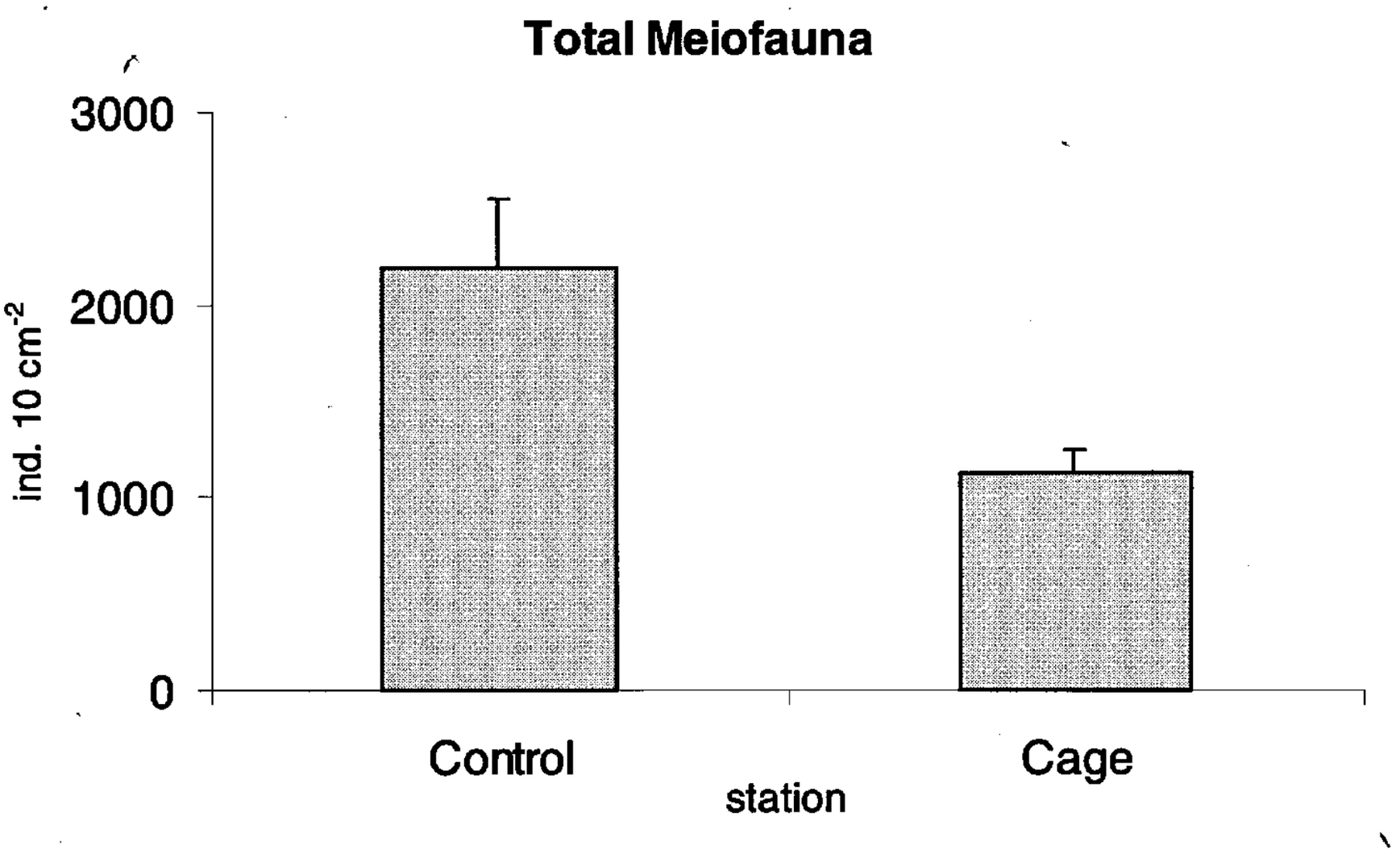



Fig. 2 - Four months average of total meiofauna densities in the two stations (n=4 months, ± Standard Error).

*Media, su 4 mesi, della densità della meiofauna nelle due stazioni (± Errore Standard).*

be applied to detect this kind of disturbance. By contrast we found strong differences between stations in the nematode/kynorhinchs ratio that we propose to verify in the future as a possible, potentially interesting indicator of organic enrichment in specific areas.

**Acknowledgements**

This study was financially supported by MURST and MiPA.

**References**

BLIGH E. G., DYER W. (1959) - A rapid method for total lipid extraction and purification. *Can. J. Biochem. Physiol.*, **37**: 911-917.

DANOVARO R., FABIANO M., VINCX M. (1995) - Meiofauna response to the *Agip Abruzzo* oil spill in subtidal sediments of the Ligurian Sea. *Mar. Poll. Bull.*, **30** (2): 133-145.

DUBOIS M., GILLES K., MAMILTON J. K., REBERS P. A., SMITH F. (1956) - Calorimetric method for determination of sugar and related substances. *Analytical Chemistry,* **28**: 350-356.

HARTREE E. F. (1972) - Determination of proteins: a modification of the Lowry method that gives a linear photometric response. *Analytical Biochemistry*, **48**: 42-427.

LORENZEN C. J., JEFFREY S. W. (1980) - Determination of chlorophyll and phaeopigments spectrophotometric equations. *Limnol. Oceanogr.*, **12**: 343-346.

MARSH J. B., WEINSTEIN W. J. (1959) - A simple charring method for determination of lipids. *J. Lip. Res.*, **7**: 574-576.

Biol. Mar. Medit. (1999), 6 (1): 335-336

N. PARRINELLO, M. ARCULEO, G. SCELSA, M. CAMMARATA, V. BALSAMO*

Dipartimento di Biologia Animale, Via Archirafi, 18 - 90123 Palermo, Italia.
* Ittica Mediterranea, Petrosino, Trapani, Italia.

# CARATTERIZZAZIONE GENETICA DI FORME IBRIDE DI INTERESSE PER L'ACQUACOLTURA

# *GENETIC CHARACTERIZATION OF INTERSPECIFIC HYBRIDS FOR AQUACULTURE*

***Abstract***

*A research on allozymic data obtained by PAGE electrophoresis was performed to analyze the interspecific cross between* Dentex dentex *male and* Pagrus major *female. We compared weight growth of specimens bred in floating cages.*

***Key-words:*** Dentex dentex, Pagrus major, *Sparidae, hybridization, growth.*

## Introduzione

Da alcuni anni in diversi impianti di acquacoltura italiani viene effettuato l'incrocio tra individui femmine di *Pagrus major* e individui maschi di *Dentex dentex* producendo, così, il "Pantice", ibrido sterile. La creazione di ibridi interspecifici ottenuti incrociando alcune specie di sparidi appartenenti ai generi *Sparus*, *Diplodus*, *Pagrus* e *Dentex* per confrontarne i tassi di accrescimento durante le prime fasi larvali non ha dato risultati significativamente differenti (Dujakovic e Glamuzina, 1990). Altri esempi di ibridazione, relativi a prove di crescita nei primi mesi di vita, condotti in altri sparidi, hanno fornito dati interessanti soprattutto nell'incrocio tra *Dentex dentex* m x *Pagrus major* f (Tibaldi e Beraldo, 1995). L'obiettivo della presente ricerca è stato quello di conoscere, attraverso l'uso dell'elettroforesi delle proteine, la struttura genetica delle specie *Dentex dentex*, *Pagrus major* e dell'ibrido proveniente da tale incrocio; inoltre si è cercato di studiare e confrontare, a parità di condizioni di allevamento, i tassi di accrescimento dell'ibrido e delle specie parentali allevati in gabbie galleggianti.

## Materiali e metodi

In totale sono stati analizzati 86 individui di cui 46 di *Dentex dentex*, 20 di *Pagrus major* e 20 dell'ibrido, provenienti dall'impianto Ittica Mediterranea, attraverso l'analisi elettroforetica degli alloenzimi su gel di poliacrilammide (PAGE), operando su 16 sistemi enzimatici (Arculeo *et al.*, 1997). Le prove di allevamento dell'ibrido e delle specie parentali sono state condotte in gabbie galleggianti di dimensioni di 6x6x8 m con una densità di allevamento pari a 15 kg/m$^3$. La prova di allevamento è iniziata nel gennaio 1997 e si è conclusa nell'agosto 1997. Ogni mese e per ogni gabbia veniva registrato il peso individuale di circa 70 individui. La lunghezza totale di tutti gli individui esaminati era compresa tra 15 e 29 cm.

## Risultati e discussione

Sono stati identificati 24 loci nelle specie parentali e nell'ibrido di cui quattro polimorfi: *AAT-2** e *LDH-3** in *Dentex dentex*, *ESTD-1** e *ADH-2** in *Pagrus major*

e *AAT-2**, *LDH-3**, *ESTD-1** nell'ibrido. Quattro loci discriminano *P. major* e *D. dentex* (*AAT-1,2**, *PGI-2** e *PGM**). Per questi loci l'ibrido ha eterozigosi fissata.

La crescita misurata mensilmente mostra che nel periodo di tempo considerato l'ibrido, a parità di condizione di allevamento, raggiunge una dimensione corporea pari a circa 340 g contro i 200 g ottenuti per *D. dentex* e i 180 g registrati in *P. major*. Se analizziamo l'incremento ponderale relativo durante l'intero periodo esaminato (gennaio-agosto 1997) troviamo che in *P. major* e nell'ibrido si ottiene lo stesso valore (2,6), mentre nel dentice si registra un valore leggermente superiore (3,0). Questi risultati non consentono di poter affermare la superiorità dell'ibrido in termini di incremento in peso anche se, a parità di condizione di allevamento, esso risulta avere un peso finale superiore alle specie parentali. Inoltre la puntuale conoscenza della struttura genetica delle specie parentali e dell'ibrido potrebbe essere utile per l'impiego dell'ibrido, che è sterile, per esperimenti di transgenia.

## Bibliografia

ARCULEO M., LO BRUTTO S., CAMMARATA M., MAZZOLA A., PARRINELLO N. (1997) - Lack of biochemical polymorphism in the Mediterranean amberjack (*Seriola dumerili*) (Pisces, Carangidae). In: *Island Aquaculture and Tropical Aquaculture, Martinique 4-9 maggio 1997*: 28-29.

DUJAKOVIC J.J., GLAMUZINA B. (1990) - Intergeneric hybridization in Sparidae. 1. *Sparus aurata* f x *Diplodus puntazzo* m and *Sparus aurata* f x *Diplodus vulgaris* m. *Aquaculture*, **86**: 369-378.

TIBALDI E., BERALDO P. (1995) - Confronto tra il tasso di accrescimento di alcuni sparidi e dei corrispondenti ibridi interspecifici nel 1° anno di allevamento. *Atti XI Congresso Nazionale ASPA, Grado (GO) 19-22 giugno 1995*: 41-42.

Ricerca effettuata con fondi Mi.R.A.A.F.

Biol. Mar. Medit. (1999), 6 (1): 337-339

S. Rispoli, D. Martino, N. Dinacci, S. Lubrano Lavadera, G. Sansone

Dipartimento di Fisiologia generale e Ambientale, Università di Napoli Federico II,
Via Mezzocannone, 8 - 80134 Napoli, Italia.

# DIFFERENTE SENSIBILITÀ DEGLI INDICI DI STRESS IN *MYTILUS GALLOPROVINCIALIS* ESPOSTI A METALLI PESANTI ($CU^{++}$)

# *DIFFERENT SENSIBILITY OF STRESS INDEX IN* MYTILUS GALLOPROVINCIALIS *EXPOSED TO HEAVY METALS* ($CU^{++}$)

***Abstract***

*Stress caused by chemical-environmental pollution in* Mytilus galloprovincialis *was valued comparing three physiological process: induction of hsp60 stress protein, Cu-thioneins and lysosomes. Mussels were exposed, in laboratory, for eight days, to a raising concentration of Cu++ (50 to 200µg/l). The best correlable index to chemical exposure was lysosome induction.*

***Key-words:*** *hsp60, Cu-thioneins, lysosomes, Cu.*

## Introduzione

Le esperienze sui mitili utilizzati quali "biomonitor" di contaminazione chimica ambientale sono importantissime per la valutazione di impatto ambientale dell'ecosistema considerato. Alcuni processi fisiologici negli animali monitor possono essere attivati in relazione all'inquinamento chimico; pertanto, metallotioneine, proteine antistress (hsp60) e elementi subcellulari quali i lisosomi, possono essere indotti. Lo scopo di questo lavoro è stato verificarne la sensibilità in relazione a breve e crescente esposizione al $Cu^{++}$, quale situazione stressante.

## Materiali e metodi

Mitili (*M. galloprovincialis*) di 6±1 cm sono stati divisi in due gruppi e posti in stabulazione, in vasche areate, 10 ind./lt; un gruppo è stato esposto a concentrazioni crescenti di $CuSO_4$, da 50 a 200 µg/l, per un periodo di 8 giorni, aumentando scalarmente di 50 µg ogni 2 gg. Ogni due giorni sono stati sacrificati 30 mitili per gruppo, i cui tessuti molli sono stati usati per le analisi. Tutti i mitili erano alimentati con *Isochrysis galbana* ($4x10^6$ alghe/mitile/pro die).

- "Stress proteins" hsp60: le hsp60 sono state evidenziate mediante SDS-PAGE e western Blotting, secondo Sanders B. *et al.*(1994).

- Cu-tioneine: 6 g di pool di epatopancreas sono stati omogenizzati e centrifugati a 9.000g per 30 min., il surnatante ripreso e ultracentrifugato a 105.000g per 80 min. Successivamente, aliquote di surnatante, sono state cromatografate mediante "FPLC". Le frazioni proteiche sono state analizzate allo spettrofotometro ad Assorbimento Atomico per rivelare la presenza di rame, legato alle tioneine separate con l'FPLC (Viarengo *et al.*,1981).

- Lisosomi: questi organelli sono stati estratti e visualizzati in accordo con la mètodica di Regoli *et al.* (1992). L'induzione lisosomiale è stata valutata mediante conta numerica in 10 campi di 1 $cm^2$ randomizzati per ciascuna foto di microscopia ottica.

- Analisi statistica: la prova è stata ripetuta tre volte e per ogni prova sono stati utilizzati tre pools, la significatività è stata valutata mediante il test T di Student (per i lisosomi n=100).

## Risultati

Tutti i risultati relativi agli indici di stress valutati sono espressi nella tabella 1.

- "Stress protein" hsp60: le hsp60 sono risultate essere sempre presenti anche al tempo 0, tale induzione è rimasta invariabilmente marcata sino al 6° giorno (150 µg/l) di trattamento, ed inoltre non si sono registrate differenze tra controlli ed esposti. Dopo il 6° giorno (150 µg/l) di esposizione fino al termine della prova, all'aumentare della concentrazione di Cu, il livello di induzione delle hsp è diminuito negli esposti rispetto ai controlli ($0,05<p<0,02$).

- Cu-tioneine: questo indice, analogamente agli altri indicatori, viene rilevato nei due gruppi già al tempo 0. Il livello delle Cu-tioneine è rimasto costante nei controlli sino al 4° giorno (100 µg/l) di trattamento per poi rendersi irrilevabili sino al termine della prova. Negli esposti, invece, si è osservato lo stesso andamento costante dei controlli sino al 4° giorno; successivamente il livello aumenta al 6° giorno ($0,001<p<0,01$) e decresce al termine della prova mantenendo valori al di sopra del livello iniziale anche se con scarsa significatività ($0,02<p<0,05$).

- Lisosomi: questo indice subcellulare di stress viene rilevato sin dall'inizio della prova già al tempo 0, ma il numero dei lisosomi per $cm^2$ di campo fotografico randomizzato è risultato costante nel tempo senza presentare differenze significative. Viceversa negli esposti si è notato un incremento significativo ($p<0,0001$) di tali organelli già a partire dal 2° giorno (50 µg/l) di esposizione. Tale livello di incremento è rimasto pressochè costante sino al termine della prova, senza determinare ulteriori differenze significative. Rispetto ai controlli l'incremento dei lisosomi negli esposti è stato 5–10 volte superiore ($p<0,0001$) a partire dal 2° giorno di esposizione.

Tab. 1 - Valori degli indici di stress.
*x= poco marcate; xx=marcate; xxx= molto marcate.
**ES<20% pu= polpa umida, C=controllo, E=esposti.
*Stress index values.*
**x= poor marked; xx=marked; xxx= very marked.*
***ES<20% pu= wet weight, C=control, E=treated.*

| Esposizione gg.- conc. Cu µg/l | 0-0 | 2-50 | 4-100 | 6-150 | 8-200 |
|---|---|---|---|---|---|
| hsp60* **C** | xx | xx | xx | xxx | Xxx |
| Hsp60* **E** | | Xx | xx | x | X |
| Cu-tioneine** nmol/g-pu **C** | 60 | 60 | 60 | - | - |
| Cu-tioneine** nmol/g-pu **E** | 60 | 60 | 60 | 165 | 70 |
| N°lisosomi/$cm^2$(±ES) **C** | 2±1 | 2±1 | _ | _ | 2±2 |
| N°lisosomi/$cm^2$(±ES) **E** | | 9±2 | 13±2 | 10±3 | 11±3 |

## Conclusioni

I tre indici testati sono alcuni tra i più noti biomarkers proposti dalla letteratura internazionale.

Il comportamento dei tre indici quale risposta alla breve, ma crescente esposizione al rame a giudizio degli autori è stato differente.

- Le hsp60 sono quelle che nelle condizioni sperimentali adottate, hanno presentato la minore affidabilità quale biomarker specifico per il metallo Cu, ma hanno evidenziato la situazione stressante della stabulazione, essendosi rivelata la loro presenza in modo marcato anche nei controlli; inoltre negli esposti, la duplice condizione stressante (stabulazione e Cu) ne ha in parte invalidato la capacità fisiologica di risposta come descritto da altri Autori (Sanders *et al.*, 1994). Ciò rende tale indice a nostro avviso improponibile quale "biomarker" per il Cu e probabilmente anche per altri contaminanti chimici; sembra essere, invece, un sensibile indicatore dello stato di "salute" in generale del mollusco, capace di evidenziare condizioni di stress in tutte le situazioni ambientali "difficili", ma non riferibili direttamente e specificatamente alla contaminazione chimica.

- Le Cu-tioneine sono risultate essere invece un indice sensibile al test e specifico per il contaminante utilizzato ($Cu^{++}$), anche se, differenze significative di induzione si sono riscontrate solo dopo 6 gg. di esposizione; inoltre pertanto per una valutazione routinaria ad ampio spettro quali quelle effettuabili in campagne di biomonitoraggio tipo "mussel watch", l'utilizzo di tale indice risulterebbe alquanto macchinoso e costoso.

- I lisosomi invece si sono dimostrati per il Cu un ottimo "biomarker"; infatti, già dopo 2 gg. (50 µg/l) di esposizione è stato possibile valutare gli incrementi sicuramente riferibili all'esposizione chimica; infine le procedure si sono dimostrate pratiche, rapide ed economicamente convenienti. Tali considerazioni ne fanno a giudizio degli autori il miglior biomarker per il Cu e probabilmente anche per altri contaminanti di tipo chimico.

### Bibliografia

REGOLI F. (1992) - Lysosoma responses as a sensitive stress index in biomonitoring heavy metal pollution. *Mar. Ecol. Prog. Ser.,* **84**: 63-69.

SANDERS B., MARTIN L., HOWE S., NELSON W., HEGRE E., PHELPS D. (1994) - Tissue-specific differences in accumulation of stress proteins in *Mytilus edulis* exposed to a range of copper concentrations. *Toxicology and applied pharmacology,* **125**: 206-213.

VIARENGO A., PERTICA M., MANCINELLI G., ZANICCHI G., ORUNESU M.(1981) - Synthesis of Cu-binding proteins in different tissues of muussels exposed to the metal. *Mar. Poll. Bull.*, **12**, (10): 347-350.

Biol. Mar. Medit. (1999), 6 (1): 340-342

B. SAVONA

Dipartimento di Biologia Animale, Via Archirafi, 18 - 90123 Palermo, Italia.

# DATI PRELIMINARI SULLE ATTIVITÀ DIGESTIVE IN *DIPLODUS PUNTAZZO* (CETTI, 1777)

# *PRELIMINARY DATA ON DIGESTIVE ACTIVITIES IN* DIPLODUS PUNTAZZO *(CETTI, 1777)*

***Abstract***

*Preliminary data on enzymes in the digestive tract of* Diplodus puntazzo *(Pisces, Sparidae) juveniles and adults are reported. A protease activity at 2.0 pH predominated in the stomach, whilst intestinal proteases were found to be active in a pH range between 6.0 and 11.0. Moreover, pepsin, trypsin, chymotrypsin, carboxypeptidase A and B, elastase, a-amylase, disaccharidase, lipase activities have been detected. Most activities increased in magnitude in adult lot.*

***Key-words:*** *Sharpsnout seabream,* Diplodus puntazzo, *juveniles, adults, digestive enzymes.*

## Introduzione

La corretta formulazione di diete artificiali è uno degli aspetti determinanti per l'affermazione di nuove specie ittiche nelle pratiche di acquacoltura di tipo intensivo. Il valore nutrizionale di una dieta è strettamente correlato alla capacità di un organismo di digerire ed assorbire le sostanze in essa contenute e questo dipende sia dalla natura fisico-chimica dell'alimento, sia dal corredo enzimatico presente lungo il canale alimentare.

Sono stati condotti numerosi studi volti alla conoscenza delle capacità digestive di numerose specie ittiche di allevamento (Clark *et al.*, 1986; Das e Tripathi, 1991; Genovese *et al.*, 1995; Glass *et al.*, 1987).

Nel presente lavoro vengono riportati i primi dati di uno studio condotto sugli enzimi digestivi presenti nel canale alimentare del sarago pizzuto (*Diplodus puntazzo*) come primo passo nella conoscenza delle sue potenzialità digestive.

## Materiali e metodi

Gli esemplari di *Diplodus puntazzo* (20 giovanili di 172 giorni, SL=40±5.7 mm e WW=2.7±1.10 g e 5 adulti di circa 1 anno di età, SL=155±9.8 mm e WW=130.9±26.66 g), stabulati presso un impianto di acquacoltura siciliano, sono stati campionati in una fase attiva della digestione (3 ore dopo la somministrazione dell'alimento). Posti in ghiaccio, per bloccare i processi digestivi, sono stati trasportati in laboratorio e conservati in congelatore a –80 °C. Dopo parziale scongelamento, da ogni esemplare (pesato e misurato individualmente) è stato asportato il canale alimentare separando lo stomaco dall'intestino. Gli stomaci e gli intestini (ed i loro contenuti) sono stati raggruppati per gruppi di età, pesati e diluiti con acqua demineralizzata fredda nel rapporto 1:10; quindi sono stati omogeneizzati e sottoposti a centrifugazione (25000 x g per 40 minuti a 2 °C). Sul supernatante ottenuto è stata determinata la concentrazione proteica; quindi sono stati posti in un congelatore a –80 °C fino al momento delle analisi. Le diverse attività enzimatiche sono state valutate con metodiche colorimetriche

specifiche per ogni enzima, utilizzando substrati naturali o sintetici (Tab. 1). Le letture sono state effettuate a lunghezze d'onda ($\lambda$) diverse per ogni metodica. L'attività è stata espressa come unità al minuto (U) in cui 1 U=0.001 $\Delta A_\lambda min^{-1}mg^{-1}$ di proteine.

Tab. 1 - Attività di differenti enzimi nel canale alimentare di *Diplodus puntazzo*.
*Activity of different enzymes in* Diplodus puntazzo *digestive tract.*

| Enzima | Regione | Substrato | pH | Attività | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 172 giorni | Adulti (1 anno) |
| Pepsina* | Stomaco | Emoglobina | 2.0 | 1142.89 ±107.34 | 5124.76 ±101.12 |
| Tripsina* | Intestino | TAME | 8.1 | 103.57 ± 16.37 | 92.44 ± 1.08 |
| Chimotripsina* | Intestino | BTEE | 7.8 | 55.28 ± 9.74 | 137.26 ± 74.55 |
| Carbossipeptidasi A* | Intestino | Hyppuryl-L-phe | 7.6 | 533.03 ± 84.94 | 293.40 ±112.37 |
| Carbossipeptidasi B* | Intestino | Hippuryl-L-arg | 7.6 | 231.54 ± 77.88 | 287.29 ±125.35 |
| Elastasi* | Intestino | Orcein-elastin | 10.0 | 1.76 ± 0.43 | 4.67 ± 0.35 |
| Amilasi* | Intestino | Amido | 6.9 | 55.15 ± 2.31 | 39.24 ± 4.59 |
| Disaccaridasi* | Intestino | Maltosio | 6.0 | 80.83 ± 0.05 | 119.37 ± 5.32 |
| Lipasi** | Intestino | Olio d'oliva | 8.0 | 0.03 ± 0.01 | 0.08 ± 0.02 |

* Attività espressa come unità per minuto in cui 1 U= 0.001 $\Delta A_\lambda$ $min^{-1}mg^{-1}$ di proteine
** Attività espressa come unità / mg di proteine secondo Tietz e Fiereck (1966)
*** I risultati sono la media di tre analisi ±s.d.

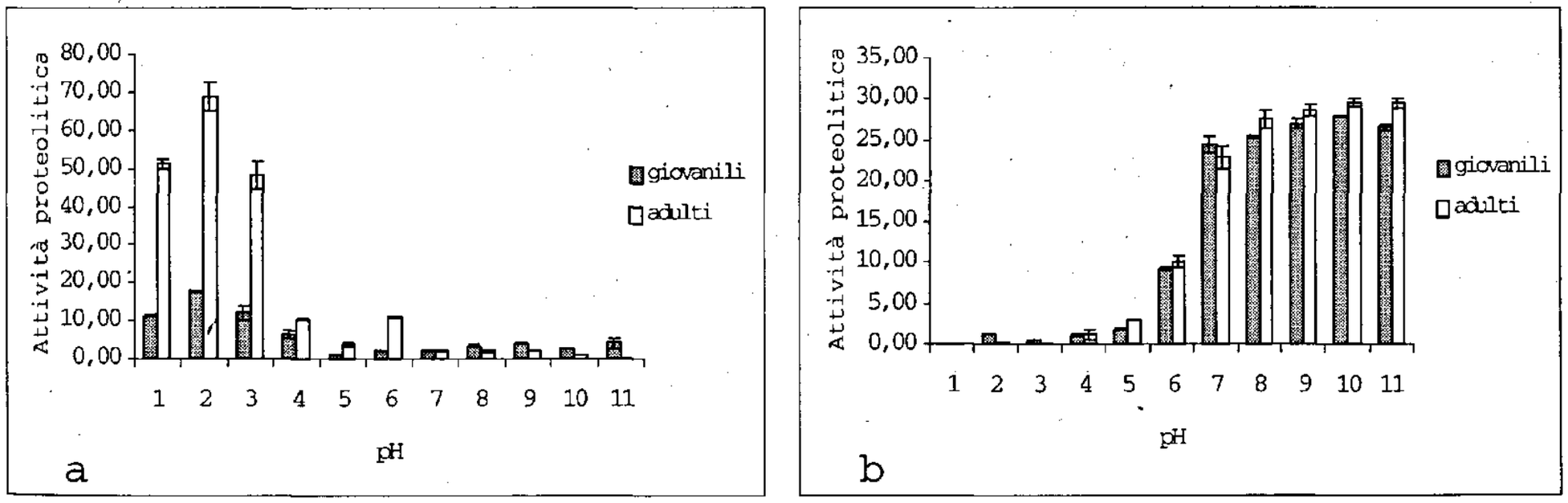



Fig. 1 - Attività proteolitica in *Diplodus puntazzo*: idrolisi della caseina da omogeneizzati di stomaco (e contenuti) (fig. 1a) e di intestino (e contenuti) (fig. 1b) di giovanili e di adulti (attività espressa come unità per minuto in cui 1 U= 0.001 $\Delta A_{280}$ $min^{-1}mg^{-1}$ di proteine).

*Protease activity in* Diplodus puntazzo*: hydrolysis of casein by homogenates of stomach (and contents)(fig. 1a) and intestine (and contents) (fig. 1b) from juveniles and adults (activity expressed as units per minute where 1 U= 0.001 $\Delta A_{280}$ $min^{-1}mg^{-1}$ of protein).*

## Risultati

Come risulta dalla Fig. 1a l'attività proteolitica presente nello stomaco di *D. puntazzo* predomina nel range di pH compreso tra 1.0 e 3.0, con un picco di attività a pH 2.0 (attività *pepsin-like*) e con livelli più elevati negli animali adulti.

La Fig. 1b riporta i livelli di attività proteolitica presenti nell'intestino di *D. puntazzo*. Questa, con livelli leggermente più alti negli adulti, è distribuita nel range di pH compreso tra 6.0 e 11.0 (profilo tipico delle proteasi tripsina, chimotripsina, carbossipeptidasi A e B ed elastasi).

La Tab. 1 riporta i livelli di attività di differenti enzimi digestivi presenti nel canale alimentare di *D. puntazzo* a 172 giorni e ad 1 anno di età.

Per quanto riguarda le proteasi pepsina, chimotripsina, carbossipeptidasi B ed elastasi, i livelli di attività sono più elevati negli adulti; mentre per le proteasi tripsina e carbossipeptidasi A si hanno livelli leggermente più elevati nei giovanili di 172 giorni.

Per quanto riguarda l'attività delle carboidrasi, l'attività della α-amilasi risulta leggermente più elevata nei giovanili mentre l'attività delle disaccaridasi risulta più elevata negli adulti.

L'attività della lipasi prevale negli adulti.

## Discussioni e conclusioni

Il *pattern* di attività degli enzimi della digestione riscontrato in *D. puntazzo* rispecchia le abitudini onnivore di questa specie ed è simile a quello riscontrato in altre specie di teleostei (Genovese *et al.*, 1995, in *Seriola dumerilii*; Glass *et al.*, 1987, in *Hippoglossus hippoglossus*).

L'analisi dei diversi enzimi nelle due classi di età (172 giorni ed 1 anno) mostra, come per altre specie (Clark *et al.*, 1986, in *Solea solea*), un generale incremento delle attività enzimatiche negli adulti, suggerendo maggiori capacità digestive degli adulti rispetto ai giovanili.

Ciò trova riscontro nei dati di letteratura riguardanti l'alimentazione naturale di *D. puntazzo* (Mirto *et al.*, 1994; Sala e Ballesteros, 1997), i quali, pur indicando abitudini onnivore in tutte le fasi vitali, riportano una maggiore tendenza degli adulti ad assumere prede di dimensioni maggiori.

Le conoscenze ottenute rappresentano un punto di partenza per una più profonda analisi da condurre su larve e giovanili sottoposti a differenti condizioni di allevamento (allevamento intensivo in vasca ed in gabbie galleggianti), oltre che per lo studio della formulazione di diete ottimali ai fini della crescita.

### Bibliografia

CLARK J., MURRAY K.R., STARK J.R. (1986) - Protease development in Dover sole (*Solea solea* L.). *Aquaculture*, **53**: 253-262.

DAS K.M., TRIPATHI S.D. (1991) - Studies on the digestive enzymes of grass carp, *Ctenopharyngodon idella* (Val.). *Aquaculture*, **92**: 21-32.

GENOVESE L., PATTI F., CARUSO G. (1995) - Studies on the digestive cycle in the amberjack (*Seriola dumerilii*) (Risso, 1810) in intensive rearing. *Oebalia*, **21**: 5-15.

GLASS H.J., MACDONALD N.L., STARK J.R. (1987) - Metabolism in marine flatfish - IV. Carbohydrate and protein digestion in Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus h.*). *Comp. Biochem. Physiol.*, **86B** (2): 281-289.

MIRTO S., SCILIPOTI D., LOPIANO L., BADALAMENTI F., MAZZOLA A. (1994) - Primi dati sul ritmo alimentare giornaliero di tre specie ittiche nello Stagnone di Marsala (Sicilia occidentale). *Biol. Mar. Medit.*, **1** (1): 335-336.

SALA E., BALLESTEROS E. (1997) - Partitioning of space and food resources by three fish of the genus *Diplodus* (Sparidae) in a Mediterranean rocky infralittoral ecosystem. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **152**: 273-283.

TIETZ N.W., FIERECK E.A. (1966) - A specific method for serum lipase determination. *Clinica Chimica Acta*, **13**: 352-358.

Biol. Mar. Medit. (1999), 6 (1): 343-346

G. Belmonte, A. Costantini*, F. Denitto, L. Della Tommasa,
M.P. Miglietta, R. Onorato*, M. Poto*, M. Vetere

Dipartimento di Biologia, Laboratorio di Zoologia, Università di Lecce - 73100 Lecce, Italia.
*Gruppo Speleologico Neretino, Piazza Mercato, 13 - 73048 Nardò, Lecce, Italia.

# INDAGINE ECOLOGICA SULLA GROTTA SOTTOMARINA DELLE CORVINE (NARDÒ, LECCE): DATI PRELIMINARI

## *ECOLOGICAL INVESTIGATION ON THE GROTTA DELLE CORVINE (NARDÒ, LECCE): PRELIMINARY DATA*

***Abstract***

*First ecological observations of the sub-marine cave "Grotta delle Corvine" (Ionian Sea, Apulia, Italy) are reported. The preliminary study of the most important communities of hard and soft bottoms, as well as of the plankton, still in progress, revealed the occurrence of some uncommon organisms and pattern of colonization.*

***Key-words:*** *submarine cave, community structure, Ionian Sea.*

## Introduzione

La distribuzione degli organismi sessili nelle cavità sommerse è notoriamente correlata ai gradienti dei parametri abiotici (Cinelli *et al.*, 1977; Gili *et al.*, 1986; Balduzzi *et al.*, 1989; Morri *et al.*, 1994). L'obiettivo del programma in corso è quello di descrivere i popolamenti di una grotta sita lungo il litorale ionico della Puglia (Italia), Grotta delle Corvine, e la loro variazione sia spaziale (dall'ingresso al fondo di grotta), sia temporale (nel corso di un intero anno solare) valutando la correlazione di queste variazioni con l'andamento spaziale e/o temporale di alcuni fattori abiotici (luce, temperatura e salinità).

## Area di studio - Materiali e metodi

La Grotta sottomarina delle Corvine, situata nella Baia di Uluzzo lungo il litorale ionico della Puglia, fa parte di un sistema di grotte di origine carsica disposte lungo l'intera fascia costiera del basso Salento. Esplorata e descritta solo intorno alla metà degli anni '80 dal Gruppo Speleologico Neretino (Onorato e Palmisano, 1988), la Grotta in questione fino ad oggi non era stata indagata dal punto di vista biologico. L'ingresso si apre tra i -8 ed i -12 m, e la grotta termina a fondo cieco a 49 m dall'ingresso. Lungo tutto il suo sviluppo essa mantiene l'aspetto di un'ampia galleria con un diametro variabile tra 4 e 7 m. In fondo, la volta della grotta emerge, elevandosi fino a 4 m sul livello del mare, in un sistema di ampie camere d'aria non direttamente comunicanti con l'esterno (Fig. 1).

I campionamenti sono stati effettuati in corrispondenza di 6 sezioni di grotta, lungo il suo sviluppo (0 m=ingresso, 5 m, 10 m, 20 m, 30 m e 45 m=fondo). In ciascuna sezione, in tre diversi punti (volta, parete e pavimento), è stata effettuata, ad opera di subacquei, la misurazione della luminosità mediante un fotodiodo collegato via cavo ad un multimetro posto sulla barca d'appoggio, la

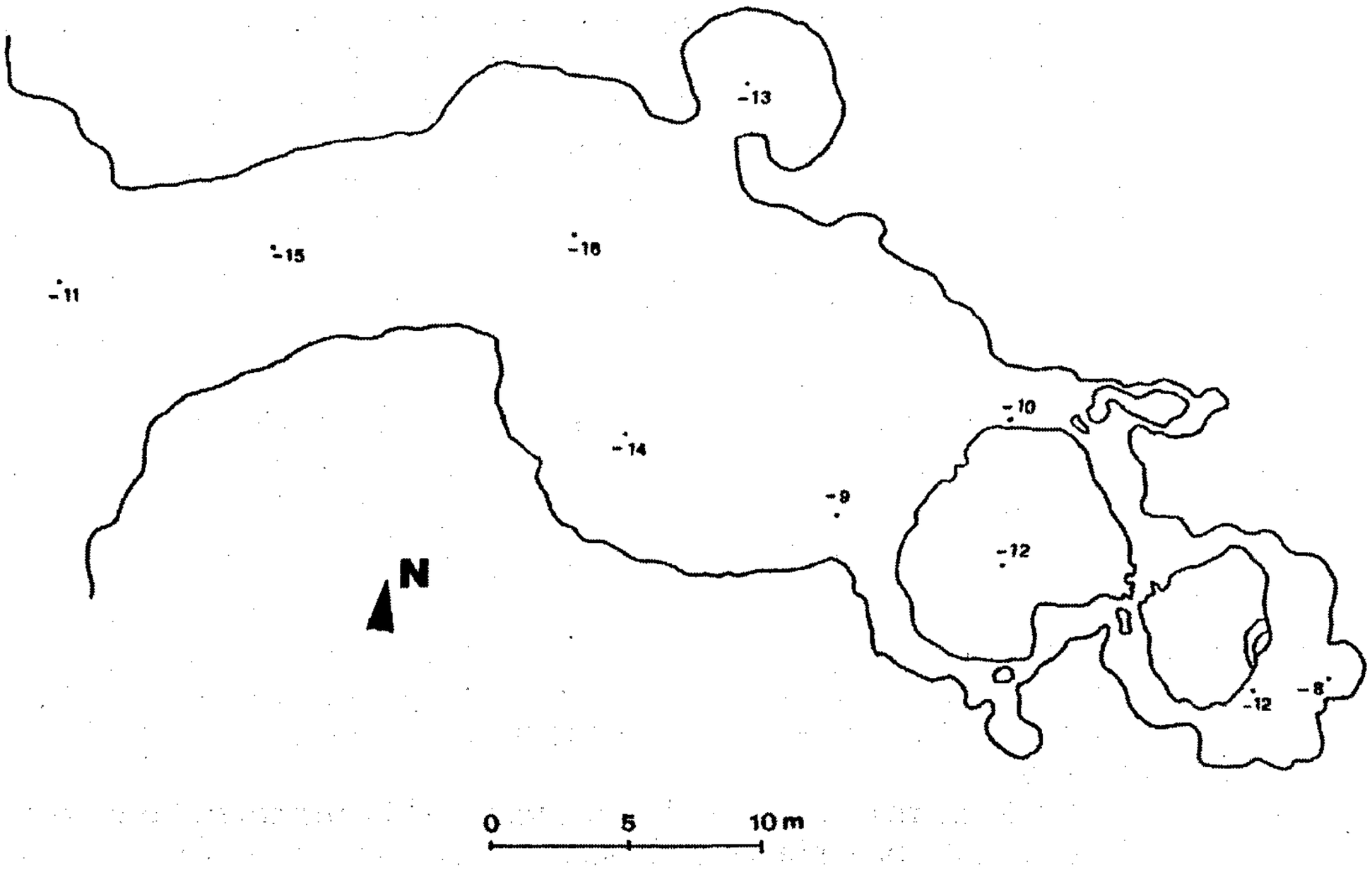



Fig.1. - Pianta della Grotta delle Corvine (da Onorato e Palmisano, 1988; modificata).

*Map of the studied cave: "Grotta delle Corvine" (from Onorato e Palmisano, 1988; modified).*

misurazione della temperatura mediante termometro digitale subacqueo, e il prelievo di campioni di acqua su cui è stata stimata la salinità in laboratorio con conduttimetro.

La caratterizzazione biocenotica è stata effettuata mediante visual census e supportata da fotografie e prelievi dei campioni non identificabili in situ. Il plancton è stato raccolto mediante trascinamento orizzontale di retini da 50 e 200 μm.

Nel presente contributo vengono riportati i dati preliminari ottenuti dalle ispezioni condotte ad aprile 1998.

## Risultati

La grotta, di ampie dimensioni, ospita almeno quattro tipi di comunità di fondo duro: la prima, in prossimità dell'ingresso, è dominata dalle alghe rosse *Peyssonnelia squamaria* e *Lithophyllum frondosum* che presentano una ricca comunità di epifiti sia sessili sia vagili. Il tutto pare corrispondere ad una biocenosi pre-coralligena tipica dei fondali aperti, molto comune lungo le coste del Salento e macroscopicamente caratterizzata dall'assenza di cnidari a portamento eretto.

Le pareti di grotta tra i 5 ed i 15 metri dall'ingresso sono ricoperte da una facies a cnidari, tra cui spiccano gli Hexacorallia *Leptopsammia pruvoti* e *Parazoanthus axinellae.*

La terza comunità individuata nella zona più interna è riconducibile a quelle delle grotte oscure (GO) di Pérès e Picard (1964). Questa biocenosi è dominata

da poriferi, sia incrostanti (ad es. *Spirastrella cunctatrix*), sia massivi (ad es. *Petrosia ficiformis* depigmentata), che a portamento eretto (tentativamente identificate come *Agelas oroides,* una specie che fuori dalle grotte appare generalmente massiva). Più internamente, in fondo alla grotta, si rinviene una quarta comunità, anch'essa di grotta oscura, a policheti serpuloidei che colonizzano il nudo substrato quasi del tutto privo di altre forme di macrofauna sessile. Sono tuttavia ancora riscontrabili vari tipi di poriferi tra cui, ancora, forme erette.

I fondi mobili del pavimento della grotta interna ospitano in più punti una fitta popolazione di ceriantidi gregari, di piccole dimensioni (*Arachnanthus oligopodus*), per la prima volta segnalati in acque italiane.

Dall'analisi dei primi campioni di plancton è emersa la presenza di almeno due specie di Mysidacea di cui una (*Hemimysis margalefi*) è, anche in questo caso, per per la prima volta segnalata in acque italiane.

## Discussione

Nonostante la fase del tutto preliminare dello studio, è stata evidenziata una serie di caratteristiche delle biocenosi insediate sulle sue pareti che non riflettono gli schemi proposti da diversi autori (Riedl, 1966; Pansini *et al.*, 1977; Harmelin *et al.*, 1987).

Infatti, la zona più interna della cavità è colonizzata da forme erette di spugne che si affiancano alle ben più comuni specie incrostanti e massive abbondanti in questi tratti. Questa caratteristica presenza viene oggi segnalata anche altrove (Corriero *et al.*, 1999) suggerendo la necessità di rivedere gli schemi classici alla luce delle nuove conoscenze sia della biologia delle specie sia dell'ecologia delle grotte. I ceriantidi abbondanti sul fondo mobile svolgono un ruolo cardine nell'accumulo di biomassa (e dunque di energia) proveniente dall'esterno attraverso i misidacei di cui si nutrono (Coma *et al.*, 1997). Questo ed altri aspetti dell'ecologia della grotta costituiranno l'oggetto degli approfondimenti futuri.

**Ringraziamenti**

Si ringrazia il Prof. G. Bavestrello (Univ. di Ancona), il Prof. J. den Hartog (National Natuurhistorisch Museum, Leiden), e il Dott. K. Wittman (Univ. di Vienna) per la collaborazione nella identificazione degli organismi. Lavoro eseguito con il contributo della Provincia di Lecce (accordo di Programma Provincia-Università di Lecce, Progetto 4, Capo C).

## Bibliografia

BALDUZZI A., BIANCHI C.N., BOERO F., CATTANEO-VIETTI R., PANSINI M., SARÀ M. (1989) - The suspension feeder communities of a mediterranean sea cave. *Scientia Marina,* **53** (2-3): 387-395.

CINELLI F., FRESI E., MAZZELLA L., PANSINI M., PRONZATO R., SVOBODA A. (1977)- Distribution of benthic phyto- and zoocoenoses along a light gradient in a superficial marine cave. In*: Biology of benthic organisms, Keegan & O'Ceidigh (eds.). Pergamon Press, Oxford*: 173-183.

COMA R., CAROLA M., RIERA T., ZABALA M. (1997) - Horizontal transfer of matter by cave dwelling mysid. *Marine Ecology Progress Series,* **18** (3): 211-226.

CORRIERO G., SCALERA LIACI L., GRISTINA M., CHEMELLO R., RIGGIO S., MERCURIO M. (1999) - Composizione tassonomica e distribuzione del macrozoobenthos in ambienti di grotta semisommersa della riserva Naturale Marina "Isola di Ustica". *Biol. Mar. Medit.*, **6** (1): 250-252.

GILI J.M., RIERA T., ZABALA M. (1986) - Physical and biological gradients in a submarine cave on the western mediterranean coast (north-east Spain). *Marine Biology,* **90**: 291-297.

HARMELIN J.G., VACELET J., PETRON C. (1987) - *Méditerranée vivante*. Glénat ed.: 256 pp.

MORRI C., BIANCHI C.N., DEGL'INNOCENTI F., DIVIACCO G., FORTI S., MACCARONE M., NICCOLAI I., SGORBINI S., TUCCI S. (1994) - Gradienti fisico-chimici e ricoprimento biologico nella grotta marina di Bergeggi (Mar Ligure). *Istituto Italiano Speleologia Memoria* **6** (II): 85-94.

ONORATO R., PALMISANO P. (1988) - La Grotta sottomarina delle Corvine. *Itinerari Speleologici,* **2**: 21-26.

PANSINI M., PRONZATO R., FRESI E., CINELLI F., MAZZELLA L., PONTICELLI M.P. (1977) - Evoluzione delle biocenosi bentoniche di substrato duro lungo un gradiente di luce in una grotta marina superficiale: poriferi. *Atti IX Congresso S.I.B.M., Ischia 1977, Cinelli F., Fresi E., Mazzella L.(eds.)*: 315-330.

PÉRÈS J.M., PICARD J. (1964) - Nouveau manuel de bionomie benthique de la Mer Méditerranée. *Rec. Trav. Stat. mar. Endoume - Bull.* ***31*** (47): 1-137.

RIEDL R. (1966) - *Biologie der Meereshohlen.* Paul Parey, Hamburg and Berlin: 639 pp.

Biol. Mar. Medit. (1999), 6 (1): 347-350

G. Cantone, E. Mòllica, G. Fassari, N. Di Pietro, D. Catalano

Dipartimento di Biologia Animale, Università di Catania,
Via Androne, 81 - 95124 Catania, Italia.

# CARTOGRAFIA DELLE BIOCENOSI DELLA PIATTAFORMA CONTINENTALE DEL GOLFO DI NOTO (SICILIA ORIENTALE)

## *BIOCOENOTIC MAP OF THE CONTINENTAL SHELF IN NOTO GULF (EASTERN SICILY)*

***Abstract***

*Polychaeta, Mollusca, Crustacea Decapoda, Bryozoa, Echinodermata as well as Algae and Phanerogams of the continental shelf in Noto Gulf have been studied. Faunistic and floristic data were used to realize a biocoenotic map (scale 1: 50.000), whose main features we describe here. Just close to the coast scanty zones with SFHN and SFBC have been recognized; these are followed by, or alternated with AP and HP biocoenoses. A long band of Coralligenous marks the border with soft bottoms. In the northern part of the Gulf muddy bottoms follow; in the middle and southern zone biocoenoses of detritic bottoms appear.*

***Key-words:*** *Biocoenotic map, soft bottoms, hard bottoms, Noto Gulf, Sicily.*

## Introduzione

Lo scopo di questa ricerca è l'individuazione e la distribuzione delle biocenosi presenti sulla piattaforma continentale del Golfo di Noto. L'indagine biocenotica, oltre a risultati puramente scientifici, è l'elemento base per qualsiasi iniziativa concernente la protezione dei fondi marini. Da questo punto di vista l'area studiata è scarsamente conosciuta.

## Area studiata - Materiali e metodi

Il Golfo di Noto si estende in lunghezza per circa 76 Km, con coste prevalentemente rocciose racchiudenti delle spiaggette sabbiose, per lo più in corrispondenza degli sbocchi torrentizi. La piattaforma continentale, ristretta nella parte centrosettentrionale del Golfo, ove arriva a poco più di due miglia dalla costa, è più estesa alle due estremità (10 miglia circa al largo di Marzamemi, 6 al largo di Ognina).

L'area in esame è stata campionata lungo dieci transetti perpendicolari alla costa. Sono stati studiati i popolamenti di 51 stazioni di fondo duro, da 3 a 40 metri di profondità, e di 48 stazioni di fondo mobile, da 30 a 200 metri. Le raccolte sono state effettuate, in immersione con ARA, mediante raschiamento di superfici di 400 $cm^2$ per la componente animale e di 1600 $cm^2$ per quella vegetale. Sui fondi mobili il sedimento (50 litri) è stato raccolto con draga Charcot-Picard.

Dopo l'esame dei gruppi animali e vegetali si è passati ad un inquadramento bionomico ed ecologico, in base alle principali informazioni di letteratura (Pérès e Picard, 1964; Picard, 1965; Bellan-Santini, 1969; Giaccone, 1972; Meinesz *et al.*, 1983) ed è stata realizzata una carta a colori, in scala 1: 50.000, qui riportata in bianco e nero (Fig. 1), depositata presso la Regione Siciliana Assessorato Cooperazione Commercio Artigianato e Pesca, unitamente ai dati quantitativi relativi ai singoli popolamenti (Cantone, 1997). Le sigle utilizzate per indicare le biocenosi sono quelle proposte da Meinesz *et al.* (1983).

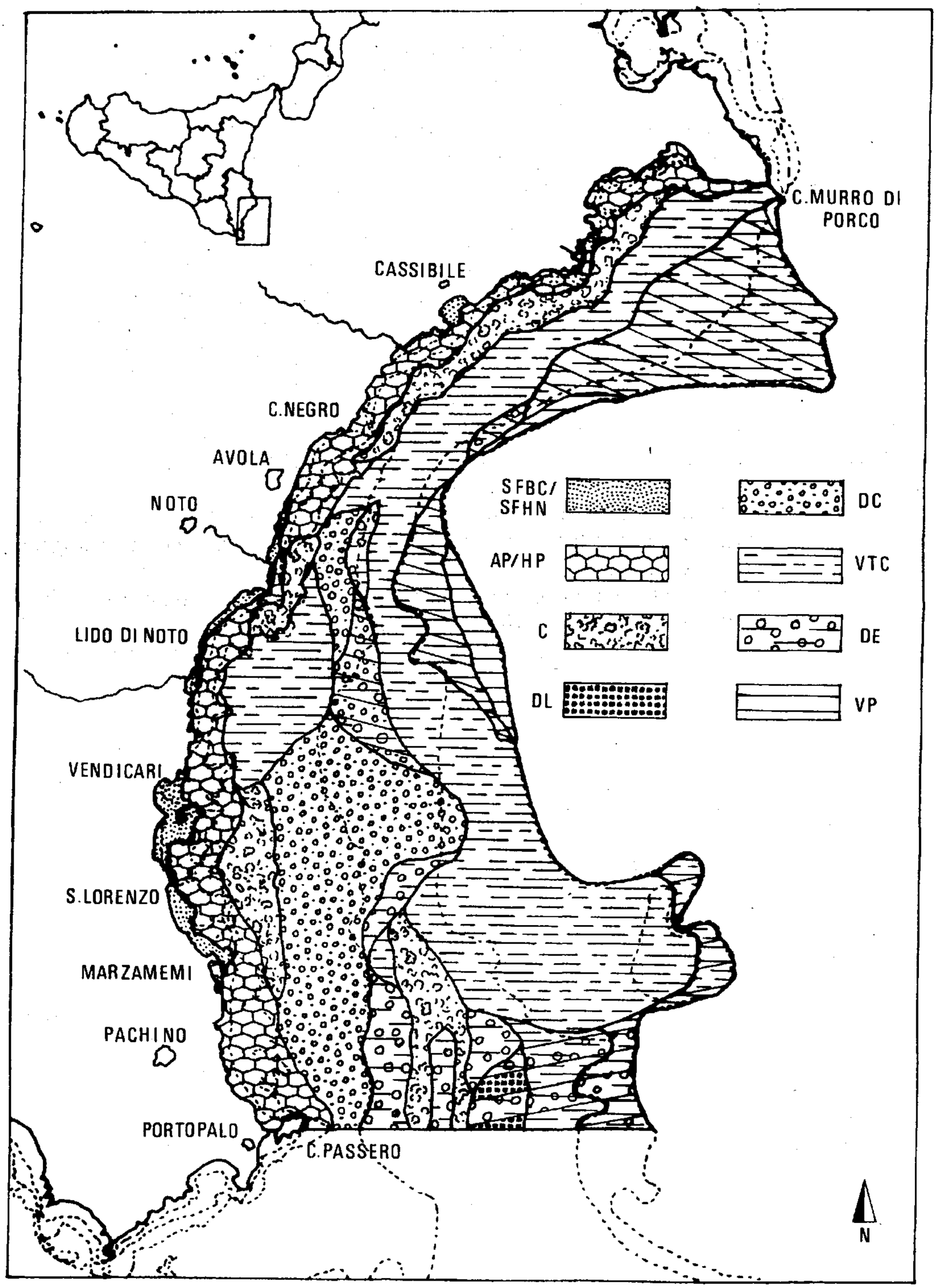



Fig. 1 - Carta delle biocenosi.
*Biocoenotic map.*

## Risultati

I gruppi animali presi in esame sono Anellidi Policheti, Molluschi[1], Crostacei Decapodi, Briozoi[1], Echinodermi. Sono state determinate 345 specie di Policheti, 183 di Briozoi, 135 di Molluschi, 46 di Decapodi e 30 di Echinodermi. La componente algale[2] è risultata composta da 179 specie di Rodoficee, 58 di Feoficee, 36 di Cloroficee oltre alle Fanerogame *Cymodocea nodosa* (Ucria) Ascherson e *Posidonia oceanica* (L.) Delile. Significativa è la presenza di estese praterie di *Caulerpa racemosa* (Forsskål) J. Agardh.

Nei primi metri di profondità, nella parte centromeridionale del Golfo si rinvengono popolamenti di sabbie scarsamente caratterizzati dal punto di vista faunistico. I fondali rocciosi, sino a circa 38 metri di profondità, ospitano biocenosi (Alghe Fotofile, praterie di *Posidonia*, biocenosi Fotofila della Roccia Infralitorale a *Cystoseira*) legate alla presenza di Cystoseireti (notevolmente modificati sia nella struttura che nella composizione del corteggio floristico) e Posidonieti, presenti anche su roccia; al crescere della batimetria si rinvengono le biocenosi delle Grotte Semi Oscure e delle Grotte Oscure, anche se esse non sono strettamente dipendenti dalla profondità. In alcune aree, distribuite con discontinuità, a batimetrie intorno ai 40 metri, è stata riscontrata la biocenosi del Coralligeno.

I popolamenti animali dei fondali rocciosi sono generalmente ben strutturati, con una biodiversità ed abbondanza crescente con la batimetria, che raggiungono il massimo intorno ai 30 metri.

Sui fondi mobili è stato messo in evidenza un generale impoverimento faunistico soprattutto in alcune stazioni di fondi fangosi profondi (solo 5 specie e 5 individui, a 90 m). Il depauperamento, anche in considerazione della scarsa antropizzazione dell'area, non è da ascrivere a fenomeni di inquinamento, poiché la presenza di specie opportuniste o indicatrici di qualsiasi tipo di inquinamento è limitata solamente a pochissimi individui.

Da Capo Murro di Porco sino a Marina di Avola la biocenosi dei Fanghi Terrigeni Costieri (VTC) si estende tra i 50 ed i 70 metri; verso Sud si distribuisce in un ramo più superficiale costiero (20-40 metri), che giunge sino a Vendicari, ed in un ramo che arriva sino a 180 metri, che si estende sempre più al largo procedendo verso Sud. All'altezza di Marzamemi il VTC giunge sino a circa 10 miglia dalla costa, ove si assiste ad una risalita del fondo, con profondità comprese tra 45 e 90 metri. Specie caratteristiche sono: *Sternaspis scutata*, *Nephthys hystricis*, *Goneplax rhomboides* e *Turritella communis*.

Da Capo Murro di Porco a Cassibile, da Capo Negro a Lido di Noto, da San Lorenzo a Pachino si hanno varie facies di transizione che preludono alla biocenosi dei Fanghi Profondi (VP), presenti da Marina di Avola a Lido di Noto a profondità intorno ai 150 metri. Specie caratteristiche sono: *Spiophanes kroyeri*, *Brada villosa*, *Leionucula aegeensis*.

Le biocenosi del Detritico Costiero (DC) e del Detritico Infangato (DE), si alternano da Lido di Noto sin quasi a Vendicari; qui la contemporanea presenza di specie caratteristiche di entrambe le biocenosi indica una facies di transizione. L'infangamento può essere una conseguenza dell'apporto terrigeno del fiume Noto. La biocenosi DE è presente in maniera non omogenea nella parte meri-

---

[1] Identificati dall'Istituto Policattedra di Oceanografia e Paleoecologia, Univ. di Catania.
[2] Le alghe sono state identificate dal Dipartimento di Botanica, Univ. di Catania.

dionale del Golfo, ove viene ad alternarsi con il Coralligeno (da 50 a 100 metri) ed a mescolarsi con la biocenosi del Detritico del Largo (DL), con il VTC e con il VP più al largo, dove è presente sino a 200 metri. Ciò è dovuto all'intenso idrodinamismo causato dalle forti correnti presenti nell'area di Capo Passero. Tra le specie caratteristiche della biocenosi DE sono più abbondanti *Auchenoplax crinita*, *Nuculana commutata*, *Glans aculeata*.

Il DC inizia all'altezza di Marina di Avola, intorno a 40 metri di profondità; dopo un tratto di alternanza con il DE, si estende ampiamente sino ad arrivare a 5-6 miglia dalla costa, per restringersi gradatamente verso la parte terminale del Golfo. Specie caratteristiche di questa biocenosi sono: *Hyalinoecia tubicola*, *Myriochele oculata*, *Hemiciclopora multispinata*, *Calpensia nobilis*, *Pteromeris minuta*, *Abra prismatica*, *Anapagurus laevis*, *Genocidaris maculata*.

## Discussione e conclusioni

L'indagine svolta ha mostrato che complessivamente il Golfo di Noto, pur non presentando fenomeni di inquinamento rilevanti, presenta segni di disturbo sia a livello floristico, con cambiamenti della struttura e della tipologia dei popolamenti, come si evince dalla notevole copertura dell'alga rossa filamentosa *Wormersleyella setacea* (Hollemberg) R.E. Norris, legata all'abbondanza di sedimento, che a livello faunistico, con un generale impoverimento delle comunità di fondo mobile ed un incremento, in termini relativi di specie a larga valenza ecologica.

Le cause di ciò possono essere varie: fenomeni di sedimentazione evidenziati anche dalla presenza di diverse specie indicatrici di instabilità o appartenenti ai popolamenti eterogenei; pesca a strascico, che rimuovendo il fondo ed alterandone l'equilibrio, potrebbe provocare un depauperamento faunistico; non è del tutto da escludere che anche l'attività trofica degli abbondanti popolamenti ittici, possa incidere in modo evidente sulla densità delle popolazioni bentoniche.

### Bibliografia

BELLAN-SANTINI D. (1969) - Contribution à l'étude des peuplements infralittoraux sur substrat rocheux (Étude qualitative et quantitative de la frange supérieure). *Rec. Trav. Stat. Mar. End.*, **63** (47): 1-294.

CANTONE G. (1997) - *Cartografia delle biocenosi e dei sedimenti della piattaforma continentale del Golfo di Noto tra Capo Murro di Porco e Capo Passero.* Regione Siciliana Assessorato Cooperazione Commercio Artigianato e Pesca. Convenzione L.R. n. 26/87, art. 6: 1-306.

GIACCONE G. (1972) - Elementi di botanica marina. Parte prima: Bionomia bentonica e vegetazione sommersa nel Mediterraneo. *Pubbl. Ist. Bot. Univ. Trieste*: 1-41.

MEINESZ A., BOUDOURESQUE C. F., FALCONETTI C., ASTIER J. M., BAY D., BLANC J. J., BOURCIER M., CINELLI F., CIRIK S., LAUBIER L., LOVRIC A. Z., MOLINIER R., SOYER J., VAMVAKAS C. (1983) - Normalisation des symboles pour la représentation et la cartographie des biocénoses benthiques littorales de Méditerranée. *Ann. Inst. Océanogr. Paris*, **59** (2): 155-172.

PERES J. M., PICARD J. (1964) - Nouveau manuel de bionomie benthique de la Mer Méditerranée. *Rec Trav. Stat. Mar. End. Bull.*, **31** (47): 1-137.

PICARD J. (1965) - Recherches qualitatives sur les biocenoses marines des substrats meubles dragables de la région marseillaise: *Rec. Trav. Stat. Mar. End.*, **36**: 1-160.

*Ricerca finanziata dalla Regione Siciliana, Assessorato Cooperazione Commercio Artigianato e Pesca.

Biol. Mar. Medit. (1999), 6 (1): 351-353

S. CASELLATO, K. FURLAN, L. BORTOLOTTO

Dipartimento di Biologia, Università di Padova,
Via Colombo, 3 - 30121, Padova, Italia.

# CICLO RIPRODUTTIVO DI *HEDISTE DIVERSICOLOR* (O.F. MÜLLER) NELLA LAGUNA DI VENEZIA

# *REPRODUCTIVE CYCLE OF* HEDISTE DIVERSICOLOR *(O.F.MÜLLER) IN THE VENICE LAGOON*

***Abstract***

*Reproductive cycle of* Hediste diversicolor *(O.F. Müller) of Venice Lagoon was studied in natural environment, with monthly samples. The species was breeding from the beginning of January to the middle of February with a water temperature of 7-8 °C, differently from other populations in Europe and in North Atlantic area. The sex ratio male/female was 1:4.*

***Key Words:*** Hediste diversicolor, *Venice Lagoon, reproductive cycle.*

## Introduzione

*Hediste diversicolor* (O.F.Müller) è un polichete comunemente usato come esca per la pesca. Nella Laguna di Venezia la densità dei suoi popolamenti e la sua distribuzione risentono le conseguenze sia della raccolta eccessiva ed abusiva di questi ultimi anni, che della riduzione dello zostereto che sta provocando profonde trasformazioni nel tempo dell'intera comunità bentica lagunare veneziana. E' nata dunque l'esigenza di studiare il ciclo biologico di questa specie, per conoscerne il periodo riproduttivo in condizioni naturali nella laguna e studiare la fattibilità di un allevamento in laboratorio.

## Materiali e metodi

Le raccolte sono state effettuate mensilmente tra ottobre '95 e settembre '96 (controlli del periodo riproduttivo sono stati ripetuti nei mesi di gennaio e febbraio del 1997 e 1998) in un'area della Laguna di Venezia, nei pressi di Fusina, compresa tra i Canali Avesa e Cunetta, caratterizzata da una profondità variabile da 1 a 4 m. E' una zona a sedimento limoso-argilloso, alimentata con acqua marina proveniente dalla bocca del porto di Malamocco, raggiungibile con un natante a remi, in condizioni di bassa marea. Per le raccolte è stato utilizzato un "box-corer" quadrato con una superficie di campionamento di 625 $cm^2$ ed una profondità di 25 cm sul modello di quello usato da Mettam *et al.* (1982). E' stata misurata la lunghezza di tutti gli individui raccolti. Campioni di liquido celomatico sono stati aspirati dalla cavità celomatica degli individui adulti per verificare lo stato di maturazione dei gameti. In ogni femmina, dopo fissazione con formalina al 5% in acqua di mare, sono stati misurati i diametri di 20 oociti (Möller, 1985). Nei maschi è stata verificata la presenza degli spermatidi prima e degli spermatozoi maturi successivamente.

## Risultati

La variazione mensile del numero di individui al $m^2$ è rappresentata graficamente in Fig. 1, mentre in Fig. 2 viene illustrata la variazione mensile della

lunghezza media della popolazione calcolata secondo la formula di Dales (1951). La figura 3 mostra la variazione dei diametri medi degli oociti nei diversi mesi. In gennaio e febbraio si riscontrano i valori più alti: rispettivamente 187.55 ± 13.04 e 187.76 ± 28.26 µm. Nei mesi successivi a marzo, fino a maggio, non sono stati trovati oociti nel celoma, data la presenza esclusiva di larve ed esemplari giovani numericamente molto abbondanti (14.600 ind/m²). Da giugno a settembre si trovano femmine aventi degli oociti con diametri medi variabili da 45 a 90 µm. Le cellule germinali maschili sono riconoscibili solo da ottobre: gli spermatociti, in prossimità del periodo riproduttivo vengono riversati nel celoma invadendo tutte le cavità, in particolare modo i parapodi. Gli spermatidi, che misurano 7-8 µm (esclusi i flagelli) restano raggruppati in tedradi fino a ottobre-novembre, gli spermatozoi sono maturi solo a dicembre, misurano ca. 9 µm e hanno un flagello lungo ca. 40 µm. Il rapporto sessi, calcolato nei mesi in cui sono facilmente distinguibili (da ottobre a febbraio) e di 1:4 in favore delle femmine.

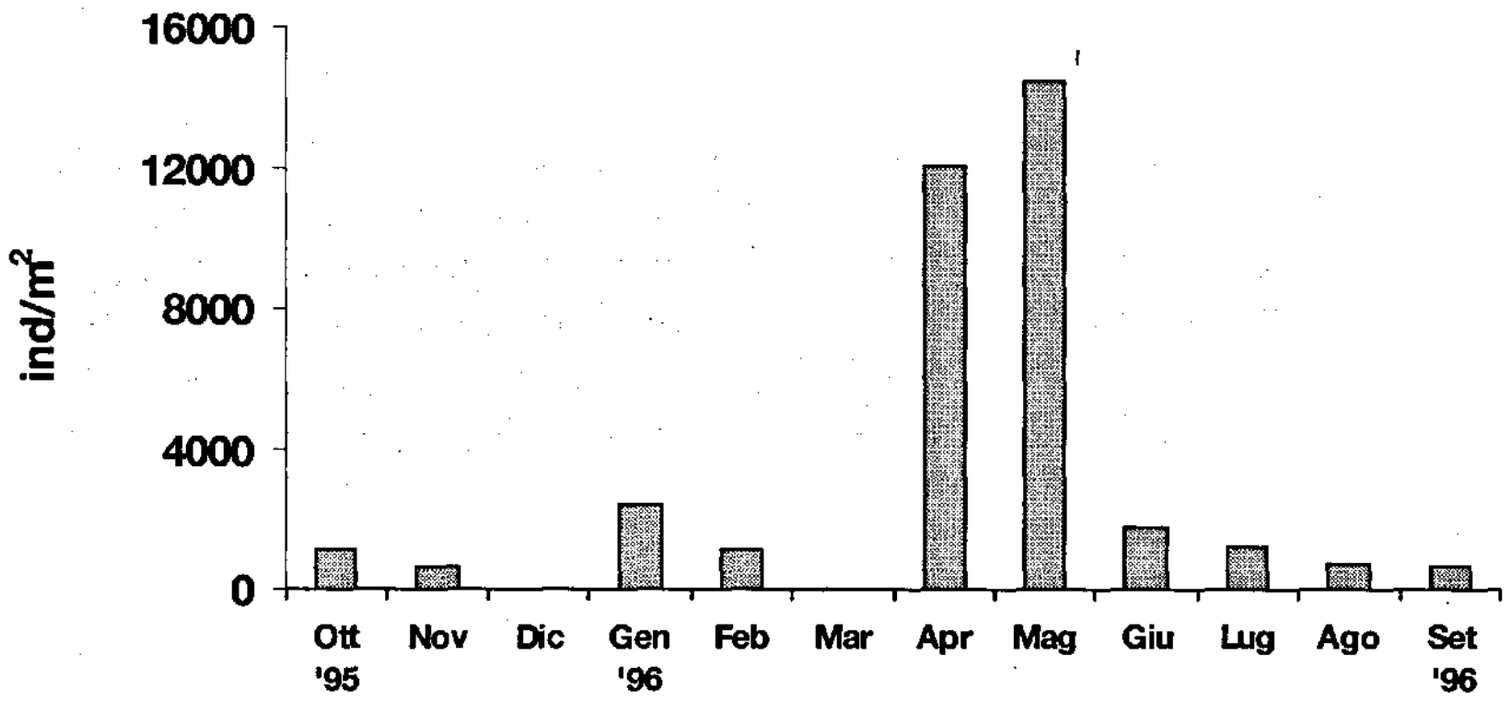



Fig. 1 - Variazione mensile della densità di popolazione (M.D. = manca dato).
*Monthly variation of population density.*

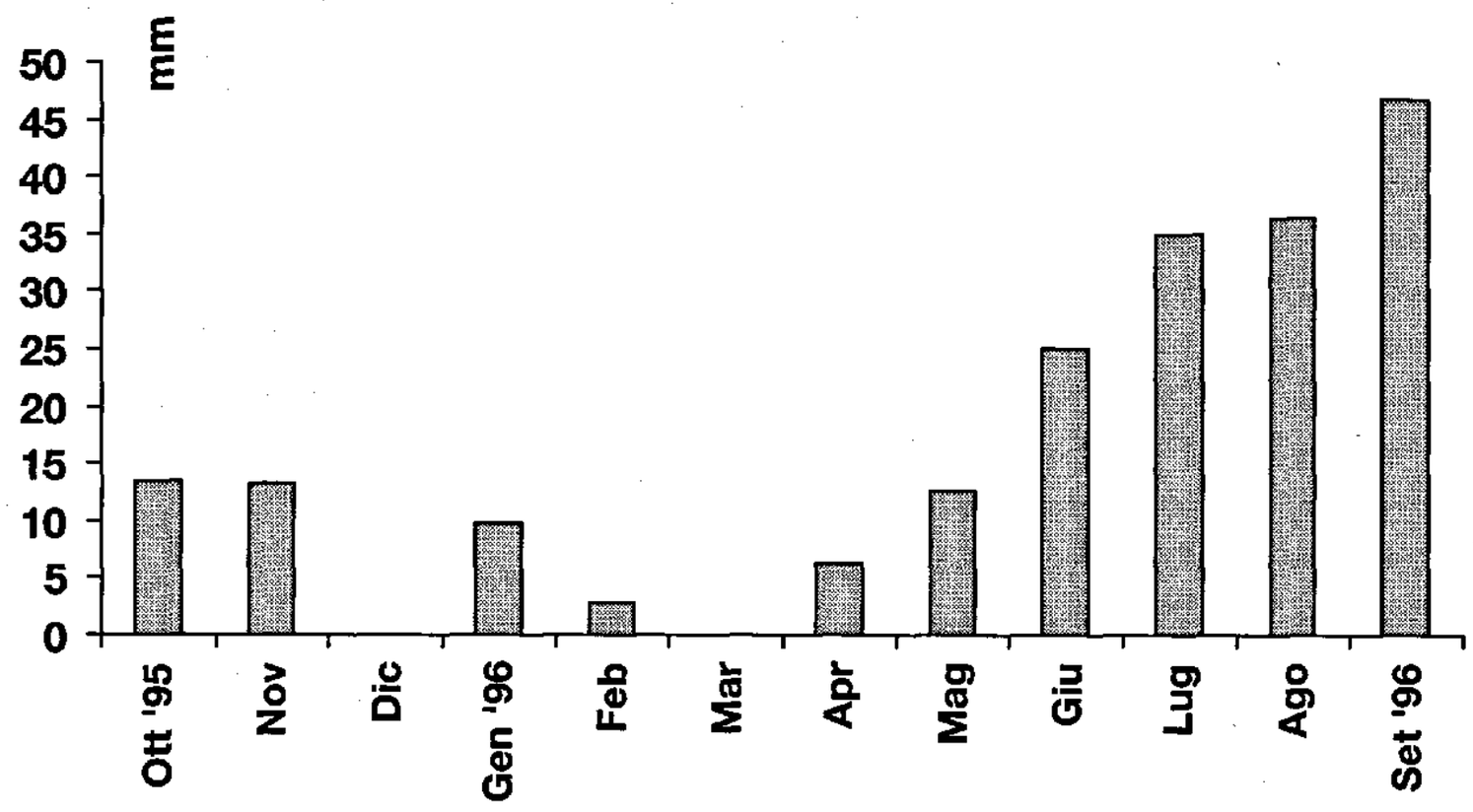



Fig. 2 - Variazione mensile della lunghezza (secondo Dales, 1951 ) (M.D. = manca dato).
*Monthly length variation (according to Dales, 1951).*

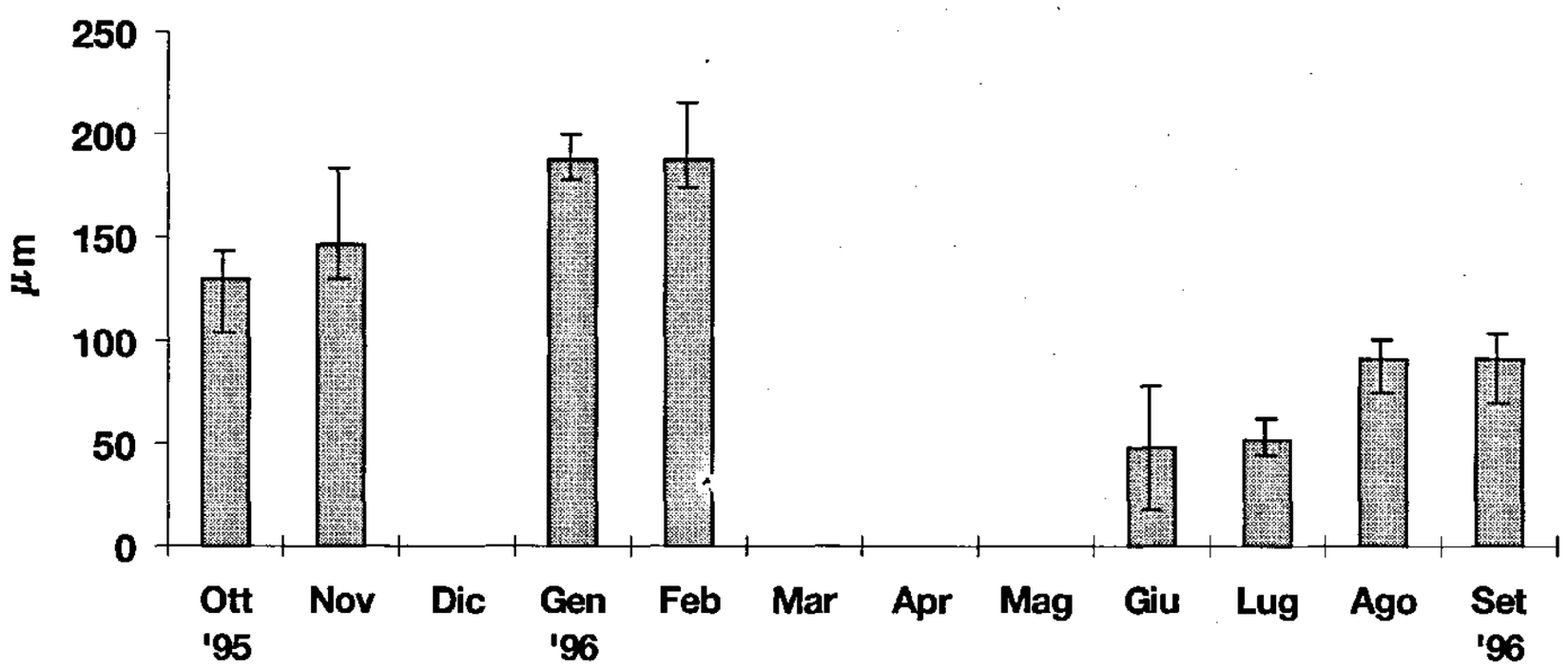



Fig. 3 - Variazione mensile del diametro medio degli ovociti (M.D. = manca dato).
*Monthly variation of mean diameter of oocytes.*

## Discussione

Sulla base dei nostri dati possiamo supporre che la popolazione studiata di *Hediste diversicolor* sia costituita da un'unica coorte e abbia un ciclo di riproduzione annuale. La gametogenesi comincia verosimilmente tra maggio e giugno e si conclude con un unico evento riproduttivo, al quale segue la morte degli individui, tra inizio gennaio e metà febbraio, con temperature dell'acqua di 7-8 °C. Per le popolazioni studiate nell'estuario di Blyth (Olive e Garwood, 1981) e nell'estuario di Severn (Mettam *et al.*, 1982) sono stati, invece, indicati cicli di tre e due anni rispettivamente. I nostri dati risultano più simili a quelli di Cognetti Varriale (1973) e di Dales (1951), al quale si deve la più completa e particolareggiata descrizione del ciclo di *Nereis diversicolor*. Dales (1951) segnala nell'estuario del Tamigi la deposizione degli oociti quando l'intervallo della temperatura dell'acqua è tra i 5 e gli 8.8 °C. I nostri dati del 1996, confermati da controlli eseguiti nei mesi di gennaio e febbraio del 1997 e 1998, trovano riscontro anche nei dati di Ansaloni *et al.* (1986) che indicano il periodo riproduttivo compreso tra gennaio e marzo. Solo da ottobre-novembre è possibile distinguere agevolmente i maschi dalle femmine dal contenuto celomatico dei gameti. In questo periodo il rapporto sessi è ca. 1:4 per le femmine.

### Bibliografia

ANSALONI I., PELLIZZATO M., PREVEDELLI D., ZUNARELLI VANDINI R. (1986) - Policheti di interesse economico nella Laguna di Venezia. *Nova Thalassia*, **8** (3): 641-642.

COGNETTI VARRIALE A.M. (1973) - Caractéristiques morphologiques et écologiques d'une population de *Nereis diversicolor* des eaux saumâtres de Livourne. *Cah. Biol. Mar.*, **14**: 1-10.

DALES R.P. (1951) - An annual history of a population of *Nereis diversicolor* O.F. Müller. *Biol. Bull.*, **101**: 131-137.

METTAM C., SANTHANAM V., HAVARD M.S.C. (1982) - The oogenic cycle of *Nereis diversicolor* under natural conditions. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.*, **62**: 637-645.

MÖLLER P. (1985) - Production and abundance of juvenile *Nereis diversicolor*, and oogenic cycle of adults in shallow waters of Western Sweden. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.*, **65**: 603-616.

OLIVE P.J.W., GARWOOD P.R. (1981) - Gametogenic cycle and population structure of *Nereis diversicolor* and *Nereis pelagica* from North-Est England. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.*, **61**: 193-213.

Lavoro eseguito con il contributo del MURST Sistema Lagunare Veneziano

Biol. Mar. Medit. (1999), 6 (1): 354-357

A. CASTELLI, D. CASU, I. MILELLA, M. SANTONI, F. ROSSI*, C. LARDICCI**

Dipartimento di Zoologia e Antropologia Biologica, Università di Sassari,
Corso Margherita di Savoia, 15 - 07100 Sassari, Italia.
*Dip. Biologia Animale, Università di Modena, Italia.
**Dip. Scienze Uomo e Ambiente, Università di Pisa, Italia.

# ANALISI DELLA POLICHETOFAUNA DI UN SITO PRESSO VULCANO (ISOLE EOLIE) INTERESSATO DA FENOMENI DI VULCANISMO SECONDARIO

## *POLYCHAETE DISTRIBUTION IN A SITE NEAR VULCANO (EOLIAN ISLANDS) AFFECTED BY SECUNDARY VOLCANISM*

***Abstract***

*The study of polychaete assemblages in a site near Vulcano showed quali-quantitative differences between 5 m and 15-25 m assemblages. These differences are probably related both to the normal bathymetric gradient and the secundary volcanic manifestations, higher in shallow waters, where opportunistic species such as* Capitella *cf.* capitata *and* Spio decoratus *are abundant.*

***Key-words:*** *Polychaeta, soft bottoms, volcanism, opportunistic species, Eolian Islands.*

## Introduzione

Nell'ambito del progetto EOCUMM 95, finalizzato alla caratterizzazione dell'ecosistema marino delle Isole Eolie, è stato realizzato uno studio sulle comunità bentoniche di fondi molli (Acunto *et al.,* 1997). L'area presa in esame, situata nella zona Nord-Est dell'Isola di Vulcano, è stata individuata per il suo elevato interesse naturalistico e per la presenza di fenomeni di vulcanismo secondario rappresentati prevalentemente da emissioni idrotermali (Giaccone, 1969; Italiano e Nuccio, 1991); una delle finalità del presente lavoro è appunto quella di indagare l'eventuale influenza di tale fenomeno sulle comunità presenti.

## Materiali e metodi

I campioni sono stati prelevati nel mese di luglio 1995 mediante un carotatore in PVC di 8 cm di diametro e 10 cm di altezza a tre diverse profondità (5, 15 e 25 m). Per ciascun livello batimetrico sono state individuate 4 aree con criteri casuali ed in ciascuna di esse sono state prelevate tre repliche. Il disegno di campionamento è quello già descritto da Acunto *et al.* (1997) per lo studio delle comunità della medesima area. In laboratorio i campioni, fissati in formalina al 4%, sono stati smistati e sono state identificate le specie presenti. In questo contributo viene presa in esame la polichetofauna e la sua distribuzione nelle varie stazioni. In ciascuna stazione sono stati calcolati i principali parametri strutturali (S, N, H); le differenze sono state analizzate tramite analisi della varianza a due vie gerarchizzata, l'omogeneità delle varianze è stata valutata tramite il test di Cochran e le differenze significative tra le batimetrie sono state determinate mediante il test a posteriori SNK (Winer, 1971). I dati di abbondanza delle specie sono stati analizzati tramite ANOSIM a due vie gerarchizzato (Clarke e Warwick, 1994).

## Risultati

Complessivamente sono stati rinvenuti 2575 individui, appartenenti a 85 specie e 26 famiglie. I Syllidae sono la famiglia più abbondante con 1162 individui. Le specie più frequenti sono i sillidi *Parapionosyllis elegans* (777), *Sphaerosyllis taylori* (145) ed *Exogone naidina* (127), il dorvilleide *Protodorvillea kefersteini* (152), il capitellide *Capitella* cf. *capitata* (340) e lo spionide *Spio decoratus* (334).

Lo studio della distribuzione degli organismi raccolti mette in evidenza una distinzione sia qualitativa sia quantitativa tra i popolamenti più superficiali e quelli più profondi. Le stazioni collocate a 5 m sono caratterizzate per lo più dalla presenza di specie interstiziali (*Parapionosyllis elegans* e *Sphaerosyllis taylori*), ma anche dalla particolare abbondanza di specie cosiddette "opportuniste" come *Capitella* cf. *capitata* e *Spio decoratus*. Nelle stazioni situate a 15 e a 25 m si riscontra invece una maggiore diversità specifica, anche se con popolamenti in genere meno abbondanti da un punto di vista quantitativo. Il valore dell'indice di Shannon dei campioni più superficiali differisce infatti significativamente da quello dell'insieme dei campioni raccolti a 15 e a 25 m di profondità (Tab. 1). Le differenze complessive dei due gruppi di stazioni sono confermate anche dal test ANOSIM a due vie gerarchizzato e dal successivo test di confronto a coppie (Tab. 2). È possibile inoltre mettere in evidenza l'esistenza di una notevole eterogeneità fra le diverse aree campionate in maniera randomizzata alla medesima batimetria (Tab. 1).

Tab. 1 - Analisi della varianza sui parametri strutturali.
*Analysis of variance on structural parameters.*

| | | Gdl | Varianza | F | P |
|---|---|---|---|---|---|
| **S** | PROF. | 2 | 34,028 | 0,285 | N.S. |
| | AREE | 9 | 119,213 | 5,189 | *** |
| | ERR. | 24 | 22,972 | | |
| | C Cochran = 0,467 | | | | |
| **N** | PROF. | 2 | 4,097 | 3,732 | 0,066 |
| | AREE | 9 | 1,098 | 9,153 | *** |
| | ERR. | 24 | 0,120 | | |
| | C Cochran = 0,360 | | | | |
| | (Dati trasformati con doppia radice quadrata) | | | | |
| **H'** | PROF. | 2 | 6,827 | 8,349 | ** |
| | AREE | 9 | 0,818 | 2,481 | * |
| | ERR. | 24 | 0,329 | | |
| | C Cochran = 0,470 | | | | |

* P<0,05 ** p<0,01 *** p<0,001

SNK TEST 5m 15m 25m

H' = 1,624 > 2,822 = 3,018

Tab. 2 - ANOSIM sui dati di abbondanza.
*ANOSIM on abundance data.*

| ANOSIM | | | |
|---|---|---|---|
| Global R | fra profondità | = 0,461 | *** |
| | fra aree | = 0,558 | *** |
| | Confronto a coppie tra profondità | | |
| 5;15 | 0,781 | | ** |
| 5;25 | 0,635 | | ** |
| 15;25 | -0,073 | | N.S. |

** p<0,01 *** p<0,001

## Discussione e conclusioni

L'elevato numero di specie rinvenuto dimostra la notevole varietà della polichetofauna nel sito in esame, che risulta costituita in gran parte da elementi interstiziali, alcuni dei quali di notevole interesse tassonomico, legati alla presenza di un substrato a granulometria grossolana. La marcata eterogeneità spaziale è legata sia alla batimetria ed ai fattori ad essa collegati, sia ad altri parametri che provocano differenze significative tra i popolamenti delle medesime batimetrie.

La presenza di specie "opportuniste", che abbondano a 5 m, può essere messa in relazione con i fenomeni di vulcanismo secondario, probabilmente più consistenti a tale profondità, che favoriscono sia un aumento della temperatura a livello del fondale, sia una maggiore concentrazione di sostanza organica. Si tratta di fenomeni naturali che provocano comunque una diminuzione del tenore di ossigeno a livello del substrato e quindi la proliferazione di specie "opportuniste", alla stregua di quanto si verifica in ambienti inquinati da sostanza organica in seguito all'attività antropica (Pearson e Rosenberg, 1978).

I popolamenti più superficiali, che sono sottoposti ad uno stress idrodinamico maggiore di quelli più profondi, risultano in questo caso sottoposti anche ad un ulteriore fonte di stress che tende a favorire specie "opportuniste" generalmente tipiche di aree a scarso idrodinamismo, che invece aumentano considerevolmente la loro densità in un sito apparentemente a loro sfavorevole.

Si può osservare inoltre che l'eterogeneità spaziale che caratterizza, con varie modalità, il sito in esame provoca la colonizzazione di popolamenti a policheti differenti quali-quantitativamente in relazione alle interazioni dei numerosi fattori ambientali; si può mettere in risalto quindi, come osservato anche da Villora Moreno (1997), che anche la polichetofauna interstiziale si modifica strettamente in relazione alle modificazioni ambientali, nonostante l'ampia distribuzione geografica ed ecologica delle specie che la compongono.

I risultati ottenuti, pur se ancora preliminari, mettono in evidenza la presenza di una polichetofauna interessante sia da un punto di vista ecologico sia per la sua varietà specifica e forniscono un contributo alla caratterizzazione dell'ecosistema marino delle Isole Eolie.

## Bibliografia

ACUNTO S., MALTAGLIATI F., RINDI F., ROSSI F., LARDICCI C., CINELLI F., (1997) - Indagine su una prateria di *Halophila stipulacea* (Forssk.) Aschers. (Hydrocharitaceae) dell'Isola di Vulcano. *Atti 12° Congr. A.I.O.L.* (M. Piccazzo Ed.), **1**: 51-60.

CLARKE K.R., WARWICK R.M., (1994) - Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation. *Natural Environment Research Council, UK*: 144 pp.

GIACCONE G., (1969) - Associazioni algali e fenomeni secondari di vulcanismo nelle acque marine di Vulcano (mar Tirreno). *Giorn. Bot. It.*, **103** (5): 353-366.

ITALIANO F., NUCCIO P.M., (1991) - Preliminary investigations on the underwater gaseous manifestations of Vulcano and Lipari. *Acta Vulcanologica*, **1**: 241-248.

PEARSON T.H., ROSENBERG R., (1978) - Macrobenthic succession in relation to organic enrichment and pollution of the marine environment. *Oceanogr., Mar., Biol., Ann., Rev.*, **16**: 229-311.

VILLORA MORENO S., (1997) - Environmental heterogeneity and the biodiversity of interstitial polychaeta. *Bull. Mar. Sci.*, **60** (2): 494-501.

WINER B.J., (1971) - *Statistical principles in experimental design*. McGraw-Hill, Kogakusha, Tokyo.

Biol. Mar. Medit. (1999), 6 (1): 358-361

A. CASTELLI, S. MASSEI, A. VALENTINI*, R. CREMA*

Dipartimento di Zoologia ed Antropologia, Università di Sassari,
Corso Margherita di Savoia, 15 - 07100 Sassari, Italia.
*Dip. Biologia Animale, Università di Modena, Modena, Italia.

# DISTRIBUZIONE DEI POLICHETI SUI FONDI MOLLI DEL MEDIO E DELL'ALTO ADRIATICO

## *SOFT-BOTTOMS POLYCHAETE DISTRIBUTION IN THE MIDDLE AND NORTHERN ADRIATIC SEA*

***Abstract***

*The distribution of soft bottom polychaetes has been studied in the Middle Adriatic Sea and has been compared with polychaete distribution at corresponding depths in the Northern Adriatic Sea. From this comparison a gradual modification of the communities mostly in the quantitative parameters, was evidenced. Particularly, a marked reduction of surface deposit feeders, correlated to the concomitant gradient of the trophic load, takes place from Northern to Middle basin sites.*

***Key-words:*** *Polychaeta, soft-bottoms, distribution, Adriatic Sea.*

## Introduzione

Il presente studio si inserisce in un'ampia ricerca condotta nell'area tra la foce del Po ed il promontorio del Gargano, allo scopo di analizzare la struttura delle comunità bentoniche dell'Alto e del Medio Adriatico e pertanto di fornire un contributo alla caratterizzazione ambientale dell'intero bacino, oggetto negli ultimi anni di numerosi studi (Crema, 1997a; 1997b).

## Materiali e metodi

I campionamenti sono stati effettuati nel settembre 1990 in nove stazioni del Medio Adriatico, mediante un box-corer avente superficie di campionamento di 10x17 cm²; per ogni stazione sono state effettuate 6 repliche. Le stazioni oggetto di studio sono situate alcune in una fascia batimetrica relativamente superficiale (15-30 m) ed altre in una fascia batimetrica più profonda (80-90 m), lungo quattro transetti perpendicolari alla costa localizzati rispettivamente di fronte ad Ancona, San Benedetto del Tronto, Pescara ed il Gargano. I dati raccolti nella fascia batimetrica più superficiale sono stati confrontati con quelli raccolti nel medesimo periodo, alle medesime profondità lungo le coste dell'Emilia Romagna, a sud della foce del Po, allo scopo di analizzare il gradiente esistente tra l'Alto ed il Medio Adriatico. È stato utilizzato in particolare il popolamento di 9 stazioni, 4 delle quali situate lungo un transetto disposto parallelo alle coste di tutta l'Emilia-Romagna alla batimetria di circa 20 m, e le altre lungo un transetto perpendicolare al precedente, situato all'altezza dei Lidi Ferraresi a batimetrie comprese tra 10 e 50 m. La comunità presente nelle varie stazioni è stata caratterizzata mediante la polichetofauna, che rappresenta la componente più abbondante e più diversificata. È stata analizzata in particolare la polichetofauna presente complessivamente in ciascuna stazione, nonché la sua distribuzione in quattro strati del profilo del sedimento. I dati di abbondanza della componente faunistica presa in esame sono stati analizzati tramite metodi multivariati di ordinamento ed in particolare mediante MDS (Clarcke e Warwick, 1994).

## Risultati e discussione

Nelle nove stazioni del Medio Adriatico sono state raccolte complessivamente 68 specie di policheti. La polichetofauna appare costituita da specie tipiche di fondi fangosi infralitorali, per lo più ampiamente segnalate in tutto l'Adriatico (Crema *et al.*, 1991; Castelli e Prevedelli, 1994). Nel complesso le specie più abbondanti sono risultate gli spionidi *Prionospio multibranchiata*, *P. cirrifera* e *P. malmgreni*, i cirratulidi *Aphelochaeta marioni* e *Monticellina dorsobranchialis*, i paraonidi *Aricidea assimilis* e *A. catherinae* e lo sternaspide *Sternaspis scutata*. Nei campioni del Medio Adriatico è possibile mettere in evidenza una zonazione della polichetofauna sia lungo un gradiente di profondità sia lungo un gradiente geografico legato alle caratteristiche dell'intero bacino. L'esistenza di una graduale ma netta distinzione tra le comunità dell'Alto e del Medio Adriatico, con differenze quantitative e qualitative, è stata messa in evidenza anche dal confronto con i dati relativi alle stazioni superficiali dell'Alto Adriatico a sud della foce del Po (Fig. 1). Complessivamente nel Medio Adriatico si è osservata infatti una diminuzione dell'abbondanza numerica prevalentemente a carico di forme detritivore superficiali di piccola taglia, le quali, pur essendo generalmente le più abbondanti anche in tale area, non raggiungono mai la densità e la ricchezza specifica tipiche del bacino settentrionale. Nell'Alto Adriatico, ed in particolare nelle stazioni più prossime alla foce del Po, si osserva anche una netta stratificazione della fauna lungo il profilo del sedimento; gli strati più superficiali risultano quelli più riccamente colonizzati e la densità di individui decresce nettamente scendendo lungo il profilo del sedimento. Le specie presenti negli strati più superficiali sono le forme dominanti sopra descritte e cioè i detritivori superficiali di piccola taglia (spionidi, paraonidi); soltanto alcune specie di dimensioni maggiori sessili o sedentarie (maldanidi, sternaspidi) o mobili (gliceridi, neftidi) riescono a penetrare più in profondità all'interno di tubi o di gallerie. La stratificazione lungo il profilo si osserva in tutta l'area presa in esame, dalla foce del Po fino

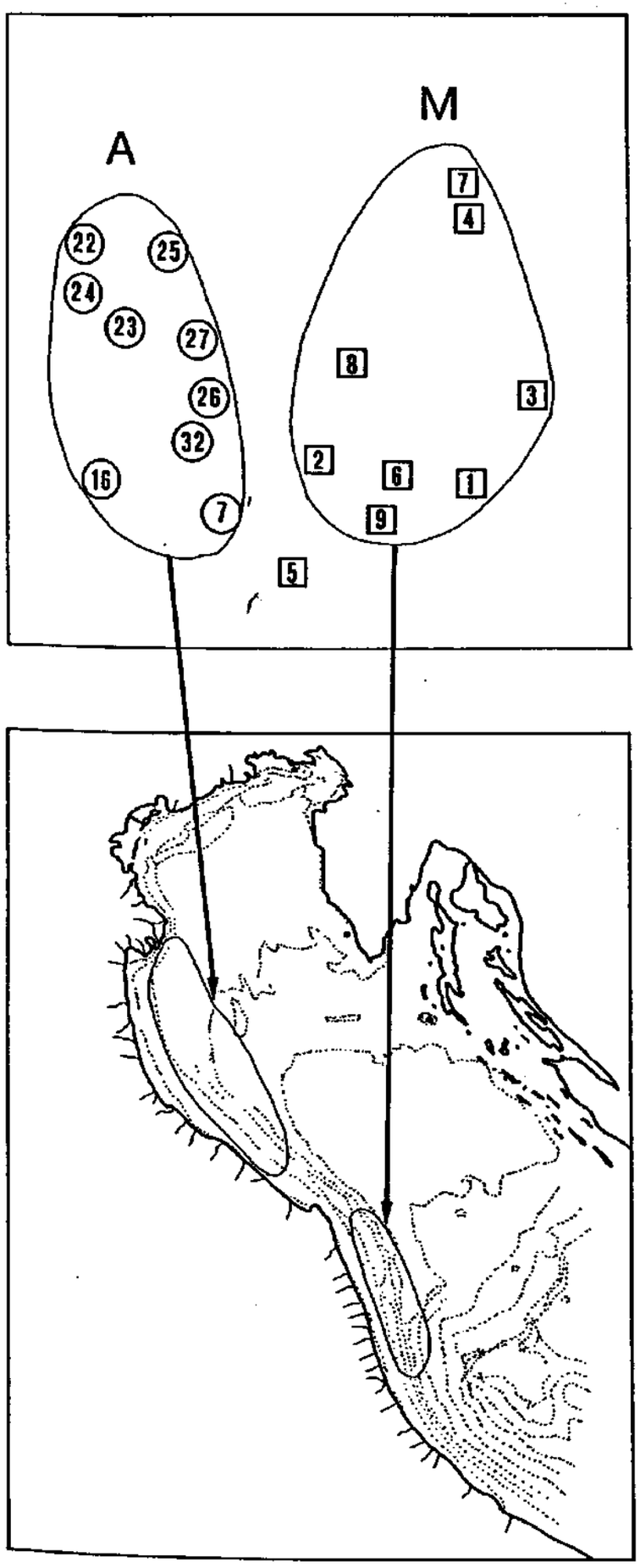



Fig. 1 - MDS, stazioni dell'Alto (○) e del Medio (□) Adriatico e localizzazione geografica dei clusters individuati. La stazione 5 del Medio Adriatico è la più settentrionale; la stazione 7 dell'Alto Adriatico è la più meridionale.

*MDS, Northern (○) and Middle (□) Adriatic stations.*

al Gargano, ma le variazioni fra i vari strati presi in esame diventano sempre più sfumate procedendo verso sud, a causa della netta diminuzione della componente dominante; queste osservazioni risultano anche dal confronto dell'ordinamento degli strati del profilo verticale di stazioni situate in aree considerate esemplificative delle diverse situazioni. Nell'Alto Adriatico in prossimità della foce del Po la stratificazione è netta (Fig. 2); nelle stazioni più superficiali del Medio Adriatico gli strati sono invece disposti in sequenza solo in due casi sui cinque analizzati (Fig. 3).

## Conclusioni

Lo studio della distribuzione della polichetofauna nel Medio Adriatico ha permesso di contribuire alla conoscenza delle caratteristiche generali del bacino; le comunità presenti si modificano, infatti, sia, come è facilmente prevedibile, lungo un gradiente batimetrico, sia lungo un gradiente latitudinale.

L'area del Medio Adriatico presa in esame appare quindi nel complesso popolata da una comunità tipica di fondi fangosi infralitorali e circalitorali, come si verifica anche nell'Alto Adriatico alle medesime batimetrie. La diminuzione dell'abbondanza dei detritivori superficiali, legata alla diminuzione del carico organico, permette di inquadrare quest'area in una condizione trofica intermedia, nettamente distinguibile dalle condizioni eutrofiche dell'Alto Adriatico al di sotto del delta

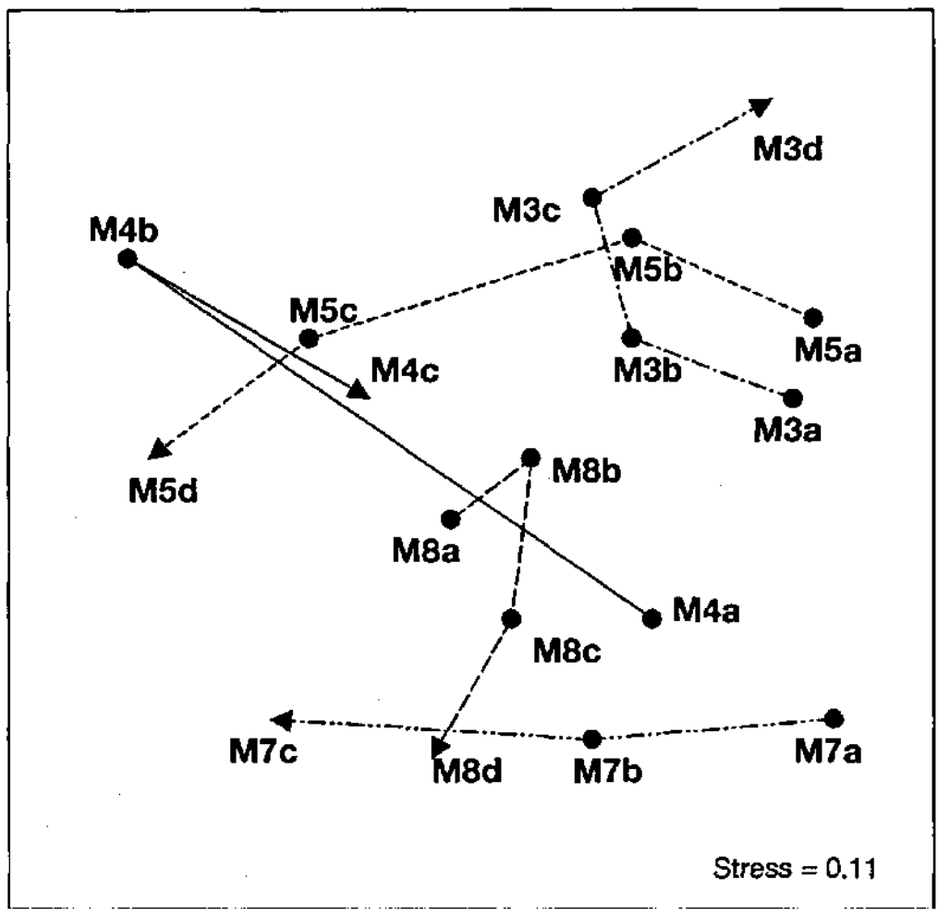



Fig. 2 - MDS; Alto Adriatico (2 stazioni): distribuzione lungo il profilo del sedimento in quattro strati (a, 0-2 cm; b 2-5 cm; c 5-10 cm; d 10-20 cm).
*MDS, distribution along the sediment profile in four layers (a, 0-2 cm; b 2-5 cm; c 5-10 cm; d 10-20 cm), Northern Adriatic.*

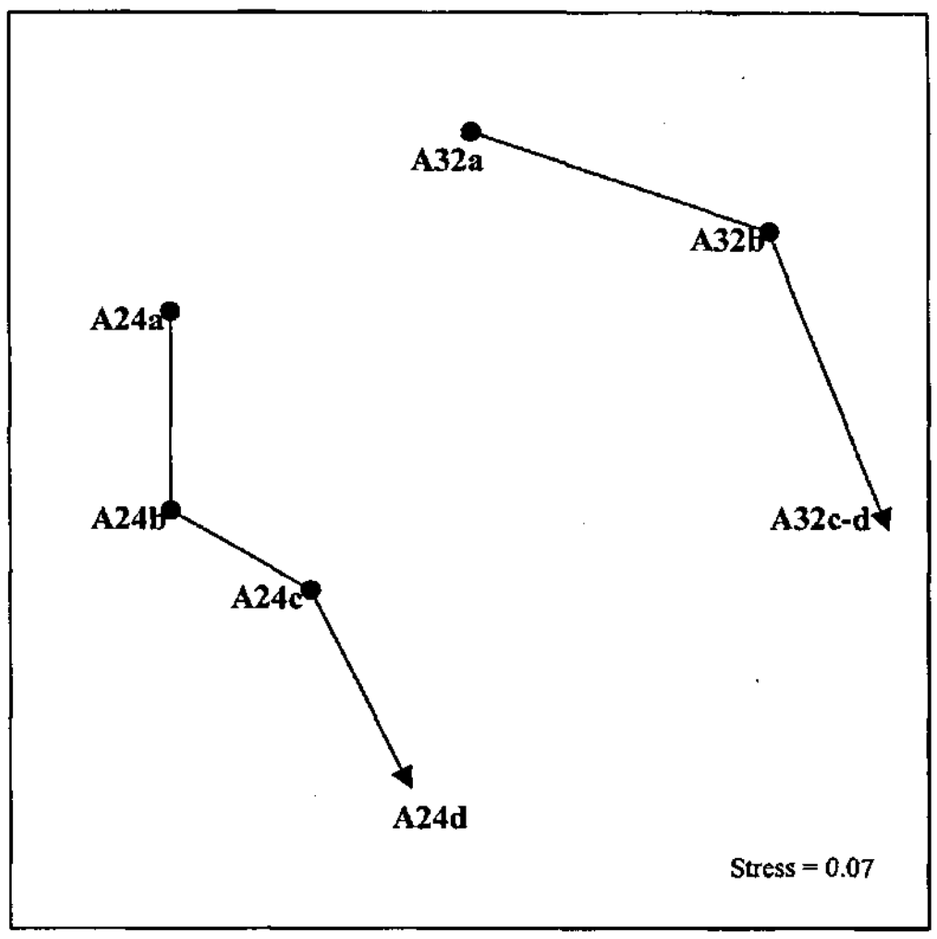



Fig. 3 - MDS; Medio Adriatico (5 stazioni): distribuzione lungo il profilo del sedimento in quattro strati (a, 0-2 cm; b 2-5 cm; c 5-10 cm; d 10-20 cm).
*MDS, distribution along the sediment profile in four layers (a, 0-2 cm; b 2-5 cm; c 5-10 cm; d 10-20 cm), Middle Adriatic.*

del Po, evidenziate nel presente studio dall'elevata densità di forme detritivore negli strati superficiali del sedimento, ma ancora molto lontana dalle condizioni oligotrofiche presenti, probabilmente, solo in alcune aree del basso Adriatico e tipiche maggiormente di altri bacini.

**Bibliografia**

CREMA R. (1997a) - *Analisi della struttura trofica del macrobenthos nel profilo del sedimento. PRISMA: Programma di Ricerca e Sperimentazione per la Salvaguardia del Mare Adriatico. Cicli Biogeochimici ed Indagini Ecofisiologiche.* Relazione C.N.R.: 1-97.

CREMA R. (1997b) - *Divisione del Bacino Adriatico Centro-Settentrionale in comparti funzionali alla valutazione di impatto ambientale di piattaforme off-shore.* Convenzione CEOM - Università di Modena. Rapporto finale: 1-185.

CASTELLI A., PREVEDELLI D. (1994) - Effects of water movement disturbance on polychaete stratification in infralittoral muddy bottoms. *Mem. Mus. Natn. Hist. Nat.*, **162**: 617-618.

CLARCKE K.R., WARWICK R.M. (1994) - Change in marine communities communities: an approach to statistical analysis and interpretation. *Natural Environment Research Council, UK*: 144 pp.

CREMA R., CASTELLI A., PREVEDELLI D. (1991) - Long term eutrophication effects on macrofaunal communities in Northern Adriatic Sea. *Mar. Pollut. Bull.*, **22**: 503-508.

Biol. Mar. Medit. (1999), 6 (1): 362-364

G. CECCHERELLI, F. CINELLI

Dipartimento di Scienze dell'Uomo e dell'Ambiente, Università di Pisa,
Via A. Volta, 6 - 56126 Pisa, Italia.

# CAPACITÀ DI INSEDIAMENTO DEI FRAMMENTI VEGETATIVI DI *CAULERPA TAXIFOLIA*

# *ESTABLISHMENT OF VEGETATIVE FRAGMENTS OF* CAULERPA TAXIFOLIA

**Abstract**

*This study aimed of evaluating the importance of fragmentation as a recruitment process for the fast-spreading introduced green alga* Caulerpa taxifolia *(Chlorophyta, Caulerpales) at the margin of the seagrass* Posidonia oceanica. *A multifactorial experiment was design to test whether there were seasonal differences in patterns of establishment of vegetative fragments, whether this process changes with depth and whether these patterns were consistent at different spatial and temporal scales.*

*Our experimental approach consisted in dispersing drifting fragments of* C. taxifolia *along the margin of a* P. oceanica *bed and monitoring the number of fragments established after one month from dispersal. Results have shown a significant interaction between small spatial and temporal scales determined by an high variability in establishment of fragments depending on site characteristics and meteorological conditions. Also differences among seasons were highlighted by the analysis: the summer probability of re-attachment of fragments was shown to be the highest.*

***Key-words:*** Caulerpa taxifolia, *vegetative fragments, dispersal, establishment.*

## Introduzione

La propagazione di *Caulerpa taxifolia* (Vahl) C. Agardh in Mediterraneo è essenzialmente vegetativa per accrescimento degli stoloni già insediati o per diffusione di frammenti trasportati dalle correnti. Caratteristica di tutte le alghe del genere *Caulerpa* è infatti la capacità di rigenerarsi a partire da soli frammenti di tallo (fronda, stolone o rizoide). Il distacco di frammenti da colonie insediate può avvenire a causa di fenomeni di disturbo naturale, come l'infrangersi delle onde (osservazioni personali), o antropico, come attraverso l'ancoraggio di imbarcazioni. Quest'ultima modalità di dispersione è possibile grazie all'estrema tolleranza di *C. taxifolia* all'esposizione all'aria e al buio per tempi prolungati (Sant *et al.*, 1996).

Allo scopo di valutare il contributo della frammentazione e dispersione sulla formazione di nuove colonie e dunque sulla propagazione dell'alga invasiva *C. taxifolia*, questo studio ha voluto stimare su una scala spaziale e temporale l'importanza dell'insediamento dei frammenti dell'alga al margine di *P. oceanica* (L.) Delile, poiché è proprio da questa posizione che sembra avere inizio l'invasione delle chiazze di questa fanerogama.

## Materiali e metodi

Per valutare la capacità di insediamento di *C. taxifolia* al margine di praterie di *P. oceanica*, sono state effettuate delle dispersioni, lungo tratti di 3 m circa di questo tipo di habitat, di 20 frammenti di stoloni di alga.

Dopo circa 1 mese (tempo ritenuto sufficiente per determinare il successo dell'insediamento) sono state effettuate le ricognizioni degli stessi tratti di margine al fine di censire i frammenti insediati. Il lavoro è stato effettuato all'Isola d'Elba nella baia di Galenzana in aree non invase naturalmente dall'alga.

All'inizio dello studio, sono state scelte a caso 3 date per stagione e per ogni data di dispersione sono state scelte a caso 2 aree, sia alla profondità di 3 m che di 10 m; in ognuna di queste aree sono stati scelti 3 tratti di margine di *P. oceanica* di 3 m ciascuno. In totale per ogni data di dispersione sono stati raccolti 240 frammenti di stolone di *C. taxifolia*. Ogni frammento disperso era comunque completo di tutte le porzioni (fronda, stolone e rizoide).

E' stata eseguita un'analisi della varianza a quattro fattori della proporzione di frammenti insediati: il fattore "profondità" (P) e "stagione" (S) sono stati trattati come fissi, mentre la "data" (D) trattata come random gerarchizzata nella "stagione" (S) e l'"area" (A) come random gerarchizzata nella "profondità".

## Risultati

I risultati dell'analisi hanno mostrato una grande variabilità della quantità di frammenti insediati sia su piccola scala spaziale che su piccola scala temporale

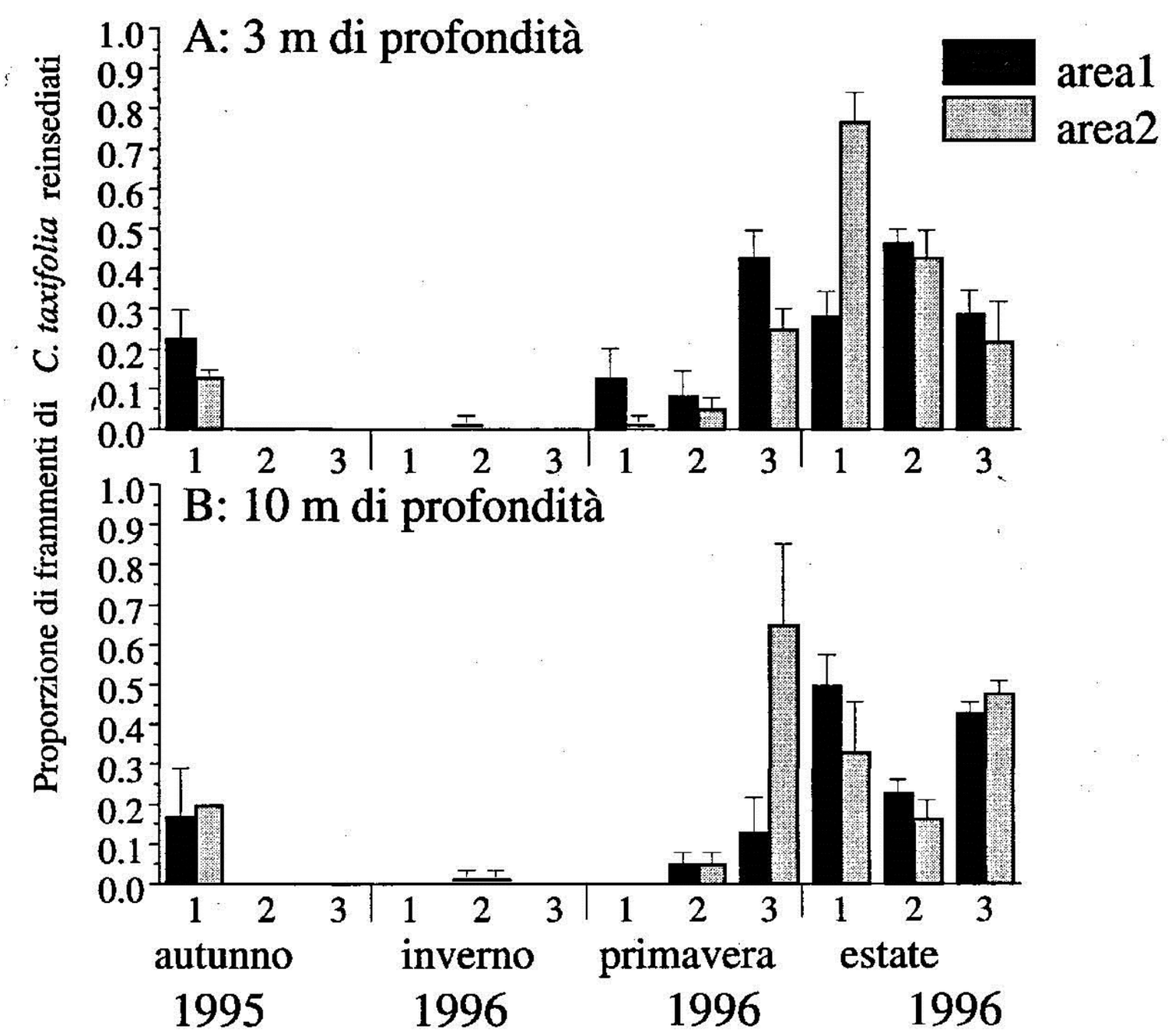



Fig. 1 - *Caulerpa taxifolia*. Proporzione media (+ES) di frammenti di stoloni insediatisi al margine di *P. oceanica* nelle tre date per stagione. Per ogni trattamento è stata rappresentata la media dei valori relativi ad ogni area (n=3).

Caulerpa taxifolia. *Mean proportion (+SE) of fragments established at the edge of* P. oceanica *meadows in three dates per season. The mean of data relative to each area was plotted for each treatment (n=3).*

(interazione Area(P) x Data(S) p=0.0282). Inoltre i risultati mostrano che i frammenti di *C. taxifolia* hanno una diversa probabilità di successo ad insediarsi in funzione della stagione (Stagione p=0.0245). Il test SNK ha identificato differenze significative tra le quattro stagioni: la proporzione dei frammenti insediati è risultata bassa sia in inverno che in autunno e sebbene in primavera sia stato riscontrato un alto numero di frammenti insediati, la maggiore quantità si è avuta in estate (ES=0.057, g.l.=2, INV<AUT<PRI<EST). La profondità non sembra aver giocato un ruolo importante nel determinare l'andamento osservato (profondità, p=0.5269 e Fig. 1.): dall'analisi emerge infatti una alta omogeneità del numero di frammenti che si sono insediati alle due profondità per tutto il periodo di studio.

## Discussione e conclusioni

I risultati ottenuti in questo studio suggeriscono che a determinare il successo di insediamento dei frammenti di *C. taxifolia*, giocano fattori locali come le caratteristiche dell'area in cui si vengono a trovare e la data nell'ambito della stessa stagione (interazione area (profondità) x data (stagione) significativa). Il substrato presente nelle aree di dispersione è risultato molto variabile: sabbioso, ciottoloso e costituito da rizomi di *P. oceanica*. Inoltre il substrato di certe aree scelte per le dispersioni è risultato ricoperto da densi popolamenti di feltri algali, con dominanza di *Acrothamnion preissii* (Sonder) Wallaston. Dal momento che in queste aree i frammenti di *C. taxifolia* insediati sono risultati molto numerosi, è stata ipotizzata un'azione facilitativa di *A. preissii* nel determinare l'insediamento dei frammenti dell'alga.

Contrariamente alle aspettative, la profondità non è risultata un fattore importante nel determinare l'insediamento dei frammenti dispersi e questo risultato suggerisce che *C. taxifolia* avrà la stessa probabilità di insediarsi al margine di praterie di *P. oceanica* a 10 e a 3 m di profondità. Il fatto che la taglia delle fronde di *C. taxifolia* sia risultata significativamente dipendente dalla profondità del sito (Ceccherelli, 1997) fa prevedere invece che la dinamica di invasione da parte dell'alga sia molto più rapida nel sito più profondo a causa di una migliore abilità competitiva.

Nonostante la variabilità su piccola scala spaziale e temporale, la propagazione di *C. taxifolia* attraverso l'insediamento di frammenti riveste un ruolo di notevole importanza specialmente nella stagione estiva durante la quale, per molti motivi, l'insediamento avviene con maggiore successo. Studi idrografici possono dare un notevole contributo per spiegare gli andamenti geografici di dispersione. Tuttavia solamente analisi della struttura genetica di popolazione, possono verificare l'ipotesi che l'invasione di *C. taxifolia* è per lo più una conseguenza della propagazione vegetativa.

## Bibliografia

CECCHERELLI G. (1997) - *Aspetti ecologici di Caulerpa taxifolia (Vahl) C. Agardh: interazioni biotiche e fattori fisici e chimici.* Tesi dottorale, Università di Pisa: 138 pp.

SANT N., DELGADO O., RODRIGUEZ-PRIETO C., BALLESTEROS E. (1996) - The spreading of the introduced seaweed *Caulerpa taxifolia* (Vahl) C. Agardh in the Mediterranean sea: testing the boat transportation hypothesis. *Bot. Mar.*, **39**: 427-430.

Biol. Mar. Medit. (1999), 6 (1): 365-367

G. Ceccherelli, L. Piazzi

Dipartimento di Scienze dell'Uomo e dell'Ambiente, Università di Pisa,
Via A. Volta, 6 - 56126 Pisa, Italia.

# L'EFFETTO DELL'ORIENTAMENTO DEI MARGINI DI *POSIDONIA OCEANICA* E DELLA DENSITÀ DEI FASCI SULL'ALGA INTRODOTTA *CAULERPA RACEMOSA*

# *THE EFFECT OF* POSIDONIA OCEANICA *ORIENTATION OF PATCH MARGIN AND DENSITY OF SHOOTS ON THE INTRODUCED ALGA* CAULERPA RACEMOSA

***Abstract***

*The importance of* Posidonia oceanica *orientation of patch edge and shoot density on* Caulerpa racemosa *invasiveness were investigated in the field. The percent algal cover was not affected by factors analysed while penetration from the margin of the seagrass patch was greatly affected by shoot density.*

***Key-words:*** *introduced species,* Posidonia oceanica, Caulerpa racemosa.

## Introduzione

*Caulerpa racemosa* (Forsskål) J. Agardh (Chlorophyta, Caulerpales) è un'alga introdotta in Mediterraneo e altamente invasiva, che recentemente è stata ritrovata anche lungo le coste della Toscana (Piazzi *et al.*, 1997a). La sua presenza sembra per lo più interessare siti superficiali dove sono presenti le fanerogame marine *Cymodocea nodosa* (Ucria) Ascherson e *Posidonia oceanica* (L.) Delile (Piazzi *et al.*, 1997b).

Il presente studio fa parte di una serie di sperimentazioni che hanno lo scopo di indagare le interazioni tra le fanerogame native e alghe introdotte invasive al fine di poter illustrare i meccanismi e eventualmente i risultati competitivi delle relazioni.

Questo studio è stato condotto sul campo ed ha avuto lo scopo di determinare l'importanza dell'orientamento del margine e della densità dei fasci di *Posidonia oceanica* su *Caulerpa racemosa*, al fine di poter fare previsioni sulla dinamica invasiva dell'alga.

## Materiali e metodi

Lo studio è stato condotto in un'area costiera a sud di Livorno, Ardenza, presso una prateria discontinua di *Posidonia oceanica* che si trova alla profondità costante di 2 m. L'esperimento è consistito nella manipolazione della densità dei fasci di *P. oceanica* tramite sfoltimento al 10% e al 50% della densità naturale (100%): tutti e tre i livelli sono stati inclusi nel disegno sperimentale.

Le unità sperimentali, di dimensioni 25x50 cm, sono state localizzate ai due margini delle chiazze: verso la costa (est) e verso il largo (ovest). Ogni trattamento è stato replicato in 3 aree scelte a caso, all'interno delle quali sono state stabilite 3 unità sperimentali. Nel luglio 1997 sono stati trapiantati 3 frammenti di *Caulerpa racemosa* in ciascuna unità.

Nel periodo compreso tra agosto e novembre 1997 è stata misurata *in situ* la penetrazione (massima per ogni replica) degli stoloni dell'alga all'interno della prateria. Il ricoprimento percentuale dell'alga è stato valutato tramite rilevamento fotografico di superfici di 20X20 cm al margine della fanerogama e successiva analisi delle immagini.

I dati sono stati analizzati tramite ANOVA a 3 fattori (densità, orientamento e area). L'omogeneità delle varianze è stata verificata tramite il test di Cochran. Confronti multipli *a posteriori* sono stati effettuati dal test SNK.

## Risultati

La penetrazione degli stoloni di *Caulerpa racemosa* all'interno della prateria di *Posidonia oceanica* è risultata significativamente influenzata dalla densità dei fasci della fanerogama ($F_{2,12}$=19,75 p=0.0001) e non dall'orientamento (Fig. 1). La penetrazione maggiore è stata ritrovata nei trattamenti di massimo sfoltimento dei fasci (con una media di 37,5±14,8(±DS) cm ad ovest e 33,2±9,8 cm ad est).

Il ricoprimento percentuale di *Caulerpa racemosa* non è risultato significativamente influenzato da alcuno dei trattamenti (densità $F_{2,12}$=2.51 p=0.122, orientamento $F_{1,12}$=3.38 p=0.090, area $F_{12,18}$=2.27 p=0.055): il maggiore valore è di 69,6±5,4 (media±DS).

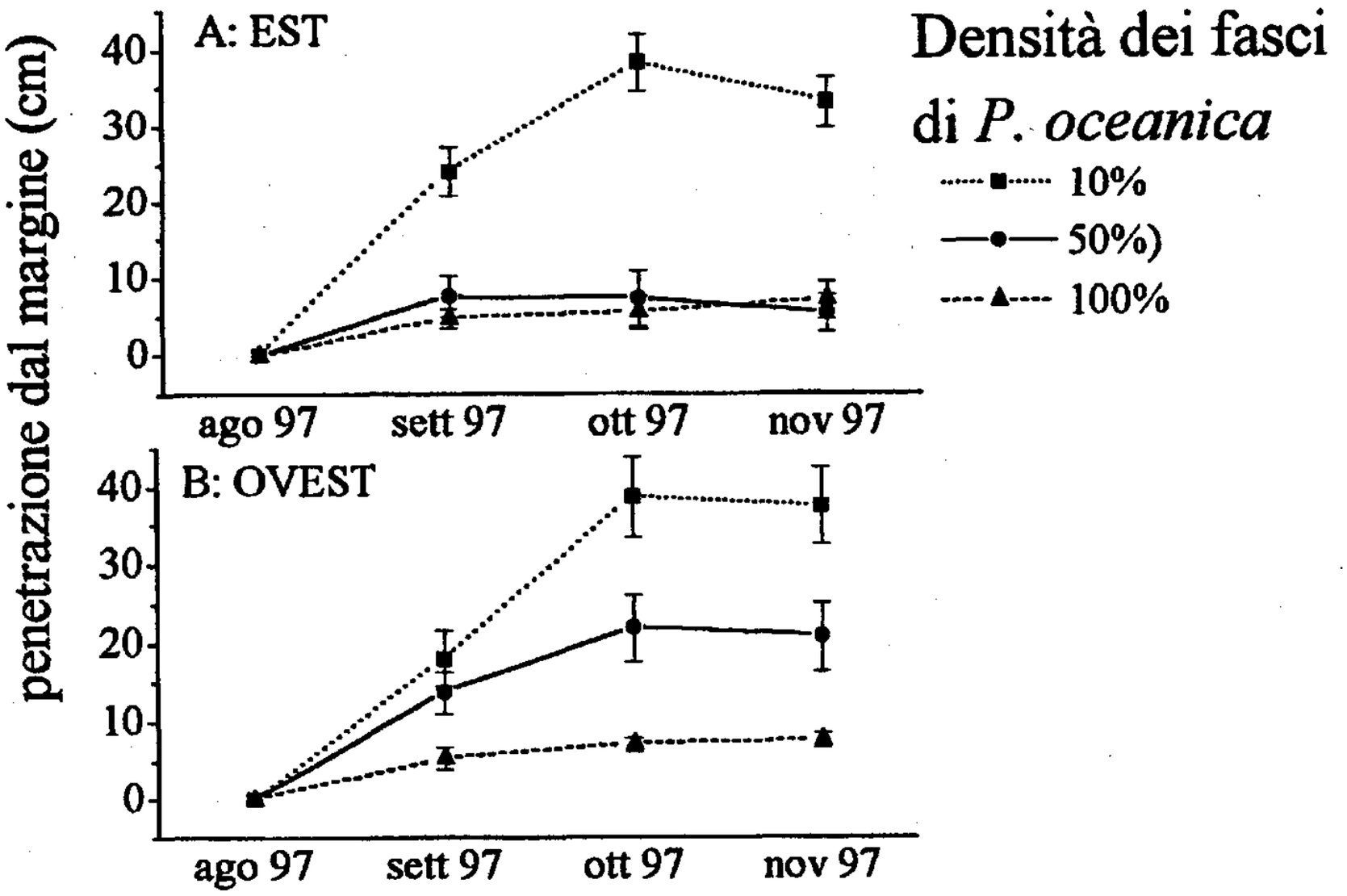



Fig. 1 - Penetrazione degli stoloni di *Caulerpa racemosa* dal margine all'interno della prateria di *Posidonia oceanica*, da agosto a novembre 1997. Per ogni campionamento è stata rappresentata la penetrazione media (± errore standard, n=3) ad ogni orientamento (est e ovest) e densità di fasci (10%, 50% e 100%).

*Stolon penetration of* Caulerpa racemosa *from the margin towards the meadow of* Posidonia oceanica, *from August until November 1997. Mean penetration (± standard error, n=3) was plotted in each patch orientation (est vs. west) and shoot density (10%, 50% and 100%).*

## Discussione e conclusioni

I risultati di questo studio hanno messo in evidenza che l'accrescimento degli stoloni di *Caulerpa racemosa* ai margini delle praterie di *Posidonia oceanica* è influenzato significativamente dalla densità dei fasci. Da tali risultati, anche se preliminari, può essere ipotizzato che le praterie in cattivo stato di salute, e dunque con minore densità di fasci (corrispondenti al trattamento 10% di questo studio e si veda anche Giraud, 1977), possono subire maggiormente l'invasione di *C. racemosa* e che a densità di fasci maggiori (corrispondenti al 50% e quella naturale) i margini delle chiazze della fanerogama più vulnerabili all'invasione saranno quelli rivolti verso la costa. I valori di ricoprimento ottenuti mettono in evidenza la notevole velocità di accrescimento dell'alga in questo habitat e il fatto che da singoli frammenti insediati al margine delle chiazze di *P. oceanica* si possono sviluppare rapidamente reti di stoloni in grado di ricoprire il substrato quasi totalmente in soli 4 mesi di tempo, indipendentemente dalle condizioni della fanerogama. Sebbene i metodi di quantificazione dell'alga siano stati diversi, la direzione rispetto alle chiazze di *P. oceanica* nella quale la crescita di *C. racemosa* avviene più velocemente sembra essere quella lungo il margine rispetto a quella interna alle chiazze.

Ulteriori studi sono comunque necessari per mettere in luce sia i meccanismi che regolano la velocità di invasione dell'alga che l'eventuale effetto negativo dell'invasione dell'alga sulla fanerogama.

### Bibliografia

GIRAUD G. (1977) - *Contribution à la description et la phénologie quantitative des herbiers de* Posidonia oceanica *(L.) Delile*. Tesi dottorale Università Aix-Marseille II: 150 pp.

PIAZZI L., BALESTRI E., MAGRI M., CINELLI F. (1997a) - Expansion de l'algue *Caulerpa racemosa* (Forsskål) J. Agardh (Bryopsidophyceae, Chlorophyta) le long de la côte toscane (Italie). *Cryptogamie, Algol.*, **18** (4): 343-350.

PIAZZI L., ACUNTO S., MAGRI M., RINDI F., BALESTRI E. (1997b) - Osservazioni preliminari sull'espansione di *Caulerpa racemosa* sulle Secche della Meloria (Livorno, Italia). *Biol. Mar. Medit.*, **4** (1): 426-428.

Biol. Mar. Medit. (1999), 6 (1): 368-371

A. Cossu, V. Gazale*

Dipartimento di Botanica ed Ecologia vegetale, Università di Sassari, Via Muroni, 25 - 07100 Sassari, Italia.
*Battelle, Softec, Tramariglio, Alghero.

# NUOVE SEGNALAZIONI PER LA FLORA MARINA BENTONICA DELLA SARDEGNA

## *NEW RECORDS TO THE MARINE BENTHIC FLORA OF SARDINIA*

***Abstract***

*Some new species to the marine benthic flora of Sardinia are reported including 7 Rhodophyceae, 3 Fucophyceae and 2 Ulvophyceae. Among them,* Laminaria rodriguezii *and* Caulerpa racemosa, *are of special biogeographical interest.*

***Key-words:*** *algae, benthos, Sardinia, biogeography.*

## Introduzione

Sulla base delle più recenti revisioni e contributi realizzati da Cossu e Gazale (1988, 1990) e Cossu *et al.* (1992), la flora algale bentonica della Sardegna consta di 452 taxa a livello specifico ed infraspecifico. In questa nota vengono segnalate 12 nuove specie per la flora marina dell'isola, di cui 7 Rhodophyceae, 3 Fucophyceae e 2 Ulvophyceae.

## Materiali e metodi

I campioni sono stati raccolti nell'ambito di diverse campagne eseguite nel settore settentrionale della Sardegna che avevano come obiettivo la caratterizzazione della componente vegetale del benthos nelle aree destinate a parco o riserva marina. Le raccolte sono state eseguite in immersione con autorespiratore e i campioni conservati in acqua di mare e formalina al 4%.

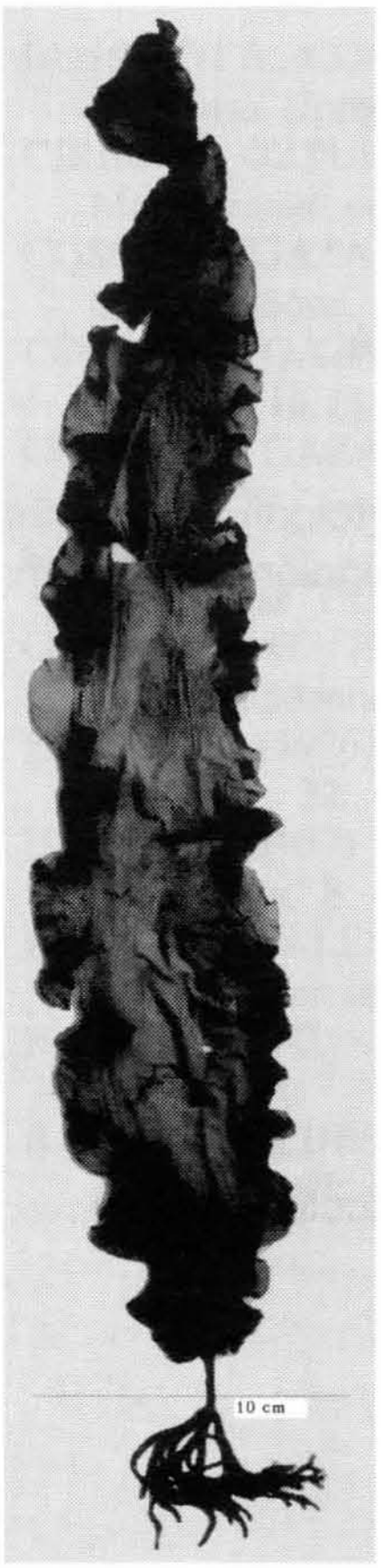
L'elenco dei nuovi ritrovamenti contiene l'indicazione dell'area di raccolta, il tipo di substrato e la profondità.

## Risultati e discussione

Tra le specie rinvenute risultano di particolare interesse biogeografico *Laminaria rodriguezii* e *Caulerpa racemosa.*

*Laminaria rodriguezii* (Fig. 1), specie paleoendemica del Mediterraneo, mostra una distribuzione piuttosto ampia essendo stata segnalata in diverse località del settore occidentale di questo bacino (Giaccone, 1969). I popolamenti da essa costituiti rappresentano un habitat ideale per numerose specie d'importanza commerciale, e per la loro rarità, sono indicati tra quelli da segnalare e salvaguardare in Mediterraneo (Boudouresque *et al.*, 1991).

Alcuni talli di *Laminaria rodriguezii* sono stati rinvenuti nel giugno 1993 impigliati nelle reti da posta di alcuni pescatori ad Alghero e a Castelsardo in fondali situati intorno ai 70 m di profondità.




*Caulerpa racemosa* (Fig. 2) è una specie pantropicale di origine indo-pacifica il cui ingresso in Mediterraneo, legato all'apertura del Canale di Suez, fornisce un tipico esempio di migrazione lessepsiana documentata in diversi lavori (Hamel, 1926; Rayss, 1941; Huvé, 1957; Rayss e Eldestein, 1960; Ben Maiz *et al.*, 1987; Cirik e Ozturk, 1991; Aleem, 1992). La specie è stata ritrovata nel Golfo di Cagliari nell'estate 1995. La presenza in Sardegna di questa specie, finora segnalata per le coste italiane all'isola di Lampedusa, nella baia di S. Panagia (Siracusa) (Alongi *et al.*, 1993), a Livorno (Piazzi *et al.*, 1994) e a Genova-Quinto (Bussotti *et al.*, 1998), conferma come la specie sia in espansione in Mediterraneo.

## Conclusioni

Nonostante il numero delle alghe della Sardegna sia dello stesso ordine di grandezza rispetto a quello di altre flore mediterranee (Cossu *et al.*, op. cit.), il rinvenimento di alcune nuove specie già segnalate come frequenti in altre aree tirreniche, dimostra come la flora marina della Sardegna non sia ancora completamente conosciuta. Ciò costituisce per gli autori un impegno ed uno stimolo per effettuare delle campagne di raccolta mirate a definire in modo quanto più possibile completo la flora algale dell'isola.

Fig. 1 - *Laminaria rodriguezii* Bornet. Esemplare di 70 cm di lunghezza.
Laminaria rodriguezii *Bornet. Lenght 70 cm.*

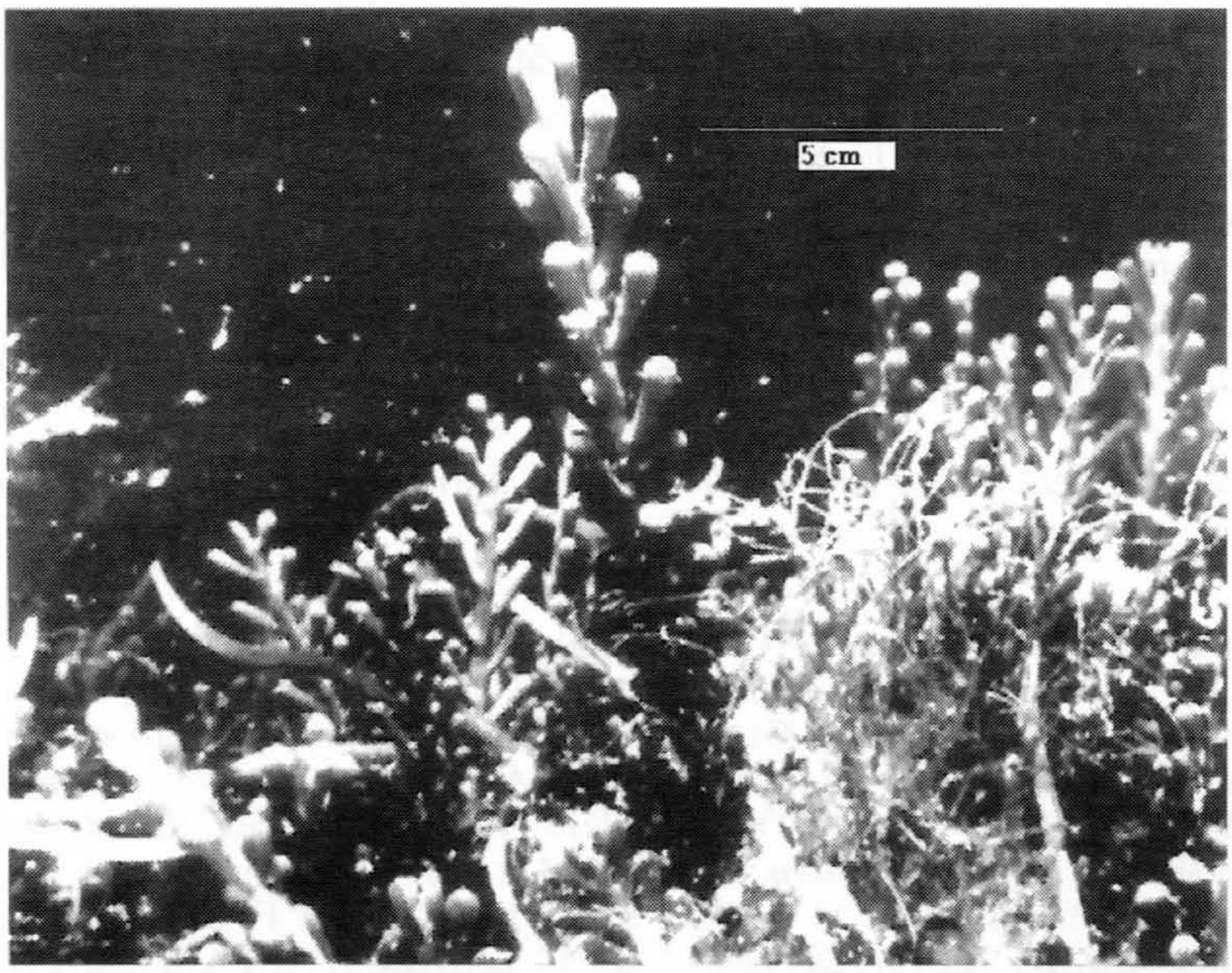



Fig. 2 - *Caulerpa racemosa* (Forsskål) J. Agardh. Golfo di Cagliari, a 10 m di profondità.
Caulerpa racemosa *(Forsskål) J. Agardh. Cagliari gulf, - 10 m.*

## *Elenco delle specie nuove per la flora algale della Sardegna:*

*Aglaothamnion tenuissimum* (Bonn.) Feldmann-Mazoyer:
Isola di Tavolara su sabbia a 60 m di profondità;
Tavolara island; sand ; - 60 m.
*Arthrocladia villosa* (Huds.) Duby:
nell'isola di Tavolara su substrato duro a 16, 54, e 55 m di profondità;
Tavolara island; rock; - 16, - 54 and - 55 m.
*Blidingia chadefaudii* (J. Feldmann) Bliding:
nel mediolitorale dell'isola di Foradada, epifita su *Rissoella verruculosa* (Bertoloni) J. Agardh;
Foradada island; hard-bottom midlittoral, epiphytic on *Rissoella verruculosa* (Bertoloni) J. Agardh.
*Caulerpa racemosa* Forsskål) J. Agardh:
nel golfo di Cagliari su fondi sabbiosi a 5 e 20 m di profondità;
Cagliari gulf; sand, - 5 and - 20 m.
*Ceramium echionotum* J. Ag.:
nel mediolitorale dell'isola di Tavolara su substrato duro;
Tavolara island, rock, midlittoral.
*Contarina peyssonneliaeformis* Zanardini:
nell'isola di Molara su fondi sabbiosi a 33 m di profondità;
Molara island; sand; - 33 m.
*Tricleocarpa fragilis* (L.) Huisman et Townsend:
nell'isola di Mal di Ventre a 2 m di profondità , a Baunei e Capo Caccia;
I. Mal di Ventre - 2 m, Baunei and Cape Caccia, -10 m; rock.
*Laminaria rodriguezii* Bornet:
a Castelsardo and Alghero nel circalitorale a 70 m di profondità;
Castelsardo and Alghero circalittoral hard-bottom; - 70 m.
*Myriogramme minuta* Kylin:
nell'isola di Tavolara su substrato duro nel mediolitorale;
Tavolara island; rock; midlittoral.
*Peyssonnelia inamoena* Pilger:
nell'isola di Tavolara su substrato sabbioso a 50, 66 m di profondità;
Tavolara island; sand; - 50, - 66 m.
*Polysiphonia spinosa* (C. Ag.) J. Ag.:
nell'isola di Molara a 38 m di profondità su sabbia;
Molara island; sand; - 38 m.
*Sphacelaria plumula* Zanar.:
nel dell'isola di Molara, su substrato duro a 27 m di profondità e su sabbia a - 38, - 42, - 52 m;
Tavolara and Molara islands; rock, - 27 m and sand, - 38, - 42, - 52 m.

**Bibliografia**

ALEEM A.A. (1992) - *Caulerpa racemosa* (Chlorophyta) on the Medterranean Coast of Egypt. *Phycologia,* **31**: 205-206.

ALONGI G., CORMACI M., FURNARI G., GIACCONE G. (1993) - Prima segnalazione di *Caulerpa racemosa* (Chlorophyceae, Caulerpales) per le coste italiane. *Boll. Acc. Gioenia Sci. Nat.*, **26** (342): 49-53.

BEN MAIZ N., BOUDOURESQUE C.F., OUAHCHI F. (1987) - Inventaire des algues et phanèrogames marines benthiques de la Tunisie. *Giorn. Bot. Ital.*, **121**: 259-304.

BOUDOURESQUE C.F., BALLESTEROS E., BEN MAIZ N., BOISSET F., BOULADIER E., CINELLI F., CIRIK S., CORMACI M., JEUDY DE GRISSAC A., LABOREL J., LANFRANCO E., LUNDBERG B., MAYHOUB H., MEINESZ A., PANAYOTIDIS P., SEMROUD R., SINNASSAMY J.M., SPAN A., VUIGNIER G. (1991) - Livre rouge "Gérard VUIGNIER" des végétaux, peuplements et paysages marins menacés de Méditerranée: 1-250. IUCN et RAC/SPA Salammbô, *G.I.S.-Posidonie*, Marseille.

BUSSOTTI S., CONTI M., GUIDETTI P., MARTINI F., MATRICARDI G., (1998) - First record of *Caulerpa racemosa* along the coast of Genoa (North-Western Mediterranean). *Doriana* (in stampa).

CIRIK S., OZTURK B. (1991) - Notes sur la présence d'une forme rare du *Caulerpa racemosa* en Méditerranée orientale. *Flora Mediterranea,* **1**: 217-219.

COSSU A., GAZALE V. (1988) - Connaissances actuelles sur la flore benthique de la Sardaigne. Quelques considerations. *Rapp. Comm. Int. mer Médit.*, **31** (2): 3.

COSSU A., GAZALE V. (1990) - La flora algale bentonica della Sardegna. Alcuni aspetti geobotanici. *Oebalia,* **16** (1): 113-121.

COSSU A., GAZALE V., BAROLI M. (1992) - La flora marina della Sardegna: Inventario delle alghe bentoniche. *Giorn. Bot. Ital.*, **126** (5): 651-707.

GIACCONE G. (1967) - Popolamenti a *Laminaria rodriguezii* Bornet sul banco Apollo dell'Isola di Ustica(Mar Tirreno). *Nova Thalassia,* **3** (6): 1-9.

GIACCONE G. (1969) - Note sistematiche ed osservazioni fitosociologiche sulle laminariales del Mediterraneo occidentale. *Giorn. Bot. Ital.*, **103** (6): 457-474.

HAMEL G. (1926) - Quelques algues rares ou nouvelles pour la flore méditerranéenne. *Bull. Mus. nation Hist. nat.*, **32**: 420.

HUVE' H. (1957) - Sur une variété nouvelle pour la Méditerranée du *Caulerpa racemosa* (Forsk.) J. Ag. *Micronesia,* **8**: 63-86.

PIAZZI L., BALESTRI E., CINELLI F. (1994) - Presence of *Caulerpa racemosa* (Forssk.) J. Ag. in the NW Mediterranean. *Cryptogamie Algol.*, **15** (3) 183-189.

RAYSS T. (1941) - Sur le cauperpes de la côte Palestinienne. *Palestine Journal of Botany Jerusalem. Series,* **2**: 103-124.

RAYSS T., ELDESTEIN T. (1960) - Deux Caulerpes nouvelles sur les côtes Méditerranées d'Israel. *Rev. gen. Bot.*, **67**: 602-620.

Biol. Mar. Medit. (1999), 6 (1): 372-375

A. M. De Biasi

Centro di Biologia Marina, P.le Mascagni, 1 - 57127 Livorno, Italia.

# BIOLOGIA DELLE SECCHE DELLA MELORIA: CARATTERIZZAZIONE BIONOMICA LUNGO TRE TRANSETTI PILOTA

## *BIOLOGY OF THE MELORIA SHOALS: BIONOMIC CHARACTERISATION ALONG THREE PILOT TRANSECTS*

***Abstract***

*Bionomic characterization of the Meloria Shoal is reported. An high habitat heterogeneity was observed. Fragility and health status of the shoal are documented.*

***Key-words:*** Posidonia oceanica, *biocoenoses,* Caulerpa racemosa, *Meloria Shoal.*

## Introduzione

Da quando, 25 anni fa, le Secche della Meloria furono proposte per la realizzazione di un parco marino, nacquero numerosi programmi di ricerca più o meno vasti ed ambiziosi con lo scopo di ottenere una loro conoscenza faunistica e bionomica che potesse integrare gli studi sugli aspetti fisici e chimici iniziati pochi anni prima.

Se si fa eccezione per un lavoro di Bacci *et al.* ormai risalente al 1969, primo tentativo di fornire una conoscenza sinecologica dell'area, la letteratura esistente annovera lavori molto specialistici che non forniscono un quadro sintetico della zona (Sordi, 1969; Cinelli, 1971; Cognetti-Varriale, 1972). Questo lavoro, parte di un più vasto progetto, è la fase preliminare di caratterizzazione dei popolamenti macrobentonici della Secca.

## Materiali e metodi

I rilevamenti sono stati effettuati lungo tre transetti per indagare i settori N, NE, SW della Secca partendo dalla base della Torre Meloria. L'indagine prevedeva osservazioni tramite R.O.V per rilevare le caratteristiche del fondale (distinguendo sabbia, ghiaia, roccia, silt/argilla, presenza di matte) e riconoscere le biocenosi tipo (biocenosi fotofile e sciafile dell'infralitorale, Coralligeno, Praterie di fanerogame).

Stime quantitative (ricoprimento) sui popolamenti sono state ottenute dotando il R.O.V di un frame di 20x15 cm. Rilievi puntiformi sono stati effettuati tramite draga con volume 70 litri (campioni 23) sui fondi mobili tra i 5 ed i 30 metri di profondità ed immersione sui fondi duri (campioni fotografici su superfici 20x15 cm) e sulla prateria di *Posidonia oceanica* (L.) Delile. I dati di ricoprimento e densità della prateria sono stati ottenuti utilizzando la tecnica della stima visuale e del "quadrat relevé". I simboli utilizzati nelle figure (tab. 1), sono in parte tratti da Meinesz *et al.* (1983) e Bianchi *et al.* (1995). I limiti della prateria sono stati definiti secondo Meinesz e Laurent (1978).

Tab. 1 - Simboli utilizzati nelle figure 1,2,3.
*Simbols used in figures 1,2,3.*

matte morta
Posidonia su matte
mosaico Posidonia C. racemosa
mosaico di Posidonia su roccia e matte
mosaico di matte viva e morta
catini su matte
catini su Posidonia
Caulerpa prolifera su sabbia
Fanghi Terrigeni Costieri (VTC)
Detritico Costiero concrezionato

eutrofizzazione
Posidonia a spot
canali intermatte
effetti degli ancoraggi
mosaicatura
regressione
correnti di fondo
diversificazione
ricoprimento % di HP
Detritico Infangato (DE)

α degrado antropico
β controllo biotico
χ climax
ε controllo edafico
infangamento
influsso del largo
apporti biotici alloctoni
bioconcrezionamento
Detritico Costiero tipico
Coralligeno

*Ac* Acetabularia acetabulum *Es* Eunicella singularis *Ov* Osmundaria volubilis *Pp* Padina pavonica
*Fp* Flabellia petiolata *Ao* Agelas oroides *Hl* Halimeda tuna *Cr* C. racemosa *Pf* Petrosia ficiformis

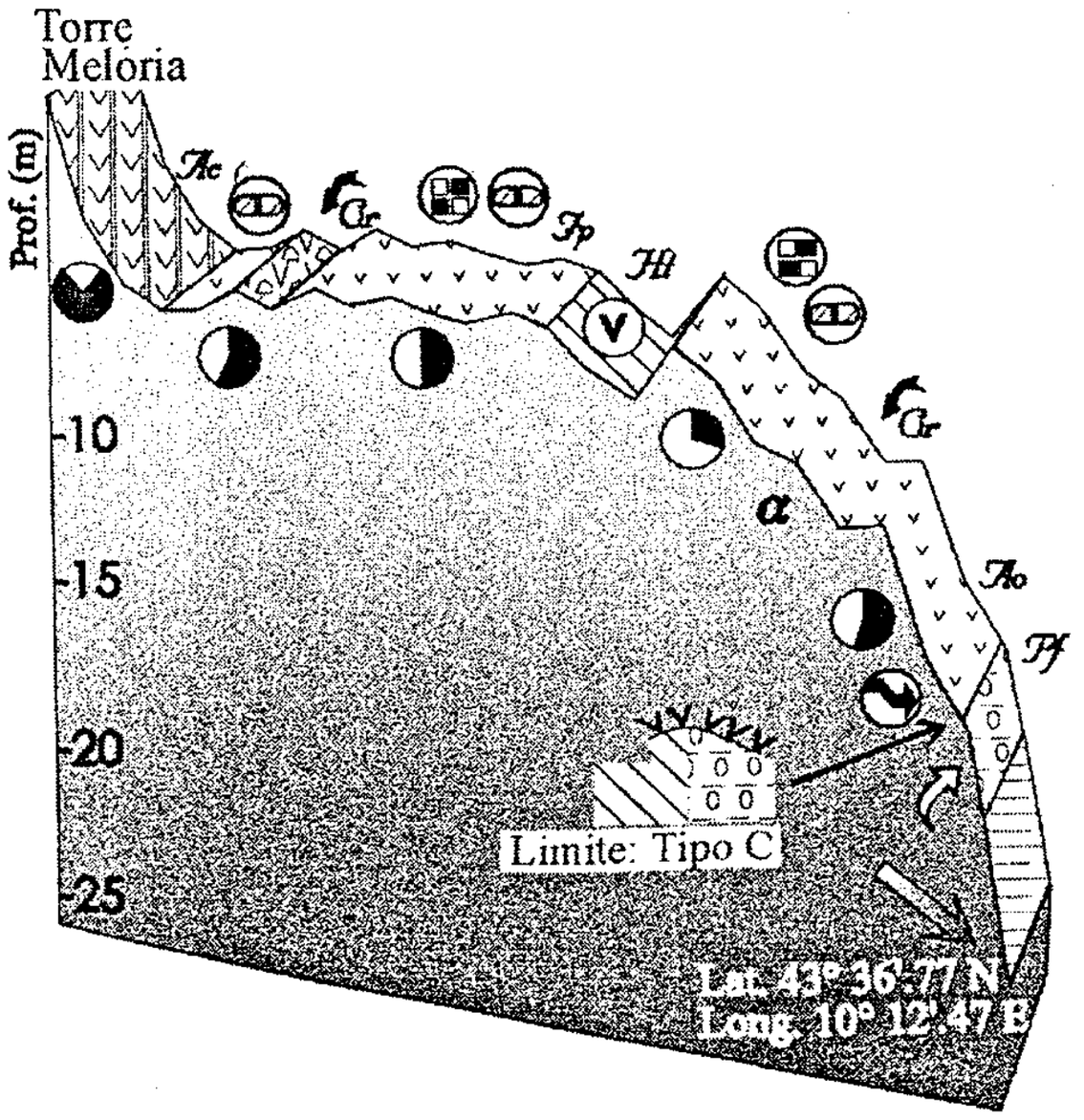



Fig. 1 - Transetto Nord.
*Transect North.*

## Risultati e discussione

I risultati ottenuti sono riassunti nelle figure 1,2,3. Sono stati individuati distribuzione e limiti inferiori della prateria di *Posidonia oceanica* (L.) Delile che rappresenta l'elemento dominante delle Secche della Meloria, colonizzando vaste aree dai primi metri di profondità fino alla batimetrica dei 30 metri. La prateria risulta essere sottoposta a diverse fonti di stress sia di origine antropica (vicinanza del porto, impatto delle reti a strascico, ancoraggi) sia naturale (erosione per azione delle correnti di fondo) che ne alterano la fisionomia in maniera più o meno consistente nei diversi settori delle Secca e spiegano i diversi tipi di limite.

Si conferma il processo di invasione di *C. racemosa* (Forsskål) J. Agardh già documentato da altri autori. L'alga risul-

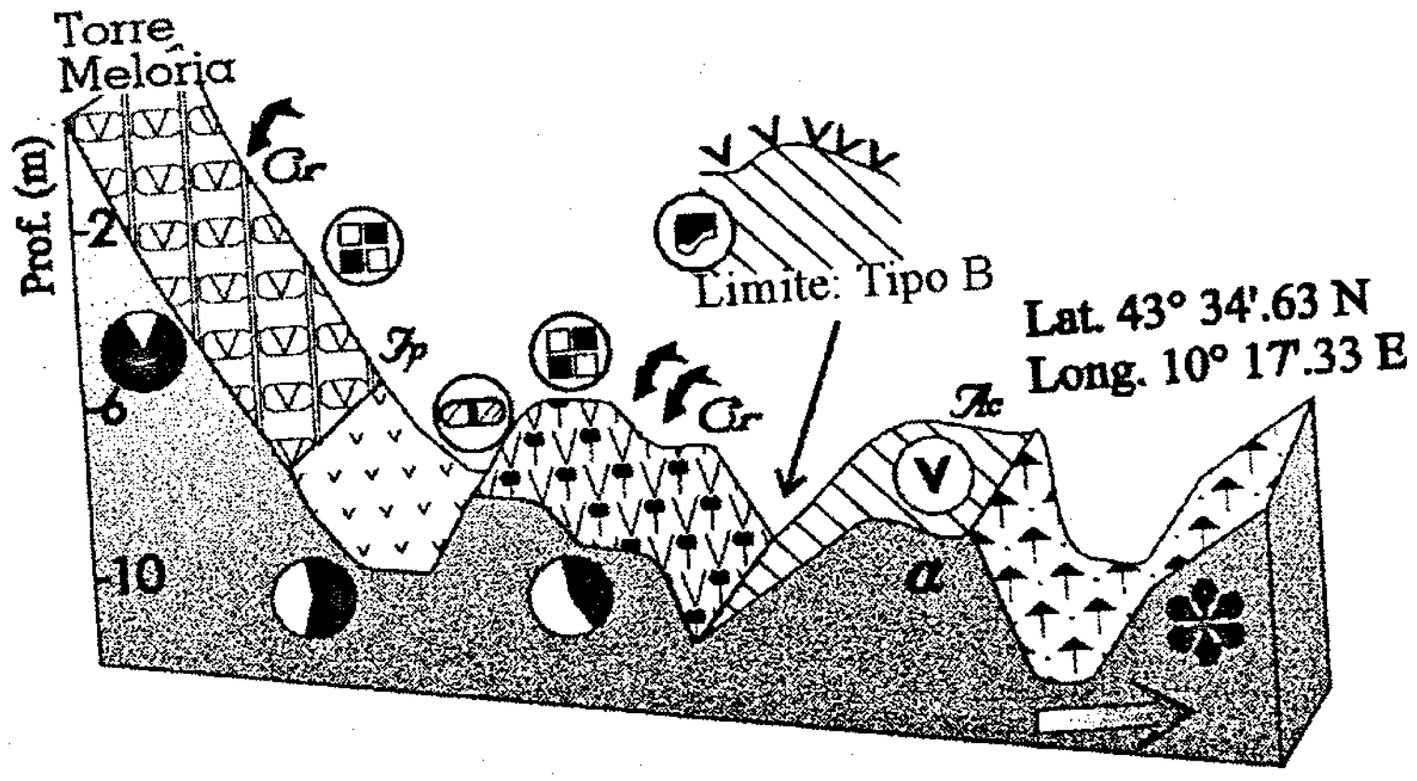



Fig. 2 - Transetto Nord-Est.
*Transect North-East.*

ta aver ampliato la sua distribuzione colonizzando aree più profonde (fino a 40 metri) rispetto a quanto riportato da Piazzi *et al.* (1997) che la segnalano entro i 10 metri.

La presenza di *Caulerpa prolifera* (Forsskål) Lamouroux, facies tipica della Biocenosi delle Sabbie Infangate di Moda Calma nell'area antistante il Calambrone in luogo della Biocenosi delle Sabbie Fini Ben Classate segnalata da Bianchi *et al.* (1993) potrebbe essere dovuta alla maglia di campionamento più fitta, o più probabilmente è il risultato di un crescente infangamento dovuto alla vicinanza del porto.

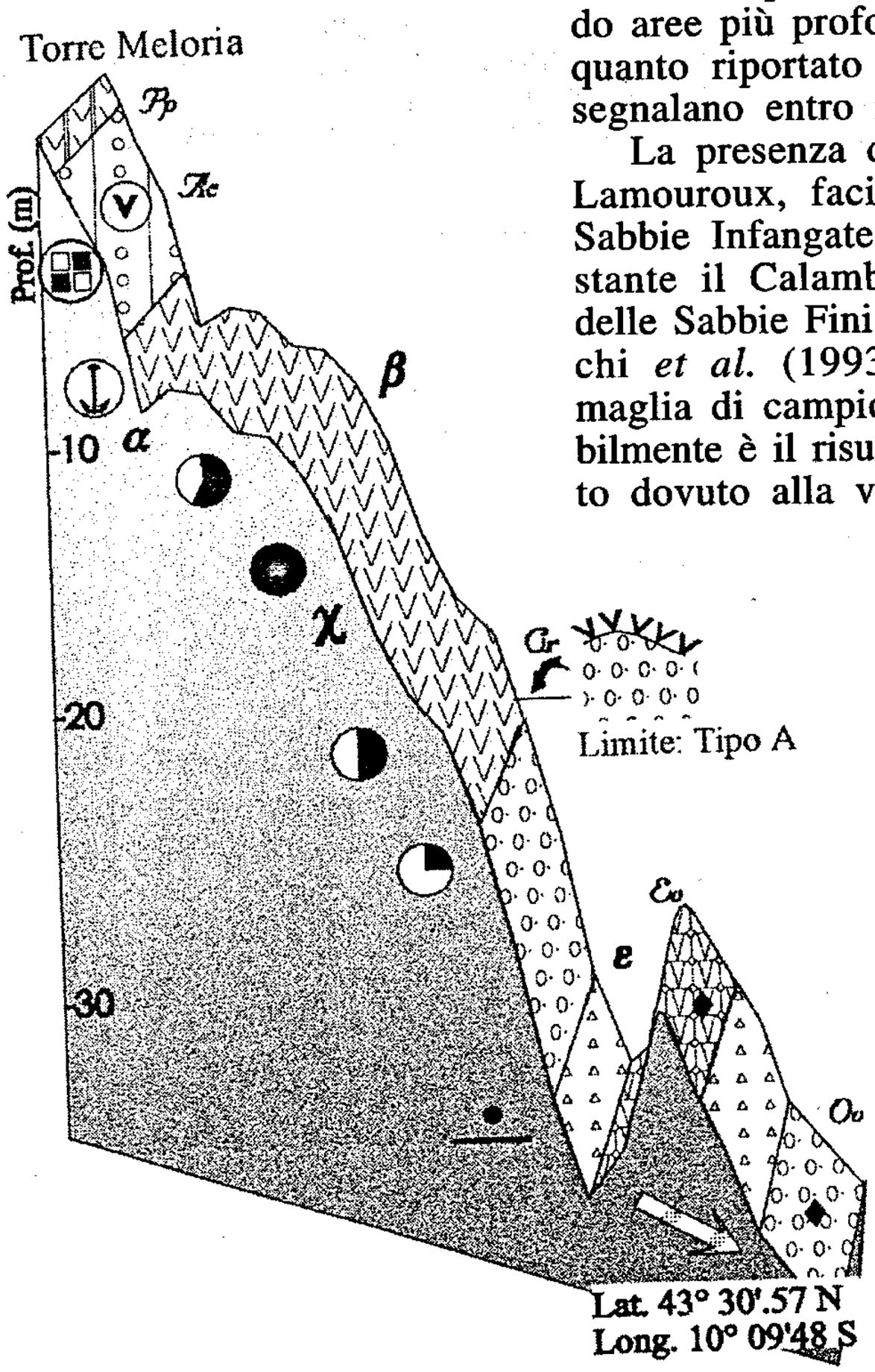



Fig. 3 - Transetto Sud-Ovest.
*Transect South-West.*

Di interesse, nel lato Sud-Ovest della Secca, sono gli ampi banchi coralligeni dominati da *Eunicella singularis* e *Posidonia oceanica*.

Dall'indagine emerge che le Secche della Meloria ospitano le biocenosi più caratteristiche e produttive del mar Mediterraneo, per gli evidenti segni di impatto che esse manifestano, si auspica la realizzazione di un parco marino.

**Ringraziamenti**

Si ringraziano Com. Cervino, Com. Fanelli (Accademia Navale di Livorno), Dott. Mori, Com. Sfregola (Istituto Idrografico della Marina Militare, di Genova) per l'indispensabile supporto logistico fornito durante tutte le fasi di campo.

**Bibliografia**

BACCI G., BADINO G., LODI E., ROSSI L. (1969) - Biologia delle Secche della Meloria. I Prime ricerche e problemi di conservazione e di ripopolamento. *B. Pesca Pisc.*, **24**: 5-30.

BIANCHI C.N., CEPPODOMO I., COCITO S., ALIANI S., DELL'AMICO F., CATTANEO-VIETTI R., MORRI C. (1993) - Benthos dei mari toscani III: La Spezia-Livorno. In: O. Ferretti, F. Immordino, V. Damiani (a cura di), *Arcipelago Toscano. Studio ocean., sedim. geochim. biol.* Enea, Roma: 317-337.

BIANCHI C.N., CINELLI F., MORRI C. (1995) - La carta bionomica dei mari toscani: introduzione, criteri informativi e note esplicative. *Atti Soc. Tosc Sc. Nat.* **102**: 255-270.

CINELLI F. (1971) - Biologia delle Secche della Meloria (Mar Tirreno). IV. Contributo alla conoscenza della vegetazione bentonica marina. *B. Pesca Pisc.*, **26**: 5-21.

COGNETTI VARRIALE A.M. (1972) - Biologia delle Secche della Meloria. IV. Ricerche preliminari sulla distribuzione dei Policheti. *B. Pesca e Piscic.*, **27** (2): 264-283.

MEINESZ A., BOUDOURESQUE C.F., FALCONETTI C., ASTIER J.M., BAY D., BLANC J.J., BOURCIER M., CINELLI F., CIRIK S., CRISTIANI G., DI GERONIMO I., GIACCONE G., HARMELIN J.G., LAUBIER I., LOVRIC A.Z., MOLINIER R., SOYER J., VAMVAKAS C. (1983) - Normalization des symboles pour la raprésentation et la cartographie des biocènoses benthiques littorales de Mèditerranée. *Ann. Inst. Océanog.*, Paris, **59** (2): 155-172.

MEINESZ A., LAURENT R. (1978) - Cartographie et état de la limite inferieure de l'herbier de *Posidonia oceanica* dans les Alpes-maritimes (France). *Bot. Mar.*, **21**: 513-526.

PIAZZI L., BALESTRI E., MAGRI M., CINELLI F. (1997) - Expansion de l'algue tropicale *Caulerpa racemosa* (Forsskål) J. Agardh (Bryopsidophyceae, Chlorophyta) le long de la côte toscane (Italie). *Cryp. Algol.*, **18** (4): 343-350.

SORDI M. (1969) - Biologia delle Secche della Meloria. II. Gasteropodi opistobranchi. *B. Pesca e Pisc.*, **24** (2): 106-114.

Biol. Mar. Medit. (1999), 6 (1): 376-379

A. M. De Biasi, F. Gai, A. Vannucci

Centro Interuniversitario di Biologia Marina, P.le Mascagni, 1 - 57127 Livorno, Italia.

# BIOLOGIA DELLE SECCHE DELLA MELORIA: CONSIDERAZIONI SULL'ECOLOGIA DI *CAULERPA RACEMOSA* (FORSSKÅL) J. AGARDH

## *BIOLOGY OF THE MELORIA SHOAL: CONSIDERATIONS ON THE ECOLOGY OF* CAULERPA RACEMOSA *(FORSSKÅL) J. AGARDH*

***Abstract***

Caulerpa racemosa *(Forsskål) J. Agardh is a further example of the Lessepsian migration process. It was already recorded in the Meloria Shoal by other authors. New considerations on its ecology are reported.*

***Key-words:*** *Caulerpa racemosa, ecology,* Meloria Shoal.

## Introduzione

Il reclutamento e la diffusione di specie tropicali nel Mar Mediterraneo conseguente alla migrazione lessepsiana (Por, 1990) ha ricevuto notevole attenzione nell'ultimo decennio. L'allarmismo spesso associato a questo fenomeno, definito da alcuni autori inquinamento biologico, origina dalla scarsa conoscenza delle eventuali conseguenze sui popolamenti biologici autoctoni. *Caulerpa racemosa* (Forsskål) J. Agardh ennesimo esempio di questo processo, inclusa nella recente check-list di Verlaque (1994) delle alghe tropicali introdotte nel nostro mare, fu segnalata fin dagli anni venti lungo le coste del Mediterraneo meridionale (Hamel, 1926). Recentemente, quest'alga, è stata individuata lungo le coste toscane ed in particolare nella zona centrale delle Secche della Meloria (Piazzi *et al.*, 1994) situate al largo di Livorno nel Mar Ligure Meridionale. La variabilità della sua morfologia, presumibilmente espressione della sua plasticità fisiologica, ha fatto sì che gli autori focalizzassero l'attenzione su questi aspetti dedicando minore attenzione a quelli ecologici.

Nel corso del progetto di mappatura bionomica delle Secche della Meloria, sono state fatte alcune osservazioni per integrare le conoscenze finora acquisite individuando i substrati e le profondità più idonei all'insediamento di quest'alga.

## Materiali e metodi

Lo studio è stato realizzato sulle Secche della Meloria tra giugno 1997 e giugno 1998 ad una profondità compresa tra i 5 e i 30 metri.

La secca, caratterizzata da fondale roccioso e da canali e "catini" più o meno ampi, ospita una vasta prateria di *Posidonia oceanica* (L.) Delile presente dai primi metri fino a circa 30 metri di profondità. Nelle aree di maggiore impatto antropico la prateria è ridotta a fasci isolati o è scomparsa lasciando il posto ad ampie zone di "matte" morta. Quest'ultima, così come la roccia non colonizzata da *P. oceanica*, risulta ricoperta quasi totalmente da un denso strato di feltro algale sul quale si sviluppa abbondantemente *C. racemosa.*

Rilevamenti mirati di tipo fotografico sono stati compiuti in immersione diretta prevalentemente nei "catini" dove è stato possibile distinguere diverse tipologie di substrato. In due aree scelte rispettivamente a profondità comprese tra 5 e 10 metri e tra 15 e 20 metri sono state eseguite stime visive di ricoprimento percentuale utilizzando un quadrato di 10x10 centimetri suddiviso in 25 maglie (5 per lato) secondo il metodo descritto da Dethier *et al.* (1993).

Nel disegno di rilevamento fotografico originario erano state considerate quattro tipologie di substrato: roccia, sabbia, feltro su roccia e feltro su "matte" morta, ma le stime visive sono state compiute solo sugli ultimi due a causa della scarsa presenza di *C. racemosa* sui primi. Per ogni rilievo fotografico sono state effettuate sei repliche (fig. 1).

I dati ottenuti sono stati analizzati con un modello misto a due vie di analisi della varianza (ANOVA) con profondità (5-10 m e 15-20 m) come fattore random e substrato (feltro su roccia e feltro su "matte") come fattore fisso, ortogonali l'uno all'altro (Underwood, 1981). L'omogeneità è stata verificata utilizzando il test di Cochran.

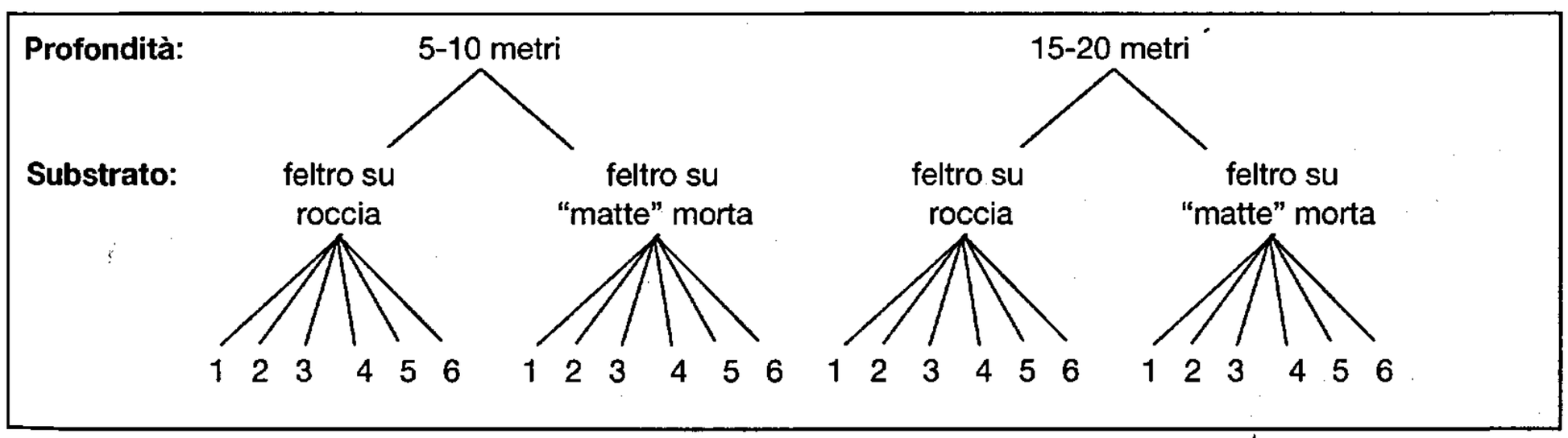



Fig. 1 - Disegno di campionamento. Variabili: Profondità: 5-10 m, 15-20 m; Substrato: feltro su roccia e su "matte" morta.
*Sampling design. Variables: depth and substrata.*

## Risultati

Dall'indagine risulta che *C. racemosa* ha notevolmente ampliato il proprio areale di distribuzione colonizzando zone a circa 30 m di profondità dove tuttavia mostra bassi valori di ricoprimento.

I risultati dell'analisi della varianza (tab. 1) mostrano una differenza significativa tra i valori di ricoprimento percentuale in funzione del fattore profondità, mentre non risulta significativa per il fattore substrato e per l'interazione di primo grado profondità x substrato.

Nella fascia batimetrica compresa tra 5 e 10 metri *C. racemosa* colonizza in media il 72,8% della superficie, mentre tra 15 e 20 metri il ricoprimento percentuale medio è 18,3%.

## Discussione

L'osservato ampliamento della distribuzione di *C. racemosa* conferma che quest'alga, come sostenuto da Doumenge (1995), possiede una notevole capacità di espansione anche superiore alla congenerica *C. taxifolia* (Vahl) C. Agardh anch'essa ampiamente studiata.

Tab. 1 - Effetto della profondità (2 livelli) e del substrato (2 livelli), sul ricoprimento percentuale di *C. racemosa*. Il valore significativo è mostrato in neretto ($p < 0.05$).
*Effects of depth (2 levels) and substrata (2 levels) with respect to percentage cover of* C. racemosa.

| Fonti di variabilità | g.l. | $\overline{SQ}$ | *F* | p | Denominatore per *F* |
|---|---|---|---|---|---|
| Profondità = P | 1 | 17821 | 171.2 | **0.000** | Residuo |
| Substrato = S | 1 | 140.2 | 1.347 | 0.259 | Residuo |
| P x S | 1 | 4.2 | 0.040 | 0.843 | Residuo |
| Residuo | 20 | 104.1 | | | |
| Test di Cochran | C =0.44, p > 0.05 | | | | |
| Trasformazione | nessuna | | | | |

In particolare nel presente caso di studio l'espansione di *C. racemosa* non va intesa unicamente come incremento della superficie colonizzata, ma anche come un ampliamento del "range" batimetrico sebbene le percentuali di ricoprimento dell'alga si riducano progressivamente all'aumentare della profondità.

La presenza di quest'alga fra i 20 ed i 30 metri di profondità è relativamente recente: i bassi valori di ricoprimento osservati possono in parte essere relazionabili alle caratteristiche ecologiche dell'alga ed in parte indicare che essa non ha ancora raggiunto il suo optimum di insediamento.

Poiché i dati confermano che il processo di espansione è tuttora in corso non è possibile affermare che i 30 metri rappresentino il limite inferiore di distribuzione di questa specie.

Il fattore profondità non influenza il secondo parametro indagato: il feltro algale su roccia o su "matte" rappresenta il substrato ideale per l'insediamento dell'alga. Il sistema degli stoloni e della frammentazione, che garantiscono all'alga un'elevata capacità di colonizzazione (Piazzi *et al.*, 1997) appare dunque efficace solo su questo tipo di substrato. La presenza del feltro consente agli stoloni, incapaci di ancorarsi a substrati nudi, di affondare nel sedimento e di intrecciarsi con le alghe che costituiscono il primo livello di colonizzazione. Questa ipotesi è avvalorata dal fatto che laddove si verifica una netta discontinuità del substrato (ad es. sul fondo dei "catini" dove la "matte" ricoperta da feltro si interrompe bruscamente e viene sostituita dalla sabbia) sono visibili stoloni in accrescimento che tentano di colonizzare il nuovo habitat riuscendo, tuttavia, ad insediarsi in una fascia molto ristretta. Occorre sottolineare che la Meloria, per conformazione e posizione, rappresenta una zona ad elevato idrodinamismo che non facilita l'ancoraggio dell'alga. È pertanto ipotizzabile che questa netta differenza nelle strategie di colonizzazione nei diversi substrati non sia generalizzabile alle aree più riparate.

Queste ipotesi non contraddicono quanto evidenziato da altri autori (Giaccone e Di Martino, 1995) i quali affermano che *C. racemosa*, possedendo un meccanismo facoltativo eterotrofo, potrebbe trovare in questo substrato ricco di resti vegetali e materiale organico i nutrienti che favoriscono il suo sviluppo.

**Ringraziamenti**

Ringraziamo L. Benedetti Cecchi per la rielaborazione dei dati e Accademia Navale di Livorno (Com. R. Cervino e Com. Fanelli) e IIM di Genova (Com. Sfregola e Dott. A. Mori) per il supporto logistico.

## Bibliografia

DETHIER M.N., GRAHAM E.S., COHEN S., TEAR L.M. (1993) - Visual versus random-point cover estimations: 'objective' is not always better. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **96**: 93-100.

DOUMENGE F. (1995) - Quelques réflexions sur les algues caulerpes. *Biol. Mar. Medit.*, **2** (2): 613-633.

HAMEL G. (1926) - Quelques algues rares ou nouvelles pour la flore méditerranéenne. *Bull. du Muséum National d'histoire nat.*, **32**: 420.

GIACCONE G., DI MARTINO V. (1995) - Le Caulerpe in Mediterraneo: un ritorno del vecchio bacino Tetide verso il dominio Indo-Pacifico. *Biol. Mar. Medit.*, **2** (2): 607-612.

PIAZZI L., BALESTRI E., CINELLI F. (1994) - Presence of *Caulerpa racemosa* in the north-western Mediterranean. *Cryptogamie Algol.*, **15** (3): 183-189.

PIAZZI L., ACUNTO S., MAGRI M., RINDI F., BALESTRI E. (1997) - Osservazioni preliminari sull'espansione di *Caulerpa racemosa* (Forsskål) J. Agardh sulle Secche della Meloria (Livorno, Italia). *Biol. Mar. Medit.*, **4** (1): 426-428.

POR F.D. (1990) - Lessepsian migration. An appraisal and new data. *Bull. de l'Inst. Océanogr., Monaco,* n° spécial **7**: 1-10.

UNDERWOOD A.J. (1981) - Techniques of analysis variance in experimental marine biology and ecology. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.*, **19**: 513-605.

VERLAQUE M. (1994) - Inventaire des plantes introduites en Méditerranée: origines et répercussions sur l'environnement et les activités humaines. *Oceanologica Acta*, **17** (1): 1-23.

Biol. Mar. Medit. (1999), 6 (1): 380-382

S. De Zio Grimaldi, M. Gallo D'Addabbo, M.R. De Lucia Morone,
R. Sandulli, R. D'Addabbo, M.G. Faienza, R. Pietanza

Dipartimento di Zoologia, Università di Bari, Via E. Orabona, 4 - 70125 Bari, Italy.

# FIRST DATA ON SUBTIDAL MEIOFAUNA OF TREMITI ISLANDS

## *PRIMI DATI SULLA MEIOFAUNA DELLE ISOLE TREMITI*

***Abstract***

*The meiofauna collected along subtidal transects of Tremiti Islands were examined. First results revealed the presence of a diverse meiobenthic community dominated by harpacticoid copepods, nematodes and polychaetes. The importance of sediment particle size in determining the quali-quantitative composition of faunal types is clear at all studied sites.*

***Key-words:*** *Meiofauna, harpacticoid copepods, tardigrades, Tremiti Islands.*

## Introduction

Two sampling campaigns aiming at collecting data on the almost unknown meiofaunal assemblages of Tremiti Islands (Adriatic Sea, 42°06' N/15°28' E) were carried out within PRISMA II scientific programme. In this study preliminary data on meiofauna abundance and composition, including a species list of Tardigrades and a genera list of Gastrotrichs, are reported.

## Materials and methods

Sediment samples were collected at various depths (5, 10 and 20 m depth) along 8 transects perpendicular to the coastline, in July and October 1997, by means of a Van Veen grab and a SCUBA-diver operated manual corer. The samples were preserved with borax neutralized 5% formalin-seawater, and meiofauna were extracted, in the laboratory, via decantation and filtered through a 45 μm mesh size sieve (Higgins & Thiel, 1988). Grain size analyses were performed according to Buchanan (1984).

## Results and conclusions

Granulometric analyses did not evidenciate relevant differences amongst the various samples. Most of the sediments are coarse sands (mean φ=0.25, 78%), of carbonatic origin very rich in organogenic debris (molluscs shells, bryozoans, etc..).

Harpacticoid copepods, Nematodes and Annelids were the most abundant groups followed by Gastrotrichs, Turbellarians, Tardigrades, Halacarids and Kinorhynchs (Table 1). A relevant number of Solenogastres (Neomeniomorpha) was found at one site, representing the first record of this mollusc group in the Adriatic Sea. Particular attention was given to the study of Tardigrades (Heterortardigrada), represented by 17 species, 14 of which belonging to the family Halechiniscidae, 2 to the Batillipedidae and 1 to the Echiniscoididae (Table 2).

The assemblage composition is imposed by the sediment grain size and confirms previous data concerning organogenic coarse sands Tardigrades (D'Addabbo Gallo

Tab. 1 - Meiofaunal abundance along transects. Mean density (two replicates) per 10 cm$^2$.
*Abbondanza della meiofauna lungo i transetti. Densità media (due repliche) per 10 cm$^2$.*

| Taxa | Tr. A | | Tr. B | | | Tr. C | | | Tr. D | | | Tr. E | | | Tr. F | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Depth (m) | 10 | 20 | 5 | 10 | 20 | 5 | 10 | 20 | 5 | 10 | 20 | 5 | 10 | 20 | 5 | 10 | 20 |
| Nematoda | 1272 | 672 | 3743 | 1338 | 1395 | 65 | 258 | 666 | 90 | 67 | 251 | 170 | 40 | 3070 | 403 | 1231 | 1047 |
| Turbellaria | 54 | 24 | 345 | 116 | 19 | 7 | 47 | 54 | | | | 3 | 27 | 27 | 127 | 44 | 19 |
| Copepoda | 766 | 248 | 136 | 934 | 523 | 1477 | 2402 | 508 | 179 | 201 | 87 | 1059 | 230 | 2153 | 197 | 1558 | 826 |
| Gastrotricha | | 16 | 30 | 143 | 8 | | 16 | 19 | 1 | 1 | | | | 88 | 14 | 76 | 38 |
| Annelida | 456 | 276 | 351 | 135 | 152 | 67 | 193 | 128 | 31 | 33 | 21 | 250 | 139 | 28 | 83 | 374 | 99 |
| Halacaroidea | 2 | 14 | | | | 1 | | | | 1 | | 7 | 21 | 12 | | | |
| Tardigrada | | 30 | | | 1 | | 1 | | 16 | 2 | | 13 | 10 | 35 | 1 | | |
| Kinorhyncha | | | | | | | | | | | | | | 2 | | 2 | |
| Solenogastres | | | | | | | | | | | | | | | 25 | | |
| TOTAL | 2550 | 1280 | 4605 | 2666 | 2098 | 1617 | 2917 | 1375 | 317 | 305 | 359 | 1502 | 467 | 5415 | 850 | 3285 | 2029 |

Tab. 2 - Tardigrades distribution at the studied sites. Total values.
*Distribuzione dei tardigradi nell'area di studio.*

| Taxa | Tr. A | Tr. B | Tr. C | Tr. D | | Tr. E | | | Tr. F |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Depth (m) | 20 | 20 | 10 | 5- | 10 | 5 | 10 | 20 | 5 |
| Halechiniscidae | | | | | | | | | |
| *Florarctus asper* | | | | | | | | 4 | |
| *Florarctus cinctus* | 21 | | 3 | 70 | 7 | | | 28 | |
| *Florarctus hulingsi* | | | | 4 | 1 | | | 4 | |
| *Florarctus stellatus* | | | | | | | 3 | 123 | 3 |
| *Halechiniscus chafarinensis* | 21 | 6 | | | | 9 | 21 | | |
| *Halechiniscus greveni* | | | | 5 | 2 | | | | |
| *Dipodarctus subterraneus* | 21 | | | 1 | | 42 | 6 | | |
| *Raiarctus variabilis* | | | | | | 3 | | | |
| *Styraconyx craticulus* | | | | | | 3 | | | |
| *Styraconyx nanoqsunguak* | | | | | 3 | 9 | | | |
| *Styraconyx sardiniae* | | | 3 | | | | 6 | | |
| *Tholoarctus natans natans* | 39 | | | | | | | | |
| *Tanarctus longisetosus* | 51 | | | | | | | | |
| *Tanarctus tauricus* | | | | | | 3 | | | |
| Batillipedidae | | | | | | | | | |
| *Batillipes littoralis* | | | | | | | | 12 | |
| *Batillipes similis* | | | | | | | | 3 | |
| Echiniscoididae | | | | | | | | | |
| *Echiniscoides s. sigismundi* | | | | | | 3 | | | |
| TOTAL | 153 | 6 | 6 | 80 | 10 | 63 | 48 | 174 | 3 |

*et al.*, 1987, 1989; Grimaldi de Zio *et al.*, 1983). The most abundant species are essentially of the epibenthic or the endobenthic type (Kristensen and Renaud Mornant, 1983, Grimaldi de Zio *et al.*, 1984, 1987) such as Florarctinae, Styraconyxinae and Tanarctinae, typical of coarse sediments, while the presence of Batillipedidae, mostly mesobenthic in medium and medium-fine sands, is almost insignificant.

Data on Gastrotrichs refer to samples collected along two transects (B and E; Table 3). This phylum, composed by 9 genera belonging to Macrodasyida and Chetonotida, shows very low abundances in most samples except in one (B: -10 m) where it represents about 7% of total meiofauna. Harpacticoid copepods are mainly epibenthic and endobenthic forms (Ectinosomatidae, Diosaccidae, Canuellidae) and share with Nematodes the first place as most abundant group.

Tab. 3 - Gastrotrichs genera distribution along two transects. Mean density per 10 cm². *Distribuzione dei generi di gastrotrichi lungo due transetti. Densità media per 10 cm².*

| Taxa | Tr. B | | | Tr. E |
|---|---|---|---|---|
| Depth (m) | 5 | 10 | 20 | 20 |
| *Mesodasys* | 7 | 19 | 3 | |
| *Aspidiophorus* | 20 | 2 | 2 | 3 |
| *Urodasys* | 1 | 81 | | |
| *Tetranchyroderma* | 1 | 33 | 3 | |
| *Chaetonotus* | 1 | | | |
| *Platidasys* | | | | 79 |
| *Thaumastoderma* | | | | 6 |
| *Paraturbanella* | | 5 | | |
| *Macrodasys* | | 3 | | |
| TOTAL | 30 | 143 | 8 | 88 |

These first data seem to show that Tremiti Archipelago represents a very interesting habitat hosting an extremely rich and diverse meiofauna, and confirm the importance of sediment texture as a key factor structuring meiobenthic communities, both qualitatively and quantitatively.

**References**

BUCHANAN J.B. (1984) - Sediment analyses. In: Holme N.A. and McIntyre A.D. (eds.), *Methods for the study of Marine Benthos*. IPH Handbook 16, London, Blackwell Scientific Publications: 41-65.

D'ADDABBO GALLO M., MORONE DE LUCIA M.R., GRIMALDI DE ZIO S. (1987) - Heterotardigrada of the Amendolara Shoal, high Ionian Sea. In: *Biology of Tardigrades (R. Bertolani, ed)*. Selected Symposia and Monographs U.Z.I., I, Mucchi, Modena: 103-110.

D'ADDABBO GALLO M., MORONE DE LUCIA M.R., GRIMALDI DE ZIO S. (1989) - Two new species of the genus *Styraconyx* (Tardigrada: Heterotardigrada). *Cah. Biol. Mar.*, **30**: 17-33.

GRIMALDI DE ZIO S., D'ADDABBO GALLO M., MORONE DE LUCIA M.R. (1983) - Marine Tardigrades of the "Secca dell'Armeleia" (Ionian Sea), and redescription of *Raiarctus colurus* Renaud-Mornant 1981 (Heterotardigrada). *Oebalia*, **9** N. S.: 33-42.

GRIMALDI DE ZIO S., MORONE DE LUCIA M.R., D'ADDABBO GALLO M. (1984) - Relazione tra morfologia ed ecologia nei tardigradi marini (Heterotardigrada-Artrotardigrada). *Cah. Biol. Mar.*, **25**: 67-73.

GRIMALDI DE ZIO S., D'ADDABBO GALLO M., MORONE DE LUCIA M.R. (1987) - Adaptive radiation and phylogenesis in marine Tardigrada and the estabilishment of Neostygarctidae, a new family of Heterotardigrada. *Boll. Zool.*, **54**: 27-33.

HIGGINS R.P., THIEL H. (1988) - Introduction to the study of meiofauna. *Smithsonian Institution Press Washington, D.C. London*: 448 pp.

KRISTENSEN R.M., RENAUD-MORNANT J. (1983) - Existence d'Arthrotardigrades semi-benthiqes de genre nouveaux de la sous famille des Styraconyxinae, subfam. nov. *Cah. Biol. Mar.*, **24:** 337-353.

Biol. Mar. Medit. (1999), 6 (1): 383-384

V. Di Martino

Dipartimento di Botanica dell'Università di Catania, Via Antonino Longo, 19 - 95125 Catania, Italia.

# ECCEZIONALE FRUTTIFICAZIONE NEL POSIDONIETO DELL'ISOLA DI CAPO PASSERO DI PORTOPALO (SR) (SICILIA S.E.)

## *UNUSUAL FRUITING IN THE POSIDONIA MEADOW OFF "ISOLA DI CAPO PASSERO" OF PORTOPALO (SR) (S.E. SICILY)*

***Abstract***

*In this paper are presented some observations on fruiting of a* Posidonia oceanica *bed located off "Isola di Capo Passero", in South-Eastern Sicily. Over all the prairie extension, from -6 to -30 m depth, were found red fruits of* P. oceanica. *The unusual colour of fruits and their abundance represent a unique event in the literature data on Posidonia reproductive cycle.*

***Key-words:*** Posidonia oceanica, *red fruits, Capo Passero, Sicily.*

## Introduzione

L'Isola di Capo Passero di Portopalo (SR) già Riserva Naturale Integrale della Regione Siciliana già dal 1995 in virtù della L.R. 98/1981 è compresa fra i siti potenziali per l'istituzione di Riserve Nazionali Marine previsti dalla "legge quadro sulle aree protette" n° 394/1991. La riserva naturale comprende anche una zona di rispetto a mare che si estende per trecento metri dalla linea di costa.

Il presente lavoro si inserisce in uno studio più ampio sui popolamenti algali intorno all'isola di Capo Passero, in corso di svolgimento da circa un anno.

## Materiali e metodi

Nei fondali prospicienti l'isola di Capo Passero è presente una estesa prateria a *Posidonia oceanica* (L.) Delile che si sviluppa a partire dalla profondità di 6 metri e raggiunge nel versante orientale dell'isola i 35 metri di profondità. I fondali dell'isola esposti ad Ovest sono, inoltre, caratterizzari da prati a *Cymodocea nodosa* (Ucria) Ascherson e *Caulerpa racemosa* (Forsskål) J. Agardh, insediati su sabbia fine mista a peliti.

Il Posidonieto, che ricade per buona parte nella fascia di rispetto a mare della riserva, presenta una struttura a mosaico con "*intermattes*" generalmente ridotte (Giraud, 1977a; 1977b) e una diminuzione progressiva della densità dei fascicoli foliari, dalla superficie verso il fondo: da 419 (±90) a 208 (±74) fasci/m$^2$ (Buia *et al.*, 1985; 1989).

Le osservazioni, compiute mediante immersione con A.R.A., sono state effettuate nei mesi di novembre e dicembre 1997 a tre differenti profondità (-6, -15 e -30 metri) lungo tre transetti orientati rispettivamente a Nord, Est e Sud. Per stimare quantitativamente il processo di fruttificazione, si è utilizzato un quadrato di 1 m di lato, all'interno del quale si è effettuata la conta degli scapi fruttiferi; per ciascuna profondità sono state effettuate 10 repliche.

## Risultati e discussione

Il maggior numero di frutti è stato riscontrato alla profondità di 15 metri in tutti e tre i transetti (fino ad un massimo di 30 scapi fruttiferi/m$^2$); la densità di

frutti è risultata minore alla massima profondità (Tab. 1). Questa diminuzione dell'entità del fenomeno lungo il gradiente batimetrico coincide con quanto osservato da Mazzella *et al.* (1984, 1986) per le praterie di Ischia.

Tab. 1 - Numero medio (± deviazione standard) di piante fruttificate per metro quadrato, alle differenti profondità ed esposizioni.
*Mean number (± standard deviation) of fruiting plants per square meter, at different depths and expositions.*

| | NORD | EST | SUD |
|---|---|---|---|
| **- 6 m** | 22 (± 2,80) | 24 (± 2,62) | 22 (± 2,53) |
| **- 15 m** | 26 (± 2,53) | 30 (± 3,77) | 24 (± 1,24) |
| **- 30 m** | 19 (± 2,40) | 21 (± 2,40) | 20 (± 3,65) |

Una notazione va fatta in riferimento al colore dei frutti. È stato riscontrato, infatti, che questi subiscono una variazione cromatica nel corso del processo di maturazione. I frutti giovani, osservati nella prima settimana di novembre 1997, si presentano del normale colore verde. Nelle successive fasi di maturazione questi subiscono un viraggio cromatico divenendo dapprima rossi (dicembre) e successivamente bruni, prima di staccarsi dalla pianta una volta raggiunta la maturazione.

Questa eccezionale variazione cromatica, non documentata in letteratura, è stata riscontrata contemporaneamente a tutte le profondità di studio.

Considerata la densità dei fasci fogliari e l'alta percentuale di piante fertili, si può ritenere che questa prateria non presenti segni di sofferenza. Pertanto, anche su queste basi, si può affermare che il sito è idoneo per la realizzazione di una Riserva Nazionale Marina.

**Ringraziamenti**

L'Autore vuole ringraziare il prof. Giuseppe Giaccone per la rilettura critica del manoscritto, l'Ente Fauna Siciliana ed il direttore della "Riserva Naturale Integrale Isola di Capo Passero", Dott.ssa Alma Mancuso, per le facilitazioni concesse nel corso dello studio.

**Bibliografia**

BUIA M. C., CORMACI M., FURNARI G., MAZZELLA L. (1985) - Osservazioni sulla struttura delle praterie a *Posidonia oceanica* (L.) Delile di Capo Passero (Siracusa) e studio della macroflora epifita delle foglie. *Boll. Acc. Gioenia Sci. Nat., Catania*, **18** (326): 463-484.

BUIA M. C., CORMACI M., FURNARI G., MAZZELLA L. (1989) - *Posidonia oceanica* off Capo Passero (Sicily, Italy): leaf phenology and leaf algal epiphytic community. In: Boudouresque C. F., Meinesz A., Fresi E. & Gravez V. edit., *Int. Workshop on Posidonia Beds,* GIS Posidonie publ., Fr., **2**: 127-143.

GIRAUD G. (1977a) - *Contribution à la description et à la phénologie quantitative des herbiers de* Posidonia oceanica *(L.) Delile*. Thèse en Océanologie, Aix-Marseille II. 150 pp.

GIRAUD G. (1977b) - Essai de classement des herbiers de *Posidonia oceanica* (L.) Delile. *Bot. Mar.*; **20**: 487-491.

MAZZELLA L., GAMBI M. C., RUSSO G. F., BUIA M. C. (1984) - Deep flowering and fruiting of *Posidonia oceanica* beds around the Island of Ischia (Gulf of Naples). In: Boudouresque C.F., Jeudy de Grissac A. and Olivier J. edit., *Internat. Workshop on Posidonia oceanica beds,* GIS Posidonie publ., **1**: 203-209.

MAZZELLA L, SCIPIONE M. B., GAMBI M. C., FRESI E., BUIA M. C., RUSSO G. F., DE MAIO R., LORENTI M., RANDO A. (1986) - *Le praterie sommerse del Mediterraneo*. Pubbl. del Laboratorio di Ecologia del Benthos - Stazione Zoologica A. Dohrn, Napoli: 64 pp.

Biol. Mar. Medit. (1999), 6 (1): 385-387

M.G. Faienza, E. Fregni*, P. Tongiorgi*, S. De Zio Grimaldi

Dipartimento di Zoologia, Università di Bari, Via Orabona, 4 - 70125 Bari, Italia.
*Dip. Biologia Animale, Università di Modena, Italia.

# UNA FAUNULA A GASTROTRICHI DI DETRITO CORALLIGENO E DI UNA GROTTA SOTTOMARINA DEL BASSO ADRIATICO

## *GASTROTRICHA OF CORALLIGENOUS DETRITUS AND OF A SUBMARINE CAVE IN THE SOUTHERN ADRIATIC SEA*

***Abstract***

*Five species of Macrodasyida and four species of Chaetonotida were found in the organogenous detritus of a submarine cave (-10 m depth) and at the base of a coralligenous bank (-15 m depth) in southern Adriatic Sea. Two species, belonging to the genera Tetranchyroderma and Urodasys, are new for science.*

***Key-words:*** *Gastrotricha, Southern Adriatic Sea.*

## Introduzione

La fauna gastrotricologica marina italiana annovera circa 160 specie, 90 macrodasidi e 70 chetonotidi (Balsamo e Tongiorgi, 1995; Balsamo *et al.*, 1992; 1994, 1994, 1996). Il maggior numero delle specie è stato raccolto nella zona litorale e sublitorale fino a 4-8 metri di profondità, mentre praticamente nulle sono le conoscenze sui gastrotrichi che abitano i sedimenti più profondi (oltre i 15 metri di profondità) e quelli di ambienti particolari come i fondali a posidonia e le grotte sottomarine, il cui studio è appena iniziato.

Con questo lavoro si presentano i primi dati su gastrotrichi raccolti nell'Adriatico meridionale, all'interno di una grotta sottomarina a -10 m di profondità e ai piedi di una formazione coralligena a -15 m.

## Materiali e metodi

I campioni sono stati prelevati in immersione subacquea su superfici di cm 20x20, circa 500 m al largo di Monopoli (Bari) nel sedimento di una grotta sottomarina e in quello di una prospiciente formazione coralligena. La grotta è del tipo a "tunnel", completamente sommersa, con una apertura a pozzo a 10 metri di profondità ed una alla base di una parete verticale, a circa 15 m di profondità. Il fondo della grotta, originariamente roccioso, è ricoperto da uno strato di sedimento organogeno di spessore variabile. La volta, le pareti e i blocchi rocciosi che affiorano tra il sedimento, sono riccamente colonizzati da poriferi, cnidari, briozoi e lamellibranchi. La conformazione della grotta permette un efficace idrodinamismo e i ricchi popolamenti macrobentonici assicurano un buon trofismo. Il coralligeno di piattaforma, prospiciente l'apertura più profonda della grotta, è quello tipico pugliese (Sarà, 1967) e si estende da circa 12-14 m fino a 30-35 m di profondità.

Gli esemplari sono stati estratti per choc ipotonico, mediante lavaggio in acqua dolce, centrifugazione e filtrazione attraverso un setaccio a maglie di 42 μm, quindi fissati in formalina neutralizzata con Borace, al 5% in acqua di mare (Higgins e Thiel, 1988).

## Risultati

L'esame dei campioni di sedimento (ciascuno di circa 700 cc) ha portato al riconoscimento di una ricca meiofauna composta prevalentemente da nematodi, arpacticoidi, anellidi, chinorinchi, gastrotrichi, protozoi ed, in misura minore, da turbellari, gnatostomulidi, rotiferi e sipunculidi.

Particolare attenzione è stata dedicata allo studio dei gastrotrichi di cui sono stati rinvenuti 140 esemplari, il 49% dei quali nel detrito coralligeno ed il 51% in quello di grotta.

Sono state rinvenute complessivamente 11 specie, ripartite fra 9 generi, 5 dei quali appartenenti all'ordine Macrodasyida e 4 a quello dei Chaetonotida (Tab. 1). Due specie appartenenti ai generi *Tetranchyroderma* ed *Urodasys*, sono nuove per la scienza (Schoepfer-Sterrer, 1974) La specie più abbondante in entrambe le stazioni è risultata *Urodasys* n. sp. con percentuali pari al 40% in grotta e 65% alla base del coralligeno; è inoltre da segnalare la presenza di *Diplodasys meloriae*, un macrodaside noto finora solo nell'arcipelago e litorale Toscano (Todaro, 1992; Todaro *et al.* 1992).

Tab. 1 - Elenco delle specie di gastrotrichi nei due siti di campionamento.
*Gastrotrichs species list in both sampling sites.*

| Specie | Grotta | | Base coralligeno | |
|---|---|---|---|---|
| | N | % | N | % |
| **Macrodasyida** | | | | 9 |
| *Urodasys* n. sp. | 30 | 39.5 | 48 | 64.9 |
| *Thaumastoderma mediterraneum* | -- | -- | 2 | 2.7 |
| *Diplodasys ankeli* | 6 | 7.9 | -- | -- |
| *Diplodasys minor* | 3 | 3.9 | -- | -- |
| *Dyplodasis meloriae* | 1 | 1.3 | -- | -- |
| *Tetranchyroderma* n. sp. | 13 | 17.1 | -- | -- |
| *Paraturbanella dohrni* | 1 | 1.3 | -- | -- |
| **Chaetonotida** | | | | |
| *Aspidiophorus paramediterraneus* | 4 | 5.3 | 7 | 9.5 |
| *Chaetonotus neptuni* | 17 | 22.4 | 16 | 21.6 |
| *Xenotrichula punctata* | -- | -- | 1 | 1.3 |
| *Heteroxenotricula squamosa* | 1 | 1.3 | -- | -- |
| Totale | 76 | | 74 | |

## Conclusioni

I dati ottenuti dallo studio di un ambiente circoscritto, come quello indagato, oltre che ad ampliare le conoscenze sulla fauna gastrotricologica, evidenziano la necessità di estendere le indagini anche ad ambienti sinora poco considerati come i sedimenti di grotte marine, di coralligeno e di profondità, che stanno riservando sempre nuove ed interessanti scoperte.

### Bibliografia

BALSAMO M., TODARO M.A., TONGIORGI P. (1992) - Marine gastrotrichs from the Tuscan Archipelago (Tyrrenian Sea): Chaetonotida, with description of three new species. *Boll. Zoll.*, **59**: 487-498.

BALSAMO M., FREGNI E.,TONGIORGI P. (1994) - Marine and freshwater Gastrotricha from the island of Montecristo (Tuscan Archipelago, Italy), with the description of new species. *Boll. Zool.*, **61**: 217-227.

BALSAMO M., TONGIORGI P. (1995) - Gastrotricha. In: Minelli A., Ruffo S. e La Posta S. (eds.), *Checklist delle specie della fauna italiana*. Calderini, Bologna: 7.

BALSAMO M., FREGNI E., TONGIORGI P. (1995) - Marine Gastrotricha from the coast of Sardinia (Italy). *Boll. Zool.*, **62**: 273-286.

HIGGINS R.P., THIEL H.,(1988) - *Introduction to the study of Meiofauna.* Smithsonian Institution Press, *Washington D.C.*: 488 pp.

SARÀ M. (1967) - Ricerche sul coralligeno di piattaforma pugliese. *Boll. Zool.*, **34**: 171.

SCHOEPFER-STERRER C. (1974) - Five new species of *Urodasys* and remarks on the terminology of the genital organs in Macrodasyida (Gastrotricha). *Cah. Biol.* Mar., **15**: 229-259.

TODARO M.A. (1992) - Contribution to the study ofthe Mediterranean meiofauna: Gastrotricha from the Island of Ponza, Italy. *Boll. Zool.*, **59**: 321-333.

TODARO M.A, BALSAMO M., TONGIORGI P. (1992) - Marine gastrotrichs from the Tuscan Archipelago (Tyrrenian Sea): I. Macrodasyida, with description of three new species. *Boll. Zool.*, **59**: 471-471.

Biol. Mar. Medit. (1999), 6 (1): 388-390

M. GHERARDI

Dipartimento di Zoologia, Via Orabona, 4 - 70125 Bari, Italia.

# PRIMI DATI SUL MACROBENTHOS DELLA RISERVA MARINA DELLE ISOLE TREMITI: I POLICHETI

## *PRELIMINARY DATA ON MACROBENTHIC COMMUNITIES OF THE MARINE RESERVE OF TREMITI ISLANDS: POLYCHAETES.*

***Abstract***

*Benthic macrofauna samples carried out at Tremiti Islands, have showed a rich polychaetes population, the preliminary data of which are reported in this paper. The structural parameters: numerical abundance, species richness, diversity were compared at each depths and transects.*

***Key-words:*** *Polychaetes, macrobenthos, Tremiti Islands.*

## Introduzione

Lo studio si inquadra nelle ricerche svolte nell'ambito del "Progetto Prisma 2", finalizzato all' analisi delle comunità bentoniche, in particolare di quelle delle Isole Tremiti per le quali le conoscenze faunistiche risultano ancora largamente incomplete (Marano *et al.*, 1992). I dati riportati si riferiscono alla frazione a policheti, del macrobenthos di substrato mobile. L'analisi non comprende i dati relativi alle zone di posidonieto.

## Materiali e metodi

Sono stati effettuati 44 campionamenti lungo 8 transetti perpendicolari alla costa, a profondità comprese tra 5 e 70 m, su differenti tipi di substrato. Per ciascun transetto e per ognuno dei 7 livelli di profondità considerati sono stati calcolati i valori medi di abbondanza numerica (A.N.) e di ricchezza specifica (R.S.) e i valori dell'indice di Shannon-Weaver (H'). Dendrogrammi di distanza, relativi ai transetti e ai livelli batimetrici, sono stati costruiti utilizzando i dati di presenza-assenza.

## Risultati

Sono stati complessivamente identificati 90 taxa di policheti (Tab. 1), per un totale di 464 individui. Il contributo maggiore in termini quantitativi è dato dalla famiglia Dorvilleidae mentre i Sillidae costituiscono il gruppo più rappresentato per numero di specie. Il popolamento è caratterizzato, in generale, da una ridotta abbondanza numerica delle specie; solo *Protodorvillea kefersteini*, infatti, ha presentato una frequenza superiore al 10% dell'intero popolamento. Un andamento molto variabile, sia in relazione alla profondità sia ai transetti, è stato riscontrato per gli indici di abbondanza numerica e ricchezza specifica (Tab. 2). Per quanto riguarda la distribuzione verticale, i prelievi relativi ai 30 m di profondità si evidenziano per i più bassi valori di R.S. e A.N. In relazione alla distribuzione spaziale, i maggiori valori di abbondanza numerica e ricchezza specifica sono stati registrati per i transetti T1 e T7. Il confronto tra i valori dell'indice di Shannon-Weaver consente di rilevare che il popolamento è in generale ben diversificato (Tab. 2). In relazione alla profondità, il più elevato valore

Tab. 1 - Elenco dei 90 taxa di policheti raccolti nell'area di ricerca.
*List of collected taxa.*

Polyodontidae n.c.
*Amphitrite rubra* (Risso, 1828)
*Aonides oxycephala* (Sars, 1862)
*Aponuphis brementi* (Fauvel, 1916)
*Arabella iricolor* (Montagu, 1804)
*Aricidea* sp.
*Brania pusilla* (Dujardin, 1839)
Capitellidae n.c.
*Chone duneri* Malmgren, 1867
*Chrysopetalum debile* (Grube, 1855)
*Cirratulus cirratus* (O.F.Müller, 1776)
*Cirriformia tentaculata* (Montagu, 1808)
*Clymenura clypeata* (Saint-Joseph,1894)
*Eteone* sp.
*Euclymene lumbricoides* (Quatrefages,1865)
*Euclymene oerstedi* (Claparède, 1863)
*Eulalia viridis* (Linnaeus, 1767)
*Eunice harassii* Audouin & Milne-Edwards,1833
*Eunice* sp.
*Eunice vittata* (Delle Chiaje, 1828)
*Glycera lapidum* Quatrefages, 1865
*Glycera rouxii* Audouin & Milne-Edwards,1833
*Glycera* sp.
*Glycera tesselata* Grube, 1863
*Gyptis propinqua* Marion & Bobretzky, 1875
*Haplosyllis spongicola* (Grube, 1855)
*Harmothoe areolata* Grube, 1860
*Harmothoe* sp.
*Heteromastus filiformis* (Claparède, 1864)
*Hyalinoecia tubicola* (O.F.Müller, 1776)
*Hydroides elegans* (Haswell, 1883)
*Hydroides pseudouncinatus* Zibrowius, 1968
*Hypsicomus stichophthalmos* (Grube, 1863)
*Jasmineira caudata* Langerhans, 1880
*Kefersteinia cirrata* (Keferstein, 1862)
*Lumbrineris funchalensis* (Kinberg, 1865)
*Lumbrineris gracilis* (Ehlers, 1868)
*Lumbrineris latreilii* Audouin &Milne-Edwards,1834
*Lumbrineris* sp.
*Lysidice ninetta* Audouin & Milne-Edwards,1833
*Marphysa bellii* Audouin & Milne-Edwards,1833
*Megalomma vesiculosum* (Montagu, 1815)
*Micronephtys* sp.
*Mysta picta* (Quatrefages, 1865)
*Naineris laevigata* (Grube, 1855)
*Nematonereis unicornis* Schmarda, 1861
Nereididae n.c.
*Nereis rava* Ehlers, 1868
*Nereis* sp.
*Nereis zonata* Malmgren, 1867
*Notomastus latericeus* Sars, 1851
*Ophelia* sp.
*Palola siciliensis* (Grube, 1840)
*Paradoneis armata* Glémarec, 1966
Paraonidae n.c.
*Perinereis cultrifera*(Grube, 1840)
*Phyllodoce mucosa* (Oersted, 1843)
Phyllodocidae n.c.
*Pista cristata* (O.F.Müller, 1776)
*Platynereis dumerilii* Audouin & Milne-Edwards,1833
*Poecilochaetus serpens* Allen, 1904)
Polynoidae n.c.
*Polyophthalmus pictus* (Dujardin, 1839)
*Pomatoceros triqueter* (Linnaeus, 1767)
*Pontogenia chrysocoma* (Baird, 1865)
*Prionospio* sp.
*Protodorvillea kefersteini* (McIntosh, 1879)
*Protula* sp.
*Pseudopotamilla reniformis* (Bruguiere, 1789)
*Sabella* sp.
*Serpula vermicularis* Linnaeus, 1767
Sigalionidae n.c.
*Sphaerosyllis hystrix* Claparède, 1863
*Spio multioculata* (Rioja, 1918)
*Spiophanes kroyeri* Grube, 1860
*Spirobranchus polytrema* (Philippi, 1844)
*Syllidia armata* Quatrefages, 1865
*Syllis columbretensis* Campoy, 1982
*Syllis prolifera* (Krohn, 1852)
*Syllis rosea* Langerhans, 1879
*Syllis variegata* Grube, 1860
*Syllis* sp.1
*Syllis* sp.2
*Syllis* sp.3
Terebellidae n.c.
*Terebellides stroemi* M. Sars, 1835
*Trypanosyllis zebra* (Grube, 1860)
*Vermiliopsis infundibulum* (Philippi,1844)
*Vermiliopsis labiata* (O.G.Costa, 1861)
*Vermiliopsis striaticeps* (Grube, 1862)

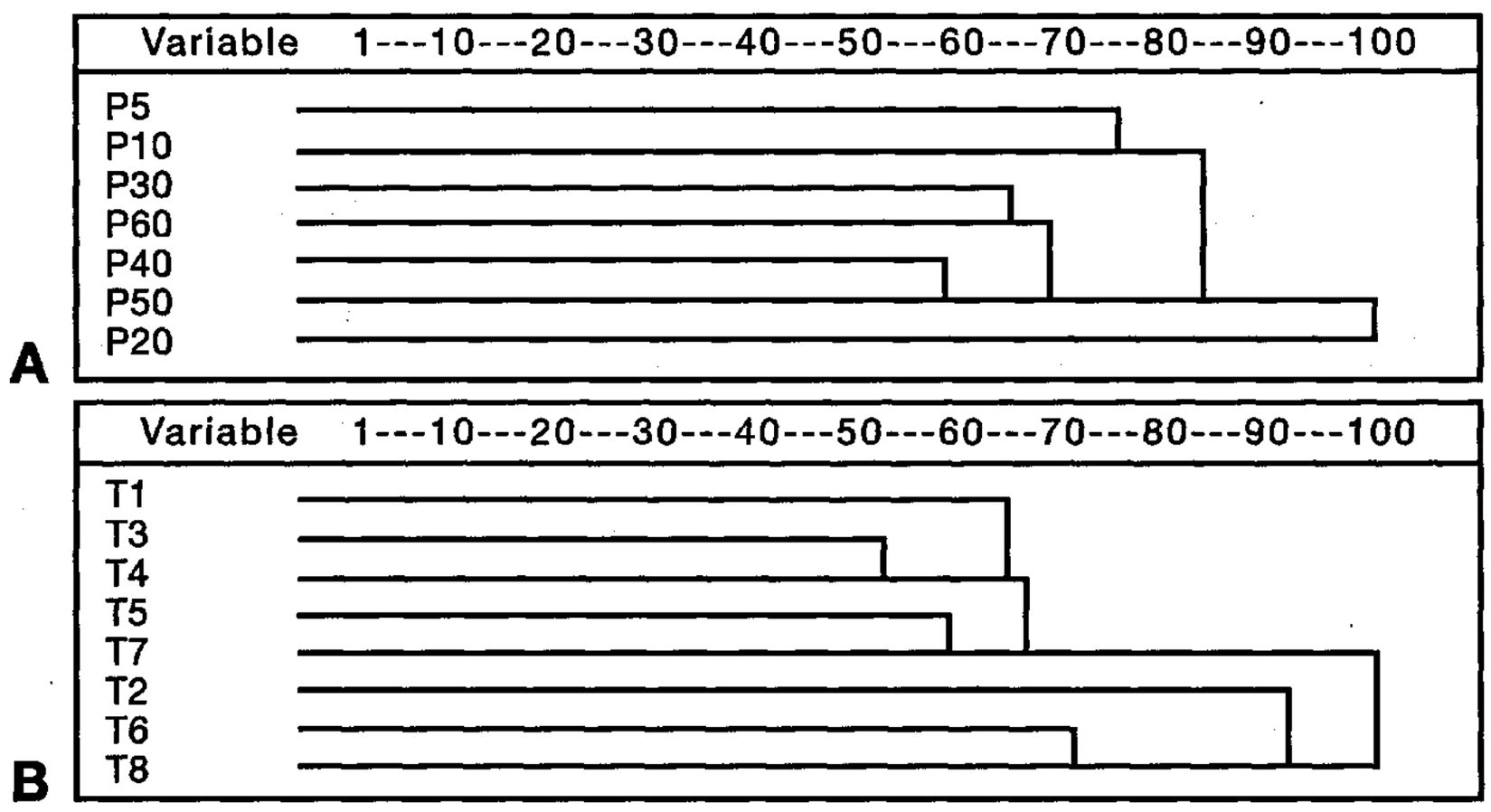
dell'indice di diversità é stato registrato per i prelievi relativi ai 20 m, mentre sono poco sensibili le variazioni dei valori di diversità relativi ai diversi transetti.

La UPGA Cluster Analysis eseguita sulle matrici di distanza, permette di riscontrare, in relazione alla profondità, la formazione di alcuni raggruppamenti: un cluster raggruppa i campionamenti più profondi (P40, P50, P30, P60) ed é collegato ad un altro cluster relativo ai prelievi più superficiali, mentre i prelievi relativi alla fascia batimetrica dei 20 m si separano nettamente dagli altri gruppi (Fig. 1, A). La stessa analisi eseguita in relazione ai transetti evidenzia una generale scarsa affinità tra i campionamenti (Fig. 1,B).

Tab. 2 - Valori medi di abbondanza numerica (A.N.) e ricchezza specifica (R.S.) e valori dell'indice di diversità di Shannon-Weaver (H') rilevati per ciascun livello di profondità e transetto.
*Means of numerical abundance (A.N.) and species richness (R.S.) and Shannon-Weaver diversity (H') detected in the various depths and transects.*

| | P5 | P10 | P20 | P30 | P40 | P50 | P60 | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 | T7 | T8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| A.N | 15 | 10 | 13 | 5.5 | 11 | 12 | 8 | 21 | 8.4 | 8.8 | 9.8 | 5 | 10 | 18 | 11 |
| R.S | 6.6 | 4 | 7.5 | 3.5 | 5.8 | 9.3 | 5.2 | 10 | 4.4 | 4.8 | 6 | 3.6 | 6.7 | 7.6 | 6.7 |
| H' | 3.9 | 3.3 | 5.2 | 3.4 | 3.9 | 4.2 | 4 | 4.6 | 4.4 | 3.6 | 4.1 | 4.2 | 4.7 | 3.5 | 3.8 |

Fig. 1 - Dendrogrammi di distanza relativi ai dati di presenza-assenza rilevati alle diverse profondità considerate (A) ed ai transetti (B).
*Cluster analysis of distances among depths (A) and transects (B).*




## Conclusioni

I dati riportati costituiscono un primo contributo alle conoscenze faunistiche dell'area in esame. Un'indicazione rilevante è fornita dagli alti valori di ricchezza specifica e di diversità, indicativi di eterogeneità strutturale dell'area. Va considerata, inoltre, l'esistenza di due popolamenti, distinguibili a livello qualitativo, distribuiti lungo il gradiente batimetrico in relazione alle variazioni del tipo di substrato.

## Bibliografia

MARANO G., VACCARELLA R., AMATO E., DEZIO V., ROSITANI L., PASTORELLI A.M. (1992) - Indagini preliminari sul parco marino delle Isole Tremiti. *Oebalia*, **17** (suppl.): 509-515.

Biol. Mar. Medit. (1999), 6 (1): 391-393

G. MAGNINO, M.F. GRAVINA*, P. RIGHINI**, F. SERENA**, M. PANSINI

Dipartimento per lo Studio del Territorio e delle sue Risorse,
Università di Genova, Via Balbi, 5 - Genova, Italia.
*Dip. di Biologia Animale e dell'Uomo, Roma, Italia.
**ARPAT-GEA, Livorno, Italia.

# DUE DEMOSPONGE LITHISTIDI NUOVE PER I MARI ITALIANI

## *TWO LITHISTID DEMOSPONGES NEW FOR THE ITALIAN SEAS*

***Abstract***

*Two species of sponges belonging to the order Lithistida (Porifera, Demospongiae), namely* Leiodermatium lynceus *Schmidt, 1870 and* Corallistes masoni *(Bowerbank, 1869), have been sampled in italian waters.* L. lynceus *is new for the Mediterranean Sea, while* C. masoni *has been once observed in dark caves near Marseille (France).*

***Key-words:*** *Demospongiae, Azoricidae, Corallistidae, Ligurian Sea, Tyrrhenian Sea.*

## Introduzione

L'ordine "Lithistida" (Schmidt, 1870) è un raggruppamento artificiale, certamente polifiletico, la cui classificazione si basa esclusivamente sulla presenza di particolari spicole chiamate desmi. Generalmente queste spicole si collegano l'una all'altra formando un reticolo rigido e indeformabile che dà alla spugna una consistenza lapidea. Associate ai desmi si osservano spesso megasclere ectosomali la cui morfologia, oltre a costituire un valido carattere diagnostico, consente di stabilire le affinità con altri ordini di Demosponge viventi. Buona parte degli ordini attuali, infatti, comprende specie il cui scheletro è caratterizzato anche da desmi. Solitamente i "Lithistida" vivono sulle piattaforme ed i plateau continentali, presentando una distribuzione batimetrica che va dal litorale sino ad oltre i 600 m (Lévi, 1991). Nel Mediterraneo settentrionale è stata più volte segnalata la risalita di specie profonde in grotte oscure (Pouliquen, 1972).

## Materiali e metodi

Gli esemplari oggetto del presente studio sono stati raccolti nel corso dell'attività di pesca sperimentale condotta nell'ambito del programma GRUND finalizzato alla valutazione delle risorse demersali. Per l'identificazione sono state utilizzate le consuete tecniche di dissociazione delle spicole con $HNO_3$ e di preparazione di sezioni. Le osservazioni sono state compiute in microscopia ottica ed elettronica a scansione.

## Risultati

*Corallistes masoni* (Bowerbank, 1869)
*Dactylocalyx masoni* Bowerbank, 1869

Gli esemplari sono stati raccolti su fondali fangosi compatti in una zona a Sud-Est del Banco di S. Lucia (Mar Ligure) ad una profondità compresa tra i 550 e i 640 m ed al largo delle coste laziali (Mar Tirreno centrale), ai margini della biocenosi a coralli bianchi, tra i 400 e i 600 m di profondità. Le spugne, di colore

bianco giallastro, formano delle lamine erette, di aspetto piuttosto contorto ed irregolare, con uno spessore massimo di 2 cm. La parte convessa della lamina costituisce la superficie inalante e la concava quella esalante (pori ed osculi misurano in media 80 µm). La specie appartiene alla famiglia Corallistidae Sollas, 1888 ed è caratterizzata da desmi monocrepidati (dicranocloni), da megasclere ectosomali libere (dicotrieni ed oxee) e da spiraster come microsclere. I desmi misurano 300-350 µm (Fig. 1). Le dicotrieni hanno un rabdoma di 100-180 X 6-12 µm ed un cladoma intorno ai 100 µm di diametro complessivo, le oxee sono rare e spesso frammentate. Le microsclere misurano 22-30 µm e si concentrano nell'ectosoma, strato superficiale dall'aspetto gelatinoso di circa 1 mm di spessore.

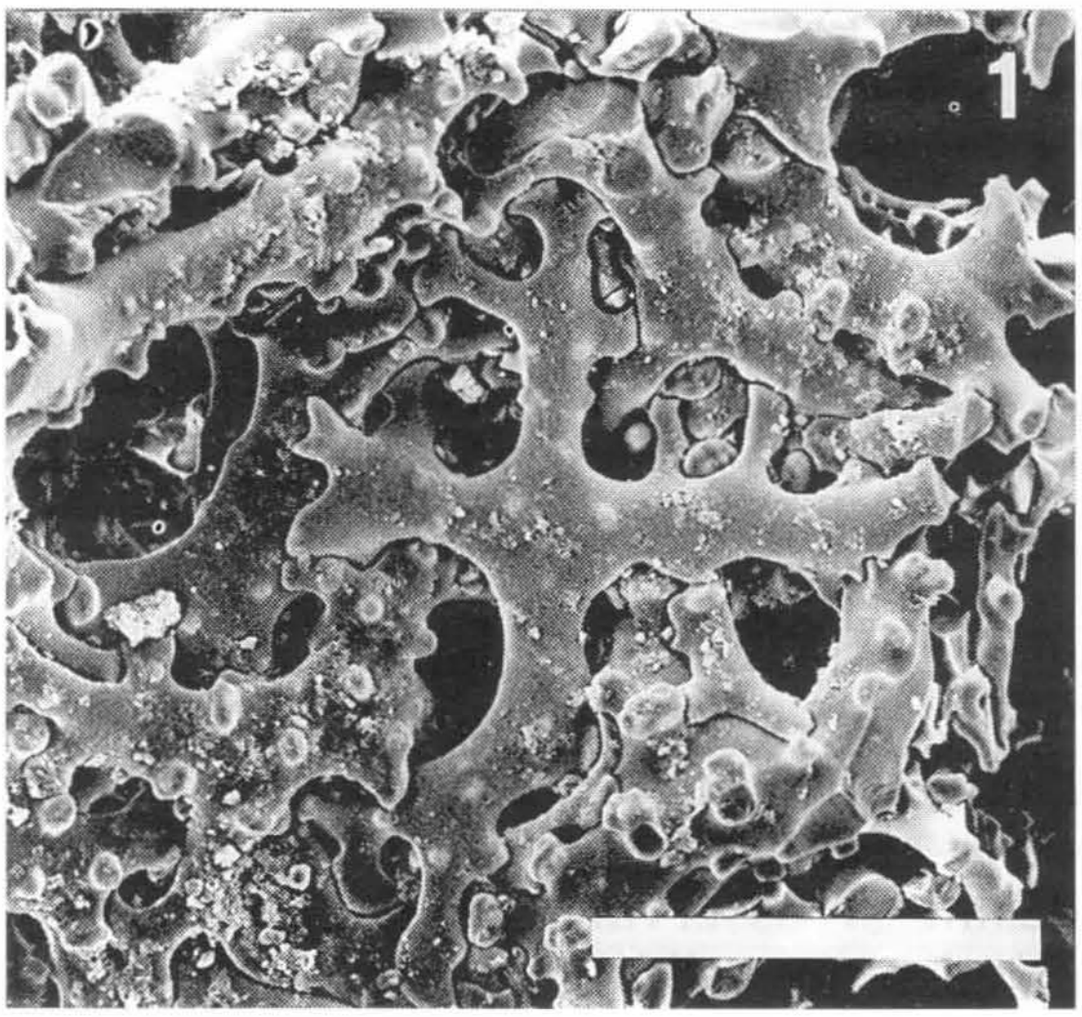



Fig. 1 - Desmi di *Corallistes masoni*, barra = 200 µm.
*Desmas of* C. masoni, *bar = 200 µm.*

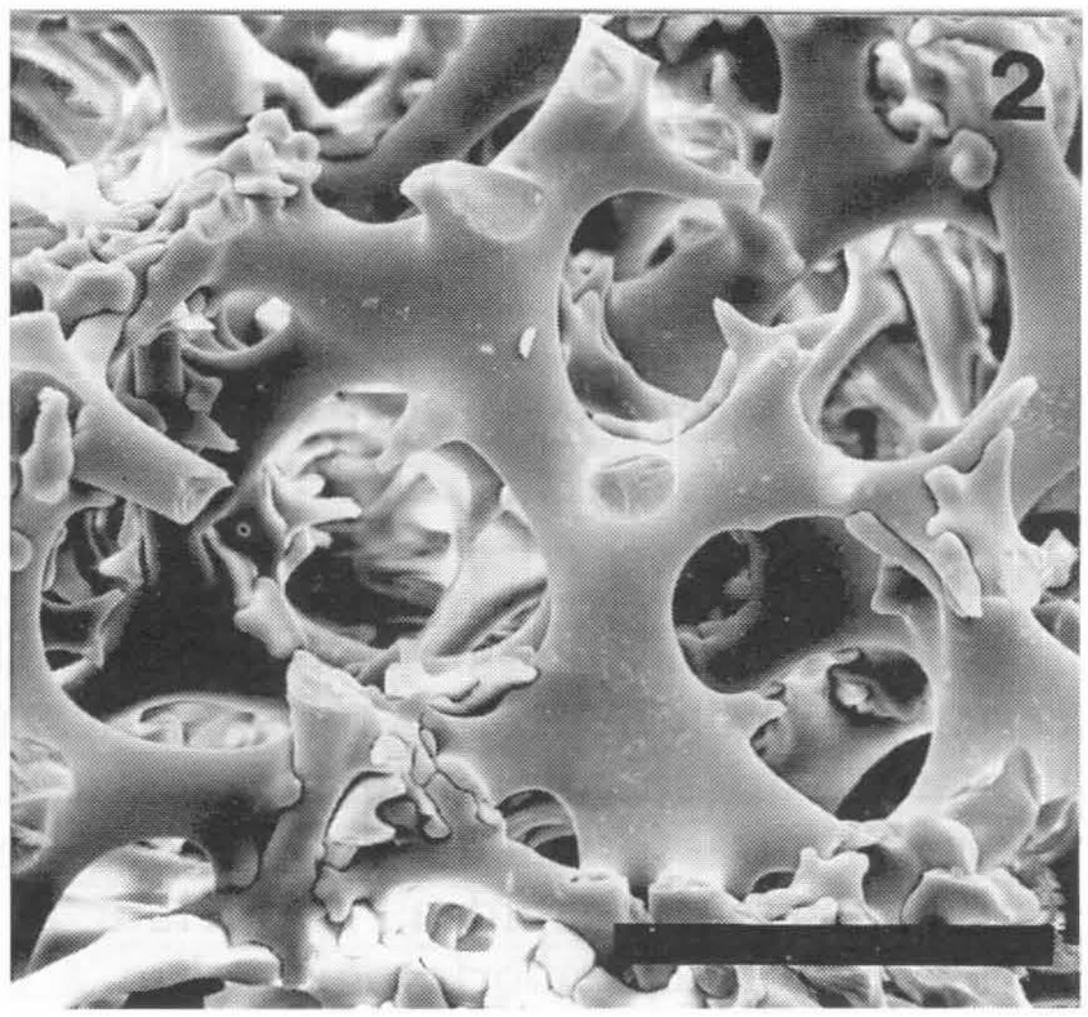



Fig. 2 - Desmi di *Leiodermatium lynceus*, barra = 100 µm.
*Desmas of* L. lynceus, *bar = 100 µm.*

*Leiodermatium lynceus* Schmidt, 1870
Sin: *Azorica pfeifferae* Carter, 1873
*Plakidium acutum* Lendenfeld, 1906

L'unico esemplare è stato raccolto a 700 m di profondità nella comunità a coralli bianchi e a fanghi batiali situata al largo delle coste laziali (Mar Tirreno). La spugna è eretta e forma una lamina di circa 5 mm, con ondulazioni profonde e regolari. Sul lato interno della lamina sono presenti degli osculi abbastanza grandi (1,2 mm) a margine sopraelevato, mentre i pori, molto ravvicinati e piccoli (70 µm), si trovano sulla faccia opposta. La colorazione blu che si osserva negli esemplari *in vivo* è insolita per le spugne. La specie appartiene alla famiglia Azoricidae Sollas, 1888 e possiede desmi monocrepidati ed oxee. I desmi misurano 150-200 µm (Fig. 2), mentre le rare oxee, diritte o ricurve, sono divise in due classi di taglia: 150-350/1,5-2 µm e 800-910/4-5 µm rispettivamente.

## Discussione

La maggior parte delle Demosponge dell'ordine "Lithistida" è distribuita nelle regioni tropicali e sub-tropicali (Lévi, 1991), ma il quadro biogeografico è an-

cora largamente incompleto. *Corallistes* e *Leiodermatium* sono considerati generi abbastanza comuni e sono distribuiti anche nelle zone temperate; il primo è tipicamente epibatiale, mentre il secondo ha una distribuzione batimetrica più ampia. Le segnalazioni delle due specie in oggetto sono molto limitate.

La specie *Corallistes masoni* è di probabile origine atlantica, descritta per Madeira e ritrovata alle Isole di Capo Verde. In Mediterraneo è stata osservata una sola volta all'interno di grotte nei dintorni di Marsiglia a 18 m di profondità (Pouliquen, 1972).

*Leiodermatium lynceus* presenta una distribuzione anfiatlantica (coste del Portogallo, Madeira, Capo Verde, Bermude) ed è segnalata anche per le Molucche (Est Pacifico). Il ritrovamento rappresenta la prima segnalazione per il Mediterraneo, benchè diversi esemplari siano stati rinvenuti sul versante atlantico della soglia di Gibilterra, uno dei quali nella vena di acqua profonda che fuoriesce dal Mediterraneo (Boury-Esnault *et al.*, 1994).

**Bibliografia**

BOURY-ESNAULT N., PANSINI M., URIZ M.J. (1994) - Spongiaires bathyaux de la mer d'Alboran et du golfe ibéro-marocain. *Mém. Mus. natn. Hist. Nat.* Paris, **160**: 1-174.

LÉVI C. (1991) - Lithistid sponges from the Norfolk Rise. Recent and Mesozoic genera. In: J Reitner and H. Keupp (Eds.) *Fossil and Recent Sponges*, Springer-Verlag Berlin Heidelberg: 72-82.

POULIQUEN L. (1972) - Les Spongiaires des grottes sous-marines de la région de Marseille: écologie et systématique. *Tethys,* **3** (4): 717-758.

Biol. Mar. Medit. (1999), 6 (1): 394-398

G. MARINO, F. PIZZUTO, D. SERIO

Dipartimento di Botanica, Università di Catania, Via A. Longo, 19 - 95125 Catania, Italia.

# OSSERVAZIONI PRELIMINARI SU UN POPOLAMENTO A *PHYLLARIOPSIS BREVIPES* (C. AGARDH) HENRY *ET* SOUTH DI PUNTA TAVERNARA (PENISOLA MADDALENA, SIRACUSA)

# *PRELIMINARY DATA ON A COMMUNITY WITH* PHYLLARIOPSIS BREVIPES *(C. AGARDH) HENRY* ET *SOUTH FROM PUNTA TAVERNARA (MADDALENA PENINSULA, SYRACUSE)*

***Abstract***

*The results of a preliminary study on a community with* Phyllariopsis brevipes *(Laminariales, Phaeophyta) from Punta Tavernara (Syracuse) are reported. A total of 142 taxa were identified: 113 Rhodophyta, 17 Phaeophyta and 12 Chlorophyta.*

***Key-words:*** Phyllariopsis brevipes, *phytobenthos, Sicily.*

## Introduzione

Nell'ambito dello studio floristico e vegetazionale delle comunità fitobentoniche della Penisola Maddalena (Siracusa), è stato riscontrato, a largo di Punta Tavernara (Fig. 1), un popolamento a *Phyllariopsis brevipes* (C. Agardh) Henry et South (Laminariales, Phaeophyta) che si estende da 36 a 45 metri di profondità su substrato roccioso misto a sabbie grossolane. Poiché il rinvenimento sulle coste del siracusano rappresenta la seconda segnalazione di questa specie nel Mediterraneo orientale, è sembrato interessante intraprendere lo studio della struttura, composizione e periodismo di tale popolamento.

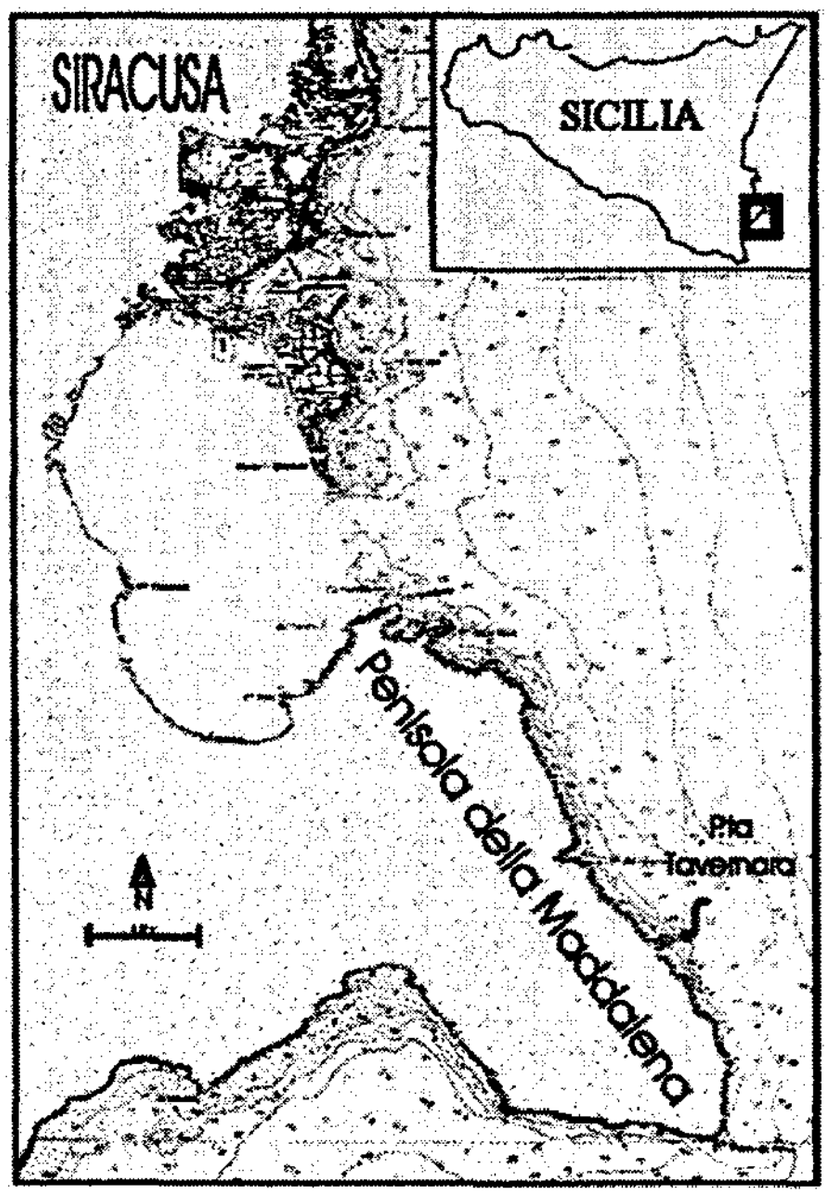



Fig. 1 - Ubicazione della stazione di raccolta. *Sampling site.*

*Phyllariopsis brevipes* è una specie di origine atlantica distribuita in Mediterraneo nel bacino occidentale (Ribera *et al.*, 1992; Cossu e Gazale, 1990; Piazzi *et al.*, 1995) e all'isola di Linosa (Cinelli *et al.*, 1976) in ambienti caratterizzati dalla presenza di forti correnti dove forma estesi popolamenti.

La specie è caratterizzata da una base costituita da apteri e da un corto stipite, interamente cilindrico, da cui si diparte una lamina reniforme divisa ripetutamente. Le sporocisti sono riunite in sori reniformi localizzati alla base della lamina senza margine sterile.

Perez-Cirera *et al.* (1991) descrivono, per le coste atlantiche della Spagna, *P. brevipes* ssp. *pseudopurpurascens* ssp. nov.

distinguendola da *P. brevipes* ssp. *brevipes* per la presenza di uno stipite lungo, superiormente compresso che si prolunga in una lamina oblungo-lanceolata, raramente divisa, con base cuneiforme. In sezione trasversale la lamina presenta un parenchima corticale costituito da più strati di piccole cellule che le conferiscono un colore scuro e consistenza coriacea. La forma del soro è ovoide con un evidente margine sterile.

Gli esemplari rinvenuti a Punta Tavernara (SR) per la forma e la lunghezza dello stipite, per la forma del soro con margine sterile ben definito e per la lamina non divisa somigliano alla ssp. *pseudopurpurascens*, tuttavia ne differiscono per l'assenza di un parenchima corticale pluristratificato, per il colore chiaro e la consistenza membranacea. Secondo Cremades (com. pers.) i nostri esemplari, da lui esaminati, sono da attribuirsi ad una forma di profondità della ssp. *brevipes,* che in Mediterraneo in ambienti profondi assume una morfologia simile alla ssp. *pseudopurpurascens*.

## Materiali e metodi

Lo studio è stato effettuato sulla base di osservazioni subacquee condotte nel corso del 1997 per determinare l'esatta estensione del popolamento e per accertare il periodo in cui la specie presenta il suo massimo sviluppo.

I rilevamenti sono stati effettuati alla fine di ottobre, periodo in cui la spesie era ben sviluppata, con il metodo del campionamento diretto in immersione con A.R.A., su superfici di 3600 $cm^2$.

## Risultati e discussione

Plantule di *P. brevipes* compaiono nella tarda estate in piccoli gruppi, epifite esclusivamente su *Mesophyllum lichenoides* (Ellis) Lemoine nei cui talli, presumibilmente, vivono i gametofiti microscopici da parassiti, come osservato da Sauvageau (1918) in una popolazione di *P. brevipes* (come *Phyllaria reniformis* (Lamouroux) Rostafinski *ex* Bornet) di Banyuls. In ottobre i talli raggiungono le maggiori dimensioni e sono fertili. Dalle misurazioni effettuate su 14 talli raccolti in questo mese, risulta che essi presentano un'altezza media di 32,51 cm, con uno stipite lungo in media 4,71 cm e una lamina avente una lunghezza media di 22,77 cm e una larghezza media di 8,35 cm.

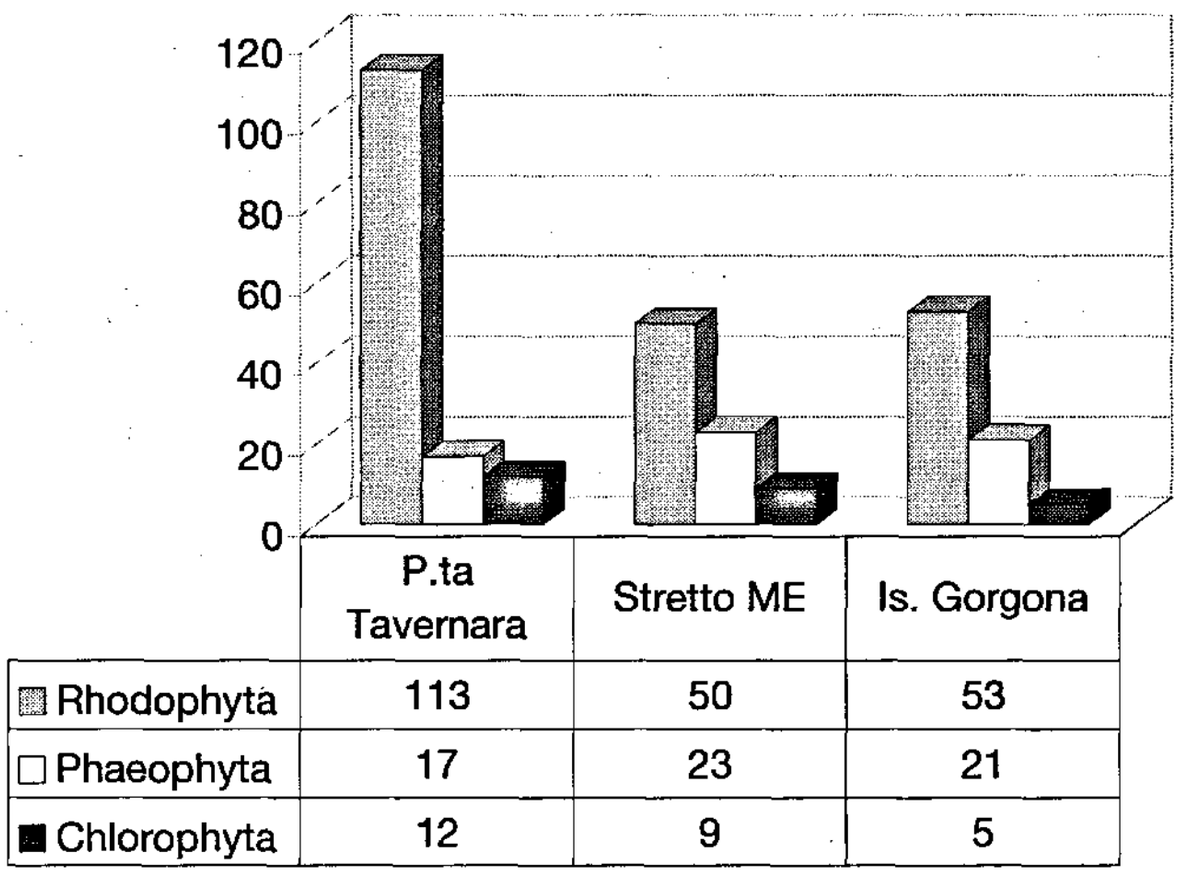
Lo studio dei campioni ha consentito l'identificazione di 113 Rhodophyta, 17 Phaeophyta e 12 Chlorophyta per un totale di 142 taxa a livello specifico e intraspecifico. Il rapporto Rhodophyta/Phaeophyta è risultato di 6,65.

Il popolamento in questa stagione si presenta così strutturato: lo strato elevato è rappresentato da *P. brevipes* e da *Sargassum hornschuchii* C. Agardh; il sottostrato è costituito principalmente da Rhodophyta a tallo eretto, come *Lomentaria articulata* (Hudson) Lyngbye v. *linearis* Zanardini, *Halymenia elongata* C. Agardh, *Osmundaria volubilis* (Linnaeus) R.E. Norris, *Phyllophora crispa* (Hudson) Dixon e a tallo crostoso come *Mesophyllum lichenoides* e *Lithophyllum frondosum* (Dufour) Furnari, Cormaci *et* Alongi. La comunità epifita non è molto diversificata, ma annovera specie poco comuni, tipiche di biotopi profondi, come *Seirospora apiculata* (Meneghini) G. Feldmann-Mazoyer, *Dohrniella neapolitana* Funk e *Ceramium bertholdii* Funk.

Il popolamento di Punta Tavernara è stato confrontato con quello a *P. brevipes* e *Cystoseira spinosa* Sauvageau presente dai 25 ai 35 metri di profondità su una

secca dell'isola di Gorgona (Piazzi *et al.*, 1995) e con quello a *P. brevipes* [come *Phyllaria reniformis*], *Saccorhiza polyschides* (Lightfoot) Batters e *Cystoseira tamariscifolia* (Hudson) Papenfuss presente nello Stretto di Messina ad una profondità compresa tra 0,5 e 3m di profondità (Giaccone, 1972).

Dai confronti effettuati risulta che il popolamento di Punta Tavernara si differenzia dagli altri due sia per il maggiore numero di specie presenti (142 contro 82 del popolamento dello stretto di Messina e 79 di quello dell'Isola di Gorgona), che per lo spettro floristico (Fig. 2) e l'elevato valore dell'indice R/P (6,6 contro 2,2 e 2,5 rispettivamente). Significative differenze ci sono anche da un punto di vista qualitativo (Fig. 3) presentando, il nostro popolamento, un




| | P.ta Tavernara | Stretto ME | Is. Gorgona |
|---|---|---|---|
| Rhodophyta | 113 | 50 | 53 |
| Phaeophyta | 17 | 23 | 21 |
| Chlorophyta | 12 | 9 | 5 |

Fig. 2 - Istogramma mostrante l'incidenza delle Divisioni algali rispettivamente nel popolamento di P.ta Tavernara (SR), dello Stretto di Messina e dell'Isola di Gorgona.

*Hystogram showing the incidence of algal Divisions in the communities from Punta Tavernara, Straits of Messina and Isle of Gorgona, respectively.*

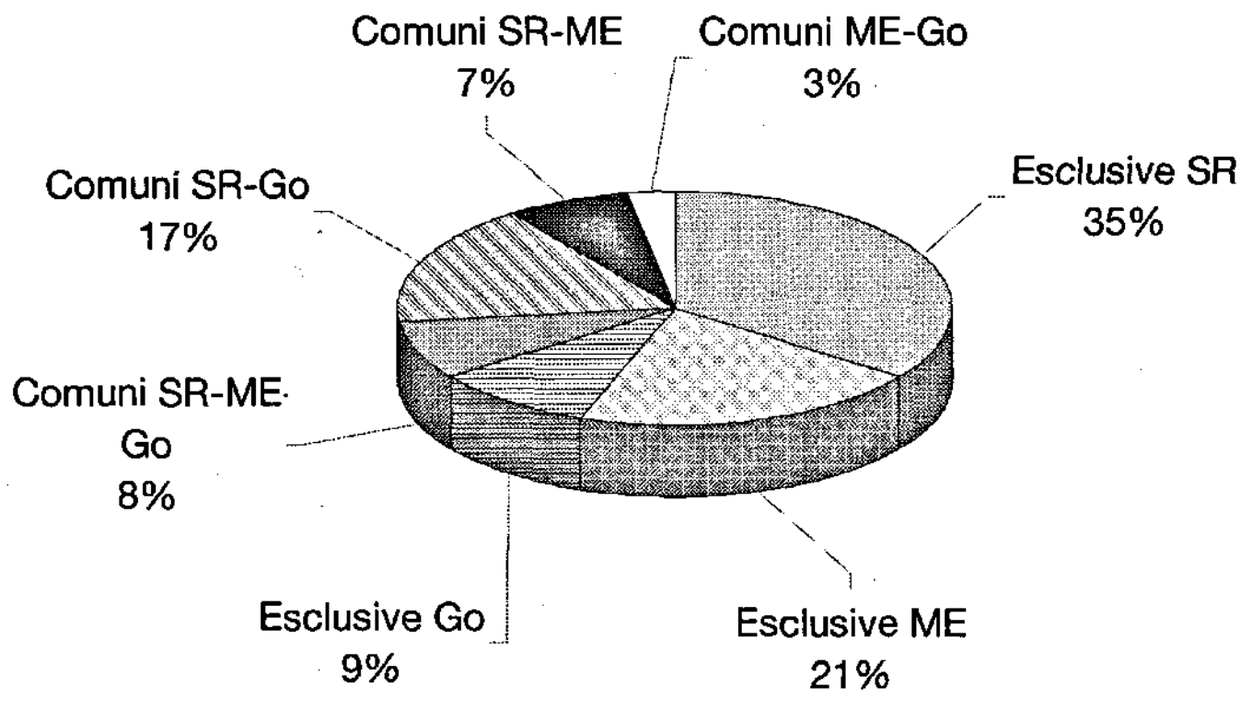



Fig. 3 - Ciclogramma mostrante le percentuali di specie esclusive e/o comuni dei popolamenti confrontati. SR=P.ta Tavernara; ME=Stretto di Messina; Go=Isola di Gorgona.

*Cyclogram showing the number (in %) of species common and/or exclusive of compared communities. SR=Punta Tavernara; ME=Straits of Messina; Go=Isle of Gorgona.*

elevato numero di specie esclusive (74 pari al 35%) e un basso numero di specie comuni agli altri due popolamenti (17 pari all'8%), ma anche un basso numero di specie comuni solo con quello di Messina (15 pari al 7%) e solo con quello di Gorgona (36 pari al 17%).

Pertanto i tre popolamenti risultano fra loro scarsamente affini. Inoltre, come appare dalla Fig. 4, nel popolamento di P.ta Tavernara le specie esclusive sono soprattutto Rhodophyta, mentre nel popolamento dello Stretto di Messina e in quello di Gorgona tra le specie esclusive si riscontra un notevole numero di Phaeophyta.

Ciò evidenzia la differente bionomia dei tre popolamenti. Infatti il popolamento di P.ta Tavernara è un tipico aggruppamento di circalitorale caratterizzato principalmente da specie sciafile di biotopi profondi (soprattutto Rhodophyta) in cui la componente fotofila è scarsamente rappresentata; il popolamento dello Stretto di Messina è un tipico aggruppamento dell'infralitorale superiore in cui la componente fotofila è consistente; il popolamento di Gorgona è invece un aggruppamento dell'infralitorale inferiore dove la componente fotofila è essenzialmente limitata alle numerose epifite della fronda della *Cystoseira spinosa*.

Per una più completa caratterizzazione floristico-vegetazionale del popolamento di P.ta Tavenara è già in corso lo studio dei rilevamenti effettuati nelle altre stagioni.

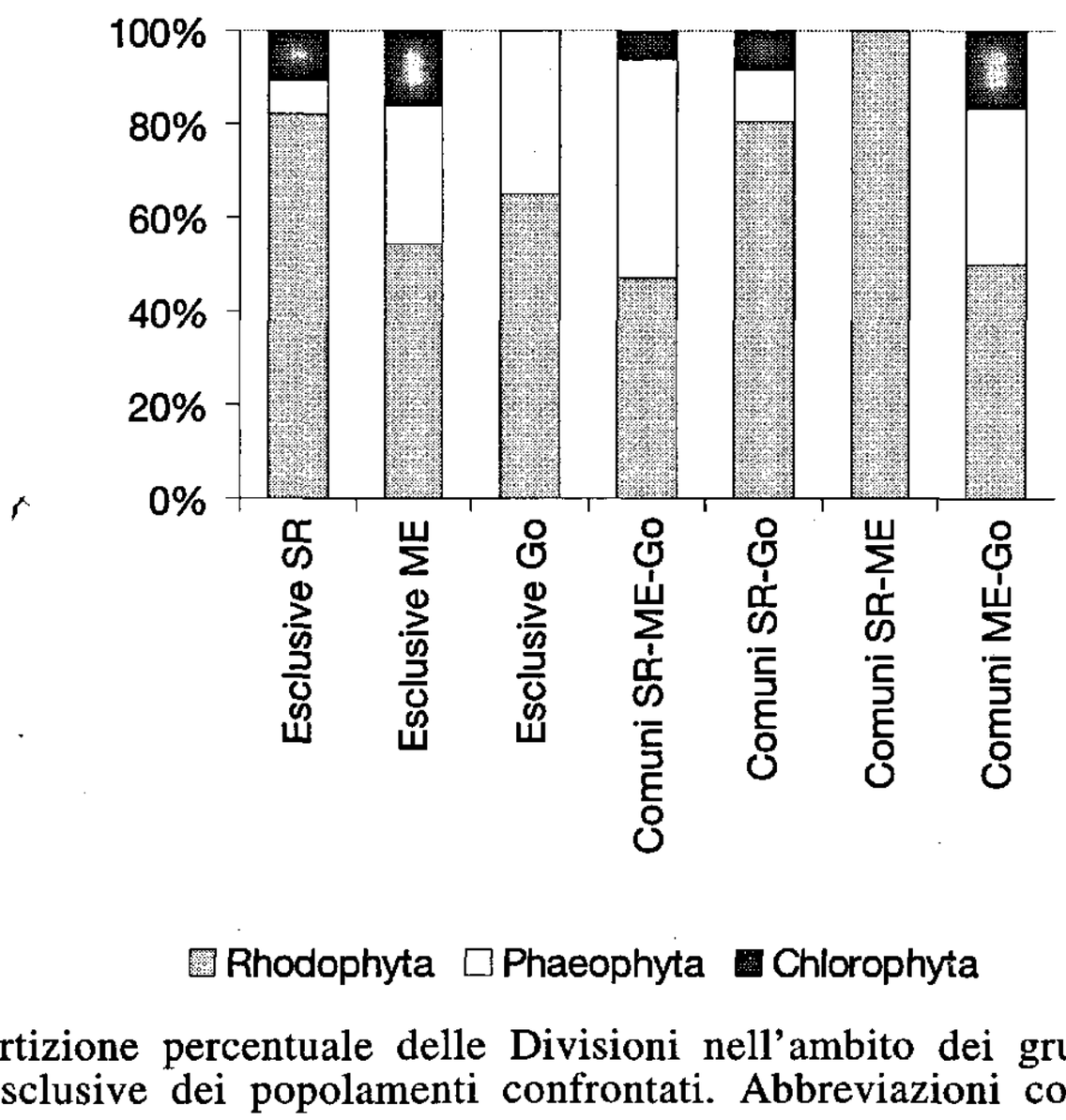



Fig. 4 - Ripartizione percentuale delle Divisioni nell'ambito dei gruppi delle specie comuni e/o esclusive dei popolamenti confrontati. Abbreviazioni come in Fig. 3.

*Per cent incidence of algal Divisions within species common and/or exclusive, respectively, of compared communities. Abbreviations as in Fig. 3.*

## Bibliografia

CINELLI F., DRAGO D., FURNARI G., GIACCONE G., SCAMMACCA B., SOLAZZI A., SORTINO M., TOLOMIO C. (1976) - Flora marina dell'isola di Linosa (arcipelago delle Pelagie). *Mem. Biol. Mar. Oceanogr.*, **4** (5): 141-172.

COSSU A., GAZALE V. (1990) - *Phyllariopsis purpurascens* (Phyllariaceae, Laminariales, Phaeophyceae): première signalation dans la Mèditerranée Centre Occidentale. *Inf. Bot. Ital.*, **22**: 7-10.

GIACCONE G. (1972) – Struttura, ecologia e corologia dei popolamenti a Laminarie dello Stretto di Messina e del mare di Alboran. *Mem. Biol. Mar. Ocean.*, **2**: 37-59.

PEREZ-CIRERA J.L., CREMADES J., BARBARA I., LOPEZ M.C. (1991) – Contribución al conocimiento del género *Phyllariopsis* (Phyllariaceae, Phaeophyta) en el Atlántico europeo. *Nova Acta Cientifica Compostelana (Bioloxía)*, **2**: 3-11.

PIAZZI L., PARDI G., CINELLI F. (1995) – Osservazioni floristiche e vegetazionali su un popolamento a *Phyllariopsis brevipes* (C. Agardh) Henry & South della secca di Cala Scirocco (Isola di Gorgona, Arcipelago Toscano). *Boll. Acc. Gioenia Sci. Nat.*, **28**: 455-470.

RIBERA M.A., GOMEZ GARRETA A., GALLARDO T., CORMACI M., FURNARI G., GIACCONE G. (1992) – Check-list of Mediterranean Seaweeds. I. Fucophyceae (Warming, 1884). *Bot. Mar.*, **35**: 109-130.

SAUVAGEAU C. (1918) – Sur les plantules d'une Laminaire à prothalle parasite, *P. reniformis*. C. R. Acad. Sc., T. **166**: 787.

Biol. Mar. Medit. (1999), 6 (1): 399-402

M. MARTINELLI*, R. CADALANU**, A. FLORIS*, M. SANTONI*, F. ROSSI***,
C. LARDICCI****, A. CASTELLI*

*Dipartimento di Zoologia e Antropologia Biologica, Università di Sassari,
Corso Margherita di Savoia, 15 - 07100 Sassari, Italia.
**Consorzio Prom. Studi Univ. Sardegna Centrale, Nuoro, Italia.
***Dip. Biologia Animale, Università di Modena, Italia.
****Dip. Scienze Uomo e Ambiente, Università di Pisa, Italia.

# DISTRIBUZIONE DEI POLICHETI IN ALCUNI STAGNI DELLA SARDEGNA

## *POLYCHAETE DISTRIBUTION IN SOME SARDINIAN BRACKISH PONDS*

***Abstract***

*The study of polychaete assemblages in three Sardinian brackish ponds showed a clear dominance of opportunistic species such as* Capitella *cf.* capitata. *However, species distribution in the three basins results well diversified because of their different fresh-water and organic matter inputs, sothat brackish-water species are abundant only in Calich Pond and, in the wet season, in San Teodoro Pond.*

***Key-words:*** *Polychaeta, distribution, brackish water, Sardinia.*

## Introduzione

Nell'ambito di una serie di ricerche sugli ambienti salmastri effettuate al fine di programmare una loro adeguata gestione (Cognetti *et al.*, 1996) è stato svolto uno studio comparativo sulle comunità bentoniche di alcuni stagni della Sardegna, caratterizzati da diversi apporti dulciacquicoli e diverso grado di vivificazione marina. Sono state studiate le comunità degli stagni di Casaraccio e di Calich (Sardegna nord-occidentale) e lo Stagno di San Teodoro (Sardegna centro-orientale).

## Materiali e metodi

In ciascun stagno sono state fissate una serie di stazioni lungo un gradiente legato all'influenza marina. I prelievi sono stati eseguiti mediante un box-corer ad azionamento manuale avente un'area di presa di circa 200 $cm^2$. In ogni stazione sono state effettuate tre repliche.

Il materiale raccolto è stato vagliato tramite setacci con maglie di 0,5 mm e fissato in formalina al 4%. In questa sede viene presa in considerazione la distribuzione della frazione a policheti, particolarmente importante nei popolamenti bentonici di tali ambienti.

I dati analizzati sono riferiti a campionamenti effettuati nella stagione estiva ed in quella invernale in quattro stazioni negli stagni di Calich (97 ha) e di San Teodoro (230 ha) (bacini di dimensioni maggiori) ed in tre stazioni nello Stagno di Casaraccio (80 ha). La matrice di abbondanza delle specie nelle varie stazioni è stata analizzata tramite *multi-dimensional scaling* basato sull'indice di similarità di Bray-Curtis (Clarke e Warwick, 1994).

## Risultati

La polichetofauna raccolta nei tre stagni risulta composta da 53 specie. Tra di esse le più significative risultano i capitellidi *Capitella* cf. *capitata* ed

*Heteromastus filiformis*, l'orbinide *Phylo foetida*, gli spionidi *Prionospio multibranchiata* e *Malacoceros fuliginosus*, i nereididi *Hediste diversicolor* e *Neanthes caudata*, il dorvilleide *Pettiboneia urciensis*, il sillide *Pionosyllis anophthalma*, il paraonide *Cirrophorus furcatus* e l'arenicolide *Abarenicola claparedii*. Nei periodi presi in considerazione i tre stagni hanno in comune solo poche specie, tipiche di ambienti sottoposti ad arricchimento organico (Cognetti, 1982; Martinelli *et al.*, 1997) come ad esempio *Capitella* cf. *capitata*, *Neanthes caudata* e *Pionosyllis anophthalma*. Le altre specie risultano differentemente distribuite nei tre bacini come si può osservare nella Tab. 1.

Tab. 1 - Lista delle specie presenti nei tre stagni. (K)=Calich; (C)=Casaraccio; (ST)=San Teodoro.
*List of the species collected in the three brackish ponds. (K)=Calich; (C)=Casaraccio; (ST)=San Teodoro.*

| | K | C | ST | | K | C | ST |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Naineris laevigata* | x | | x | *Glycera alba* | | x | |
| *Orbinia* sp. | x | | x | *Glycera tridactyla* | x | | |
| *Phylo foetida* | x | x | | *Kefersteinia cirrata* | | x | |
| *Protoaricia oerstedii* | x | x | | *Microphthalmus similis* | | | x |
| *Schroederella laubieri* | | x | | *Podarkeopsis capensis* | x | | |
| *Aonides oxycephala* | x | | | *Odontosyllis* sp. | | x | |
| *Malacoceros fuliginosus* | | x | x | *Pionosyllis anophthalma* | x | x | x |
| *Polydora* sp. | x | | | *Syllides edentatus* | | x | |
| *Prionospio multibranchiata* | x | | | *Syllides japonicus* | | x | |
| *Spio decoratus* | x | | x | *Exogone meridionalis* | | | x |
| *Streblospio shrubsolii* | x | | | *Parapionosyllis elegans* | | x | |
| Spionidae ind. | x | | | *Parapionosyllis minuta* | | x | |
| *Aricidea* cf *assimilis* | | | x | *Sphaerosyllis austriaca* | x | | |
| *Aricidea catherinae* | x | | | *Sphaerosyllis* cf *pirifera* | x | | |
| *Aricidea cerrutii* | x | x | | *Sphaerosyllis taylori* | x | | |
| *Cirrophorus furcatus* | | x | x | *Syllis mediterranea* | | | x |
| *Aphelochaeta marioni* | x | | | *Hediste diversicolor* | x | | x |
| Cirratulidae ind. | x | | | *Neanthes caudata* | x | x | x |
| *Capitella* cf *capitata* | x | x | x | *Perinereis cultrifera* | | | x |
| *Heteromastus filiformis* | x | | x | *Perinereis rullieri* | | x | |
| *Heteromastus* sp. | x | | | Nereididae ind. | | x | x |
| *Mediomastus capensis* | | x | | *Lumbrineris gracilis* | x | | |
| *Abarenicola claparedii* | | x | x | *Pettiboneia urciensis* | | x | x |
| *Armandia cirrhosa* | x | | | *Protodorvillea kefersteini* | | x | |
| *Genetyllis rubiginosa* | x | x | | *Fabricia stellaris* | | | x |
| *Eteone* sp. | x | x | | *Amphiglena mediterranea* | | x | |
| *Mysta* cf *siphonodonta* | x | | | | | | |

Nel complesso, il popolamento risulta relativamente più ricco e diversificato a Calich e a Casaraccio, mentre a San Teodoro appare assai depauperato in tutta la sua estensione ma soprattutto nelle zone più interne.

Nell'ordinamento mediante MDS (Fig. 1) si osservano infatti tre raggruppamenti principali, costituiti dalle stazioni di ciascuno dei tre stagni. In ogni raggruppamento si osserva inoltre una separazione tra campionamenti estivi ed invernali e, prevalentemente in Casaraccio e Calich, un gradiente relativo all'influenza marina.

## Discussione e conclusioni

L'analisi dei risultati ottenuti mette in evidenza una netta modificazione strutturale del popolamento legata alla stagionalità ed ai gradienti spaziali presi in esame

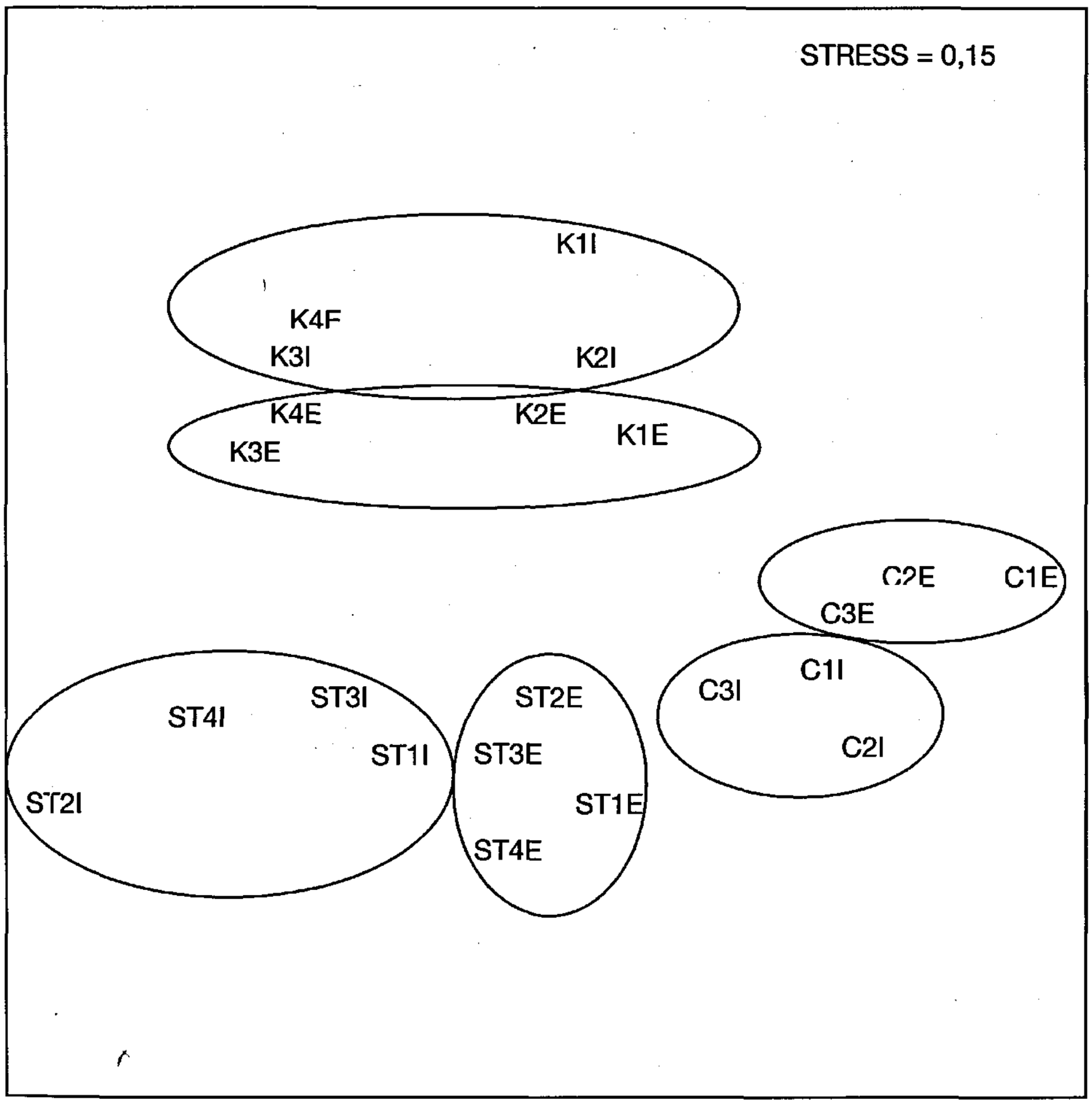



Fig. 1 - MDS. (K)=Calich; (C)=Casaraccio; (ST)=San Teodoro.
*MDS. (K)=Calich; (C)=Casaraccio; (ST)=San Teodoro.*

in ciascuno stagno, ma soprattutto alle differenze tra i tre bacini. Lo scarso numero di specie comuni ai tre bacini (prevalentemente specie tipiche di ambienti sottoposti ad arricchimento organico) sottolinea come, al di là delle affinità di fondo tipiche dei popolamenti salmastri legate alle strategie adattative e di colonizzazione degli organismi in essi presenti (Cognetti, 1982), la polichetofauna dei tre stagni risulti ben diversificata. La frazione costituita dalle specie salmastre è abbondante durante tutto il ciclo annuale solo nello Stagno di Calich dove, nella zona più interna, esse rappresentano la frazione di gran lunga dominante; in inverno le forme salmastre sono risultate presenti anche in tutta la zona interna dello Stagno di San Teodoro. Lo Stagno di Calich funge infatti da collettore di un vasto bacino comprendente zone urbane ed agricole e riceve un costante apporto di acque dolci provenienti dal Canale Collettore e dal Rio Barca che limitano l'insediamento di specie tipicamente marine (Martinelli *et al.*, 1997). Lo Stagno di San Teodoro è caratterizzato invece da immissari di portata ridotta (Rio Filicaglju e Rio San Teodoro) che comunque, almeno durante la stagione invernale, assi-

curano un consistente apporto di acque dolci nei pressi della loro foce situata nella zona più interna dello stagno (Cadalanu, 1998). Lo Stagno di Casaraccio si distingue dagli altri due bacini per l'assenza di consistenti apporti di acque dolci, per cui la sua salinità è costantemente elevata (da 38‰ a 58‰) e non permette la colonizzazione di specie salmastre (Floris, 1995). Anche se la polichetofauna osservata in tutti gli stagni risulta indicatrice di inquinamento organico, tale frazione risulta comunque differenziata in ciascuno di essi; si distingue inoltre da un punto di vista puramente quantitativo in quanto appare relativamente più ricca e diversificata a Calich e a Casaraccio, mentre risulta assai più depauperata a San Teodoro e soprattutto nelle zone più interne. Le differenze osservate fra la polichetofauna dei tre stagni sono quindi legate alle loro condizioni idrobiologiche, che differiscono soprattutto per l'entità e la costanza degli apporti dulciacquicoli e di sostanza organica; i tre bacini hanno comunque in comune, come buona parte degli stagni della Sardegna, una ridotta comunicazione con il mare a causa della presenza di bocche a mare molto piccole e periferiche, inadeguate ad assicurare un sufficiente ricambio, soprattutto nelle zone più interne. Queste caratteristiche si riflettono dunque sulla composizione specifica dei tre stagni i quali risultano colonizzati prevalentemente da specie con fasi larvali di breve durata e ciò fa supporre che la polichetofauna sia rappresentata soprattutto da specie autoctone (Giangrande e Rubino, 1994).

**Bibliografia**

CADALANU R., (1998). - *Struttura e dinamica dello zoobenthos di ambienti lagunari: lo Stagno di San Teodoro.* Consorzio per la promozione degli studi universitari della Sardegna Centrale, Nuoro: 38 pp.

CASTELLI A., (1996) - Gli ambienti salmastri: alcune prospettive di valorizzazione. In: *Recupero e gestione della fascia costiera*, Atti VII Rassegna del Mare, Mare Amico: 287-291.

CLARKE K.R., WARWICK R.M., (1994) - Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation. *Natural Environment Research Council, UK*: 144 pp.

COGNETTI G., SACCHI C., CARRADA G., CREMA R., CASTELLI A., CURINI GALLETTI M., MAZZOLA A., OCCHIPINTI AMBROGI A., RIGGIO S., ZUNARELLI VANDINI R., ABBIATI M., CHEMELLO R., GIANGRANDE A., LARDICCI C., MARTINELLI M., MILELLA I., PREVEDELLI D., ROSSI F., RUSSO G., SCONFIETTI R. (1996) - *Valutazione comparativa delle caratteristiche ecologiche di ambienti lagunari ai fini di una loro specifica e corretta utilizzazione per l'acquacoltura.* Università degli Studi di Pisa; relazione finale III piano per l'acquacoltura M.R.A.A.F., 3.

FLORIS A., (1995). - Distribuzione dei policheti nello Stagno di Casaraccio (Sardegna nord-occidentale). Università degli Studi di Sassari (tesi di laurea non pubblicata).

GIANGRANDE F., RUBINO F., (1994) - I policheti dello stagno salmastro di Acquatina: problematiche della dispersione delle specie lagunari. *Thalassia Salentina*, **20**: 77-91.

MARTINELLI M., SANTONI M., CASTELLI A., (1997) - Distribuzione dei policheti nello Stagno di Calich (Sardegna nord-occidentale): evoluzione a medio termine (1988-1995). *Boll. Soc. Sarda Sci. Nat.*, **31**: 45-59.

Biol. Mar. Medit. (1999), 6 (1): 403-406

S.E. MERELLO, D. FILIPPIN, M. RELINI, G. TORCHIA

Laboratori di Biologia Marina ed Ecologia Animale,
Dipartimento per lo Studio del Territorio e delle sue Risorse,
Via Balbi, 5 - 16126 Genova, Italia.
E-mail: biolmar@unige.it

# ASSOCIAZIONI DI SUBSTRATO DURO DEI PONTILI DELLA RADA DI VADO LIGURE (SAVONA)

## *HARD SUBSTRATA ASSOCIATIONS ON WHARFS OF VADO LIGURE HARBOUR (SAVONA)*

***Abstract***

*Benthic fauna settled on hard artificial surfaces of Vado Ligure harbour have been sampled by scraping of 600 cm² areas, in summer 1996 and winter 1997. Despite of the strong anthropic impact in the basin, the communities resulted rich in species and well diversified.*

***Key-words:*** *fouling, benthos, Ligurian Sea.*

## Introduzione

La Rada di Vado Ligure è un'ampia insenatura fortemente antropizzata, interessata dallo sbocco dei torrenti Segno e Quiliano, dalla presenza di una centrale termoelettrica ENEL e da numerosi pontili adibiti allo sbarco dei petroli (AA.VV., 1989). Nel presente lavoro vengono esposti i risultati di uno studio della fauna bentonica di substrato duro, parte di una più ampia ricerca condotta in vista di possibili modifiche causate da futuri interventi antropici.

## Materiali e metodi

Sono state condotte due campagne di prelievi (luglio 1996 e febbraio 1997). In ciascuna campagna sono state effettuate raschiature di aree standard (600 cm²) su 5 pontili in estate e su 3 pontili in inverno (5 piloni per ciascun pontile). I campioni sono stati prelevati a tre diverse quote batimetriche comprese tra 0 e 10 m di profondità (superficiale, intermedia, profonda) in relazione all'altezza della parte immersa di ciascun pilone. Complessivamente sono stati prelevati ed esaminati 120 campioni (75 in estate e 45 in inverno). I campioni sono stati fotografati e gli organismi presenti classificati.

## Risultati

L'analisi dei campioni ha portato alla classificazione di 40 specie vegetali e 260 specie animali (Tab. 1). Tra i gruppi animali il taxa con più alto numero di specie è risultato quello dei policheti con 76 specie, seguito da molluschi (60 specie), crostacei (55), cnidari (21 specie), ascidie (13) ed echinodermi (7).

Tra tutte le specie rinvenute alcune sono risultate molto comuni, perchè presenti a tutte le quote batimetriche considerate (superficiale, intermedia e profonda), in entrambe le campagne di campionamento (estate e inverno). Per quanto riguarda la componente algale la specie più ampiamente diffusa è *Aglaozonia pilosa*

Tab. 1 - Lista delle specie rinvenute nei campioni analizzati.
*List of species found in the analysed samples.*

| | | |
|---|---|---|
| **ALGAE** | Clytia hemisphaerica | Eunice aphroditois |
| **Macroalgae** | Clytia linearis | Eunice schizobranchia |
| Agloazonia pilosa | Corydendrium parasiticum | Eunice torquata |
| Antithamnion bipinnuatum | Dynamena disticha | Eunice harassii |
| Antithamnion c.cruciatum | Eudendrium capillare | Eunice vittata |
| Bangia atropurpurea | Eudendrium spp. | Lysidice ninetta |
| Callithamnion corymbosum | Halecium sp. | Marphysa sp. |
| Ceramium flaccidum | Hebella sp. | Nematonereis unicornis |
| Ceramium sp. | Obelia dichotoma | Palola siciliensis |
| Chaetomorpha aerea | Obelia geniculata | Lumbrineris sp. |
| Champia parvula | Obelia sp. | Lumbrineris coccinea |
| Cladophora dalmatica | Plumularidae n.c. | Scoletoma funchalensis |
| Cladophora sp. | Sertularella gaudichaudi | Sternaspis scutatata |
| Codium sp. | Sertularella polyzonias | Terebellidae n.c. |
| Corallina elongata | altri idroidi n.c. | Amphitrite sp. |
| Corallinaceae n.c. | **Anthozoa** | Amphitrite variabilis |
| Dasya ocellata | attinie n.c. | Amphitrite cirrata |
| Dasya sp. | **SIPUNCULA** | Amphitrite rubra |
| Dictyota dichotoma | sipunculidi n.c. | Polycirrus sp. |
| Ectocarpus siliculosus | **ANNELIDA Polychaeta** | Sabellaria alveolata |
| Ectocarpus sp. | Spionidae n.c. | Sabellaria spinulosa |
| Fosliella cruciata | Cirratulidae n.c. | Sabellidae n.c. |
| Gelidiella sp. | Cirriformia tentaculata | Demonax langerhansi |
| Gelidiella tenuissima | Dodecaceria concharum | Pseudopotamilla reniformis |
| Griffthisia sp. | Capitellidae n.c. | Sabella sp. |
| Halopteris filicina | Notomastus sp. | Sabella pavonina |
| Janua rubens | Notomastus aberrans | **Serpulidae** |
| Lomentaria articulata | Polyophthalmus pictus | Filograna sp. |
| Lophopsiphonia cristata | Phyllodocidae n.c. | Hydroides sp. |
| Polysiphonia cfr denudata | Eulalia bilineata | Hydroides pseudouncinatus |
| Polysiphonia elongella | Eulalia tripunctata | Hydroides stoichadon |
| Polysiphonia furcellata | Phyllodoce mucosa | Hydroides elegans |
| Polysiphonia sp. | Pirakia punktifera | Josephella marenzelleri |
| Pterosiphonia sp. | Pterocirrus limbatus | Pomatoceros triqueter |
| Pterothamnion plumula | Glycera sp. | Pomatoceros lamarckii |
| Radicilingua reptans | Glycera tesselata | Serpula concharum |
| Rhodophyllis divaricata | Haplosyllis spongicola | Serpula vermicularis |
| Sphacelaria cirrosa | Syllis sp. | Spirobranchus polytrema |
| Ulotrix sp. | Syllis gracilis | Vermiliopsis striaticeps |
| Ulva sp. | Trypanosyllis zebra | Vermiliopsis infundibulum |
| **Microalgae** | Nereididae n.c. | **Spirorbidae** |
| microalghe n.c. | Ceratonereis costae | Pileolaria sp. |
| **PROTOZOA** | Ceratonereis hircinicola | Pileolaria militaris |
| Folliculinidae | Nereis sp. | altri spirorbidi n.c. |
| Foraminifera | Aphroditidae n.c. | **MOLLUSCA Bivalvia** |
| **PORIFERA** | Polynoidae n.c. | Arca noae |
| Sycon sp. | Lepidasthenia elegans | Arca tetragona |
| altri poriferi n.c. | Lepidonotus sp. | Barbatia barbata |
| **CNIDARIA** | Lepidonotus clava | Striarca lactea |
| **Hydrozoa** | Lepidonotus squamatus | Mytilus galloprovincialis |
| Aglaophenia sp. | Harmothoe sp. | Mytilaster minimus |
| Bougainvillia ramosa | Harmothoe areolata | Modiolarca subpicta |
| Bougainvillia sp. | Eunicidae n.c. | Litophaga litophaga |
| Campanulinidae n.c. | Eunice sp. | Modiolus barbatus |

| | | |
|---|---|---|
| Chlamys sp. | **CRUSTACEA Cirripedia** | Maja crispata |
| Chlamys multistriata | Balanus perforatus | Pisa nodipes |
| Chlamys varia | Balanus trigonus | Sirpus zariquieyi |
| Anomia ephippium | **Pycnogonida** | Eriphia verrucosa |
| Pododesmus patelliformis | Achelia sp. | Pilumnus hirtellus |
| Lima exilis | Ascorynchus castelli | Pilumnus villosissimus |
| Lima lima | Anplodactylus sp. | **BRYOZOA** |
| Ostrea edulis | **Amphipoda** | Nolella gigantea |
| Lucinella divaricata | Ampithoe ramondi | Aetea spp. |
| Chama gryphoides | Aoridae n.c. | Scruparia sp. |
| Pseudochama gryphina | Microdeutopus chelifer | Scruparia ambigua |
| Kellia suborbicularis | Corophium sp. | Scruparia chelata |
| Scacchia ovata | Corophium sextonae | Callopora dumerilii |
| Acanthocardia tubercolata | Dexamine spinosa | Scrupocellaria sp. |
| Spisula subtruncata | Tritaeta gibbosa | Scrupocellaria bertholleti |
| Donax semistriatus | Gammaropsis maculata | Scrupocellaria scruposa |
| Donax venustus | Ericthonius sp. | Bugula sp. |
| Dosinia lupinus | Ericthonius punctatus | Bugula stolonifera |
| Petricola lithophaga | Ischyrocerus inexpectatus | Watersipora subovoidea |
| Gastrochaena dubia | Ischiroceridae n.c. | Cryptosula pallasiana |
| Hiatella arctica | Jassa marmorata | Pentapora fascialis |
| Hiatella rugosa | Leucothoe sp. | Schizoporella errata |
| Lyonsia norwegica | Leucothoe spinicarpa | Schizoporella longirostris |
| **Gastropoda** | Leucothoe venetiarum | Schizobrachiella sanguinea |
| Patellidae n.c. | Liljeborgia dellavallei | Turbicellepora magnicostata |
| Patella coerulea | Elasmopus sp. | Ciclostomata n.c. |
| Patella rustica | Elasmopus rapax | **ECHINODERMATA** |
| Patella ulyssiponensis | Maera inaequipes | Coscinasterias tenuispina |
| Clanculus cruciatus | Podocerus variegatus | Asteriidae n.c. |
| Calliostoma conulus | Stenothoe sp. | Ophiuroidea n.c. |
| Calliostoma laugieri | Stenothoe cavimana | Ophiotrix fragilis |
| Tricolia tenuis | Stenothoe tergestina | Arbacia lixula |
| Bittium sp. | Stenothoe gallensis | Psammechinus microtubercolaris |
| Littorina sp. | Stenothoe valida | Paracentrotus lividus |
| Littorina neritoides | Pseudoprotella phasma | **TUNICATA Ascidiacea** |
| Rissoa sp. | **Isopoda** | Didemnum maculosum |
| Alvania sp. | Gnathia vorax | Diplosoma listerianum |
| Alvania cimex | Dynamene edwardsii | Didemnidae n.c. |
| Vermetus sp. | altri isopodi n.c. | Ascidiella aspersa |
| Hexaplex trunculus | **Tanaidacea** | Phallusia mamillata |
| Ocinebrina edwardsii | tanaidacei n.c. | Botryllus schlosseri |
| Buccinulum corneum | **Decapoda** | Polycarpa pomaria |
| Pollia scabra | Alpheus dentipes | Microcosmus sp. |
| Monophorus perversus | Athanas nitescens | Microcosmus polymorphus |
| Nassarius reticulatus | Lysmata seticaudata | Microcosmus savignyi |
| Mangelia attenuata | Thoralus chranchii cfr | Pyura sp. |
| Mangelia bertrandi | Cestopagurus timidus | Pyura dura |
| altri gasteropodi n.c. | Galathea bolivari | Pyura microcosmus |
| **Nudibranchia** | Pisidia bluteli | **OSTEICHTHYES** |
| nudibranchi n.c. | Pisidia longicornis | Blenniidae n.c. |
| **Poliplacofora** | Porcellana platycheles | Parablennius zvonimiri |
| Chiton olivaceus | Acanthonyx lunulatus | Tripterygiidae n.c. |
| Acanthochitona fascicularis | Achaeus chranchii | Gaidropsarus mediterraneus |
| altri poliplacofori n.c. | Herbstia condyliata | |

insieme a corallinacee incrostanti. Tra gli organismi animali i più frequenti sono *Sertularella gaudichaudi, Halecium* sp. e *Eudendrium* spp., tra gli idroidi; *Turbicellepora magnicostata, Schizobrachiella sanguinea, Schizoporella errata, Watersipora subovoidea* e *Aetea* spp. tra i briozoi; *Pomatoceros triqueter, P. lamarckii, Serpula concharum, S. vermicularis, Spirobranchus polytrema, Vermiliopsis striaticeps, Hydroides pseudouncinatus* e *Josephella marenzelleri* tra i serpulidi; *Mytilus galloprovincialis, Ostrea edulis, Anomia ephippium, Hiatella*

*arctica,* tra i bivalvi; *Balanus perforatus* e *B. trigonus*, tra i cirripedi; *Pyura* spp., *Microcosmus* sp., e *Diplosoma listerianum* tra le ascidie. Dall'analisi dei risultati, ottenuti dal cluster di similitudine (indice di similitudine di Bray-Curtis, 1957) basato sui dati di presenza/assenza delle specie, non sono emerse differenze fra i pontili. Sono state riscontrate invece alcune differenze in relazione alle quote batimetriche considerate: il numero delle specie, infatti, risulta aumentare con la profondità sia in estate che in inverno.

Nonostante la metodologia utilizzata, non adatta al campionamento della fauna vagile, circa il 60% degli organismi è riferibile alla categoria vagile.

## Discussione e conclusioni

Il numero delle specie rinvenute è risultato piuttosto elevato, nonostante l'intensa antropizzazione a cui è soggetta l'intera Rada di Vado, che la rende comparabile ad ambienti portuali (Relini, 1980).

La diversa collocazione dei cinque pontili scelti per il prelievo dei campioni di benthos non riflette differenze nei popolamenti, che risultano piuttosto omogenei dal punto di vista qualitativo. Al contrario la profondità sembra essere un fattore discriminante.

Le specie rinvenute più frequentemente, appartenenti ai gruppi dei cirripedi, briozoi, serpulidi e bivalvi, sono le stesse che caratterizzavano il fouling insediato su pannelli sperimentali utilizzati in ricerche effettuate alla fine degli anni '60 nella Rada di Vado (Relini, 1968; Relini *et al.*, 1970; Geraci e Relini, 1970; Ravano e Relini, 1970).

Il presente studio costituisce anche un punto di riferimento per valutare i cambiamenti che potrebbero intervenire nelle comunità di substrato duro in seguito all'attuazione del progettato nuovo scarico di acque calde reflue della centrale termoelettrica.

Lavoro svolto nell'ambito di un incarico affidato all'Università di Genova dall'ENEL e dal comune di Vado Ligure.

### Bibliografia

AA.VV. (1989) - *Studi ambientali dell'area costiera di Vado Ligure*. ENEA, Centro Ricerche Ambiente Marino, La Spezia: 422 pp.

BRAY J.R, CURTIS J.T. (1957) - An ordination of the upland forest communities of Southern Wisconsin. *Ecol. Monogr.,* **27**: 325-349.

GERACI S., RELINI G. (1970) - Insediamento su pannelli atossici immersi nella Rada di Vado Ligure: i Briozoi. *Pubbl. Staz. Zool. Napoli,* **38** (Suppl.): 19-33.

RAVANO D., RELINI G. (1970) - Insediamento su pannelli atossici immersi nella Rada di Vado Ligure: i Molluschi. *Pubbl. Staz. Zool. Napoli,* **38** (Suppl.): 52-70.

RELINI G. (1968) - Osservazioni preliminari sui balani della Rada di Vado Ligure (SV). *Boll. Mus. Ist. Biol. Univ. Genova,* **36**: 185-190.

RELINI G., BAZZICALUPO G., MONTANARI M. (1970) - Insediamento su pannelli atossici immersi nella Rada di Vado Ligure (Savona): i Serpulidi. *Pubbl. Staz. Zool. Napoli,* **38** (Suppl.): 71-95.

RELINI G., SARÀ M. (1971) - Seasonal fluctuations and successions in benthic communities on asbestos panels immersed in the Ligurian Sea. *Thalassia jugoslavica,* **7** (1): 313-320.

RELINI G. (1980) - Insediamento di organismi marini di substrato duro in ambienti portuali mediterranei. *Mem. Biol. Marina e Oceanogr.,* **10** (Suppl.): 61-70.

Biol. Mar. Medit. (1999), 6 (1): 407-410

F.G. PANNACCIULLI, M. FALAUTANO

Laboratori di Biologia Marina ed Ecologia Animale,
Dipartimento per lo Studio del Territorio e delle sue Risorse, Università di Genova,
Via Balbi 5 - Genova, 16126, Italia.

# TIME OF LARVAL RELEASE IN BARNACLES OF THE GENERA *CHTHAMALUS* AND *EURAPHIA* IN THE GULF OF GENOA (LIGURIAN SEA) AND IN THE GULF OF TRIESTE (NORTH ADRIATIC SEA)

## *PERIODO DI RILASCIO LARVALE IN CIRRIPEDI DEI GENERI* CHTHAMALUS *ED* EURAPHIA *NEL GOLFO DI GENOVA (MAR LIGURE) E NEL GOLFO DI TRIESTE (NORD ADRIATICO)*

***Abstract***

*Larval release in the intertidal barnacles* Chthamalus montagui, Chthamalus stellatus *and* Euraphia depressa *was investigated in the Gulf of Genoa and in the Gulf of Trieste between July 1996 and July 1997. In spite of small differences observed between the two areas, results can be generalised by saying that* C. montagui *releases larvae from March to September,* C. stellatus *from May to September and* E. depressa *from July to September.*

***Key-words:*** Chthamalus montagui, Chthamalus stellatus, Euraphia depressa, *larval release, Mediterranean Sea.*

## Introduction

*Chthamalus montagui* Southward, *Chthamalus stellatus* (Poli) and *Euraphia depressa* (Poli) are intertidal barnacles living along the Mediterranean coast. Their life cycle includes a planktonic phase followed by an adult sessile stage. Larvae are incubated in the mantle cavity of the sessile adult and then released as nauplii in the plankton. After a few weeks (Barnes & Barnes, 1963; Burrows, 1988; O'Riordan *et al.*, 1995) the nauplius becomes a cyprid and starts to search for a suitable substrate on which to settle.

Time of larval release of these species has been investigated previously in Genoa (Relini, 1983). The aim of the present study was to extend knowledge of the subject, very relevant to any study of barnacle settlement, by enlarging the spatial scale and the number of individuals analysed.

## Methods

Specimens were collected monthly between July 1996 and July 1997 from two shores in the Gulf of Genoa (Pontetto, Punta Chiappa) and two in the Gulf of Trieste (S. Croce, Aurisina). Each month, 60 individuals per species were collected at random from each shore. Hence 240 barnacles of each species were analysed. In the laboratory, each barnacle was examined for presence of broods in the mantle cavity and broods were scored according to a scale slightly modified from the one proposed by Achituv & Barnes (1976) (Table 1). Only barnacles which looked at least two year old (age determined on the basis of shell size) were employed;

Table 1 - Stages of development of broods contained in the mantle cavity.
*Stadi di sviluppo delle masse embrionali contenute nella cavità del mantello.*

| | |
|---|---|
| Stage 0 | no egg masses present |
| stage 1 | early, from newly laid to a few cells |
| stage 2 | multicellular |
| stage 3 | from the appearance of limb buds to the presence of limbs and spines |
| stage 4 | from the presence of the naupliar eye to hatching |
| stage 4h | those which hatched upon removal from the mantle cavity |

this was done to ensure that all the analysed individuals were sexually mature (O'Riordan *et al.*, 1995). As this study was aimed to investigate time of larval release, the results shown here refer only to broods ready or nearly ready to be released in the plankton (stage 4 and 4h).

## Results

The results shown in Fig. 1 suggest that there are differences among species and between localities in time of larval release. *C. montagui* carries embryos at stages 4-4h from March to October in Genoa and from April to September in Trieste. *C. stellatus* matures later and releases larvae from May to September in Genoa and from June to September in Trieste. *E. depressa* has the shortest season, carrying broods at late stages of development for only three months (July-September) in Genoa and two months (July-August) in Trieste.

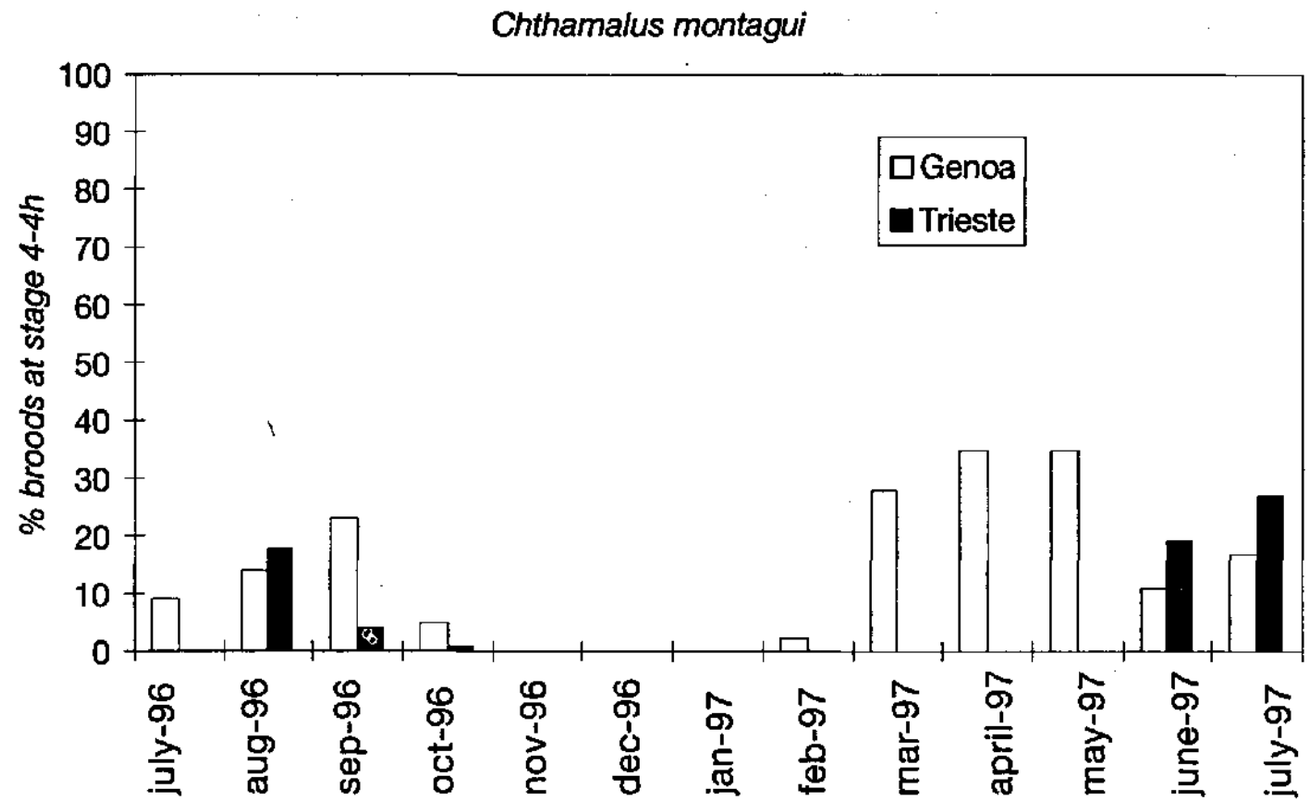
## Discussion

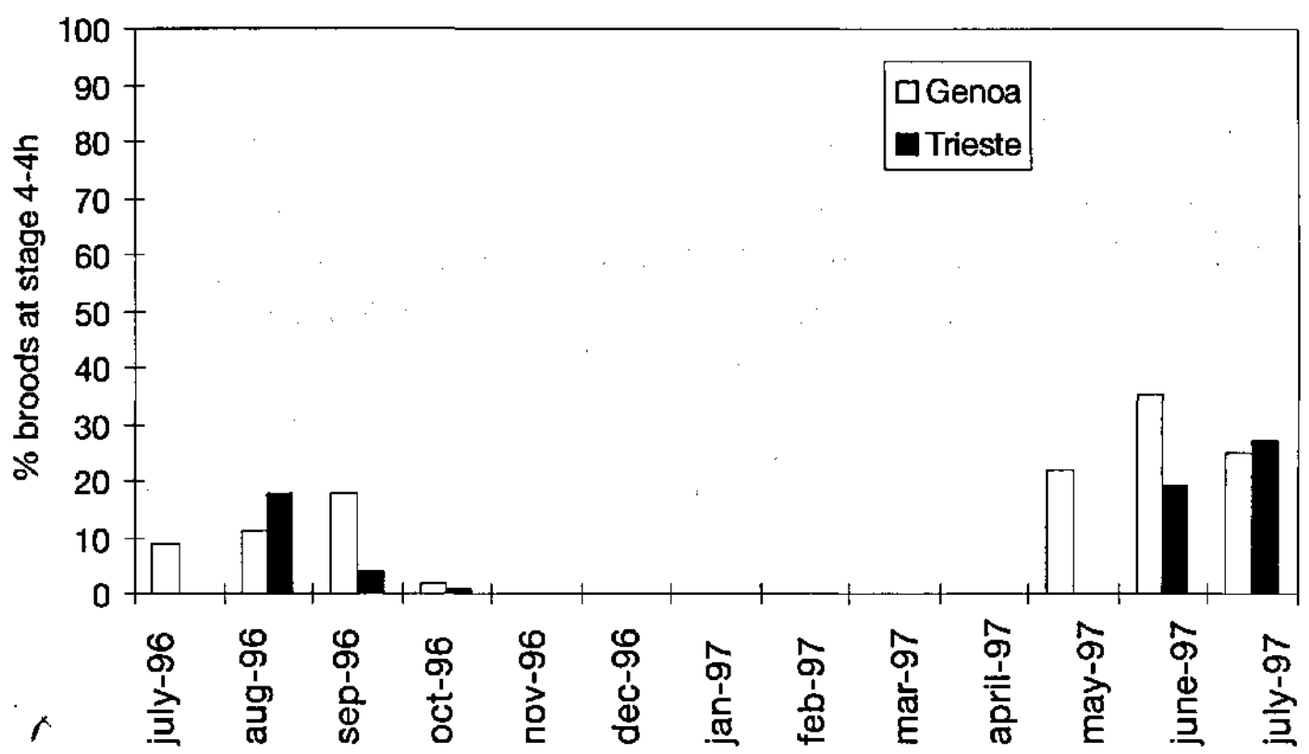
Our results seem to suggest that in the year of monitoring, *C. montagui* released larvae in spring/summer (in agreement with Relini, 1983). *C. stellatus* instead, delayed its larval release until May/June. This is in contrast with the results of Relini who observed *C. stellatus* carrying mature embryos as early as February. Variation between years could be responsible for the observed differences.

Time of release in Italy is more extensive, especially in *C. montagui*, than that observed in the Atlantic where *Chthamalus* releases larvae mainly during the summer period (O'Riordan *et al.*, 1992, 1995). This result could be related to the warmer conditions of the Mediterranean Sea, which also has an earlier algal bloom and consequently a more protracted season for larval release (Stubbings, 1975).

Barnacles in Trieste mature embryos later and for a shorter period than those in Genoa. The more enclosed situation and the lower winter temperatures of the Gulf of Trieste in comparison to the Gulf of Genoa could partly explain these differences. In fact, enclosed bays are generally characterised by a well defined seasonal pattern which together with low temperatures can limit the length of the reproductive season.

In agreement with observations by Relini (1983), *Euraphia depressa* releases larvae over a very short period. This could partly be explained by the habitat preferences of the species, which favours crevices and shadowed areas of the upper shore. In these places water supply is limited and opportunities to mate and release larvae may be lacking in calm conditions in spring and early summer.



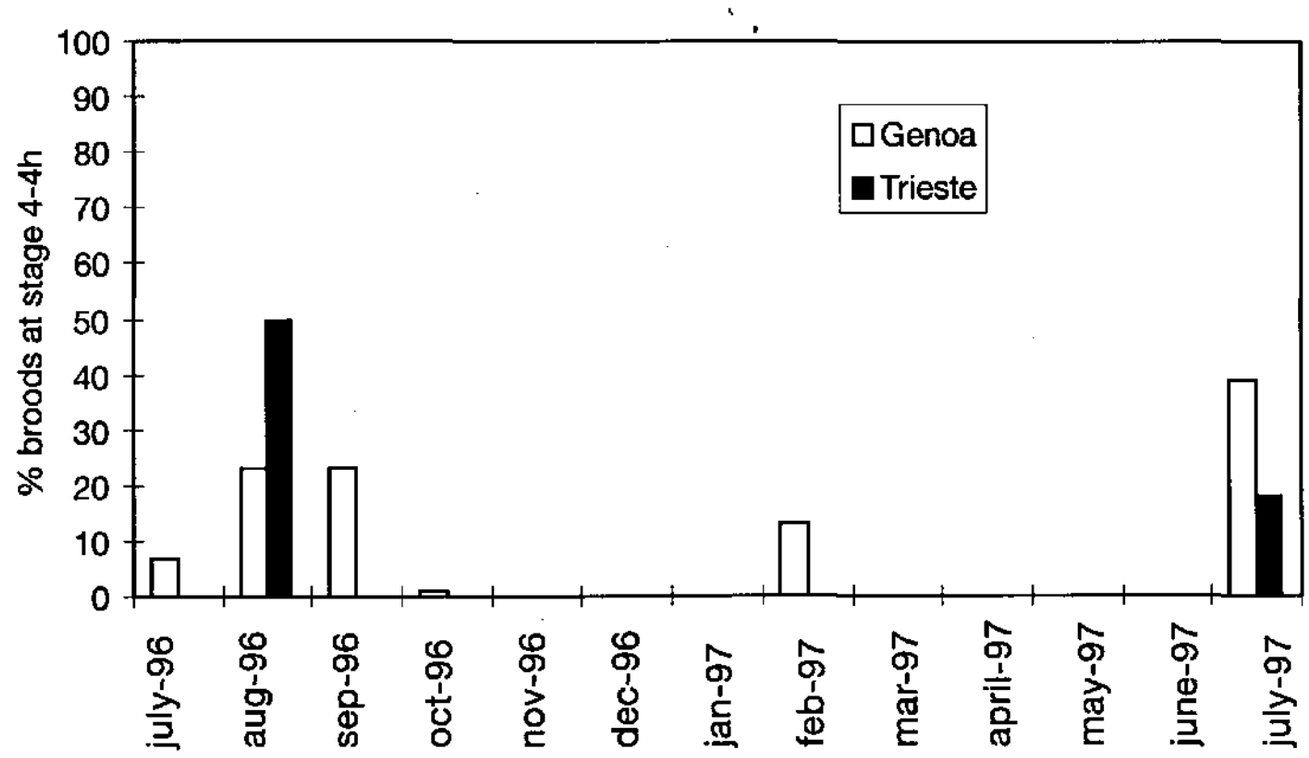




Fig 1 - Percentage of individuals carrying broods at stage 4-4h. Percentage values calculated out of 120 specimens.

*Percentuale di individui contenenti embrioni agli stadi 4-4h. Valori percentuali calcolati su 120 individui.*

**Acknowledgements**

The authors wish to thank Prof. Mario Specchi for the logistic support provided in Trieste and Elisa Lugnani and Maura Maselli for help with the fieldwork. We are also grateful to Prof. A.J. Southward for useful comments on the manuscript. This study was funded by the E.U. (EUROROCK project - MAS3 - CT95-0012).

**Bibliography**

ACHITUV Y., BARNES H. (1976) - Studies in the biochemistry of cirripede eggs V: changes in the biochemical composition during development of *Chthamalus stellatus* (Poli). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, **22**: 263-267.

BARNES H., BARNES M. (1963) - *In vitro* development of Cirripede eggs. *Vidensk. Medd. Fra Dansk naturh. Foren.*, **125**: 93-100.

BURROWS M.T. (1988) - *The comparative biology of* Chthamalus stellatus *(Poli) and* Chthamalus montagui *Southward.* Ph.D. Thesis, University of Manchester.

O'RIORDAN R.M., MYERS A.A., CROSS T.F. (1992) - Brooding in the intertidal barnacles *Chthamalus stellatus* (Poli) and *Chthamalus montagui* Southward in south-western Ireland. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, **164**: 135-145.

O'RIORDAN R.M., MYERS A.A., CROSS T.F. (1995) - The reproductive cycles of *Chthamalus stellatus* (Poli) and *C. montagui* Southward in south-western Ireland. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, **190**: 17-38.

RELINI G. (1983) - Remarks on the ecology of Chthamalids in the Ligurian Sea. *Rapport et Procés-Verbaux des Réunions de la Commission Internationale pour l'Exploration Scientifique de la Mer Méditerranée*, **28** (3): 273-275.

STUBBINGS H.G. (1975) - *Balanus balanoides*. Liverpool University Press, Liverpool: 175 pp.

Biol. Mar. Medit. (1999), 6 (1): 411-414

F.G. PANNACCIULLI, G. RELINI

Laboratori di Biologia Marina ed Ecologia Animale,
Dipartimento per lo Studio del Territorio e delle sue Risorse,
Università di Genova, Via Balbi, 5 - 16126 Genova, Italia.

# TIME OF SETTLEMENT IN BARNACLES OF THE GENUS *CHTHAMALUS* IN THE GULF OF GENOA (LIGURIAN SEA) AND IN THE GULF OF TRIESTE (NORTH ADRIATIC SEA)

## *PERIODO DI INSEDIAMENTO IN CIRRIPEDI DEL GENERE* CHTHAMALUS *NEL GOLFO DI GENOVA (MAR LIGURE) E NEL GOLFO DI TRIESTE (NORD ADRIATICO)*

***Abstract***

*Settlement of the intertidal barnacles* Chthamalus montagui *and* Chthamalus stellatus *was investigated in the Gulf of Genoa and in the Gulf of Trieste between May 1997 and April 1998. In both areas barnacles settled in summer and autumn. Peaks in settlement were recorded in July in Trieste and in August in Genoa.*

***Key-words:*** Chthamalus montagui, Chthamalus stellatus, *settlement, recruitment, Mediterranean Sea.*

## Introduction

The life cycle of barnacles, consists of a planktonic phase followed by an adult sessile stage. Settlement occurs when the cyprid, the final planktonic larva, attaches to the substratum. Following settlement, those cyprids which survive metamorphosis and become spat are said to recruit to the adult barnacle population.

Time of settlement and recruitment can have great influence on the final structure of adult communities. Preliminary data on settlement of *Chthamalus* (*Chthamalus montagui* Southward and *Chthamalus stellatus* (Poli)) in Genoa was published by Relini (1983).

This study is aimed to provide more information on *Chthamalus* settlement in the Gulf of Genoa and in the Gulf of Trieste.

## Methods

Cumulative settlement of *C. montagui* and *C. stellatus* was monitored monthly between May 1997 and April 1998 on three shores (Capo S. Chiara, Pontetto, Punta Chiappa) in the Gulf of Genoa and three (Barcola, S. Croce, Aurisina) in the Gulf of Trieste. Each month, eighteen quadrats (5x5 cm in size) were randomly selected in the barnacle zone of each shore. All barnacles present on the quadrats were removed. The following month, the same quadrats were monitored for presence of cyprids and spat and their number recorded. Care was taken in clearing new sets of quadrats at each sampling session to guarantee independence among replicates.

The use of cleared quadrats instead of natural populations, had the advantage of avoiding confusion between newly settled and older barnacles.

## Results

Results are shown in Fig. 1. Due to the short period required by cyprids to metamorphose into spat, only a few hours along Italian coasts (Pannacciulli, pers. obs.), and to the long gap between sampling sessions, the number of cyprids collected during the year of study was very low. Instead, the number of spat was very high, thus allowing recruitment to be accurately estimated. As recruitment reflects settlement quite well (Holm, 1990), time of settlement can be referred to time of recruitment.

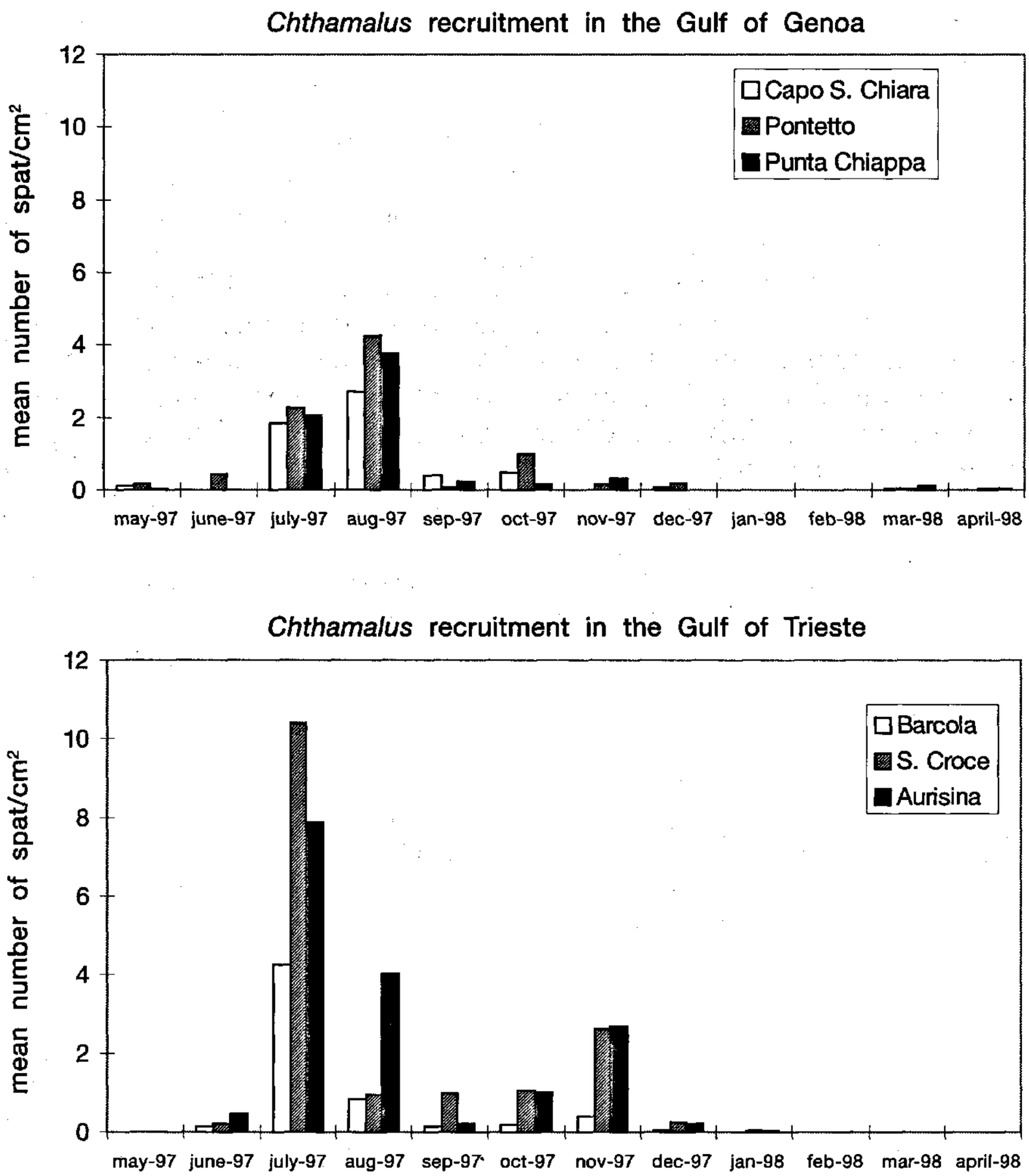



Fig. 1 - Variation in mean spat density on three shores in the Gulf of Genoa and three in the Gulf of Trieste between May 1997 and April 1998. Mean values were calculated on eighteen 5x5 cm replicate quadrats. Standard error bars are shown.

*Variazione nella densità media dei nuovi insediati su tre scogliere del Golfo di Genova e tre del Golfo di Trieste. I valori medi sono stati calcolati su diciotto repliche di dimensioni 5x5 cm. Sui grafici è riportato l'errore standard.*

Both in Genoa and in Trieste, settlement started in June and finished in December. In Genoa a peak in settlement was observed in August. In Trieste a first and larger peak was observed in July while a second one in November.

## Discussion

In the study areas *Chthamalus* showed a well defined settlement season confined to the summer/autumn period. Our results confirmed studies carried out on natural populations during previous years (Pannacciulli and Benedetti-Cecchi, pers obs.). In contrast, Relini (1983) observed *Chthamalus* settling from March to May and from September to January. These differences could be related to interannual variations.

In Italy the settlement period appears to be longer than that observed for the same species in the Atlantic. In south-west England for instance, *Chthamalus* starts to settle in August and ends in November (Pannacciulli, 1995). The longer settlement season observed in Mediterranean barnacles is probably related to the more favourable climatic conditions. According to several authors barnacle larval release and consequently settlement are triggered by rises in sea water temperature (Patel & Crisp, 1960) and algal blooms (Crisp *et al.*, 1991).

A study on larval release carried out in the same areas and in the same year (Pannacciulli & Falautano, 1999), suggests that in Genoa *Chthamalus* larvae start to be released in the plankton in March while in Trieste in June. As the main settlement season starts in July and *Chthamalus* larvae are believed to spend in the plankton less than a month (Achituv & Barnes, 1976; Burrows *et al.*, 1992), it can be implied that larvae which were released in early spring (Gulf of Genoa) did not settle successfully.

Considerations on the quantitative differences between the Gulf of Genoa and the Gulf of Trieste as well as a more detailed investigation on settlement of the two separate *Chthamalus* species, will be dealt with in a more extensive paper.

**Acknowledgements**

The authors wish to thank Prof. Mario Specchi for the logistic support provided in Trieste and Elisa Lugnani and Manuela Falautano for help with the fieldwork. We are also grateful to Prof. A.J. Southward for useful comments on the manuscript. This study was funded by the E.U. (EUROROCK project - MAS3 - CT95-0012).

**Bibliography**

ACHITUV Y., BARNES H. (1976) - Studies in the biochemistry of cirripede eggs V: changes in the biochemical composition during development of *Chthamalus stellatus* (Poli). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, **22**: 263-267.

BURROWS M.T., HAWKINS S.J., SOUTHWARD A.J. (1992) - A comparison of reproduction in co-occurring chthamalid barnacles, *Chthamalus stellatus* (Poli) and *Chthamalus montagui* Southward. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, **160**: 229-249.

CRISP D.J., HILL E.M., HOLLAND D.L. (1991) - A review of the hatching process in barnacles. In: Wenner A., Kuris A. (eds), *Crustacean egg production*, A.A. Balkema, Rotterdam: 57-68.

HOLM E.R. (1990) - Effects of density-dependent mortality on the relationship between recruitment and larval settlement. *Marine Ecology Progress Series*, **60**: 141-146.

PANNACCIULLI F.G. (1995) - *Population ecology and genetics of European species of intertidal barnacles.* Ph.D. Thesis, University of Liverpool.

PANNACCIULLI F.G., FALAUTANO M. (1999) - Time of larval release in barnacles of the genera *Chthamalus* and *Euraphia* in the Gulf of Genoa (Ligurian Sea) and in the Gulf of Trieste (North Adriatic Sea). *Biol. Mar. Medit.*, **6** (1): 407-410.

PATEL B., CRISP D.J. (1960) - The influence of temperature on the breeding and the moulting of some warm-water species of operculate barnacles. *Journal of the Marine Biological Association of the UK*, **39**: 667-680.

RELINI G. (1983) - Remarks on the ecology of Chthamalids in the Ligurian Sea. *Rapport et Procés-Verbaux des Réunions de la Commission Internationale pour l'Exploration Scientifique de la Mer Méditerranée*, **28** (3): 273-275.

Biol. Mar. Medit. (1999), 6 (1): 415-417

G. PARDI, L. PIAZZI

Dipartimento di Scienze dell'Uomo e dell'Ambiente, Università di Pisa,
Via Volta, 6 - 56126 Pisa, Italia.

# OSSERVAZIONI SU UN POPOLAMENTO A *CYSTOSEIRA HUMILIS* KÜTZING (FUCALES, CYSTOSEIRACEAE) SUL LITORALE A SUD DI LIVORNO (MAR LIGURE)

# *OBSERVATIONS ON A COMMUNITY WITH* CYSTOSEIRA HUMILIS *KÜTZING (FUCALES, CYSTOSEIRACEAE) ON THE ROCKY SHORES SOUTH OF LIVORNO (LIGURIAN SEA)*

***Abstract***

*The seasonal patterns of density and reproduction of* Cystoseira humilis *Kützing (Fucales, Cystoseiraceae) population, present in a tidepool from the rocky shore South Livorno, are described. The mean density of thalli reached the greatest value in spring and the smallest in fall. The percentage of fertile individuals was maximum in July, while in January reproductive structures were absent.*

***Key-words:*** Cystoseira humilis, *density, reproduction, Ligurian Sea.*

## Introduzione

Dal 1994 è in corso lo studio di un popolamento a *Cystoseira humilis* Kützing, presente in una pozza di scogliera del litorale roccioso a sud di Livorno. Questa è la prima segnalazione di *C. humilis* per le coste occidentali italiane. La distribuzione di tale specie in Mediterraneo comprende le coste di Spagna, Francia, Sicilia, Sardegna, Malta e Alboran (Ribera *et al.*, 1992). In questo lavoro sono riportati i dati preliminari concernenti l'andamento stagionale della densità del popolamento di *C. humilis* e del suo stato riproduttivo, relativi ad un anno di studio.

## Materiali e metodi

Lo studio è stato effettuato sulla costa a sud di Livorno, in una pozza di scogliera di 6.5 $m^2$ di superficie e 0.75 m di profondità massima, situata a 0.1 m sopra il livello medio della bassa marea. Sulle pareti verticali della pozza sono stati scelti a random tre quadrati permanenti di 400 $cm^2$. I quadrati sono stati monitorati ogni tre mesi dall'aprile 1994 all'aprile 1995. In ciascuna data di campionamento è stato registrato il numero di individui, la presenza di ricettacoli e le altre specie algali del popolamento. La densità (n° individui $m^{-2}$) e la percentuale di individui fertili sono state espresse come media tra i tre quadrati.

## Risultati

La densità media dei talli di *Cystoseira humilis* raggiunge il valore più elevato in primavera (432±54.1 in Aprile 1994 e 366.7±87.1 in Aprile 1995) (media±ES, n=3) ed il valore minimo in autunno (217.5±30.6 in Ottobre 1994) (Fig.1a). La percentuale di individui fertili è massima in luglio (53.6±8.9), mentre in gennaio le strutture riproduttive sono assenti (Fig.1b).

Per quanto riguarda le specie algali presenti nel popolamento, sono state determinate 13 specie epilitiche e 18 specie epifite di *C. humilis*.

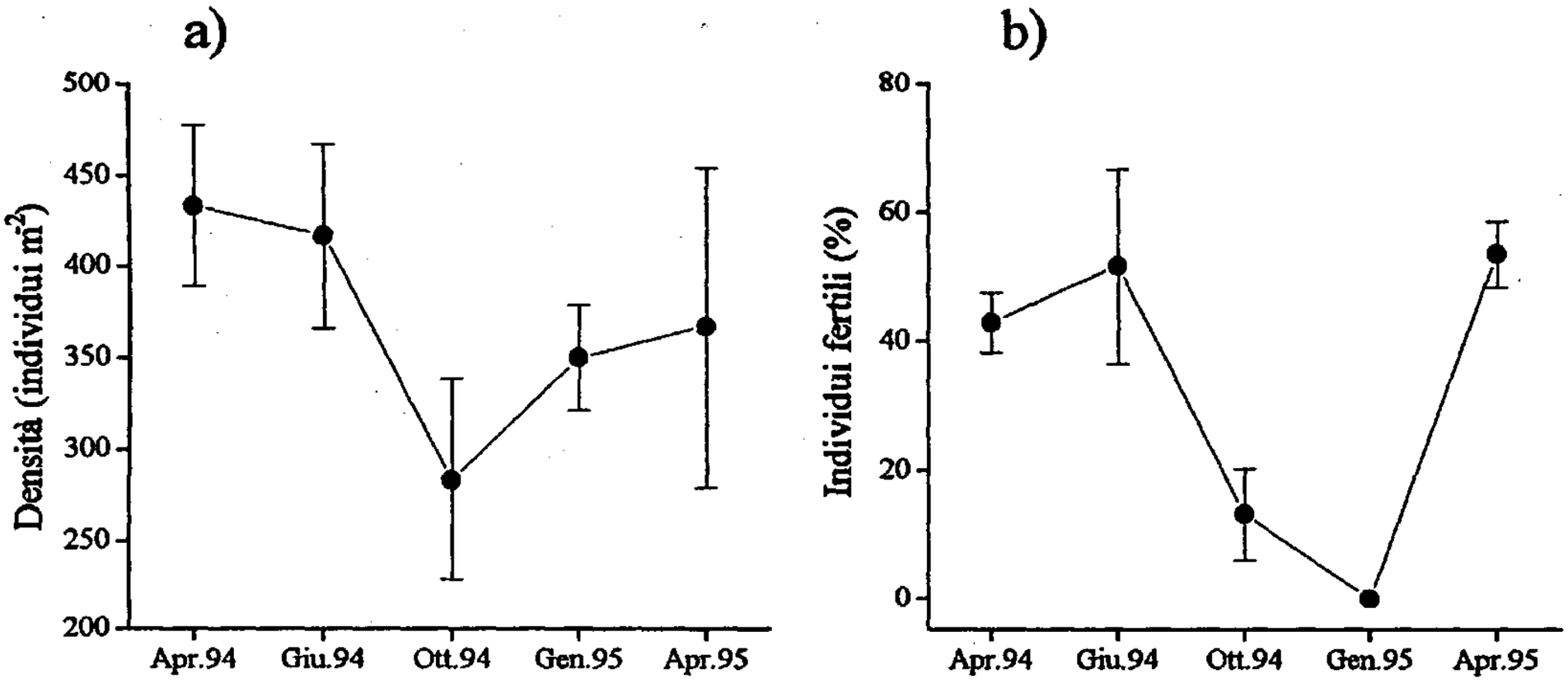



Fig. 1 - Variazioni stagionali della densità media dei talli (±SE, n=3) (a) e percentuale di talli fertili (media±SE, n=3) (b).

*Monthly variation in the mean density of thalli (±SE, n=3) (a) and percentage of fertile thalli (mean±SE, n=3) (b).*

## Discussione e conclusioni

La presenza di *Cystoseira humilis* a sud di Livorno amplia l'areale mediterraneo di questa specie alle coste occidentali italiane. Il popolamento studiato occupa lo stesso habitat dei popolamenti atlantici delle Isole Canarie (Gonzalez e Afonso Carrillo, 1990), mentre in Mediterraneo *C. humilis* colonizza generalmente il piano infralitorale (Giaccone *et al.*, 1992; Soto Moreno y Conde Poyales, 1993; Cormaci *et al.*, 1997). La dinamica stagionale della densità di *C. humilis* emersa durante il periodo di studio corrisponde a quella di altre specie del genere *Cystoseira* del Mediterraneo (Hoffmann *et al.*, 1992). La diminuzione di densità tra la fine dell'estate e l'autunno è dovuta alla perdita di individui adulti, causata dalle mareggiate che si verificano in questo periodo dell'anno. L'aumento di spazio disponibile e di illuminazione che ne consegue è all'origine dell'aumento di densità, a partire dal gennaio 1995, che segue allo sviluppo delle giovani plantule che si sono insediate nell'autunno precedente (Benedetti-Cecchi & Cinelli, 1992). Lo sviluppo delle strutture riproduttive presenta un andamento stagionale analogo a quello mostrato da questa specie alle Isole Canarie (Gonzalez e Afonso Carrillo, 1990).

**Ringraziamenti**

Si ringrazia il Prof. G. Giaccone per il prezioso aiuto offerto nella determinazione della *Cystoseira humilis.*

**Bibliografia**

BENEDETTI-CECCHI L., CINELLI F. (1992) - Effects of canopy cover, herbivores and substratum type on patterns of *Cystoseira* spp. settlement and recruitment in littoral rockpools. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **90**: 183-191.

CORMACI M., LANFRANCO E., BORG J.A., BUTTIGIEG S., FURNARI G.,MICALLEF S.A., MIFSUD C., PIZZUTO F., SCAMMACCA B., SERIO D. (1997) - Contribution to the knowledge of benthic marine algae on rocky substrata of the Maltese Islands (Mediterranean Sea). *Bot. Mar.*, **40**: 203-215.

GIACCONE G., PIZZUTO F., SERIO D. (1992) - Aspetti della vegetazione sommersa in fondali della Sicilia sud-orientale (Siracusa). *Boll. Acc. Gioenia Sci. Nat.*, **25**: 35-54.

GONZÁLEZ R.M., AFONSO CARRILLO J. (1990) - Estudio fenológico de cuatro especies del genero *Cystoseira* C.Agardh (Phaeophyta, Fucales) en Punta de Hidalgo Tenerife (Islas Canarias). *Vieraea*, **18**: 205-234.

HOFFMANN L., RENARD R., DEMOULIN V., (1992) - Phenology, growth and biomass of *Cystoseira balearica* in Calvi (Corsica). *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **80**: 249-254.

RIBERA M.A., GÓMEZ GARRETA A., GALLARDO T., CORMACI M., FURNARI G., GIACCONE G. (1992) - Check-list of Mediterranean seaweeds I. Fucophyceae (Warming, 1884). *Bot. Mar.*, **35**: 109-130.

SOTO MORENO J., CONDE POYALES F. (1993) - Datos sobre la flora algal bentonica de la Isla de Alboran (Mar de Alboran, Mediterraneo occidental). *Cryptogamie, Algol.*, **14** (4): 183-190.

Biol. Mar. Medit. (1999), 6 (1): 418-420

A. M. PASTORELLI, L. ROSITANI, V. DE ZIO, G. MARANO

Laboratorio di Biologia Marina, Molo Pizzoli (Porto) - 70123 Bari, Italia.

# RINVENIMENTO DI *ADULA SIMPSONI* (MARSHALL, 1900) E *XYLOPHAGA DORSALIS* (TURTON, 1819) - MOLLUSCA BIVALVIA - SUL RELITTO DELLA KATER I RHADES

# ADULA SIMPSONI *(MARSHALL, 1900) AND* XYLOPHAGA DORSALIS *(TURTON, 1819) - MOLLUSCA BIVALVIA - FINDING ON THE KATER I RHADES WRECK*

***Abstract***

*The Authors report the finding of two bivalve mollusc species in the South Adriatic Sea:* Adula simpsoni *and* Xylophaga dorsalis. *These species were found on the shipwreck Kater I Rhades sank during March 1997. The wreck stayed on the sea bottom for seven months (at 800 metres depth). Specimen morphometric data were reported.*

***Key-words:*** Adula simpsoni, Xylophaga dorsalis, *Mollusca Bivalvia, South Adriatic Sea.*

## Introduzione

Il 28/3/1997, la motovedetta albanese Kater I Rhades è affondata nel Canale d'Otranto mentre trasportava 110 profughi clandestini verso le coste italiane. Il naufragio è avvenuto a circa 22 miglia dalla costa salentina, al traverso di San Foca su fondali di 800 metri (Fig. 1).

Dopo sette mesi, il 20/10/1997, la nave è stata recuperata dalla società IMPRESUB mediante l'ausilio di tecniche innovative. E' stato quindi possibile, per i tecnici del Laboratorio, ispezionare il relitto, depositato nel porto di Brindisi, nonostante la nave fosse oggetto di indagini da parte della Magistratura italiana, grazie anche alla disponibilità delle autorità inquirenti.

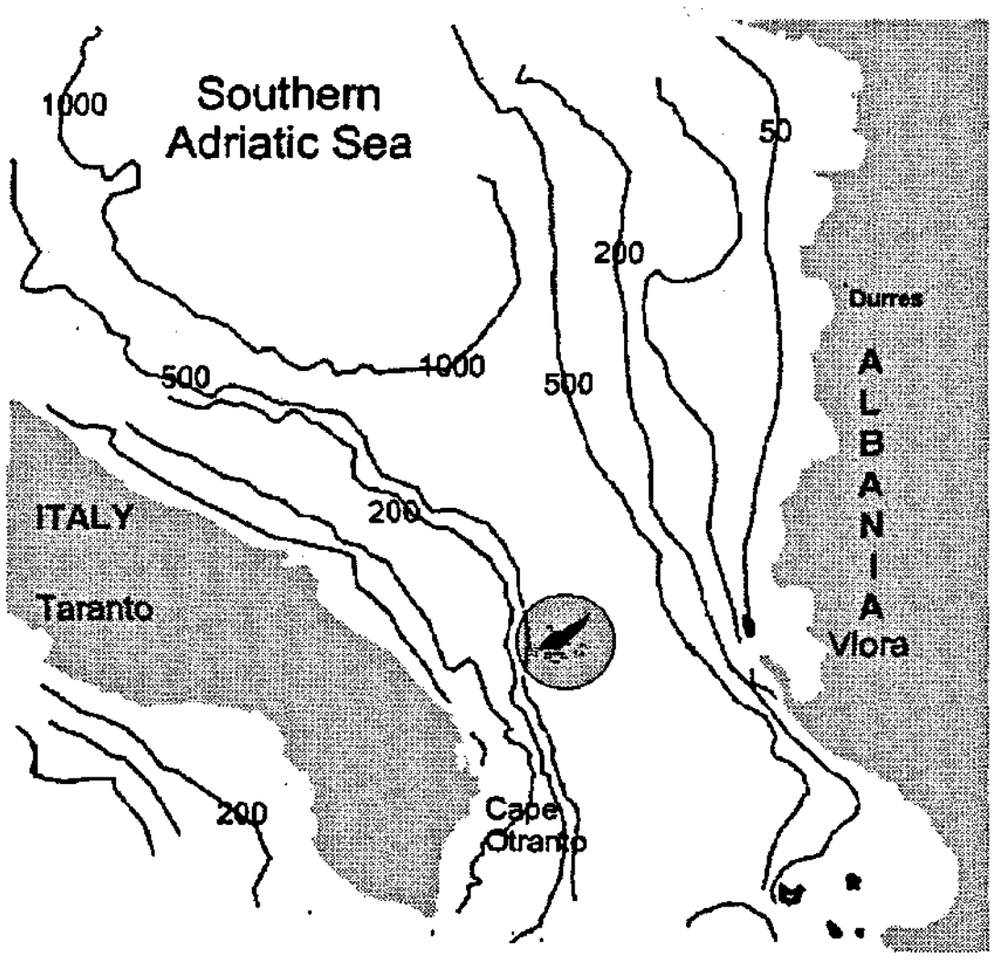



Fig. 1 - Localizzazione del naufragio della Kater I Rhades.
*Kater I Radhes shipwreck location.*

## Materiali e metodi

L'imbarcazione, sottoposta ad una accurata ispezione, appariva del tutto priva di organismi sulle sue strutture metalliche, mentre la parte lignea, presente sul coronamento di poppa, sul bottazzo, sui portelli dei boccaporti e sulla ruota del timone, era del tutto perforata da quantità notevoli di molluschi bivalvi appartenenti alla specie *Xylophaga dorsalis* (Turton, 1816), di cui abbiamo potuto prelevare alcuni individui. Inoltre all'interno della nave, sugli indumenti dei profughi, sono stati rinvenuti e prelevati alcuni esemplari di un altro mollusco bivalve, il mitilide *Adula simpsoni* (Marshall, 1900).

Tutti gli individui, di entrambe le specie, sono stati sottoposti a misurazioni morfometriche mediante calibro a cursore e con l'ausilio di uno stereomicroscopio.

## Risultati e discussioni

*Xylophaga dorsalis,* bivalve appartenente alla famiglia Pholadidae, è presente nel Mediterraneo a profondità comprese tra 0 e 2700 m (Parenzan, 1976), il suo habitat è rappresentato dal legname sommerso in cui scava gallerie (Poppe *et al.*, 1993).

Su n° 58 esemplari raccolti è stata rilevata l'altezza umbo-ventrale della valva; la taglia minima registrata è stata di 1,9 mm, la massima di 7,9 mm e la media di 4,7±1,41 mm; dall'esame delle frequenze di taglia la classe più rappresentata è risultata 4,5-6 mm (Fig.2).

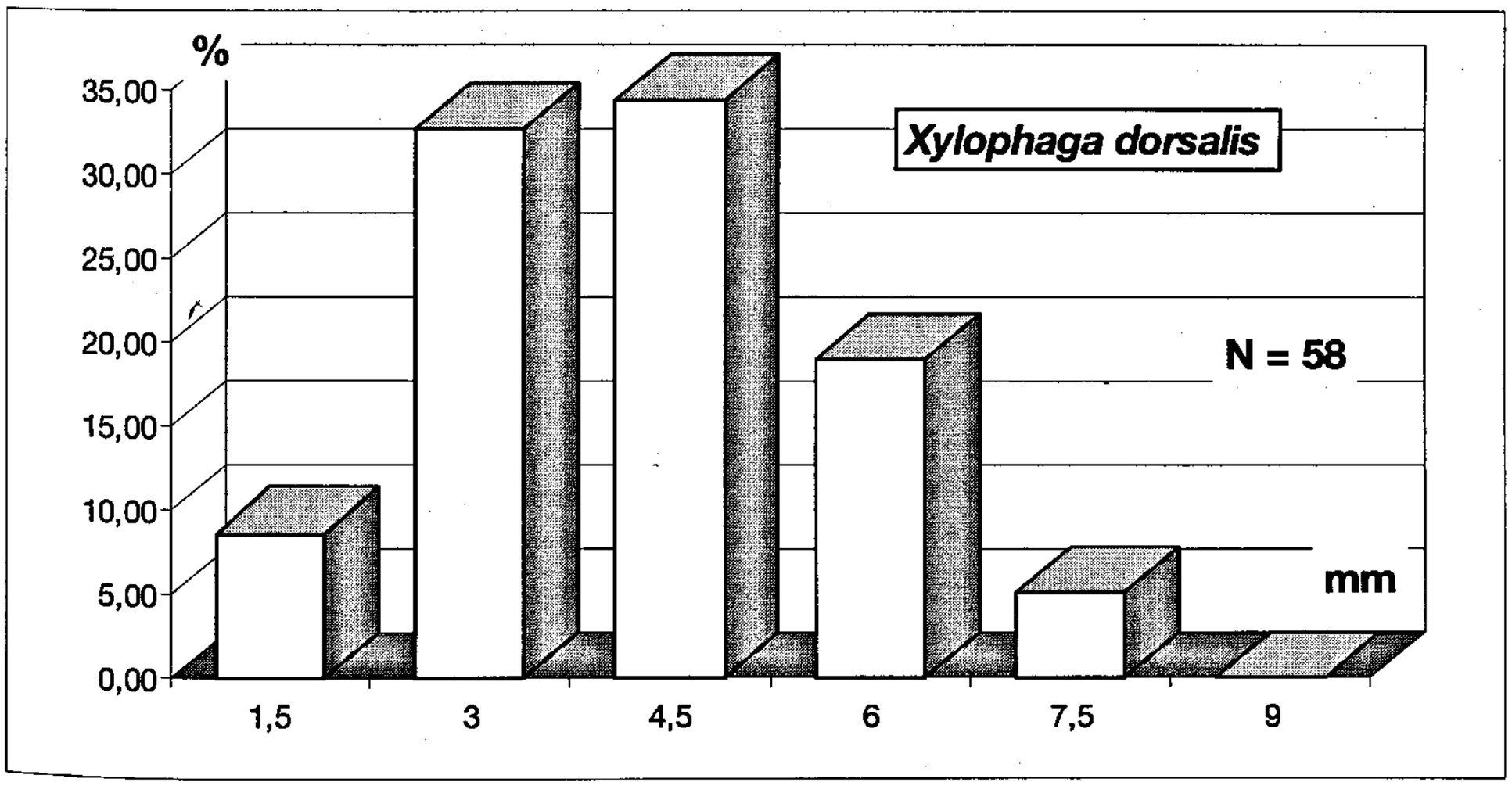



Fig. 2 - Distribuzione delle frequenze di taglia di *Xylophaga dorsalis.*
*Size frequency distributions of* Xylophaga dorsalis.

Il mitilide *Adula simpsoni*, specie atlantica, spesso è stato rinvenuto su ossa di cetacei (Quero,1973) per cui si può pensare che queste rappresentino il suo substrato preferenziale (Barsotti e Giannini, 1974). Nel Mediterraneo è stata segnalata solo due volte nel Tirreno settentrionale (Barsotti, 1972; Barsotti e Giannini, 1974; Carrozza, 1984); gli esemplari ritrovati sul relitto rappresenterebbero quindi i primi rinvenuti in Adriatico.

In tabella 1 si riportano le dimensioni della lunghezza (antero-posteriore) e dell'altezza (umbo-ventrale), in mm, di n° 11 esemplari prelevati.

Tab. 1 - Lunghezza (antero-posteriore) e altezza (umbo-ventrale), in mm, degli esemplari prelevati.
*Length (antero-posterior) and height (umvo-ventral), in mm, of drawed specimens.*

| n° ind. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| lungh. | 8,5 | 9,1 | 10,6 | 11,2 | 13,0 | 13,2 | 14,5 | 15,7 | 16,0 | 16,0 | 16,9 |
| altez. | 4,2 | 4,2 | 4,9 | 5,2 | 5,4 | 5,4 | 6,4 | 6,2 | 6,4 | 6,6 | 7,1 |

La lunghezza media è risultata di 13,1±2,95 mm.

È interessante osservare come gli esemplari di *X. dorsalis* e *A. simpsoni*, peraltro poco frequente la prima e rara la seconda (nel Mediterraneo), abbiano così densamente colonizzato i relativi substrati preferenziali, raggiungendo le dimensioni rilevate in un arco di tempo totale di sette mesi.

**Bibliografia**

BARSOTTI G. (1972) - Le conchiglie mediterranee. *La Conchiglia,* Roma, **7**: 7.

BARSOTTI G., GIANNINI F. (1974) - Primo ritrovamento di *Delectopecten vitreus* (Gmelin, 1789) e nuova segnalazione di *Adula simpsoni* (Marshall, 1900) nelle acque dell' Alto Tirreno. *La conchiglia,* Roma, **6**: 10.

CARROZZA F. (1984) - Microdoride di malacologia mediterranea, contributo sesto. *Boll. Malacologico,* Milano, **20**: 219 226.

QUERO J. C. (1973) - Présence d'*Adula simpsoni* sur une crâne de *Globicefala melaena* ramassé au chalut au Golfe de Gascogne. *Annales de la Société des Sciences naturelles de la Charente Maritime,* **5**: 319-320.

PARENZAN P. (1976) - *Carta d'identità delle conchiglie del Mediterraneo.* Ed. Bios Taras, Taranto, **2**: 381.

POPPE G.T., GOTE Y. (1993) - *European Seaschells.* Verlag Christa Hemmen, Germany, **2**: 132.

Biol. Mar. Medit. (1999), 6 (1): 421-425

M. PULCINI, C. VIRNO LAMBERTI*, A. VALENTINI**, S. DE RANIERI*

ICRAM, Istituto Centrale per la Ricerca Scientifica e Tecnologica Applicata al Mare,
Via di Casalotti, 300 – 00166 Roma, Italia.
*C.I.B.M., Livorno, Italia.
**Dip. di Biologia Animale, Università di Modena, Italia.

# CONTRIBUTO ALLA CONOSCENZA DELLE BIOCENOSI BENTONICHE DI UN'AREA MARINA PROSPICIENTE MAZARA DEL VALLO (STRETTO DI SICILIA)

## *CONTRIBUTION TO THE KNOWLEDGE OF THE BENTHIC BIOCOENOSES OF A MARINE AREA NEARBY MAZARA DEL VALLO (STRAIT OF SICILY)*

***Abstract***

*A coastal area from Capo Feto to Capo Granitola nearby Mazara del Vallo (Strait of Sicily) was investigated, in 1997, in order characterized the benthic communities. Various soft bottom biocoenoses, as well as a wide* Posidonia oceanica *(L.) Delile meadow and coralligenous formations have been identified along a depth gradient, from 4 m to 144 m, and reported in a biocoenotic map.*

***Key-words:*** *macrobenthos, soft bottoms,* Posidonia oceanica, *coralligenous, biocoenotic map, Sicily.*

## Introduzione

Numerosi studi hanno affrontato le problematiche legate alle attività di pesca nello Stretto di Sicilia (Patti *et al.*, 1994; Giusto *et al.*, 1995) e nella zona di Mazara del Vallo (Jereb e Ragonese, 1986), ma risultano scarse e frammentarie le conoscenze riguardanti le caratteristiche biocenotiche dei fondali antistanti tale località.

Scopo del presente lavoro è quello di offrire un contributo alla conoscenza di tali fondali dal punto di vista bionomico, riportando l'inventario faunistico e la carta biocenotica dell'area indagata.

## Materiali e metodi

L'area, situata tra Capo Feto e Capo Granitola, è stata indagata dalla costa fino alla profondità di 144 m nel corso di una campagna condotta durante la primavera del 1997. Un'indagine qualitativa preliminare dei fondali, dalla costa fino alla profondità di 40 m, è stata effettuata tramite un R.O.V. (Remotely Operated Vehicle) dotato di telecamera a colori, bussola e profondimetro, il cui posizionamento era assicurato da un DGPS installato sull'imbarcazione d'appoggio. Il R.O.V. è stato utilizzato per acquisire informazioni sulla prateria di *Posidonia oceanica* (L.) Delile precedentemente identificata da Accardo Palumbo *et al.* (1996). Un'indagine successiva ha previsto il prelievo di campioni di sedimento in trenta stazioni (Fig.1) in corrispondenza di cinque differenti fasce batimetriche (0-4 m, 40-60 m, 60-70 m, 70-90 m, 90-100 m) e oltre i 100 m. Il sedimento è stato prelevato mediante benna Van Veen con area di presa di 0,07 $m^2$, effettuando tre repliche per ogni stazione. Il materiale raccolto è stato vagliato su setaccio da 1 mm e gli organismi trattenuti sono stati identificati,

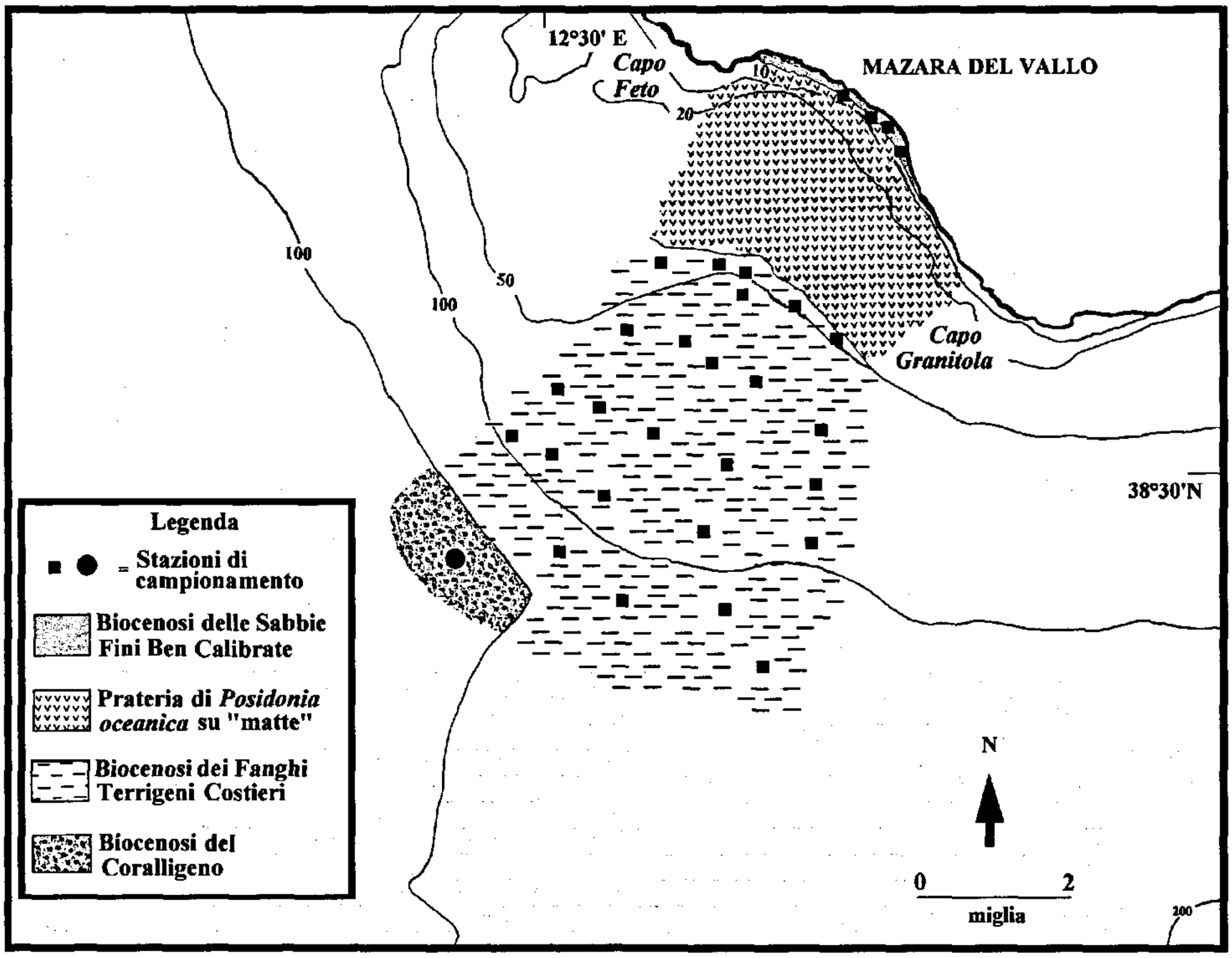



Fig. 1 - Cartografia biocenotica dell'area indagata. La doppia isobata dei 100 m, indicata nella cartina, è effettivamente riportata nella carta nautica dell'Istituto Idrografico della Marina.
*Biocoenotic map of the investigated area. The repeated isobath of 100 m, reported in the map, is effectively present in the nautic Map of the Istituto Idrografico della Marina.*

ove possibile fino a livello di specie, e contati. Per ciascuna specie l'affinità biocenotica è stata definita in base ai dati presenti in letteratura; per ciascuna stazione l'attribuzione biocenotica è stata eseguita secondo il criterio della dominanza quantitativa (Pères e Picard, 1964; Pères, 1965; Febvre-Chevalier, 1969; Bourcier *et al.*, 1979; Augier, 1982; Meinesz *et al.*, 1983).

## Risultati e discussione

Il R.O.V. ha permesso di osservare un'ampia prateria di *P. oceanica* che si distribuisce da 4 m a 34 m circa di profondità, estendendosi per circa 2,5 miglia di distanza dalla costa. La prateria si sviluppa prevalentemente su fondale sabbioso e su "matte" con un ricoprimento che risulta in gran parte superiore all'80%. Tale prateria risulta intervallata da canali intermatte in prossimità dell'isobata dei 27 m e da formazioni rocciose sparse, che si riscontrano anche oltre il limite inferiore della prateria (circa 34 m), fino alla batimetrica dei 40.

L'analisi tassonomica dei 953 individui di organismi macrozoobentonici raccolti complessivamente ha portato alla identificazione dei seguenti gruppi: Policheti (48% degli individui), Crostacei (24%), Molluschi (10%), Echinodermi (8%), Sipunculidi (5%), Cnidari (3%) e Nemertini (2%), per un totale di 143 taxa (Tab.1).

Tab. 1 - **Lista dei taxa rinvenuti.**
***List of the taxa found.***

| | | | |
|---|---|---|---|
| CNI | *Actinia sp.* | POL | *Aponuphis brementi* (Fauvel, 1916) |
| CNI | *Alcyonium acaule* Marion, 1878 | POL | *Aponuphis fauveli* (Rioja, 1918) |
| CNI | *Pennatula rubra* (Ellis, 1764) | POL | *Arabella geniculata* (Claparéde, 1868) |
| CNI | *Thecocarpus myriophyllum* (Linnaeus, 1758) | POL | *Arabella iricolor* (Montagu, 1804) |
| CRO | *Alpheus dentipes* Guerin-Meneville, 1832 | POL | *Armandia cirrhosa* Philippi, 1865 |
| CRO | *Alpheus glaber* Olivi, 1792 | POL | *Capitella capitata* (Fabricius, 1780) |
| CRO | *Ampelisca diadema* (A.Costa, 1853) | POL | *Dasybranchus caducus* (Grube, 1846) |
| CRO | *Ampelisca sp.* | POL | *Dasybranchus cfr. gajolae* Eisig, 1887 |
| CRO | *Ampelisca spinipes* Boeck, 1861 | POL | *Diplocirrus glaucus* Haase, 1915 |
| CRO | Amphipoda ind. | POL | *Drilonereis filum* (Claparéde, 1868) |
| CRO | *Anapagurus laevis* (Bell, 1845) | POL | *Eteone sp.* |
| CRO | *Anapagurus serripes* (Hope, 1851) | POL | *Euchone rubrocincta* (M. Sars, 1861) |
| CRO | *Apseudes echinatus* G.O. Sars, 1882 | POL | *Euclymene oerstedi* (Claparéde, 1863) |
| CRO | *Apseudes grossimanus* Norman & Stebbing, 1886 | POL | *Euclymene palermitana* (Grube, 1840) |
| CRO | *Apseudes latreillii* (Milne-Edwards, 1828) | POL | *Eunice pennata* (O.F. Muller, 1778) |
| CRO | *Apseudes talpa* (Montagu, 1808) | POL | *Eunice torquata* Quatrefages, 1865 |
| CRO | *Athanas nitescens* (Leach, 1814) | POL | *Eunice vittata* (Delle Chiaje, 1828) |
| CRO | *Cirolana borealis* Lilljeborg, 1852 | POL | *Euphrosyne foliosa* Aud. & Milne-Edw., 1833 |
| CRO | *Cirolana sp.* | POL | *Glycera alba* (O.F. Muller, 1776) |
| CRO | *Crangon crangon* (Linnaeus, 1758) | POL | *Glycera lapidum* Quatrefages, 1865 |
| CRO | *Cymodoce truncata* Leach, 1814 | POL | *Glycera rouxii* Audouin & Milne-Edwards, 1833 |
| CRO | *Diogenes pugilator* (Roux, 1829) | POL | *Glycera sp.* |
| CRO | *Ebalia tuberosa* (Pennant, 1777) | POL | *Glycera tesselata* Grube, 1863 |
| CRO | *Galathea strigosa* (Linnaeus, 1761) | POL | *Glycera tridactyla* Schmarda, 1861 |
| CRO | Gammaridae ind. | POL | *Goniada maculata* Oersted, 1843 |
| CRO | *Goneplax rhomboides* (Linnaeus, 1758) | POL | *Harmothoe lunulata* (Delle Chiaje, 1841) |
| CRO | *Inachus dorsettensis* (Pennant, 1777) | POL | *Hyalinoecia tubicola* (O.F. Muller, 1776) |
| CRO | *Iphinoe tenella* G.O. Sars, 1878 | POL | *Kefersteina cirrata* (Keferstein, 1862) |
| CRO | *Jaera sp.* | POL | *Leiocapitella dullfusi* (Fauvel, 1936) |
| CRO | *Jaxea nocturna* Nardo, 1847 | POL | *Lumbrineris coccinea* (Renier, 1804) |
| CRO | *Liocarcinus sp.* | POL | *Lumbrineris fragilis* (O.F. Muller, 1776) |
| CRO | *Lysianassa sp.* | POL | *Lumbrineris latreilli* Aud & Milne-Edw., 1834 |
| CRO | *Palaemon adspersus* Rathke, 1837 | POL | *Lumbrineris sp.* |
| CRO | *Pandalina brevirostris* (Rathke, 1843) | POL | *Lumbrineris tetraura* (Schmarda, 1861) |
| CRO | *Phtisica marina* Slabber, 1769 | POL | *Maldane sarsi* Malmgren, 1865 |
| CRO | *Pilumnus hirtellus* (Linnaeus, 1761) | POL | *Maldane sp.* |
| CRO | *Processa canaliculata* Leach, 1815 | POL | Maldanidae ind. |
| CRO | *Thoralus cranchii* (Leach, 1817) | POL | *Myriochele oculata* Zachs, 1923 |
| ECH | *Amphiura chiajei* Forbes, 1843 | POL | *Mysta picta* Quatrefages, 1865 |
| ECH | *Amphiura filiformis* (O.F. Muller, 1776) | POL | Nephtydae ind |
| ECH | *Echinocyamus pusillus* (O.F. Muller, 1776) | POL | *Nephtys hombergii* Savigny, 1818 |
| ECH | *Holothuria tubulosa* Gmelin, 1788 | POL | *Nephtys hystricis* Mc Intosh, 1900 |
| ECH | *Labidoplax digitata* (Montagu, 1815) | POL | *Nephtys incisa* Malmgren, 1865 |
| ECH | *Leptosynapta inhaerens* (O.F. Muller, 1776) | POL | *Notomastus latericeus* M. Sars, 1851 |
| ECH | *Molpadia musculus* Risso, 1826 | POL | *Owenia fusiformis* Delle Chiaje, 1841 |
| ECH | *Phyllophorus uma* Grube, 1840 | POL | *Panthalis oesterdi* Kinberg, 1855 |
| ECH | *Stylocidaris affinis* (Philippi, 1845) | POL | *Pectinaria koreni* Malmgren, 1866 |
| ECH | *Thyone cherbonnieri* Reys, 1960 | POL | *Pherusa monilifera* (Delle Chiaje, 1841) |
| ECH | *Thyone fusus* (O.F. Muller, 1788) | POL | *Phyllodoce lineata* (Claparéde, 1870) |
| ECH | *Trachythyone elongata* (Duben Koren, 1844) | POL | *Phyllodoce madeirensis* (Langerhans, 1880) |
| MOL | *Abra prismatica* (Montagu, 1808) | POL | *Phyllodoce mucosa* (Oersted, 1843) |
| MOL | *Astarte sulcata* (Da Costa, 1778) | POL | *Phyllodoce pusilla* (Claparéde, 1868) |
| MOL | *Azorinus chamasolen* (Da Costa, 1778) | POL | Phyllodocidae ind. |
| MOL | *Calyptraea chinensis* (Linnaeus, 1758) | POL | *Phylo foetida* (Claparéde, 1870) |
| MOL | *Clausinella brongniartii* (Payraudeau, 1826) | POL | *Piromis eruca* (Claparéde, 1870) |
| MOL | *Corbula gibba* (Olivi, 1792) | POL | *Polydora ciliata* (Johnston, 1838) |
| MOL | *Dentalium dentalis* Linné, 1758 | POL | *Polyophthalmus pictus* (Dujardin, 1839) |
| MOL | *Nucula nucleus* (Linné, 1758) | POL | *Praxillella gracilis* (M. Sars, 1861) |
| MOL | *Nucula sulcata* Bronn, 1831 | POL | Sabellidae ind. |
| MOL | *Nuculana commutata* (Philippi, 1844) | POL | *Serpula concharum* Langerhans, 1880 |
| MOL | *Nuculana pella* (Linné, 1767) | POL | *Sternaspis scutata* (Renier, 1807) |
| MOL | *Pitar rudis* (Poli, 1795) | POL | *Sthenelais limicola* (Ehlers, 1864) |
| MOL | *Plagiocardium papillosum* (Poli, 1795) | POL | *Sthenolepis yhleni* Malmgren, 1867 |
| MOL | *Tellina crassa* Pennant, 1777 | POL | *Syllis gracilis* Grube, 1840 |
| MOL | *Venus casina* Linné, 1758 | SIP | *Aspidosiphon muelleri* Diesing, 1851 |
| NEM | *Drepanophorus rubrostriatus* (Hubrecht, 1874) | SIP | *Golfingia elongata* Keferstein, 1863 |
| NEM | *Lineus sp.* | SIP | *Golfingia sp.* |
| NEM | Nemertea ind. | SIP | *Golfingia vulgaris* (Blainville, 1827) |
| POL | *Amage adspersa* (Grube,1863) | SIP | *Phascolion strombi* (Montagu, 1804) |
| POL | *Ampharete acutifrons* (Grube, 1860) | SIP | *Phascolosoma agassizii* Keferstein, 1866 |
| POL | *Amphicteis gunneri* (M. Sars, 1835) | SIP | *Sipunculus nudus* Linnaeus, 1766 |
| POL | *Aponuphis bilineata* (Baird, 1870) | | |

Nell'area studiata sono state riscontrate prevalentemente specie appartenenti alle biocenosi delle Sabbie Fini Ben Calibrate (SFBC), dei Fanghi Terrigeni Costieri (VTC), del Detritico Infangato (DE) e del Coralligeno (C). Nella fascia batimetrica compresa tra 0 e 4 metri di profondità, è stata rilevata un'elevata percentuale di specie esclusive della biocenosi SFBC (*Diogenes pugilator, Euclymene oerstedi*).

Nelle stazioni tra 40 m e 100 m di profondità il popolamento è risultato dominato da specie limicole esclusive o preferenziali della biocenosi VTC (*Labidoplax digitata, Goneplax rhomboides, Goniada maculata, Nephtys hystricis, Ampharete acutifrons, Sternaspis scutata*). In particolare, nella fascia batimetrica compresa tra 40 m e 60 m la biocenosi VTC risulta arricchita da alcune specie tipiche delle biocenosi SFBC (*Euclymene oerstedi, Diogenes pugilator*), delle Sabbie Grossolane sottoposte a Correnti di Fondo (SGCF) (*Tellina crassa*, *Venus casina*) e di fondi detritici (DC) (*Ebalia tuberosa*, *Myriochele oculata*), mentre tra 70 m e 90 m di profondità, risulta accompagnata da alcuni elementi tipici della biocenosi DE (*Euclymene palermitana*, *Leiocapitella dullfusi*). Nella fascia batimetrica compresa tra 90 m e 100 m il popolamento zoobentonico sempre afferente alla biocenosi VTC, caratterizzato in particolare dalle specie *Jaxea nocturna* e *Maldane sarsi,* risulta accompagnato da alcune specie appartenenti alla biocenosi dei Fanghi Batiali (VB) (*Apseudes grossimanus, Panthalis oesterdi*) e dei fondi detritici (*Euclymene palermitana, Golfingia elongata*).

Una particolare situazione biocenotica è stata riscontrata nella stazione localizzata a maggiore distanza dalla costa (contrassegnata in Fig. 1 con il simbolo ●) dove il sedimento risulta grossolano, costituito da detrito organogeno e da concrezioni carbonatiche. Questa stazione presenta organismi che afferiscono prevalentemente alla biocenosi del Coralligeno (*Alcyonium acaule, Thoralus cranchii*), insieme ad elementi tipici di substrati duri (*Cymodoce truncata, Glycera tesselata, Serpula concharum)* e da specie appartenenti alla biocenosi del Detritico Costiero *(Plagiocardium papillosum, Anapagurus laevis*).

I risultati sono stati restituiti in una carta biocenotica (Fig.1).

## Considerazioni conclusive

Risulta evidente da queste prime osservazioni che l'area indagata costituisce un ambiente di notevole interesse scientifico ed ambientale per la presenza sia di una prateria di *P. oceanica*, particolarmente estesa ed integra, sia di formazioni coralligene oltre i 100 m di profondità.

Questo studio vuole fornire lo spunto per ulteriori indagini ed approfondimenti in tale zona, ancora poco studiata, in considerazione soprattutto dell'importanza ecologica che gli ambienti suddetti rivestono nell'ecosistema marino.

## Bibliografia

ACCARDO PALUMBO M.T., BIANCA D., BADALAMENTI F. (1996) - Primi dati sulle caratteristiche fenologiche della prateria superficiale a *Posidonia oceanica* di Mazara del Vallo (Sicilia occidentale) soggetta ad attività di pesca. *Biol. Mar. Medit.*, **3** (1): 496-498.

AUGIER H. (1982) - Inventaire et classification des biocénoses marines benthiques de la Méditerranée. Conseil de l'Europe, Strasbourg. *Collection Sauvegarde de la Nature*, **25**: 1-59.

BOURCIER M., NODOT C., JEUDY DE GRISSAC A., TINE' J. (1979) - Répartition des biocoenoses benthiques en function des substrats sédimentaires de la Rade de Toulon (France). *Tethys*, **9** (2): 103-112.

FEBVRE-CHEVALIER C. (1969) - Etude bionomique des substrats moubles dragables du Golfe de Fos. *Tethys*, **1** (2): 421-476.

GIUSTO G.B., CANNIZZARO L., SINACORI G., PIZZICORI P. (1995) - Distribuzione e abbondanza di *Micromesistius poutassou* (Risso, 1826) nel Canale di Sicilia. *Biol Mar. Medit.*, **2** (2): 489-491.

JEREB P., RAGONESE S. (1986) - Un esemplare di *Loligo forbesi* (Steentrup, 1856) di notevoli dimensioni proveniente dalla pesca locale di Mazara del Vallo (Canale di Sicilia). *Nova Thalassia*, **8** (3):675-676.

MEINESZ A, BOUDOURESQUE C.F., FALCONETTI C., ASTIER J.M., BAY D., BLANC J.J., BOURCIER M., CINELLI F., CIRIK S., CRISTIANI G., DI GERONIMO I., GIACCONE G., HARMELIN J.G., LAUBIER L., LOVRIC A.Z., MOLINIER R., SOYER J., VAMVAKAS C. (1983) - Normalisation des symboles pour la représentation et la cartographie des biocénoses benthiques littorales de Méditerranée: *Ann. Inst. Oceanogr.*, **59** (2): 155-172.

PATTI B., MAZZOLA S., BONANNO A., SGRASSO S., LEVI D. (1994) - Analisi preliminare delle associazioni di specie demersali nel Canale di Sicilia. *Biol. Mar. Medit.*, **1** (1): 307-308.

PERES J.M., PICARD J. (1964) - Nouveau manuel de bionomie benthique de la Mer Méditerranée. *Rec. Trav. Stat. mar. Endoume*, **31** (47): 1-137.

PERES J.M. (1965) - Recherches qualitatives sur les ecosystèmes marins des substrats meubles dragables de la région marseillaise. *Rec.Trav. Stat. Mar. Endoume*, **52** (36): 1-160.

Biol. Mar. Medit. (1999), 6 (1): 426-429

G. RELINI, S. E. MERELLO

Laboratori di Biologia Marina ed Ecologia Animale,
Dipartimento per lo Studio del Territorio e delle sue Risorse, Università di Genova,
Via Balbi, 5 - 16126 Genova, Italia.

# IL FOULING DEL PORTO DI LOANO DOPO VENTIDUE ANNI

# *THE FOULING OF THE PORT OF LOANO AFTER TWENTYTWO YEARS*

***Abstract***

*A comparison between the fouling studied in 1970 and in 1992, settled on artificial panels immersed at the same station of the Port of Loano was carried out. After twentytwo years a qualitative (n° species) and quantitative (density, cover) decrease of community is outlined.*

***Key-words:*** *fouling, artificial panels, harbour, long-term change, Mediterranean Sea.*

## Introduzione

Le comunità bentoniche insediate sui moli dei porti (fouling), soprattutto di quelli di piccola e media grandezza, normalmente permangono in uno stato iniziale di evoluzione rispetto ad un'associazione più complessa e duratura nel tempo che generalmente è rappresentata dalla dominanza dei mitili (Relini, 1974; 1980). Le comunità fouling vengono talora utilizzate anche quali indicatori dello stato di inquinamento o comunque di alterazione ambientale, in particolare per confrontare aree portuali diverse (Relini *et al.*, 1969; 1972; 1975). Nella presente nota viene comparato il fouling di una stazione del Porto di Loano esaminato a distanza di ventidue anni, anche in vista di future osservazioni in relazione all'ampliamento del porto la cui superficie triplicherà.

## Materiali e metodi

In una stazione fissa all'interno del Porto di Loano ad 1 m di profondità sono stati immersi dal febbraio 1970 al gennaio 1971 (1° ciclo) e dal marzo 1992 al febbraio 1993 (2° ciclo), pannelli di materiale inerte identico per colore, tessitura e dimensioni (30x20x0,3 cm). I quattro pannelli inizialmente immersi venivano sostituiti il primo ogni mese, il secondo ogni 3, il terzo ogni 6 ed il quarto alla fine di un anno, in tal modo era possibile conoscere sia i periodi di insediamento mensile e trimestrale dei principali organismi, sia l'evoluzione quali-quantitativa della comunità nell'arco dell'anno. La colonizzazione di ogni faccia, distinguendo fronte e retro, è stata descritta come specie presenti, loro densità ed ove possibile dimensioni degli individui, e grado di ricoprimento attraverso l'indice assegnato a ciascun taxon (+= tracce; 1= <5%; 2= 5-25%; 3= 25-50%; 4= 50-75%; 5= >75%).

E' stato calcolato l'indice di diversità di Shannon-Weaver (H') in base ai valori medi di ciascun intervallo di ricoprimento sopra menzionato. Il test di Wilcoxon è stato utilizzato per esaminare le differenze tra i dati di abbondanza dei pannelli dei due anni (come riportato in Siegel, 1956). Infine le comunità di 6 e 12 mesi sono state rappresentate in diagrammi rango-abbondanza.

La comunità insediata sul pannello di 12 mesi è stata confrontata con quella presente sul molo (superficie di 30x40 cm). Durante il 1° ciclo sono stati rile-

vati mensilmente: temperatura, salinità, nitriti, nitrati e fosfati. Nel 2° ciclo tali misure sono state fatte saltuariamente e comunque non hanno indicato una maggiore eutrofizzazione.

## Risultati

Le comunità fouling insediate sui pannelli immersi nel 1970 appaiono più ricche in specie (Fig. 1) e diversificate (Tab. 1) rispetto a quelle presenti sui pannelli studiati nel 1992, indipendentemente dalla durata dell'esposizione in mare.

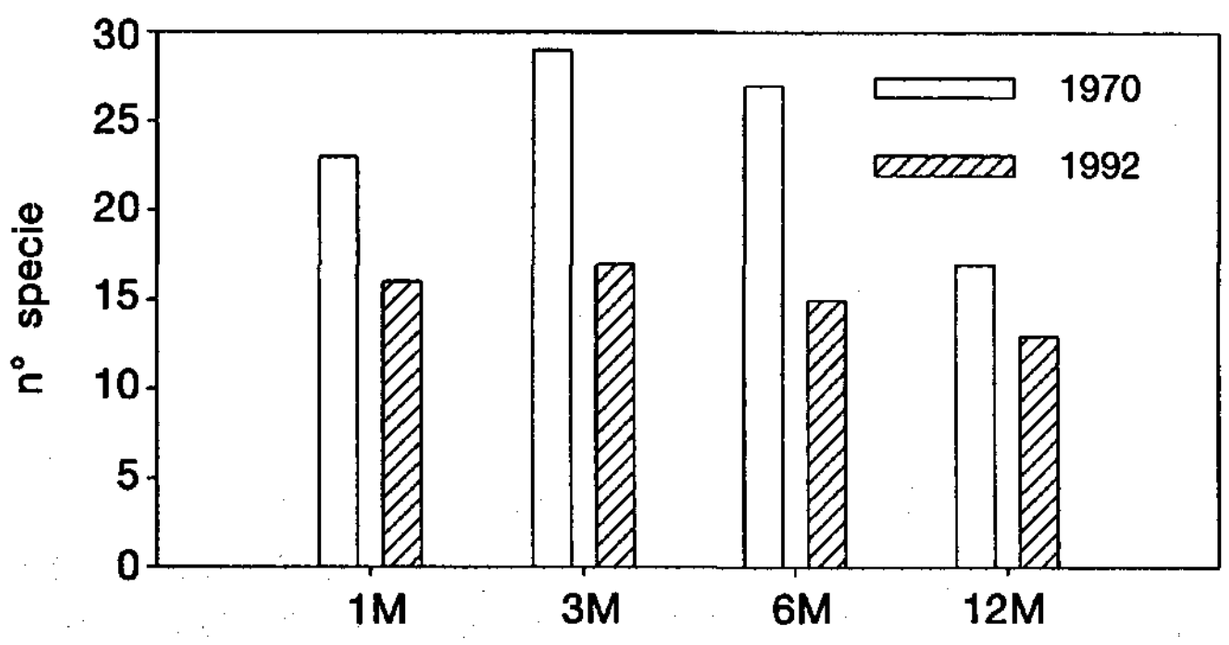



Fig. 1 - Numero delle specie rinvenute sul totale dei pannelli immersi per 1 (12 pannelli), 3 (4 p.), 6 (2 p.), 12 (1 p.) mesi di immersione nel 1970 e 1992.
*Number of species found on panels immersed for 1 (12 panels), 3 (4 p.), 6 (2 p.), 12 (1 p.) months in 1970 e 1992.*

Tab. 1 - Valori dell'indice di diversità di Shannon-Weaver (H'), calcolati sui valori di ricoprimento per le due facce dei pannelli.
*Values of Shannon-Weaver Diversity Index (H'), calculated on cover indices for front (left) and back (right) sides of the panels.*

| | fronte del pannello | | | | | retro del pannello | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **1 m** | **3 m** | **6 m** | **12 m** | | **1 m** | **3 m** | **6 m** | **12 m** |
| **1970** | 1 | 1.8 | 2.8 | 2.7 | **1970** | 1.6 | 2.2 | 2.2 | 1.6 |
| **1992** | 0.7 | 1.5 | 0.8 | 1.4 | **1992** | 0.6 | 1.3 | 1.1 | 1.5 |

Le differenze sono comunque più evidenti sui pannelli a maggiore periodo di immersione (6 e 12 mesi), come risulta anche dai valori dell'indice di diversità. I valori del test di Wilcoxon risultano significativi per i pannelli immersi 6 mesi ($Z=2,251$; $p<0,05$) e altamente significativi per i pannelli immersi 12 mesi ($Z=2,497$; $p<0,005$).

L'andamento delle curve rango-abbondanza relative alle comunità di 6 e 12 mesi del 1970 (Fig. 2) indicano uno stadio di maturazione abbastanza elevato, rispetto al 1992, le cui curve risultano più ripide.

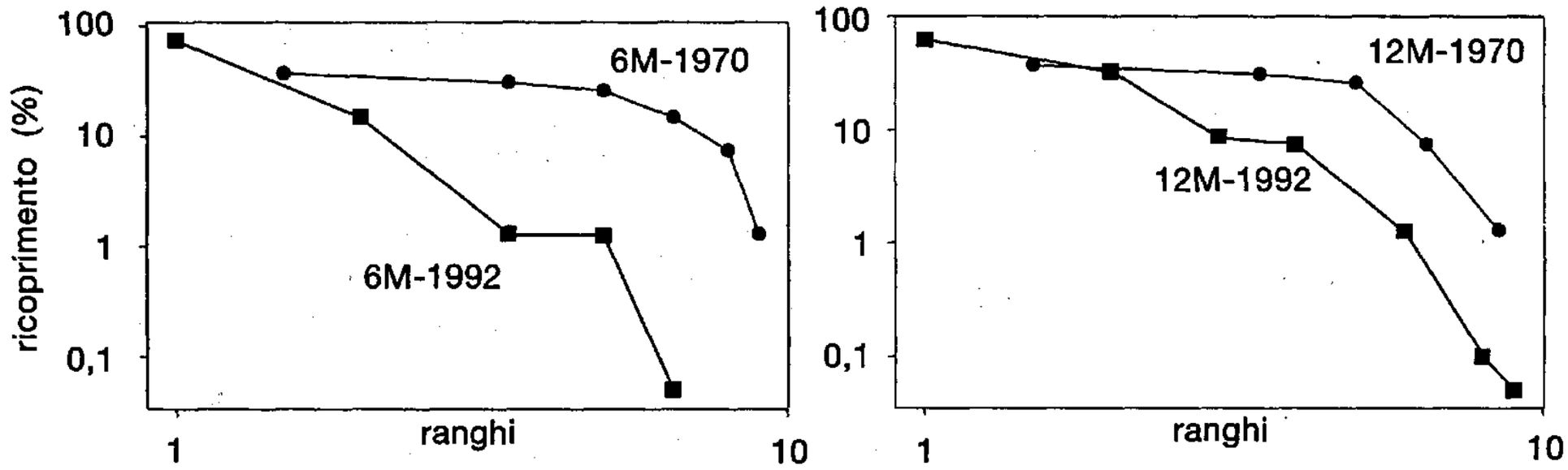



Fig. 2 - Curve rango-abbondanza per le comunità fouling insediate sui pannelli immersi per 6 e 12 mesi.
*Rank-abundances curves of the fouling communities settled on panels immersed for 6 and 12 months.*

Per quanto riguarda la composizione delle comunità a 6 e 12 mesi si può notare che sui pannelli del 1° ciclo (1970-71) le specie sono varie con predominanza di serpulidi e spirorbidi (*Pomatoceros triqueter, Hydroides elegans, Serpula concharum, Janua* sp. e *Pileolaria* spp.), briozoi (soprattutto *Bugula* spp. e *Zoobothryon verticillatum*), poriferi (*Sycon* spp. e *Leucosolenia* sp.) e ascidiacei (*Styela* spp., botrillidi e didemnidi). Il fouling insediato sui pannelli prelevati dopo 6 e 12 mesi nel 2° ciclo (1992-93) si presenta, al contrario, dominato da pochi taxa: in particolare da serpulidi e spirorbidi (*Serpula vermicularis, S. concharum, Hydroides stoichadon, H. elegans, Vermiliopsis striaticeps*, *Janua* sp. e *Pileolaria* spp.) e cirripedi (diverse specie di *Balanus*). Il fouling dei pannelli annuali dei due cicli è risultato molto simile a quello corrispondente rinvenuto nel 1971 e nel 1993 sul molo intorno alla struttura porta-pannelli, salvo per le maggiori dimensioni di alcuni organismi presenti sulle pareti portuali.

## Discussione e conclusioni

Pur negli evidenti limiti del disegno sperimentale si ritiene che la diminuzione, a ventidue anni di distanza, del popolamento fouling del Porto di Loano, in termini di ricchezza specifica e di indice di ricoprimento del substrato rappresenti un fenomeno reale. Si ipotizza che tale variazione sia dovuta ad una maggiore antropizzazione del sito in relazione soprattutto al notevole incremento del numero di natanti ormeggiati nel porto, che avrebbero influito sul degrado dell'ambiente e su un diminuito ricambio delle acque. Comunque non è stato rilevato un aumento dell'eutrofizzazione che normalmente comporta una diminuzione del numero di specie, ma un aumento talora considerevole del numero di individui, fatto non riscontrato nel fouling di Loano.

## Bibliografia

RELINI G., DABINI OLIVA G., FERRETTI L. (1969) – Possibilité d'etudier les effects de la pollution sur les organismes benthiques en employant des panneaux immergés. *Rev. Intern. Océanogr. Médit.*, **17**: 189-199.

RELINI G., BARBARO A., FRANCESCON A. (1972) - Distribuzione degli organismi del fouling in relazione all'inquinamento urbano di Venezia. Osservazioni preliminari. *Atti Ist. Veneto Sc. Lett. Arti*, **130**: 433-448, 4 tavv. dell'estratto.

RELINI G. (1974) - La colonizzazione dei substrati duri in mare. *Mem. Biol. Mar. Oceanogr.*, **4** (4,5,6): 201-261.

RELINI G., MONTANARI M., VIALE S., DI CINZIO R. (1975) - Considerazioni sulle caratteristiche biologiche ed abiologiche di zone del porto di Genova sottoposte a intensi scarichi fognari. *Atti 5° Simposio Nazionale sulla Conservazione della Natura*, Bari, Aprile 1975, **1**: 59-98.

RELINI G. (1980) - Insediamento di organismi marini di substrato duro in ambienti portuali mediterranei. *Mem. Biol. Marina e Oceanogr.*, **10** (Suppl.): 61-70.

SIEGEL S. (1956) - *Non parametric statistics for the behavioral sciences*. McGraw-Hill, New York: 312 pp.

Biol. Mar. Medit. (1999), 6 (1): 430-432

P. RINELLI, N. SPANÒ*, S. GIACOBBE*

Istituto Sperimentale Talassografico CNR, Spianata S. Raineri, 86 - 98122 Messina, Italia.
*Dipartimento di Biologia Animale ed Ecologia Marina, Università di Messina, Italia.

# ALCUNE OSSERVAZIONI SU CROSTACEI DECAPODI ED ECHINODERMI DEI FONDI A *ERRINA ASPERA* (L.) DELLO STRETTO DI MESSINA

## *SOME OBSERVATIONS ON DECAPOD CRUSTACEANS AND ECHINODERMS OF* ERRINA ASPERA *(L.) BOTTOMS IN THE STRAIT OF MESSINA (ITALY)*

***Abstract***

*This paper refers to the carcinofauna and echinoderm fauna associated to the Stylasteridae* Errina aspera *(L.) in the Strait of Messina. Five species of decapod crustaceans and two of echinoderms were found by dredging over hard substrata. It is worth underlining the presence of Atlantic species as the decapod* Pilumnus inermis *(Milne Edwards & Bouvier, 1894) and the ophiuroid* Ophiactis balli *Thomson, 1840, and the rare, little sea-cucumber,* Ocnus petiti *(Cherbonnier, 1858).*

***Key-words:*** *decapod crustaceans, echinoderms,* Errina aspera, *Messina Strait.*

## Introduzione

L'ecosistema bentonico dello Stretto di Messina è il risultato di una lunga ed articolata evoluzione, oltre che di una complessa "stratificazione" di apporti floristici e faunistici diversi. Dal punto di vista faunistico il principale motivo di interesse è certamente costituito dalla presenza in *facies* dell'idrocorallo *Errina aspera* (L.) (Stylasteridae) sui fondi duri della "Sella", corrispondenti al punto di minima ampiezza e minima profondità dello Stretto di Messina.

Tale peculiare biotopo è stato ampiamente esplorato nell'estate del 1995, nell'ambito del programma POP Sicilia: "L'ecosistema Stretto di Messina: approccio eco-idrodinamico". In questo contesto, i campionamenti e le osservazioni effettuate hanno fornito importanti contributi alla conoscenza della biodiversità della fauna bentonica di questo particolare ecosistema.

## Materiali e metodi

Sulla base delle indicazioni fornite da un survey batimetrico preliminare e da osservazioni mediante telecamera filoguidata, è stata effettuata una serie di saggi con draga triangolare da roccia, sui fondi duri della "Sella", tra 80 e 110 m di profondità. Cinque siti sono stati ritenuti idonei ad uno studio quantitativo della macrofauna bentonica vagile e sedentaria. Gli organismi, estratti manualmente dal substrato, previo lavaggio su vagli da 1 mm di luce netta, sono stati conservati in alcool 70% o formalina 4%, in funzione del gruppo sistematico, e successivamente classificati a livello specifico.

## Risultati

Complessivamente sono state riscontrate 5 specie di crostacei decapodi e 2 di echinodermi, l'elenco faunistico con i relativi valori di abbondanza è riportato in

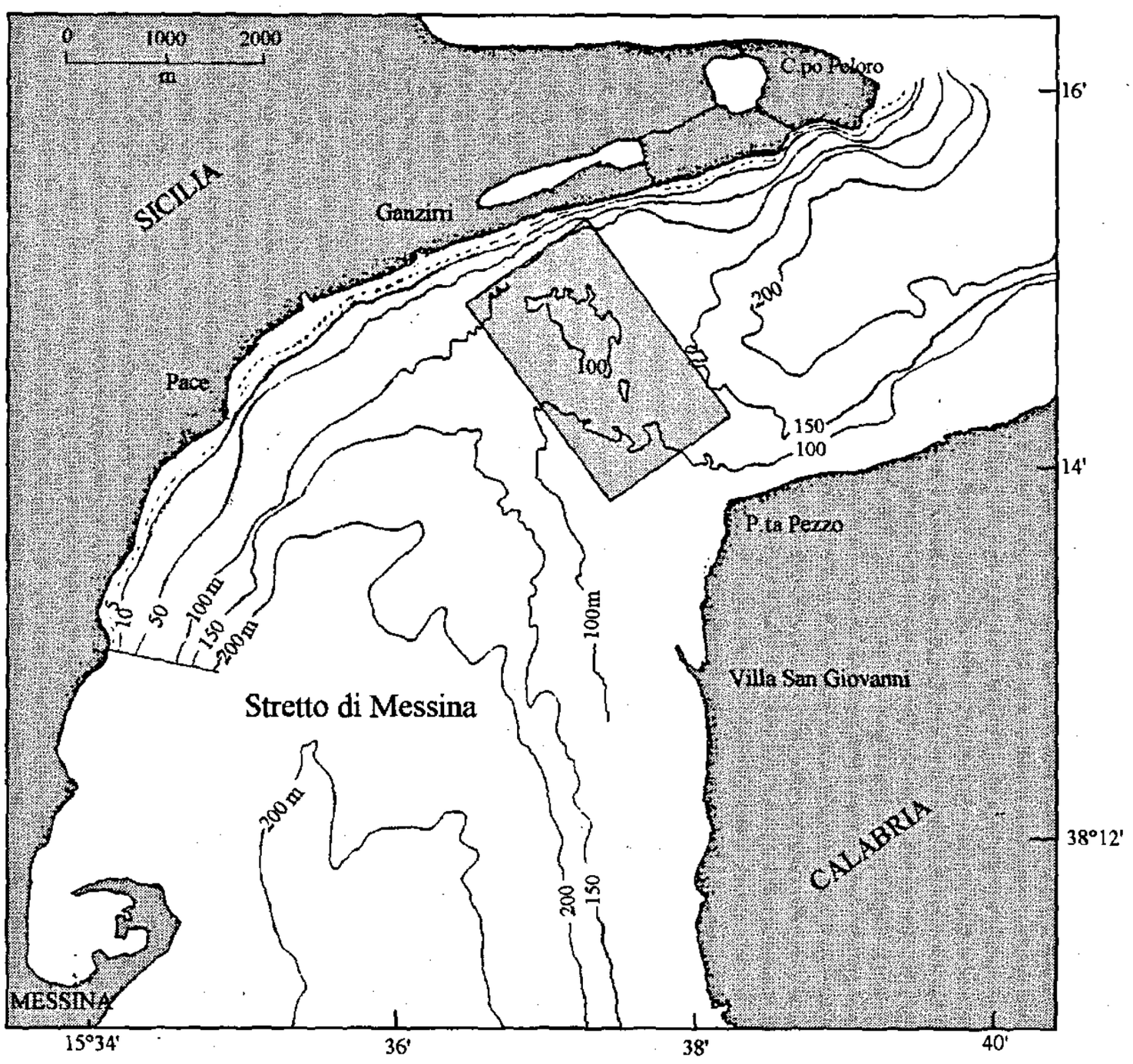



Fig. 1 - Stretto di Messina: in evidenza l'area di campionamento ("Sella").
*The Strait of Messina: in evidence the sampling area ("Sill").*

Tab.1. Fra le specie di decapodi rinvenute, solo *Pilumnus inermis*, è stata già precedentemente ritrovata sui fondi duri della "Sella" (Di Geronimo e Fredj, 1987). Tale specie, fino ad anni recenti considerata esclusivamente atlantica (Manning e Holthuis, 1981), è frequente nei fondi a *Errina aspera*, ma non esclusiva, in quanto recentemente segnalata per altri ambienti dello Stretto di Messina (Giacobbe *et al.*, 1996; Spanò, 1996) e per le coste tirreniche della Calabria e della Sicilia occidentale (Spanò, 1998). Gli esemplari rinvenuti nei cinque dragaggi ammontano a 27, di cui 8 femmine ovigere. Il campione più abbondante (9 individui) proviene da un dragaggio effettuato intorno ai 100 m di profondità (Tab. 1).

Le altre specie campionate: *Cestopagurus timidus*, *Pagurus cuanensis*, *Pisidia bluteli* e *Xantho poressa*, sono forme infralitorali e psefofile, legate cioè a frazioni molto grossolane del sedimento.

Per ciò che concerne l'echinofauna, le due specie riscontrate sono l'ofiuroide *Ophiactis balli* e l'oloturoide *Ocnus petiti*. La prima, già segnalata sui fondi duri della Sella (Di Geronimo e Fredj, 1987; Giacobbe e Rinelli, 1991), forma abbondanti *facies* nelle anfrattuosità del sottostrato di alghe coralline su cui si impianta *E. aspera*. La seconda, di cui è stato rinvenuto un solo individuo, è specie molto poco nota, di cui si ha una sola precedente segnalazione per il Mediterraneo, presso le coste francesi (Tortonese, 1977).

Tab. 1 - Elenco delle specie riscontrate con i relativi valori di abbondanza.
*List of the collected species with the relative abundance values.*

| **Stazioni** | **DG 02** | **DG 07** | **DG 08** | **DG 09** | **DG 12** |
|---|---|---|---|---|---|
| Prof (m) | 80-110 | 80-110 | 100-110 | 80-110 | 80-110 |
| CROSTACEI | | | | | |
| *Cestopagurus timidus* (Roux, 1830) | 1 | | | | 1 |
| *Pagurus cuanensis* Bell, 1846 | | | | 1 | |
| *Pisidia bluteli* (Risso, 1816) | | 1 | | | |
| *Pilumnus inermis* A.M. Edwards & Bouvier, 1894 | 3 | 7 | 9 | 6 | 2 |
| *Xantho poressa* (Olivi, 1792) | 2 | | | | 1 |
| ECHINODERMI | | | | | |
| *Ocnus petiti* (Cherbonnier, 1858) | | | | 1 | |
| *Ophiactis balli* (W. Thomson, 1840) | 746 | 435 | 1002 | 546 | 404 |

## Conclusioni

Soltanto due specie, *P. inermis* ed *O. balli* caratterizzano rispettivamente la carcinofauna e l'echinofauna dei fondi a *E. aspera*. Entrambe non sono tuttavia esclusive, bensì specie "adattate" che si avvantaggiano della mancanza di competizione in un ambiente sottoposto a forte stress idrodinamico.

Altre specie della carcinofauna partecipano alla composizione delle comunità associate ad *E.aspera*, ma devono intendersi prevalentemente come accompagnatrici. Ciò è testimoniato dallo scarso numero di esemplari rinvenuti, come pure dalla loro appartenenza ad altri ambienti limitrofi, affini dal punto di vista edafico.

Per quanto riguarda l'echinofauna non sono state osservate specie accessorie, salvo la presenza di *Ocnus petiti*, che al momento risulta di difficile interpretazione ecologica.

### Bibliografia

DI GERONIMO S.I., FREDJ G. (1987) - Les fonds à *Errina aspera* et *Pachylasma giganteum*. *Doc. et Trav. IGAL*, **11**: 243-247.

GIACOBBE S., RINELLI P. (1991) - Ecological notes on *Ophiactis balli* (Thomson) from populations of *Errina aspera* in the Straits of Messina. In: C. Canicattì and L. Scalera Liaci (eds), *Echinoderm Research 1991*, A.A. Balkema, Rotterdam: 202.

GIACOBBE S., RINELLI P., SPANO' N. (1996) - Echinodermi e Crostacei decapodi in fondi mobili del versante calabro dello Stretto di Messina. *Biol. Mar. Medit.*, **3** (1): 72-77.

MANNING R.B., HOLTHUIS L.B. (1981) - West african brachyuran crabs (Crustacea: decapoda). *Smith. Cont. To Zool.*, **306**: 1-379.

SPANO' N. (1996) - Distribution of Crustacea decapoda in the Straits of Messina. Colloquium Crustacea decapoda Mediterranea Florence 12-15 1996. *Journ. Nat. Hist. London*, **32,** 6, in stampa.

SPANO' N. (1998) - Decapoda Crustacea in the Southern Tyrrhenian Sea –Five years of reaserch. *Rapp. Comm. Int. Mer Medit.*, **35**: 488-489.

TORTONESE E. (1977) - Recenti acqiuisizioni e rettifiche intorno ai Crinoidi, Oloturoidi, Ofiuroidi ed Echinoidi del Mediterraneo, con particolare riguardo alla fauna italiana. *Soc. Ital. Sci. Nat. Museo civ. Stor. Nat. Milano*, **118** (3-4): 333-352.

Biol. Mar. Medit. (1999), 6 (1): 433-436

F. Rossi, M. Casotti*, F. Maltagliati*, C. Lardicci*

Dipartimento di Biologia Animale, Università di Modena, Via Università, 4 - 41100 Modena, Italy.
*DSUA, Università di Pisa, Italy.

# BENTHIC COMMUNITY STRUCTURE IN AN AREA OF THE GULF OF FOLLONICA INFLUENCED BY A COASTAL POWER STATION

## *STRUTTURA DELLE COMUNITÀ BENTONICHE IN UN AREA DEL GOLFO DI FOLLONICA INTERESSATA DA UN EFLLUENTE TERMICO*

***Abstract***

*The influence of a coastal power station thermal discharge on spatial variability abundances of macrobenthic communities in the Gulf of Follonica (Western Mediterranean) was investigated using Beyond BACI designs in September 1996. Analysis of benthic communities showed that the heated effluent appeared not to influence the assemblages structure and spatial distribution of the studied taxa.*

***Key-words:*** *benthic communities, thermal pollution control, Western Mediterranean.*

## Introduction

The increasing amount of power produced by fossil fuel and nuclear power plants make it pressing to establish the real impact of heated effluent discharge from power stations on the marine environment (Crema and Bonvicini Pagliai, 1981). Furthermore, improved procedures for a reliable detection and interpretation of environmental impacts are needed (Underwood, 1994). Unfortunately, the studies on the effects of thermal discharges, especially along Mediterranean coasts, have examined only one control and one impacted location, or have looked at a gradient of change away from the thermal discharge (Cironi *et al.*, 1995). But without replicated control sites, differences between locations cannot unambiguously be attributed to a disturbance due to any pollution sources; information from a number of control locations is necessary to identify change in the potentially impacted location from natural background variability (Underwood, 1994). In the present study, macrobenthic assemblages were collected in a location exposed to a thermal discharge and three control locations to evaluate the effect of a thermal discharge on spatial variability of benthic assemblage abundances in the Gulf of Follonica (Western Mediterranean). This research represented the first study in this area after that the power plant was doubled in 1990. A previous study has been conducted in the same area (Crema and Bonvicini Pagliai, 1981) but the proximity of the outfall was not considered.

## Materials and methods

The plant began operating in January 1977 and consisted of two sections each producing 320 MW. The plant was doubled in 1990 with a further two sections and now uses 44 $m^3sec^{-1}$ of seawater for cooling. Across the plant the temperature gradient is 9 °C. Sampling was performed in September 1996 at the end of summer since we assumed a major stress due to the thermal discharge during the hot season. The impacted location (100 m x 100 m), placed at a distance of

20m from the effluent outlet, was chosen on the basis of temperature values (2 °C more than ambient seawater) measured on the bottom (2.5-3 m depth). Three control locations ($C_1$, $C_2$ and $C_3$) with similar extension, substrate and depth were randomly chosen » 1.8 Km east, 2 Km west and 4.5 km west, respectively along the coast. Results of previous researches (Lardicci & Rossi, 1997) showed that these control locations would be distant enough to serve as appropriate control. Four sites within the four locations, each separated by »20 m, were randomly chosen and three replicates for each site were randomly taken. Macrofauna samples were taken using a plastic corer 10 cm in diameter inserted to a 15 cm depth. Macrofauna replicates were sieved at 0.5 mm mesh size and preserved in 4% formalin. In the laboratory the macrofauna was sorted, identified to species level where possible. Data were analysed by multivariate methods (ANOSIM and MDS) and by two-way nested ANOVA according to the asymmetrical sampling design, known as Beyond BACI design (Underwood 1994).

## Results

A total of 71 macrozoobenthic species and 1756 individuals were collected in the study area. The total species number per location ranged from 27 ($C_3$) to 40 ($C_1$) while total abundance of macroinvertebrates ranged from 191 (I) to 880 ($C_1$). The most abundant species were the polychaetes *Parapionosyllis labronica* and *Scoloplos armiger*. Two-way nested ANOSIM showed significant differences among sites within each location (Global R=0.448, $p<0.001$) and among the four locations (Global R=0.322, $p<0.0019$). Pairwise comparison test exhibited significant differences between I and $C_1$ but also among $C_1$ and $C_3$ (Tab. 1). MDS model did not evidentiate a clear separation between all samples of the impacted location and the samples of the control ones (Fig. 1). Beyond BACI analyses applied to the total number of species and individuals and to *P. labronica* and *S. armiger* abundances, showed no significant differences between the control and impacted samples both at small spatial scale (from site to site) and at large spatial scale (from location to location). As an example of this asymmetrical design, the analysis of spatial differences in the total number of species is given in Tab. 2.

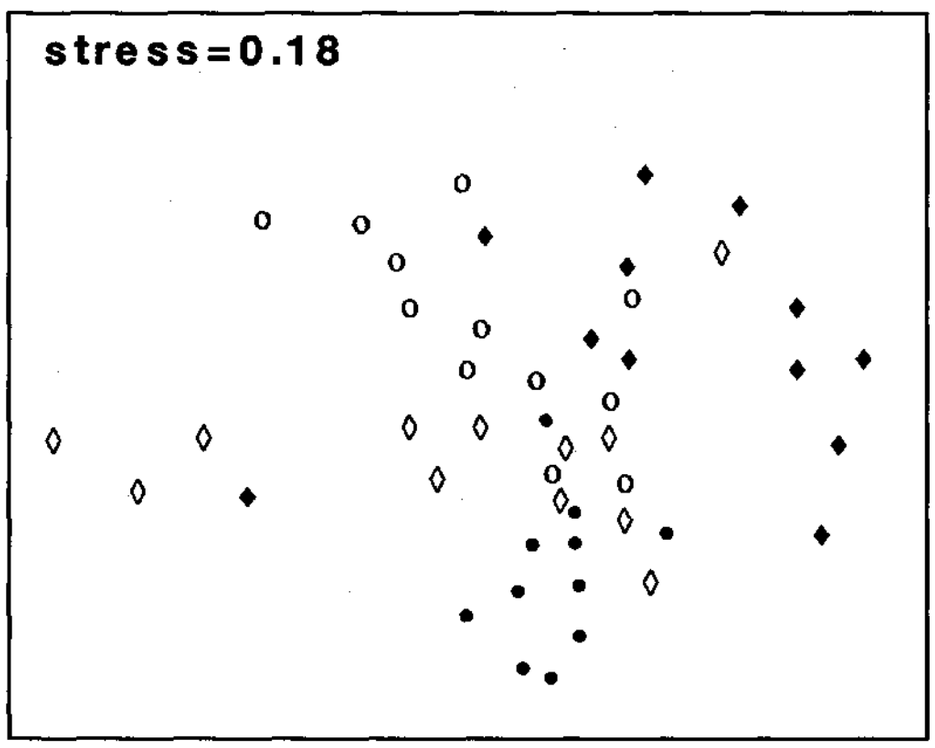



Fig. 1 - MDS ordination model. ♦=I, •= C1 o= C2 ◊= C3.
*Modello di ordinamento del multi-dimensional scaling. ♦=I •= C1 o= C2 ◊= C3.*

Tab. 1 - Two-way nested ANOSIM.
*ANOSIM a due vie gerarchizzata.*

| | **Macrobenthos** |
|---|---|
| | Global R between Locations=0.322** |
| | Global R between Sites=0.448** |
| | **Pairwise R** |
| I;C1 | 0.635* |
| I;C2 | 0.333 |
| I;C3 | 0.271 |
| C1;C2 | 0.219 |
| C1;C3 | 0.729* |
| C2;C3 | 0.073 |

**p<0.1%; *p<3%

Tab. 2 - Two way nested ANOVA for number of species (details in text). The data were root-root transformed.
*Analisi della varianza a due vie gerarchizzata (dettagli nel testo). I dati sono stati trasformati tramite doppia radice quadrata.*

| **Species** | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | **d f** | **MS** | **F** | **p** | **denominator** |
| L | 3 | 0.15 | | | |
| Among Cs | 2 | 0.17 | 8.95 | * | Residual |
| I↔ Cs | 1 | 0.10 | 0.59 | n.s. | Among Cs |
| Sites(L) | 12 | 0.12 | | | |
| Sites(Cs) | 9 | 0.12 | 6.32 | * | Residual |
| Sites(I↔Cs) | 3 | 0.116 | 1.03 | n.s. | Sites(Cs) |
| Residual | 32 | 0.019 | | | |
| *C-Cochran=0.27* | | | | | |
| * p<0.05; n.s. not significant | | | | | |

## Discussion

Analysis of benthic communities showed that heated effluent appeared not to influence the assemblage structure and spatial distribution of the studied taxa. This research again demonstrates the importance of making a comparison of an apparently polluted location with several controls, rather a single control location (Chapman *et al.*, 1995). If only one control location $C_1$, $C_2$ or $C_3$ would been included in this study, conflicting results of mean abundances or multivariate analyses would have been obtained suggesting no or the presence of thermal disturbance in the impacted location. In this study for some abundance measures two control locations were as different from each other as either was from the apparently polluted location. Thus, this leads to the conclusion that the assemblage abundances in the impacted location were within the range of spatial variability encountered naturally on the western side of the Gulf of Follonica. These are unexpected results, given the long period of discharge (21 years) and also considering the sampling date, at the end of the summer, when the stress of the temperature on benthic communities would be probably higher than in the other seasons. Perhaps the good heat dispersion due to water movement on the bottom and/or alternatively the thermal tolerance of the studied species, typical of the

shallow waters, could limite the effects of the heated effluent. However, it should be noted that, in some cases, the thermal discharges could heavily influence the seasonal dynamics of the communities, rather than their spatial distribution and the structure of the assemblages (Dinet et al., 1982, Yi, 1987). Therefore, future researches are needed to investigate the temporal fluctuations of the assemblages in the impacted and control locations by the use of appropriate temporal scales to detect the eventual impact of the discharge on benthic communities of the Gulf of Follonica.

**References**

CHAPMAN M. G., UNDERWOOD A. J., SKILLETER G. A. (1995) - Variability at different spatial scale between a subtidal assemblage exposed to the discharge of sewage and two control assemblages. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* **189**: 103-122.

CIRONI R., IOANNILLI E., VITALI R. (1995) - Assessment of effects of coastal power plants on marine biological resources in Italy. In: Della Croce N., Connel S., Abel R. (eds), *Coastal ocean space utilization*, E & Fn Spon, London: 313-329.

CREMA R., BONVICINI PAGLIAI A. (1981) – The structure of benthic communities in an area of thermal discharge from a coastal power station. *Mar. Poll. Bull.*, **11**: 221-224.

DINET A., NODOT C., VITIELLO P., VIVIER M. H. (1982) - Impact of a thermal effluent on benthic harpacticoid copepod community. *Tethys* **10**: 355-363.

LARDICCI C., ROSSI F. (1997) –. Comunità macrozoobentoniche di fondo molle. In: Consorzio per il Centro Interuniversitario di Biologia Marina "G. Bacci", *Controllo della situazione ecologica dell'area marina antistante la Centrale Termoelettrica di Piombino*, Livorno, Cap. 1: 4-26.

UNDERWOOD A. J. (1994) – On beyond BACI: sampling designs that might reliably detect environmental disturbances. *Ecological Applications* **4**: 3-15.

YI S. K. (1987) – Effects of cooling water system of a power plant on marine organisms. 2. Effects on benthic organisms. *Bull. Kor. Fish. Soc.* **20**: 391-407.

Biol. Mar. Medit. (1999), 6 (1): 437-440

R. SANDULLI, M. GALLO D'ADDABBO, M. R. DE LUCIA MORONE,
R. D'ADDABBO, R. PIETANZA, S. DE ZIO GRIMALDI

Dipartimento di Zoologia, Università di Bari, Via E. Orabona, 4 - 70125 Bari, Italy.

# PRELIMINARY INVESTIGATIONS ON MEIOFAUNA OF TWO CAVES IN SAN DOMINO ISLAND (TREMITI ARCHIPELAGO, ADRIATIC SEA)

# *INDAGINI PRELIMINARI SULLA MEIOFAUNA DI DUE GROTTE DELL'ISOLA DI SAN DOMINO (ISOLE TREMITI, ADRIATICO MERIDIONALE)*

***Abstract***

*An investigation on meiobenthos of two subtidal caves in S. Domino (Tremiti Islands) was carried out in July and October 1997. Meiofaunal analyses showed a rich and diverse community with higher abundances in October than in July. Moreover, the results indicate a marked dependence of meiofaunal community structure on grain size (coarse sand) imposed by high hydrodynamic conditions, as evident by the dominance of epibenthic and endobenthic forms (copepods and tardigrades) rather than mesobenthic (truly interstitial) species.*

***Key-words:*** *Meiofauna, subtidal caves, harpacticoids, tardigrades, Tremiti Islands.*

## Introduction

Meiobenthic communities of Mediterranean subtidal caves have been object of few investigations (e.g. Pesta, 1959; Palacin and Masalles, 1986): Most of such studies concerns the description of new species of Tardigrada (Grimaldi De Zio *et al.*, 1982, 1990; Villora-Moreno, 1996). The main aim of the present study was, therefore, to initiate an investigation on meiofaunal assemblages of two caves in the southern area of S. Domino island (Tremiti Archipelago, Adriatic Sea, 42°06' N/ 15°28' E), in the vicinity of Punta Zio Cesare ("Grotta delle Murene" and "Grotta delle Viole").

## Study site – Materials and methods

"Grotta delle Viole" consists of a wide natural tunnel, about 30 m long, with an external aperture exposed to South-East and a relatively low vault. Internal aperture opens into a small circular bay with steep and high walls allowing light penetration through the ceiling. "Grotta delle Murene" presents a vault about 10 m high, an aperture about 8 m wide, and extends for a length of 10 m.

Sediments of both caves were collected in duplicate for meiobenthic and particle size analyses in July and October 1997, by SCUBA hand-coring (internal diameter: 4.4 cm; surface area: 15.2 $cm^2$; height of sediment core: 10 cm) from four stations in "Viole" (5, 7, 9, 10 m depth) and three stations in "Murene" (2, 3 and 4 m depth) along a inner-outer transect. Samples for biological analysis were immediately anaesthetized (7% $MgCl_2$-seawater) and preserved (borax neutralized 5% formalin-seawater). Meiofaunal organisms were extracted by elutriation or

decantation, filtration was performed through a 45µm mesh size sieve (Higgins and Thiel, 1988), and all individuals were identified to main taxa and enumerated by means of a stereomicroscope. Tardigrades were classified to species and Shannon-Wiener diversity index (*H'*) and Pielou evenness (*J*) were calculated.

## Results and discussion

Both caves share rather similar hydrodynamic conditions, as pointed out by grain size analyses (mean diameter: 0.25 φ, 80% coarse organogenous sand, 3% silt and clay).

The abundance of various meiofaunal taxa in both caves at all stations and in both sampling periods is shown in Table 1. A relatively rich meiofauna, in terms of number of taxa and individuals, was found in both caves; furthermore, its total abundance resulted higher in October than in July. Often, higher densities were recorded in correspondence of the outer and deeper stations at both caves. Harpacticoid copepods, composed essentially by epi- and endobenthic forms (Canuellidae, Diosaccidae, Ectinosomatidae, Tachidiidae), were at most stations the most abundant meiofaunal component (in July, an average of 133 individuals×10 $cm^{-2}$, equal to 46.6% of total meiofauna; in October, average: 296 ind.×10 $cm^{-2}$, 43.9% of total meiofauna) followed by nematodes (in July, average: 97 ind.×10 $cm^{-2}$, 34% of total meiofauna; in October, average 211 ind.×10 $cm^{-2}$, 31.3% of total meiofauna). The highest density of copepods was recorded in "Murene" at the intermediate station (573 ind.×10 $cm^{-2}$). The other groups encountered are Polychaeta, Turbellaria, Gastrotricha, Oligochaeta,

Tab. 1 - Meiofaunal abundance in both caves of S. Domino (Tremiti Islands). Values are mean number (two replicates) of individuals per 10 $cm^2$.

*Abbondanze della meiofauna in entrabe le grotte di S. Domino studiate (Isole Tremiti). I valori rappresentano le medie (due repliche) del numero di individui in 10 $cm^2$.*

| Site | Grotta delle Viole | | | | | | | | Grotta delle Murene | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Time (month) | Jul | Oct | Jul | Oct | Jul | Oct | Jul | Oct | Jul | Oct | Jul | Oct | Jul | Oct |
| Station | inner | | int. inner | | int. Outer | | outer | | Inner | | interm. | | outer | |
| Depth (m) | 5 | 5 | 7 | 7 | 9 | 9 | 10 | 10 | 2 | 2 | 3 | 3 | 4 | 4 |
| Taxon | | | | | | | | | | | | | | |
| Nematoda | 32 | 184 | 126 | 89 | 102 | 482 | 124 | 78 | 43 | 261 | 69 | 224 | 182 | 159 |
| Copepoda int. | 6 | 17 | 4 | 6 | 16 | 31 | | 14 | 56 | 88 | 21 | 131 | 16 | 34 |
| Copepoda epi. | 53 | 197 | 103 | 74 | 259 | 337 | 98 | 214 | 104 | 359 | 126 | 442 | 73 | 131 |
| Turbellaria | 4 | 12 | 8 | 13 | 9 | 48 | 5 | 7 | 7 | 46 | 2 | 36 | 3 | 33 |
| Gastrotricha | 1 | 4 | 1 | 5 | 12 | 90 | 6 | 3 | 3 | 2 | 1 | 4 | 4 | 7 |
| Tardigrada | 18 | 1 | 26 | | | 100 | | | 5 | 15 | 8 | 42 | 4 | 3 |
| Oligochaeta | 4 | | 2 | | 3 | | 4 | 1 | 2 | 34 | 2 | 16 | 5 | 8 |
| Polychaeta | 5 | 48 | 10 | 76 | 18 | 144 | 32 | 5 | 23 | 51 | 14 | 65 | 34 | 92 |
| Ostracoda | 6 | 18 | 2 | | 41 | | 6 | 3 | 4 | 25 | 8 | 55 | 13 | 6 |
| Halacarida | | 6 | | 6 | 6 | 10 | 2 | 1 | | 3 | | 26 | | |
| Coelenterata | | | | | 1 | | | | | | | | | |
| Tanaidacea | 1 | | 2 | | 5 | | | | | | | | | |
| TOTAL | 130 | 487 | 284 | 269 | 472 | 1242 | 277 | 326 | 247 | 884 | 251 | 1041 | 334 | 473 |

Tab. 2 - Tardigrades: species list, distribution and indices of diversity (H') and evenness (J). Values as in Table 1.

*Tardigradi: lista delle specie rinvenute e indici di diversità (H') e di eveness (J). Valori come in Tabella 1.*

| Site | Grotta delle Viole | | | | Grotta delle Murene | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Station | inner | | int. | int. | Inner | | interm. | | Outer | |
| Taxon Time | Jul | Oct | Jul | Oct | Jul | Oct | Jul | Oct | Jul | Oct |
| Stygarctidae: | | | | | | | | | | |
| *Mesostygarctus intermedius* | | 1 | | 1 | | | | | 1 | |
| *Parastygarctus higginsi* | | | | 16 | | | | | | |
| *Pseudostygarctus mirabilis* | | | 1 | 1 | | | | | | |
| *Stygarctus sp.* | | | | | | 1 | | | | |
| Halechiniscidae: | | | | | | | | | | |
| *Florarctus asper* | | | | | | | | 1 | | |
| *Florarctus cinctus* | 1 | | | | | 6 | | | | 1 |
| *Florarctus hulingsi* | | | | 1 | | | | | | |
| *Florarctus sp. (larvae)* | | | | 1 | | 2 | | | | |
| *Halechiniscus chafarinensis* | | | | | | 1 | 3 | | 1 | |
| *Halechiniscus greveni* | | | | 2 | | | | | 2 | |
| *Chrysoarctus flabellatus* | | | | 1 | | | | | | |
| *Dipodarctus subterraneus* | 10 | | 24 | 51 | 4 | 5 | 3 | 41 | | 1 |
| *Angursa bicuspis abyssalis* | | | | 1 | | | | | | |
| *Raiarctus variabilis* | 1 | | | | 1 | | 1 | | | |
| *Styraconyx nanoqsunquak* | | | 1 | 13 | | | | | | |
| *Styraconyx qivitoq* | 1 | | | 4 | | | | | | |
| *Styraconyx sardiniae* | | | | 5 | | | 1 | | | |
| *Tholoarctus natans pedunculatus* | | | | | | | | | | 1 |
| *Tanarctus longisetosus* | 4 | | | | | | | | | |
| *Tanarctus tauricus* | | | | 3 | | | | | | |
| Echiniscoididae: | | | | | | | | | | |
| *Echiniscoides sigismundi* | 1 | | | | | | | | | |
| Total | 18 | 1 | 26 | 100 | 5 | 15 | 8 | 42 | 4 | 3 |
| Total number of species | 6 | 1 | 3 | 13 | 2 | 4 | 4 | 2 | 3 | 3 |
| Diversity (H') | 1.88 | | 0.47 | 2.37 | 0.72 | 1.97 | 1.81 | 0.16 | 1.50 | 1.58 |
| Evenness (J) | 0.73 | | 0.30 | 0.64 | 0.72 | 0.85 | 0.91 | 0.16 | 0.95 | 1 |

Ostracoda, Tanaidacea, Tardigrada and Halacarida. Tardigrada (in July, average 9 ind.×10 $cm^{-2}$, 3.2% of total meiofauna; in October, average: 23 ind.×10 $cm^{-2}$, 3.4% of total meiofauna) are composed by 20 species, 15 of which are Halechiniscidae, 4 Stygarctidae and 1 Echiniscoididae (Table 2). Tardigradofauna, like harpacticoids, is mostly represented by epibenthic forms (Styraconyxinae, Florarctinae and Tanarctinae). At one site ("Viole", intermediate outer station, in October) high values of *H'* and *J* were recorded, with 13 species per 100 individuals 10 $cm^{-2}$.

It might be hypothesized that high hydrodynamism could have exerted a relevant role in determining the meiobenthic community structure in the studied caves, influencing , in fact, the sediment texture that is formed mainly by coarse sands. Such a sediment type does not allow the presence of numerous mesobenthic forms and the dominant component is, therefore, composed by epi- and endobenthic species.

**References**

GRIMALDI DE ZIO S., D'ADDABBO GALLO M., MORONE DE LUCIA M.R., VACCARELLA R., GRIMALDI P. (1982) - Quattro nuove specie di Halechiniscidae rinvenute in due grotte sottomarine dell'Italia meridionale (Tardigrada: Heterotardigrada). *Cah. Biol. Mar.*, **23**: 415-426.

GRIMALDI DE ZIO S., D'ADDABBO GALLO M., MORONE DE LUCIA M.R., TROCCOLI A. (1990) - New description of *Neostygarctus acanthophorus* (Tardigrada, Arthrotardigrada). *Cah. Biol. Mar.*, **31**: 409-416.

HIGGINS R.P., THIEL H. (1988) - *Introduction to the study of Meiofauna.* Smithsonian Institution Press, Washington D.C.: 488 pp.

PALACIN C., MASALLES D. (1986) - Some data on the meiofauna of an underwater cave of the island of Majorca, Spain. *Publicaciones del Departamento de Zoologia (Barcelona)*, **12**: 15-26.

PESTA O. (1959) - Harpacticoiden (Crust. Copepoda) aus submarinen hohlen und den benachbarten litoralbezirken am Zap von Sorrent (Neapel*). Pubbl. Staz. Zool. Napoli*, **30** (Suppl.): 95-117.

VILLORA-MORENO S. (1996) - New genus and species of the deep-sea family Coronarctidae (Tardigrada) from a submarine cave with a deep-sea like condition. *Sarsia*, **81**: 275-283.

Biol. Mar. Medit. (1999), 6 (1): 441-444

D. SAVINI, A. PEIRANO*, C. N. BIANCHI

ENEA - Centro Ricerche Ambiente Marino, C. P. 316 - 19100 La Spezia, Italy.
(* corresponding author, E-mail: peirano@estosf.santateresa.enea.it)

# EFFECTS OF ANTHROPIC DISTURBANCE ON SHOOT STRUCTURE OF PLAGIOTROPIC AND ORTHOTROPIC RHIZOMES OF *POSIDONIA OCEANICA* (L.) DELILE IN MONTEROSSO BAY (NW MEDITERRANEAN)

## *EFFETTI DI UN IMPATTO ANTROPICO SULLA STRUTTURA DEI FASCI DEI RIZOMI PLAGIOTROPI E ORTOTROPI DI* POSIDONIA OCEANICA *(L.) DELILE NELLA BAIA DI MONTEROSSO (MEDITERRANEO NORD-OCCIDENTALE)*

***Abstract***

*Structure of* Posidonia oceanica *shoots sampled in three stations along a disturbance gradient was compared. Adaptations in number of leaves per shoot, width and leaf length were evidenced.*

***Key-words:*** Posidonia oceanica, *disturbance, shoot structure.*

## Introduction

The *Posidonia oceanica* meadow in the Bay of "Monterosso al Mare" (La Spezia) is one of the largest of the Eastern Ligurian Riviera (Bianchi and Peirano, 1995). It is included in the marine national park of "Cinque Terre" and covers 30 ha approximately. The construction of a large embankment in the sixties modified both the sedimentology of the bay and the morphological features of the meadow, causing *P. oceanica* regression (Góngora Gonzáles *et al.*, 1995). The aim of the present work was to evaluate structural differences between orthotropic and plagiotropic shoots of *P. oceanica* (Caye and Rossignol, 1983) along the disturbance gradient.

## Material and methods

*Posidonia oceanica* was sampled in September 1997 in three stations located on the basis of previous investigations (Fig. 1): St. 1 near Punta Mesco was characterised by a meadow in healthy conditions; St. 2 was at the West of the embankment, where *P. oceanica* was under the influence of rip currents; St. 3 was at the East, where the meadow was strongly impacted and partly buried by sediments. In each station, plagiotropic rhizomes were collected by SCUBA divers at 15 m depth, and shoot density was measured in three random replicate quadrates. In laboratory rhizomes with double (in division) shoots were discarded. From each one of 11 (St. 1), 15 (St. 2) and 17 (St. 3) rhizomes the plagiotropic and the subsequent orthotropic shoot were isolated. Leaves were detached and numbered starting from the oldest one (i.e. the most external), and length and width measured. Parameters were compared between stations using one-way analysis of variance (ANOVA), Tukey's post hoc pairwise comparison test, and t-test.

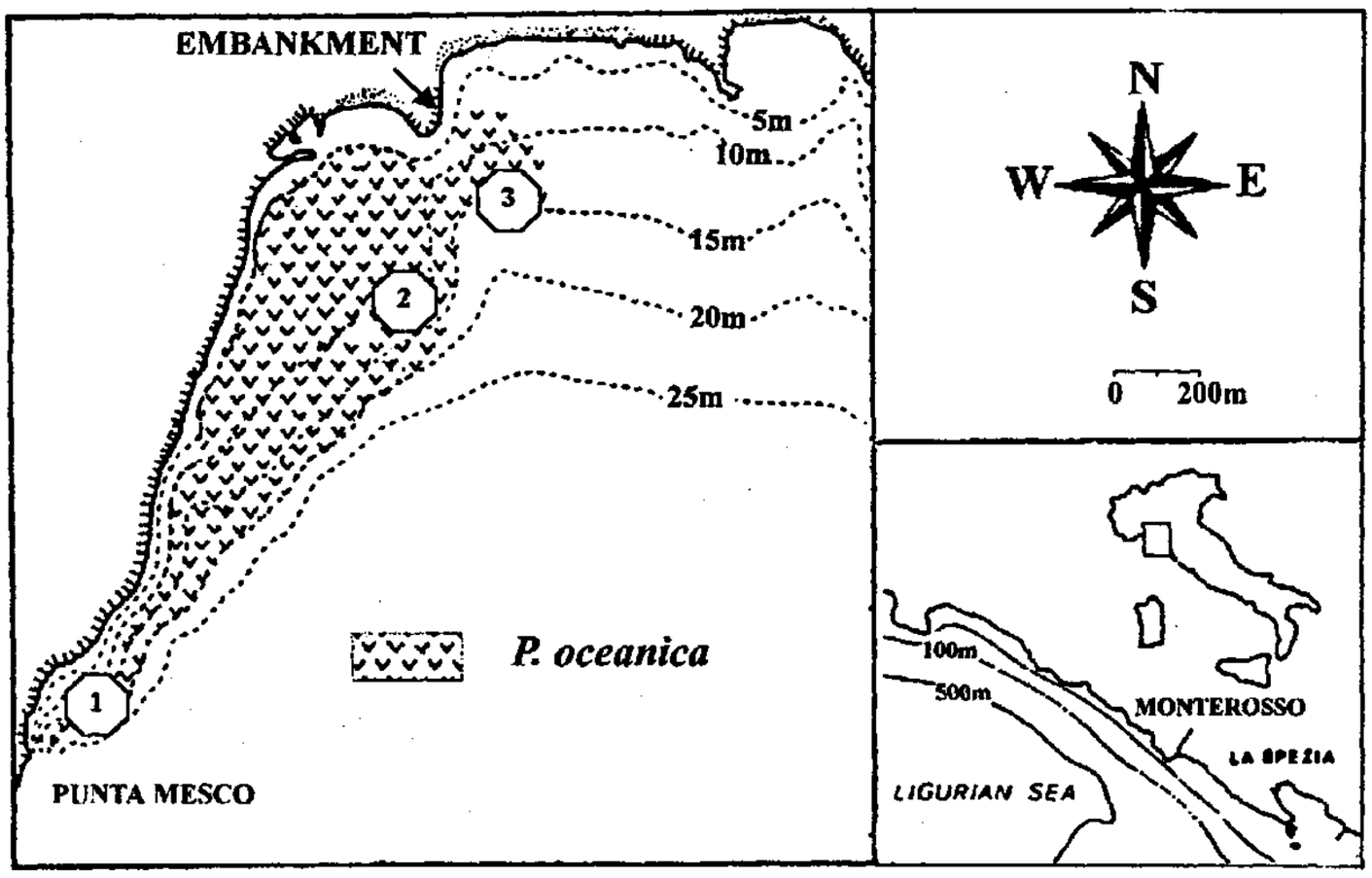



Fig. 1 - The meadow of *Posidonia oceanica* in the Bay of Monterosso al Mare. Circled numbers indicate the three study stations.

*La prateria di* Posidonia oceanica *nella Baia di Monterosso al Mare. I numeri cerchiati indicano le tre stazioni di studio.*

## Results and discussion

The results of measures on *Posidonia oceanica* shoots are shown in Table 1 and Fig. 2. Differences between the three stations are summarised in Table 2. The three stations did not differ in shoot density (overall mean $171 \pm 25$ shoots·m$^{-2}$; one-way ANOVA: $p > 0.05$). The number of leaves per shoot significantly increased (one-way ANOVA-Tukey's test: $p < 0.0001$) with distance from the embankment for both orthotropic (St. 3) and plagiotropic shoots (St. 2 and St. 3). While plagiotropic shoots did not significantly differ among the three sites ($p > 0.05$) in both leaf length and width, the orthotropic ones of the intermediate site (St. 2) showed differences ($p < 0.0001$) for the two parameters. In each station, mean leaf length of orthotropic shoots differed from that of plagiotropic ones (one-way ANOVA: $p < 0.01$) due to the oldest and longest leaves (Fig. 2). Leaf width was not different in the two types of shoots ($p > 0.05$) with the exception of St. 2 ($p < 0.01$).

Tab. 1 - Mean values (and standard deviations) of *P. oceanica* parameters measured in the three stations (nr=number of rhizomes).

*Valori medi (e deviazioni standard) dei parametri di* P. oceanica *misurati nelle tre stazioni (nr=numero di rizomi).*

| | **St. 1** (nr = 11) | | **St. 2** (nr = 15) | | **St. 3** (nr = 17) | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Parameters** | Ortho. | Plag. | Ortho. | Plag. | Ortho. | Plag. |
| Density (shoots·m$^{-2}$) | 174.2 (18.8) | | 156.7 (10.1) | | 182.5 (39.0) | |
| Leaf number | 8.4 (1.2) | 10.5 (1.7) | 7.9 (0.9) | 8.2 (1.8) | 6.6 (1.1) | 8.1 (1.6) |
| Leaf length (cm) | 26.8 (8.9) | 17.1 (3.7) | 38.1 (7.8) | 15.2 (5.1) | 24.7 (5.6) | 15.7 (5.0) |
| Leaf width (mm) | 8.9 (0.6) | 9.0 (0.5) | 9.7 (0.3) | 9.2 (0.5) | 9.0 (0.5) | 8.8 (0.6) |

Tab. 2 - Differences between stations resulting from one-way ANOVA and Tukey's pairwise comparison test. Significant differences are evidenced with asterisks (***=p< 0.0001).

*Differenze tra le stazioni evidenziate tramite ANOVA ad una via e Tukey's test. Le differenze significative sono evidenziate con asterischi (***=p< 0.0001).*

| | **Differences between stations** | |
|---|---|---|
| **Parameters** | Orthotropic shoots | Plagiotropic shoots |
| Density (shoots · $m^{-2}$) | St. 1 = St. 2 = St. 3 | |
| Leaf number | St. 1 = St. 2 ≠ St. 3 *** | St. 2 = St. 3 ≠ St. 1 *** |
| Leaf length (cm) | St. 1 = St. 3 ≠ St. 2 *** | St. 1 = St. 2 = St. 3 |
| Leaf width (mm) | St. 1 = St. 3 ≠ St. 2 *** | St. 1 = St. 2 = St. 3 |

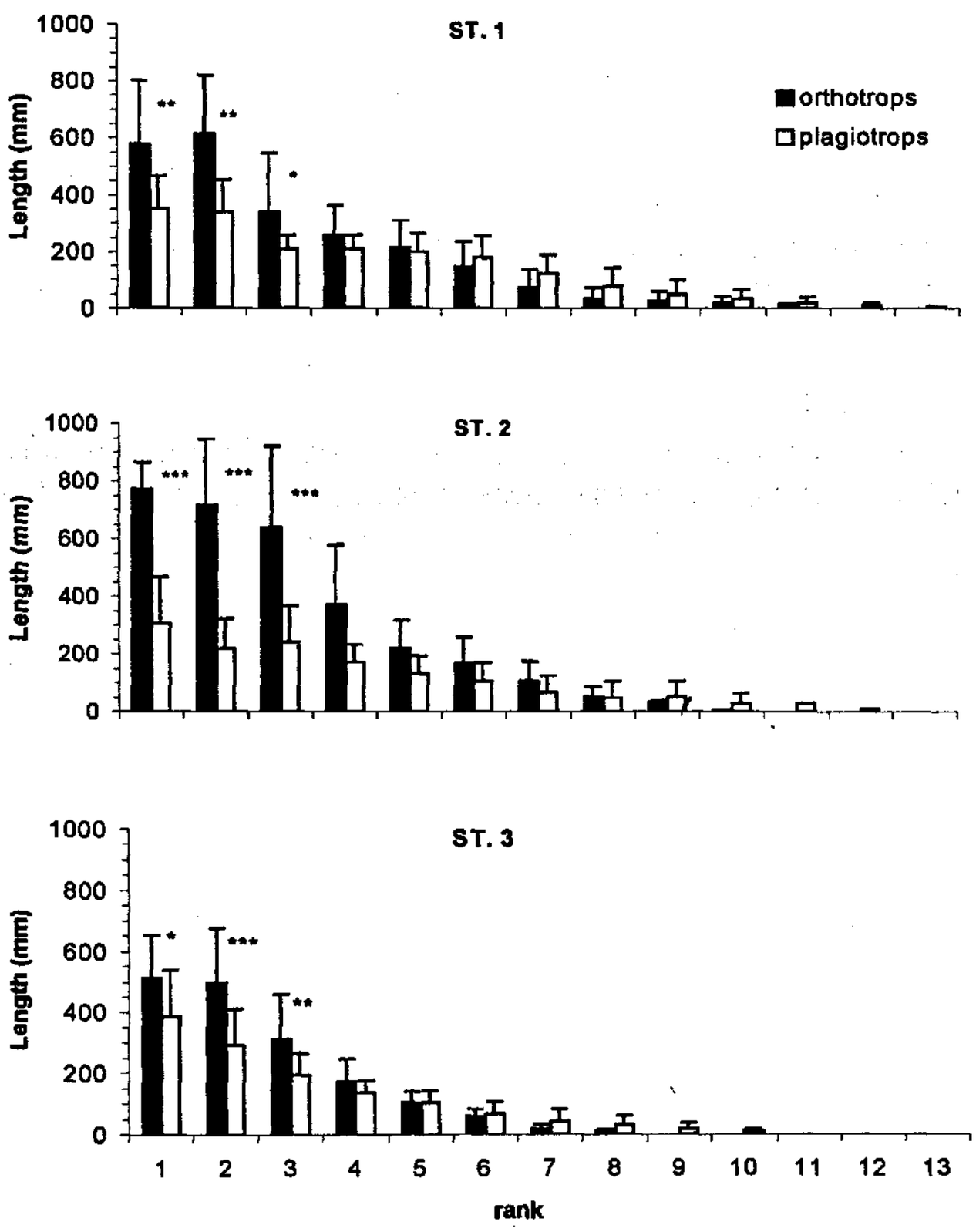



Fig. 2 - Mean leaf length (mm) per shoot in the three stations. Numbers on the X axis are the insertion rank of leaves on the shoot, from the oldest to the youngest. Significant differences between orthotropic and plagiotropic shoots are evidenced with asterisks (t–test: *=0.05>p> 0.01; **=0.01>p> 0.001; ***=p< 0.001).

*Lunghezza media fogliare per fascio (mm) nelle tre stazioni. I numeri sull'asse X si riferiscono alla posizione occupata ("rank") dalle foglie all'interno del fascio, dalla più vecchia alla più giovane. Le differenze significative tra fasci ortotropi e plagiotropi sono evidenziate per mezzo di asterischi (t–test: *=0.05>p> 0.01; **=0.01>p> 0.001; ***=p< 0.001).*

In conclusion we can evidence three results:

a) Only the number of leaves per shoot showed a significant trend from healthy (St. 1) to impacted zones (St. 2 and St. 3). The decrease in shoot density and leaf length observed by Neverauskas (1988) and Fitzpatrick and Kirkman (1995) in stressed habitats was not found.

b) Results on mean leaf values are consistent with the hypothesis that *P. oceanica* is able to allocate metabolic energy for rhizome elongation in plagiotropic shoots, and to maximise photosyntesis in orthotropic ones (Libes and Boudouresque, 1987).

c) The longest and widest leaves of orthotropic shoots in the site influenced by rip currents (St. 2) may be interpreted as adaptations of *P. oceanica* to strong currents (Semroud *et al.*, 1990).

**Acknowledgements**

We wish to tank A. Bruschi and F. Immordino for their help and suggestions in improving the poster and G. Farina for his collaboration in collecting samples.

**References**

BIANCHI C.N. PEIRANO A. (1995) - Decline of the seagrass *Posidonia oceanica* in response to environmental disturbance: a simulation-like approach off Liguria (NW Mediterranean Sea). *Proceedings of the 30th European Marine Biological Symposium, Southampton, UK, September 1995*: 87-96.

CAYE G., Rossignol M. (1983) - Etude des variations saisonnières de la croissance des feuilles et des racines de *Posidonia oceanica*. *Mar. Biol.*, **75**: 79–88.

FITZPATRICK J., KIRKMAN H. (1995) - Effects of prolonged shading stress on growth and survival of seagrass *Posidonia australis* in Jervis Bay, New South Wales, Australia. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **127**: 279-289.

GÓNGORA GONZÁLES E., IMMORDINO F., PEIRANO A. STOPPELLI N. (1995) - Granulometric and geomorphologic features of the Bay of Monterosso al Mare (Sp) and their relationship with the evolution of *Posidonia oceanica* meadow. *Atti XI Congr. A.I.O.L.*: 395-404.

LIBES M., BOUDOURESQUE C.-F. (1987) - Uptake and long-distance transport of carbon in the marine phanerogam *Posidonia oceanica*. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **38**: 177-186.

NEVERAUSKAS V. P. (1988) - Response of a *Posidonia* community to prolonged reduction in light. *Aquatic Botany*, **31**: 361-366.

SEMROUD R., BENKORTEBY N., TAMOUZA F.-Z. (1990) - Phénologie de *Posidonia oceanica* dans la Région d'Alger (Algerie): donnés preliminaires sur la biométrie foliaire. *Rapp. Comm. Int. Mer. Médit.*, **32** (1) B-I16: 10.

Biol. Mar. Medit. (1999), 6 (1): 445-447

P. GIANGUZZA, R. CHEMELLO, S. RIGGIO

Dipartimento di Biologia Animale dell'Università, via Archirafi, 18 - 90123 Palermo, Italia.

# ANALISI DEL POPOLAMENTO A MOLLUSCHI DEI FONDI DURI DELLO STAGNONE DI MARSALA (SICILIA OCCIDENTALE)

# *MOLLUSCAN ASSEMBLAGE ON HARD BOTTOMS IN THE STAGNONE OF MARSALA (WESTERN SICILY-ITALY)*

***Abstract***

*The molluscan assemblage living on hard substrata in the Stagnone di Marsala was studied. The most frequent and abundant species were* Pisinna glabrata *and* Alvania pagodula *which seemed to be correlated to the presence of* Rytiphloea tinctoria.

***Key-words:*** *Molluscs, lagoon, hard bottoms, Stagnone of Marsala, Mediterranean Sea.*

## Introduzione

I substrati duri all'interno dello Stagnone di Marsala (Sicilia occidentale) sono rari e limitati esclusivamente alla porzione centro-settentrionale del bacino (Riggio e Chemello, 1992). Gli affioramenti calcarenitici che si trovano ad Est e a Sud-Est dell'isola di S. Pantaleo (Mozia) sono di natura primaria mentre secondari vengono definiti i substrati, di origine antropica, della strada punica e delle acicole. Entrambi forniscono il substrato di primo impianto per *Cystoseira spinosa*, *C. barbata*, *C. ercegovicii* e *Rytiphloea tinctoria*.

In questo lavoro è stata studiata, per la prima volta, la componente a Molluschi dei fondi duri dello Stagnone.

## Materiali e metodi

Sono state scelte due stazioni una per i substrati primari ad Est dell'isola di S. Pantaleo, ed una per i substrati secondari lungo la strada punica. Nell'arco di 12 mesi (ottobre 1996-ottobre 1997), sono stati effettuati, con una cadenza stagionale, 8 campionamenti. I campioni sono stati prelevati in immersione, alla profondità di -0.40m, con la tecnica standard del grattaggio con mazzuolo e scalpello (Bellan-Santini 1962). La superficie campionata (30x30 cm) è stata scelta mediante il metodo di rarefazione area/specie. I campioni sono stati esaminati al binoculare e sono state identificate e quantificate le specie della componente algale e animale. I dati ottenuti sono stati riportati in una matrice specie-stazione, ponendo nelle righe le specie, tabulate secondo un ordine sistematico, e nelle colonne i campioni disposti secondo l'ordine cronologico di prelievo. Ad ogni incrocio sono stati inseriti i valori di abbondanza specifica. Sulla matrice delle abbondanze sono stati applicati l'indice di costanza percentuale (Fr%) di Dajoz (1975), e l'indice di dominanza totale (DT%) di Glemarec (1969). Prima di ordinare i dati mediante l'analisi fattoriale delle corrispondenze (Benzecrì, 1980), al fine di ridurre il cosidetto "rumore di fondo" (Fresi e Gambi, 1982), sono state tolte dalla matrice tutte le specie rare, Fr%<13%.

## Risultati

Sono stati censiti 5389 individui appartenenti a 56 specie; di queste 33 sono Gasteropodi Prosobranchi, 11 Gasteropodi Opistobranchi, 5 Bivalvi e 3 Poliplacofori. Sulla base della frequenza e della dominanza percentuale le specie che caratterizzano il popolamento a molluschi sono: *Pisinna glabrata* (FT% 100; Dt% 59,7), *Alvania pagodula* (FT% 100; Dt% 7,15), *Rissoa similis* (FT% 100; Dt% 6,68), *Alvania discors* (FT% 100; Dt% 3,85) e *Sinezona cingulata* (FT% 100; Dt% 4,91). Dall'analisi della matrice delle dominanze specifiche è stato possibile evidenziare che nei campioni primaverili dominano: *Alvania cimex*, *Alvania discors*, *Rissoa similis* e *Pisinna glabrata*. In inverno *Sinezona cingulata*, *Tricolia speciosa*, *Rissoa similis*, *Alvania discors* e ancora *Pisinna glabrata* sono le specie con i più alti valori di dominanza specifica. Di contro i campioni autunnali e quelli estivi presentano fondamentalmente un'unica specie dominante: *Pisinna glabrata*. *Cystoseira spinosa* è la macrofita dominante l'epistrato dei substrati duri, primari e secondari. Per quanto riguarda i campioni del substrato primario *Cystoseira ercegovicii* è presente solo in quello autunnale, mentre *Cystoseira barbata* compare esclusivamente nei campioni autunnali e invernali. Nel campione estivo si registra la presenza di *Rytiphloea tinctoria* che ricompare assieme a *Caulerpa prolifera* in autunno nel campione del substrato secondario (Tab.1). L'analisi fattoriale delle corrispondenze (F1=50,5%; F2=24.0%) non evidenzia l'esistenza di un andamento spaziale. Sembra esistere invece un gradiente temporale regolato dalla maggiore o minore presenza di un sottostrato algale a *Rytiphloea tinctoria*, che influenza il popolamento regolando la presenza e l'abbondanza di *Pisinna glabrata* e *Alvania pagodula*. Tale situazione si evidenzia, appunto, come deriva temporale dei punti-stazione.

Tab. 1 - Copertura percentuale stagionale dei fondi duri primari (I) e secondari (II) dello Stagnone di Marsala.

*Seasonal coverage (percentage) on primary (I) and secondary (II) hard bottom of Stagnone di Marsala.*

| Stazione/campione | $P_I$ | $P_{II}$ | $E_I$ | $E_{II}$ | $A_I$ | $A_{II}$ | $I_I$ | $I_{II}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Copertura *Cystoseira spinosa* | 70% | 60% | 75% | 80% | 25% | 95% | 15% | 95% |
| Copertura *Cystoseira barbata* | | | | | 35% | | 70% | |
| Copertura *Cystoseira ercegovicii* | | | | | 30% | | | |
| Copertura *Caulerpa prolifera* | | | | 20% | | | | |
| Copertura *Rytiphloea tinctoria* | | | 10% | | | 5% | | |

## Conclusioni

Dai dati ottenuti sui fondi duri, primari e secondari, dello Stagnone di Marsala è stata evidenziata una relazione tra la composizione del popolamento a Molluschi e quella del popolamento algale. L'evidente relazione tra *Rytiphloea tinctoria* e *Pisinna glabrata* era stata precedentemente messa in evidenza (Riggio e Sparla, 1982). *Sinezona cingulata*, *Tricolia speciosa*, *Rissoa similis*, *Alvania discors* e *Pisinna glabrata*, parallelamente al ciclo biologico di *Cystoseira*, che presenta nel tardo inverno ed in primavera il massimo periodo vegetativo, presentano nelle suddette stagioni i più alti valori di abbondanza specifica. *Pisinna glabrata* e *Alvania pagodula* presentano invece valori piuttosto elevati di percentuale di dominanza

specifica nella stagione estiva ed autunnale. L'unica variazione nella copertura algale che può giustificare questo dato è la presenza nei campioni estivi e autunnali di *Rytiphloea tinctoria*, che ha in estate il suo massimo periodo riproduttivo. A questo punto sembrerebbe che nei substrati duri le macrofite rappresentino il principale luogo d'insediamento per la malacofauna, il vero biotopo.

**Bibliografia**

BELLAN-SANTINI D. (1962) - Etude floristique et faunistique de quelques peuplements infralittoraux de substrat rocheux. *Rev. Trav. Stat. Mar. Endoume*, **26** (41): 237-298.

BENZECRI' J. P. (1980) - *L'analyse de données. II. L'analyse des correspondances*. Dunod, Paris: 632 pp.

FRESI E., GAMBI M.C. (1982) - Alcuni importanti aspetti dell'analisi matematica di ecosistemi marini. *Naturalista siciliano*, s. IV, VI, **3**: 449-465.

RIGGIO S., CHEMELLO R. (1992) - The role of southern coastal lagoons in the emerging and segregation of a new marine taxa: evidence from the Stagnone di Marsala sound (Sicily). *Bull. Inst. Oceanogr. Monaco*, **9**: 1-19.

RIGGIO S., SPARLA M.P. (1983) - Notes on the invertebrate fauna of *Rytiphloea tinctoria* (Clem.) C. Ag. aegagropila in the Stagnone sound (Western Sicily). *Nova Thalassia*, **7** (suppl. 3): 257-261.

Biol. Mar. Medit. (1999), 6 (1): 448-451

D. TAGLIAPIETRA, M. CORNELLO, G. PESSA, A. ZITELLI

IUAV-DAEST, Ca' Tron, S. Croce, 1957 - 30135 Venezia, Italia.

# VARIAZIONI NELLA DISTRIBUZIONE DELLE PRATERIE A FANEROGAME MARINE PRESSO LA BOCCA DI PORTO DEL LIDO (LAGUNA DI VENEZIA)

## *CHANGES IN SEAGRASS BEDS DISTRIBUTION AT THE LIDO OUTLET OF THE VENETIAN LAGOON (ITALY)*

***Abstract***

*Seagrass beds have been mapped at the Lido outlet of the Venetian Lagoon (northern Adriatic Sea, Italy) during August 1997 in order to compare changes in seagrass distribution occurred since the last available map of 1990. As a result, the seagrass beds are in a spreading phase:* Cymodocea nodosa *increase its covered surface from 9 to 40 ha,* Zostera marina *from 6 to 12 ha and* Zostera noltii *from 95 to 105 ha.*

***Key-words**: seagrasses, Venetian lagoon, long-term variation.*

## Introduzione

Il Consorzio Venezia Nuova, operante da tempo nella Laguna di Venezia, prevede l'attuazione di un progetto per la difesa di Venezia dalle acque alte eccezionali (C.V.N., 1998). La realizzazione del progetto comporta la costruzione di paratie mobili la cui messa in opera porterà ad una modifica della morfologia delle bocche di porto con possibili ripercussioni sui popolamenti esistenti in laguna.

Uno dei sistemi più a rischio è rappresentato dalle praterie a fanerogame marine, presenti in Laguna di Venezia con le specie: *Zostera marina* L., *Zostera noltii* Hornem., *Cymodocea nodosa* (Ucria) Aschers., *Ruppia* spp.

L'importanza delle fanerogame marine quali elementi strutturanti di alcuni ecosistemi costieri è riconosciuta da tempo, sia per il ruolo stabilizzante esercitato sul fondo sia per l'incremento della biodiversità. Infatti, la loro protezione rientra negli obiettivi prioritari fissati a Rio nel 1992 (UNCED, 1993) per il raggiungimento di uno "sviluppo sostenibile".

Allo scopo di aggiornare la distribuzione delle fanerogame marine in prossimità della bocca di porto del Lido, è stata condotta una nuova mappatura delle praterie per verificarne la presenza ed evidenziarne i cambiamenti nella distribuzione.

## Materiali e metodi

Le operazioni di campo si sono svolte tra l'11 e il 16 agosto 1997 adottando la metodologia già usata per la mappatura del 1990 (Caniglia *et al.*, 1990a, 1990b, 1991). La mappatura è stata eseguita delimitando unità cartografiche omogenee caratterizzate, oltre che dalle specie presenti, dalla stima visiva di:

- ampiezza delle aree omogenee;
- diametro delle aree vegetate, se in presenza di chiazze;
- copertura.

L'unità minima mappabile è stata considerata quella con diametro di 25 m e le unità cartografiche sono state riportate su una carta topografica in scala 1:12.500. I dati ottenuti sono stati sottoposti a cluster analysis al fine di ottenere una classificazione delle aree e su tale base i popolamenti sono stati contrassegnati come: a) Continui, b) Discontinui, c) Frammentati, d) Radi. Infine, si è proceduto alla restituzione cartografica.

In questo lavoro, a scopo di sintesi, è riportata solo la distribuzione delle specie e non la tipologia dei popolamenti.

## Risultati e conclusioni

Dell'area oggetto di studio esiste un'unica mappatura antecedente, eseguita nel periodo a cavallo tra la fine della primavera e l'inizio dell'estate del 1990 (Caniglia *et al.*, 1990a, 1990b, 1991). Dal confronto delle due mappature risulta un incremento della copertura vegetale (Fig. 1), che varia dai 110 ha. del 1990 ai 157 ha. del

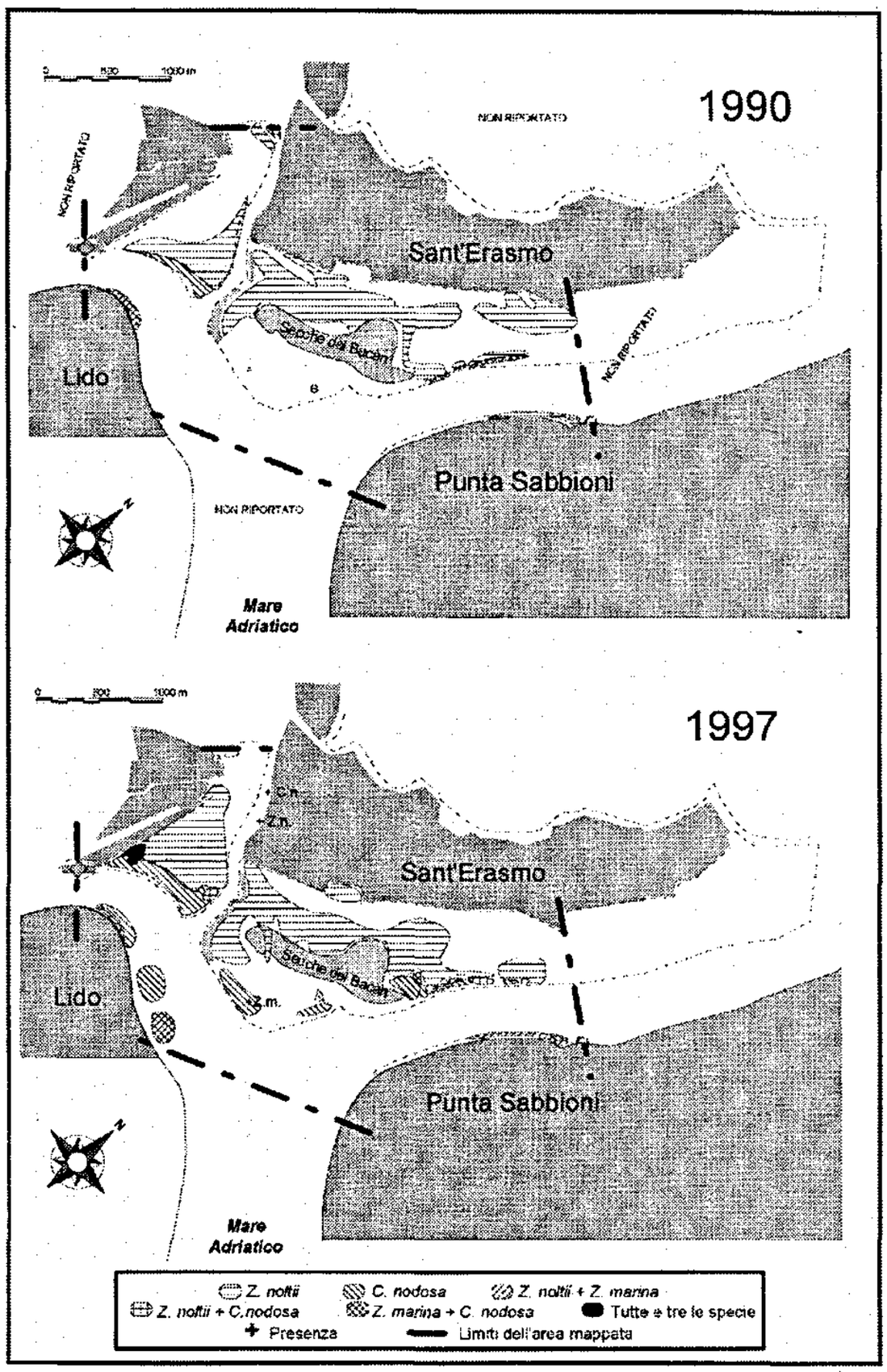



Fig. 1 - Confronto tra le mappature del 1990 e del 1997.
*Comparison between maps obtained in 1990 and 1997.*

1997. In dettaglio: la superficie coperta da *Cymodocea nodosa* passa da circa 9 ha. a circa 40 ha. con un aumento di oltre il 300%, quella a *Zostera marina* passa da circa 6 ha. a circa 12 ha. raddoppiando la sua copertura, mentre *Zostera noltii*, pur rimanendo la specie a maggior diffusione, ha mostrato un aumento del solo 10% passando da circa 95 ha a circa 105 ha. (Fig. 2).

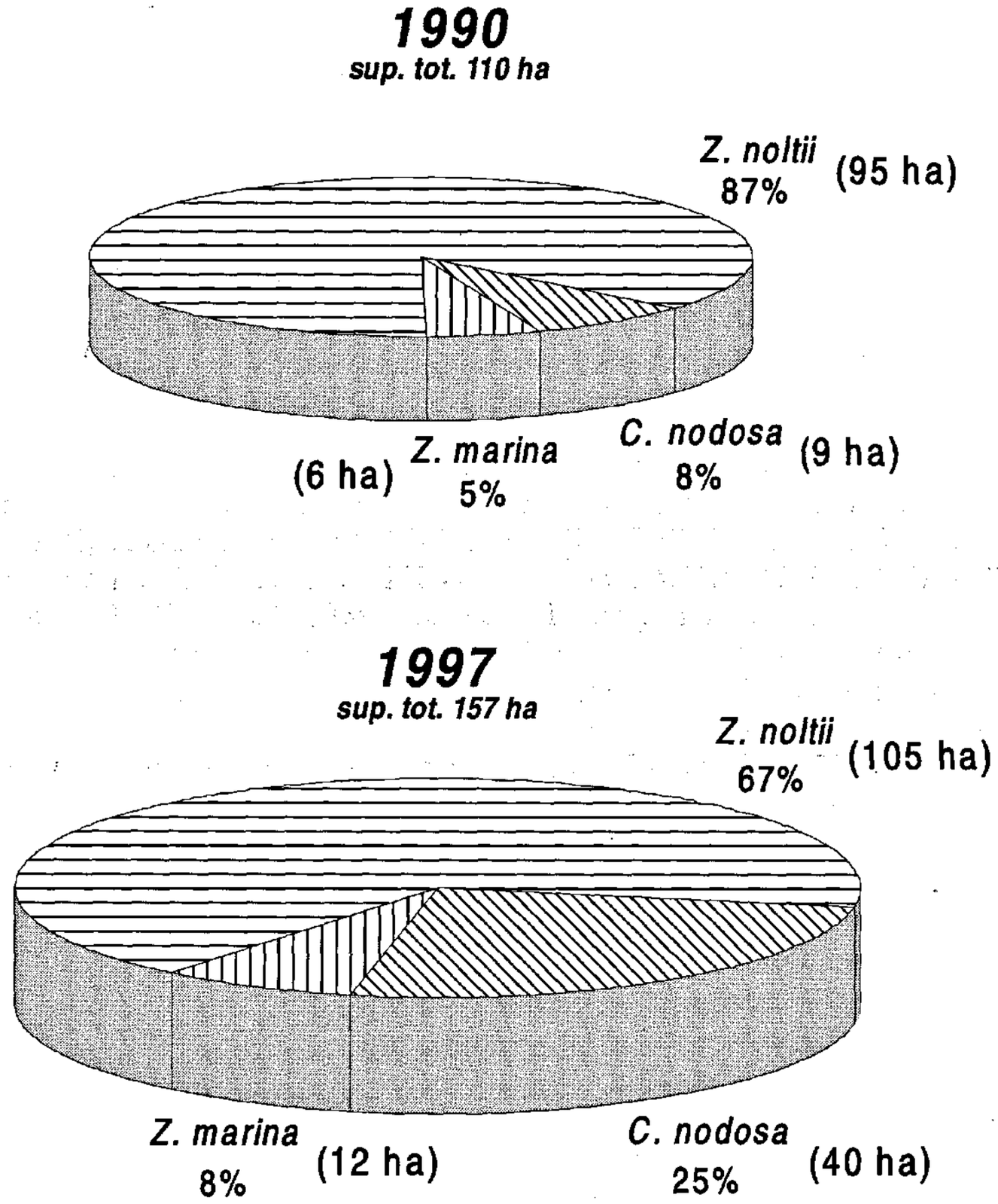



Fig. 2 - Variazioni percentuali delle aree a fanerogame marine 1990-1997. Il diametro delle torte è proporzionale all'area complessiva.
*Seagrass beds variation 1990-1997. Pie diameter is proportional to the total covered surface.*

Attualmente, l'area della bocca di porto del Lido sembra trovarsi in uno stato di recupero e promozione della comunità a fanerogame marine, in particolar modo per quel che riguarda le aree più a ridosso della bocca a mare, colonizzate da *C. nodosa*, che forma prati puri o in associazione con *Z. marina*. Bisogna però considerare che le due mappature sono state eseguite in differenti periodi dell'anno, ed è possibile che tali differenze si riflettano sui risultati della comparazione, in quanto si tratta di organismi molto sensibili alle dinamiche stagionali.

In accordo con quanto riportato in Agenda 21 (UNCED, 1993), risulta evidente, ai fini della pianificazione e tutela ambientale, la necessità di un

monitoraggio periodico delle praterie a fanerogame marine e quindi lo sviluppo di sistemi di mappatura supportati da telerilevamento, operazioni di validazione sul campo e gestione geografica informatizzata dei dati raccolti.

I fattori che maggiormente influiscono sulla struttura dei popolamenti in oggetto vanno ricercati nell'idrodinamismo, torbidità e trofismo dei bacini (McRoy e Helfferich, 1977). Ne consegue che ogni intervento che modifichi tali fattori rende suscettibili i popolamenti di trasformazioni anche profonde con preoccupanti ripercussioni sull'intero ecosistema lagunare e costiero. Si auspica quindi una attenta valutazione dell'impatto che eventuali grandi opere alle bocche di porto potrebbero avere su un sistema delicato ed importante ora in fase di espansione.

**Bibliografia**

CANIGLIA G., BORELLA S., CURIEL D., NASCIMBENI P., PALOSCHI F., RISMONDO A., SCARTON F., TAGLIAPIETRA D., L. ZANELLA (1990) - Cartografia della distribuzione delle fanerogame marine nella Laguna di Venezia. *Giorn. Bot. Ital.*, **124** (1): 212.

CANIGLIA G., BORELLA S., CURIEL D., NASCIMBENI P., PALOSCHI F., RISMONDO A., SCARTON F., TAGLIAPIETRA D., L. ZANELLA (1990) - Distribuzione delle fanerogame marine *(Zostera marina* L., *Zostera noltii,* Hornem., *Cymodocea nodosa* (Ucria) Aschers.) nella Laguna di Venezia. *Lavori - Soc. Ven. Sc. Nat.*, **17**: 137-150.

CANIGLIA G., BORELLA S., CURIEL D., NASCIMBENI P., PALOSCHI F., RISMONDO A., SCARTON F., TAGLIAPIETRA D., L. ZANELLA (1991) - Cartografia computerizzata delle fanerogame marine nella Laguna di Venezia. *Bollettino dell'A.I.C.*, **81**: 4 pp.

CONSORZIO VENEZIA NUOVA (1998) - Valutazione di impatto ambientale del progetto delle opere mobili alle bocche di porto lagunari per la regolazione dei flussi di marea. *Quad. Trimest. Consorzio Ven. Nuova.* **6** (1): inserto I-XII.

MCROY C. P., HELFFERICH C. (1977) - *Seagrass ecosystems: a scientific perspective.* Marcel Dekker, inc. NY, USA: 313 pp.

UNCED (1993) - *Agenda 21: the United Nations programme of action from Rio.* United Nations Publications, NY, USA: 294 pp.

Biol. Mar. Medit. (1999), 6 (1): 452-456

M. A. TODARO

Centro Interuniversitario di Biologia Marina G. Bacci, P.le Mascagni, 1- 57127 Livorno, Italia.
Dipartimento di Biologia Animale, Università di Modena, Italia.

# COPEPODI ARPACTICOIDI DELLE SECCHE DELLA MELORIA: SEGNALAZIONE DI GENERI NUOVI PER L'ITALIA

## *HARPACTICOID COPEPODS FROM THE MELORIA SHOALS: RECORD OF GENERA NEW TO THE ITALIAN FAUNA*

***Abstract***

*A preliminary taxonomic survey of the specimens making up the harpacticoid copepod community associated with the coarse, organogenic sand of the Meloria shoals (Livorno, Italy) yielded four species belonging to four genera new to the Italian Fauna:* Interleptomesocra attenuata, Cylindropsyllus ibericus, Leptopontia mediterranea, *and* Syrticola mediterraneus. *The findig represents the first record of C. ibericus from the Mediterranean Sea.*

***Key-words:*** *Copepoda, Harpacticoida, Benthos, Mediterranean Meiofauna, Biodiversity.*

## Introduzione

L'ordine degli Arpacticoidi raggruppa piccoli e piccolissimi crostacei Copepodi a vita prevalentemente bentonica, che si rinvengono abbondantissimi in tutti i corpi d'acqua, dove, insieme ai Nematodi, costituiscono fino al 90% della meiofauna totale. Huys *et al.* (1996) stimano in oltre 3000 le specie di Arpacticoidi conosciute, suddivise in 460 generi compresi in 50 famiglie. Le inevitabili revisioni tassonomiche e la continua descrizione di nuove specie e generi suggeriscono, tuttavia, di considerare tali figure statistiche solo come orientative (cfr. ad esempio Bodin, 1997).

Per quanto riguarda l'Italia, l'ultimo censimento stima in 297 il numero delle specie presenti nel nostro Paese (circa il 10% del totale), suddivise in 113 generi (24,5%), compresi in 29 famiglie (58%). Limitatamente all'ambiente marino e/o salmastro, le specie a vita libera censite assommano a 169, distribuite in 87 generi e 26 famiglie (Argano *et al.,* 1995).

Dal confronto con i dati globali, e considerando che la maggior parte dei generi è caratterizzata da ampia distribuzione geografica, risulta evidente che l'attuale conoscenza degli Arpacticoidi italiani deve considerarsi tutt'altro che completa. L'occasione di una approfondita ricerca riguardante la meiofauna delle Secche della Meloria (Livorno) ha offerto l'opportunità per intraprendere un'analisi tassonomica accurata degli esemplari associati al sedimento organogeno grossolano tipico dei fondali di questa località, già investigati per altri gruppi sistematici (Todaro, 1998; Todaro e Kristensen, 1998). Per quanto concerne specificatamente gli Arpacticoidi, è stata recentemente pubblicata la descrizione di un nuovo genere e specie (Huys e Todaro, 1997; Todaro e Huys, 1998). Con la presente nota viene segnalata la presenza, in questo tratto della costa toscana, di alcune interessanti specie appartenenti a generi non ancora annoverati tra la fauna italiana.

## Materiali e metodi

Gli animali provengono da campioni quantitativi raccolti con cadenza mensile dall'aprile del 1996 fino al settembre del 1997, fissati *in situ* con formalina al 10% tamponata e precedentemente colorata con rosa bengala. Per le caratteristiche del sito, la tecnica di campionamento e l'estrazione della meiofauna dal sedimento si rimanda a Todaro (1998). La prima fase della determinazione, portata a termine con l'ausilio di un microscopio binoculare (Zeiss, STEMI DV4), ha comportato la suddivisione dei diversi Arpacticoidi in una cinquantina di morfogruppi sulla base di tratti somatici immediatamente visibili, come ad esempio: forma e dimensione del corpo, presenza e morfologia del rostro, forma e dimensioni dei rami caudali, ecc. Successivamente, diversi esemplari di ciascun gruppo sono stati dissezionati in acido lattico e le varie parti montate in lattofenolo; i vetrini così preparati sono stati poi osservati con un microscopio interferenziale secondo Nomarki (Leitz, Dialux 20). Alcuni esemplari sono stati preparati per la microscopia a scansione ed osservati con un SEM Philips XL 40 (cfr. Todaro, 1998). Per la presente ricerca sono stati studiati gli esemplari appartenenti a quattro morfogruppi. L'affiliazione tassonomica degli esemplari è avvenuta in accordo con Wells (1976) e Huys *et al.* (1996), confortata dal confronto finale con le descrizioni originali dei diversi taxa. Per la parte sistematica si è fatto riferimento a Bodin (1997).

## Risultati e discussioni

L'esame dei preparati ha permesso di accertare che ciascuno dei quattro morfogruppi era costituito da esemplari monospecifici di cui è stata possibile la completa identificazione.

Famiglia AMEIRIDAE Monard, 1927 (part.), Lang, 1936
Genere **Interleptomesochra** Lang, 1965
Interleptomesochra attenuata (A. Scott, 1896)
(Fig. 1A; Tab. 1)

Il genere *Interleptomesochra* risulta attualmente costituito da sette specie: *I. attenuata* (A. Scott), *I. boguensis* Lindgren, I. *elongata* (Bozic), *I. eulitoralis* (Noodt), *I. noodti* Galhano, *I. reducta* Lang, *I. tenuicornis* (Sars). Per caratteristiche morfologiche generali (femmina, lunghezza totale del corpo $\bar{x}$=838 mm ±14, N=5; maschio, $\bar{x}$=684 mm ±29, N=2) e formula setale gli esemplari della Meloria corrispondono ad *I. attenuata*. Il rinvenimento della Meloria conferma la presenza di questa specie, descritta originariamente dal meiobenthos delle isole britanniche, anche nel Mediterraneo dove, a Banyuls-sur-Mer, era già stata osservata da Soyer (1971).

Famiglia CYLINDROPSYLLIDAE Lang, 1948
Genere ***Cylindropsyllus*** Brady, 1880
*Cylindropsillus ibericus* Huys e Willems, 1993
(Fig. 1B; Tab. 1)

La specie fu descritta sulla base di un unico individuo di sesso maschile rinvenuto in Portogallo e precedentemente identificato incorrettamente come *C. remanei* (vedi Wells e Clark, 1965; Huys e Willems, 1993). La formula setale degli esemplari maschi rinvenuti durante l'attuale ricerca concorda con quanto riportato da Huys e Willems (1993) sia per ciò che concerne le appendici natatorie

sia per l'esopodite dell'antenna, fornito anche in questo caso di due setole. Gli esemplari da me rinvenuti si discostano tuttavia dalla descrizione originale per la lunghezza totale, che risulta maggiore negli animali toscani (maschio, $\bar{x}$=968 mm ±108, N=4 *vs.* 645 mm). Le femmine sono leggermente più grosse dei maschi ($\bar{x}$=1016 mm ±148, N=7), e si differenziano da essi anche per la diversa morfologia del P3-endopodite che è formato da due segmenti con formula setale 0.020 nella femmina, mentre è modificato per facilitare l'accoppiamento nel maschio. E' questa la prima segnalazione della specie nel Mediterraneo. *Cylindropsillus ibericus* è presente alla Meloria durante tutto l'anno con un discreto numero di esemplari di entrambi i sessi.

Famiglia LEPTOPONTIIDAE Lang, 1948
(*sensu* Martinez Arbiz e Moura, 1994)
Sotto-famiglia LEPTOPONTIINAE Lang, 1948
Genere ***Leptopontia*** T. Scott, 1902
*Leptopontia mediterranea* Huys e Conroy-Dalton, 1996
(Fig. 1C; Tab. 1)

La specie è stata recentemente descritta su di un unico esemplare maschio, per di più immaturo (copepodite V), trovato nel Golfo di Calvi in Corsica. L'affiliazione a questo taxon degli esemplari toscani è basata, oltre che sulla corrispondenza morfologica generale e delle formule setali, relative alle appendici boccali e a quelle natatorie, soprattutto sulle caratteristiche ornamentazioni dell'opercolo anale. *Leptopontia mediterranea* è infatti l'unica specie, tra le sette finora ascritte a questo genere, ad avere ai lati dell'opercolo due lunghi e robusti processi spinosi e, dorsalmente, sul piano mediano, un solo piccolo processo dentiforme. Gli esemplari femmina da me trovati misuravano in media 815 mm in lunghezza totale (±13, N = 5) risultando sempre più grosse dei maschi ($\bar{x}$=684 mm ±29, N = 3). La specie è stata rinvenuta durante tutte le stagioni dell'anno con abbondanza stimabile tra 250 e 1750 ind./m$^2$. E' questa la prima segnalazione di *L. mediterranea* nelle acque italiane.

Sotto-famiglia PSAMMOPSYLLINAE Krishnaswamy, 1956
Genere ***Syrticola*** Willems e Claeys, 1982
*Syrticola mediterraneus* Willems, Claeys e Fiers, 1987
(Fig. 1D; Tab. 1)

Gli esemplari da me rinvenuti concordano pienamente con la descrizione originale della specie (lunghezza totale: femmina, $\bar{x}$=557 mm ±8, N=3; maschio, $\bar{x}$=469 mm ±13 , N=2). Simile è anche il tipo di habitat in cui gli esemplari sono stati trovati: spazi aperti di sabbia grossolana circondati da prateria di *Posidonia oceanica*. La specie fu descritta originariamente da sedimento organogeno prelevato a 10-20 m di profondità (Willems *et al.*, 1987); alla Meloria esemplari di questa specie sono stati rinvenuti anche a profondità di appena 3-5 m, ma sempre in piccolo numero ed in maggioranza di sesso femminile.

## Conclusioni

Con la presente ricerca si sono ottenuti diversi risultati: **a**) dal punto di vista tassonomico il rinvenimento di esemplari maturi e di ambo i sessi consente una

Tab. 1 - Abbondanza media stagionale delle quattro specie di arpacticoidi misurata su campioni raccolti con cadenza trimestrale (ind./ 10 $cm^2$ ± deviazione standard, N=4).

*Mean seasonal values of abundance of the four species found in selected seasonal samples collected three months apart each other (ind./ 10 $cm^2$ ± standard deviation, N=4).*

| taxon | aprile '96 | luglio '96 | ottobre '96 | gennaio '97 |
|---|---|---|---|---|
| *Interleptomesocra attenuata* | 0,50 ± 0,95 | 0,25 ± 0,47 | 0,25 ± 0,47 | 1,00 ± 1,89 |
| *Cylindropsyllus ibericus* | 1,00 ± 0,82 | 1,25 ± 0,94 | 0,25 ± 0,47 | 1,75 ± 1,42 |
| *Leptopontia mediterranea* | 1,00 ± 0,92 | 0,25 ± 0,13 | 4,50 ± 6,13 | 0,50 ± 0,95 |
| *Syrticola mediterraneus* | 0,25 ± 0,47 | 1,75 ± 1,28 | 0,50 ± 0,48 | 0,75 ± 1.42 |

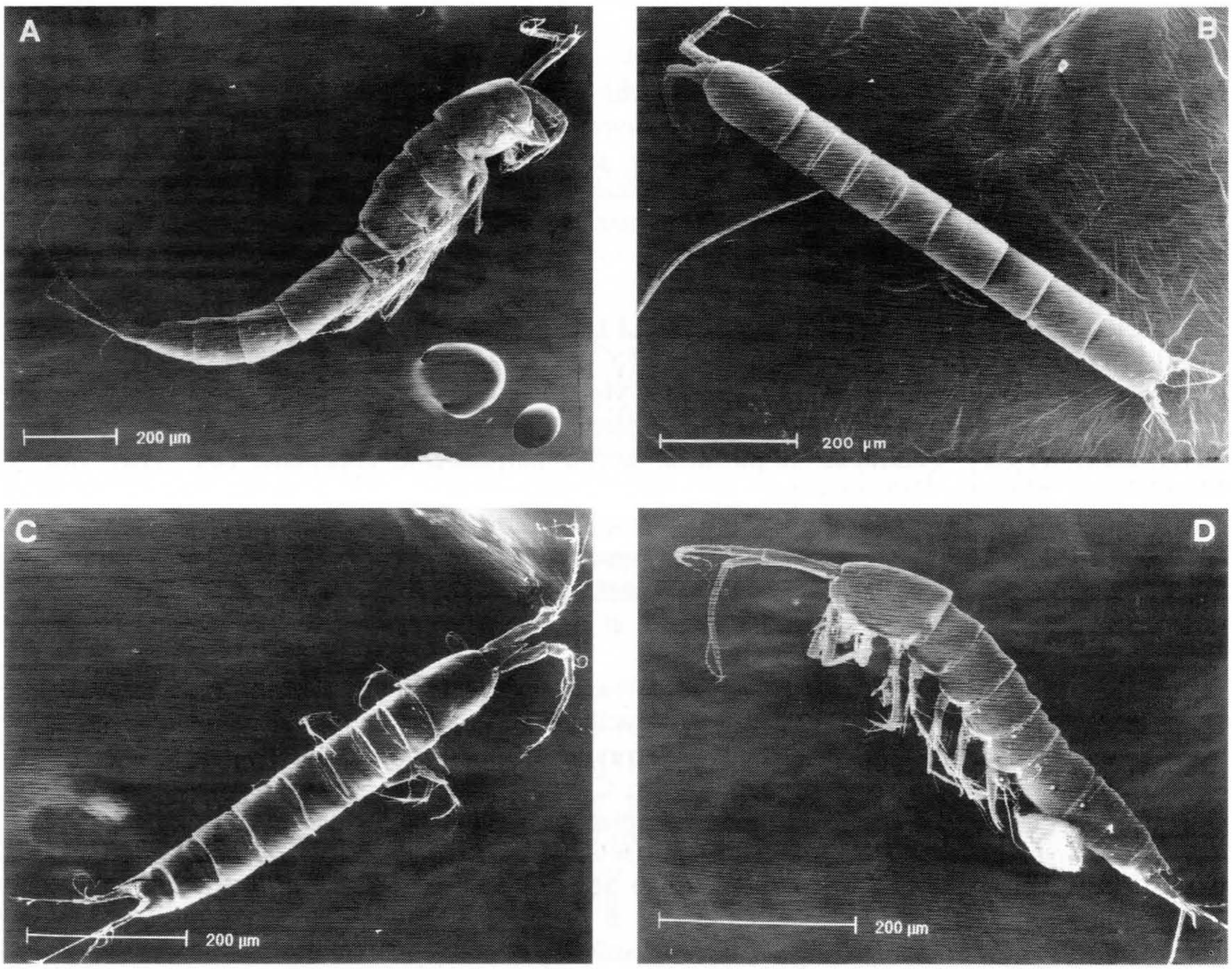



Fig. 1- Microfotografie al SEM delle quattro specie di Arpacticoidi rinvenute nel sedimento della Meloria. A, *Interleptomesocra attenuata*, esemplare femmina, visione dorsolaterale; B, *Cylindropsyllus ibericus*, esemplare femmina, visione dorsale; C, *Leptopontia mediterranea*, femmina visione dorsale; D, *Syrticola mediterraneus*, femmina ovigera, visione dorsolaterale.

*SEM micrographs of the four harpacticoid species found in the Meloria shoals sediment. A,* Interleptomesocra attenuata, *female, dorsolateral view; B,* Cylindropsyllus ibericus, *female, dorsal view; C,* Leptopontia mediterranea, *female dorsal view; D,* Syrticola mediterraneus, *gravid female, dorsolateral view.*

migliore descrizione delle specie dove questa è carente (per es. *Cylindropsyllus ibericus* descritta su un solo esemplare maschio, *Leptopontia mediterranea* descritta su esemplare maschio immaturo; **b**) dal punto di vista zoologico viene confermato che la fauna italiana ad Arpacticoidi è ancora lontana dall'essere conosciuta in modo soddisfacente e che studi in questo campo possono risolversi in interessanti scoperte; **c**) dal punto di vista zoogeografico vengono sicuramente ampliati i confini distribuzionali di *C. ibericus,* il cui areale risulta comprendere adesso anche il Mediterraneo, dove viene confermata inoltre la presenza di *Interleptomesochra attenuata.*

Il rinvenimento alla Meloria di ben quattro generi nuovi per la fauna italiana, mentre evidenzia ancora una volta l'elevata diversità animale presente nei fondali delle Secche, testimonia il grande valore naturalistico di questo particolare habitat la cui integrità va senza dubbio salvaguardata.

**Ringraziamenti**

La ricerca si inserisce nell'ambito del progetto "Caratterizzazione Biologica delle Secche della Meloria" promosso dal C.I.B.M. "G. Bacci" di Livorno e costituisce una parte della mia tesi dottorale (dottorato di ricerca in Biologia Animale, sede amministrativa Università di Bologna). Desidero ringraziare il direttore del C.I.B.M, dott. S. De Ranieri, per il continuo supporto e il prof. P. Tongiorgi, Università di Modena, per gli spazi e la strumentazione messimi a disposizione.

**Bibliografia**

ARGANO R., BRUNO M. C., CECCHERELLI V. U., COTTARELLI V., MARINIELLO L., MAZZOCCHI M. G., PESCE G. L., PRINCIPATO M., RELINI G., STELLA E. (1995) - Crustacea Maxillopoda, Pentastomida. In : Minelli A., Ruffo S., La Posta S. (eds), *Checklist delle specie della fauna d'Italia*, **28** Calderini, Bologna.

BODIN PH. (1997). Catalogue of the new marine harpacticoid copepods. *Doc. Trav. Inst. r. Sci. Nat. Belgique*, **89**: 304 pp.

HUYS R., CONROY-DALTON S. (1996) - A revision of *Leptopontia* T. Scott (Copepoda: Harpacticoida) with description of six new species. *Zool. J. Linn. Soc. (London),* **118**: 197-239.

HUYS R., GEE J. M., MOORE C. G., HAMOND R. (1996) - Marine and brackish water harpacticoid copepods. Part 1. In: Barnes R. S. K., Crothers J. H. (eds), *Synopsis of the British fauna* (new series), **51**: 352 pp.

HUYS R., TODARO M. A. (1997) - *Meloriastacus ctenidis* gen. et sp. nov.: a primitive interstitial copepod (Harpacticoida, Leptastacidae) from Tuscany. *Ital. J. Zool.*, **64**: 181-196.

HUYS R., WILLEMS K. A. (1993) - A revision of *Cylinula* and two new species of *Cylindropsyllus* (Copepoda, Harpacticoida, Cylindropsyllidae). *Zool. Scr.*, **22**: 347-362.

SOYER J. (1971) - Bionomie benthique du plateau continental de la côte catalane française. III. Les peuplements de Copépodes Harpacticoïdes (Crustacea). *Vie Milieu*, **21**: 337-511.

TODARO M. A., (1998) - La meiofauna delle Secche della Meloria: i Gastrotrichi, biodiversità e dinamica stagionale. *Biol. Mar. Medit.*, **5** (1): 587-590.

TODARO M. A., HUYS R. , 1998 - La meiofauna delle Secche della Meloria: osservazioni su un nuovo Leptastacide (Copepoda: Harpacticoida). *Biol. Mar. Medit.*, **5** (1): 591-595.

TODARO M. A., KRISTENSEN R. M. (1998) - A new species and first report of the genus *Nanaloricus* (Loricifera, Nanaloricida, Nanaloricidae) from the Mediterranean Sea. *Ital. J. Zool.*, **65**: 219-226.

WELLS J. B. J., 1976. Keys to aid in the identification of marine harpacticoid copepods. *Publ. Depart. Zool. Univ. Aberdeen, U.K.*: 1-215.

WELLS J. B. J. E CLARK M. E., 1965. The interstitial Crustacea of two beaches in Portugal. *Rev. Biol.*, **5**: 87-108.

WILLEMS K. A., CLAYES D., FIERS F. (1987). *Syrticola mediterraneus* n. sp., a harpacticoid copepod from the Bay of Calvi, Corsica. *Hydrobiologia*, **153**: 71-78.

Biol. Mar. Medit. (1999), 6 (1): 457-461

P. TOMASSETTI, M. TOSTI, L. LATTANZI, P. LA VALLE, C. CHIMENZ*

Eureko s.c.r.l., Via Serole, 24 - 00123 Roma, Italia.
*Dip. Biologia Animale e dell'Uomo, Università di Roma "La Sapienza", Roma, Italia.

# PRIMI DATI SUI POPOLAMENTI BENTONICI CIRCALITORALI AL LARGO DI SFAX, TUNISIA (STRETTO DI SICILIA)

## *PRELIMINARY DATA ON BENTHIC CIRCALITTORAL ASSEMBLAGES OFF SFAX (TUNISIA, STRAIT OF SICILY)*

***Abstract***

*The benthic circalittoral assemblages from an area of the Strait of Sicily were sampled using a Van Veen grab. The stations can be grouped according to the characteristics of the assemblages found: a first group with species related to muddy bottoms with a variable content of sand; a second group with species of detritic or hard bottoms; one station, characterized by calcarenitic bottoms, with species of hard bottoms.*

***Key-words:*** *benthos, soft bottom, hard bottom, Straits of Sicily.*

## Introduzione

La comunità bentonica di un'area al largo di Sfax (Tunisia, Stretto di Sicilia) è stata studiata nel corso di uno Studio d'Impatto Ambientale di piattaforme di estrazione della Union Texas Maghreb Inc.

Il presente studio si propone di fornire dati che consentano di evidenziare le caratteristiche dei popolamenti ed arricchire le conoscenze relative alla fauna bentonica dell'area. I dati finora disponibili per lo Stretto di Sicilia riguardano le biocenosi dei substrati circalitorali a grandi Phaeophyceae (Suriano *et al.*, 1992), i banchi fossiliferi di *Corallium rubrum* (Di Geronimo *et al.*, 1993), i briozoi circalitorali (Chimenz *et al.*, 1981) e batiali (Harmelin, 1979).

## Materiali e metodi

I campionamenti sono stati effettuati nello Stretto di Sicilia a circa 60 miglia nautiche ad est del porto di Sfax (Tunisia) in due zone denominate campo A, con profondità di 80-85 m, e campo B, con profondità di 95-100 m (Fig. 1). In entrambi i campi sono state poste 5 stazioni: 4 agli angoli di un quadrato con lato di circa 1 km e la quinta posta al centro di esso. I campioni sono stati prelevati con una benna Van Veen (capacità di 25 lt, due repliche per stazione) e vagliati con setacci con maglia di 1 mm; gli organismi sono stati fissati con una soluzione di formalina neutralizzata al 4%, e in seguito identificati e contati. Sui campioni di sedimento è stata effettuata l'analisi granulometrica. La ricognizione e mappatura dei fondali è stata effettuata anche tramite Side Scan Sonar (EG&G, model 260).

## Risultati

L'analisi sedimentologica dell'area rivela: nel campo A presenza di fondi con sabbia, fango e con ghiaia di natura organogena; nel campo B fondi con prevalenza di sabbia, a volte grossolana, con ghiaia di natura organogena ed alcuni affioramenti rocciosi dati da calcareniti.

In totale sono stati ritrovati 386 individui appartenenti a 96 specie così ripartiti: campo A 313 individui e 67 specie; campo B 73 individui e 43 specie (Tab. 1).

In totale le specie più abbondanti sono i policheti *Aponuphis bilineata*, 16% dell'intero popolamento dei due campi, ed *Eunice vittata*, 11%; il gruppo sistematico con il maggior numero di individui è quello dei policheti, mentre il maggior numero di specie è presente nei crostacei.

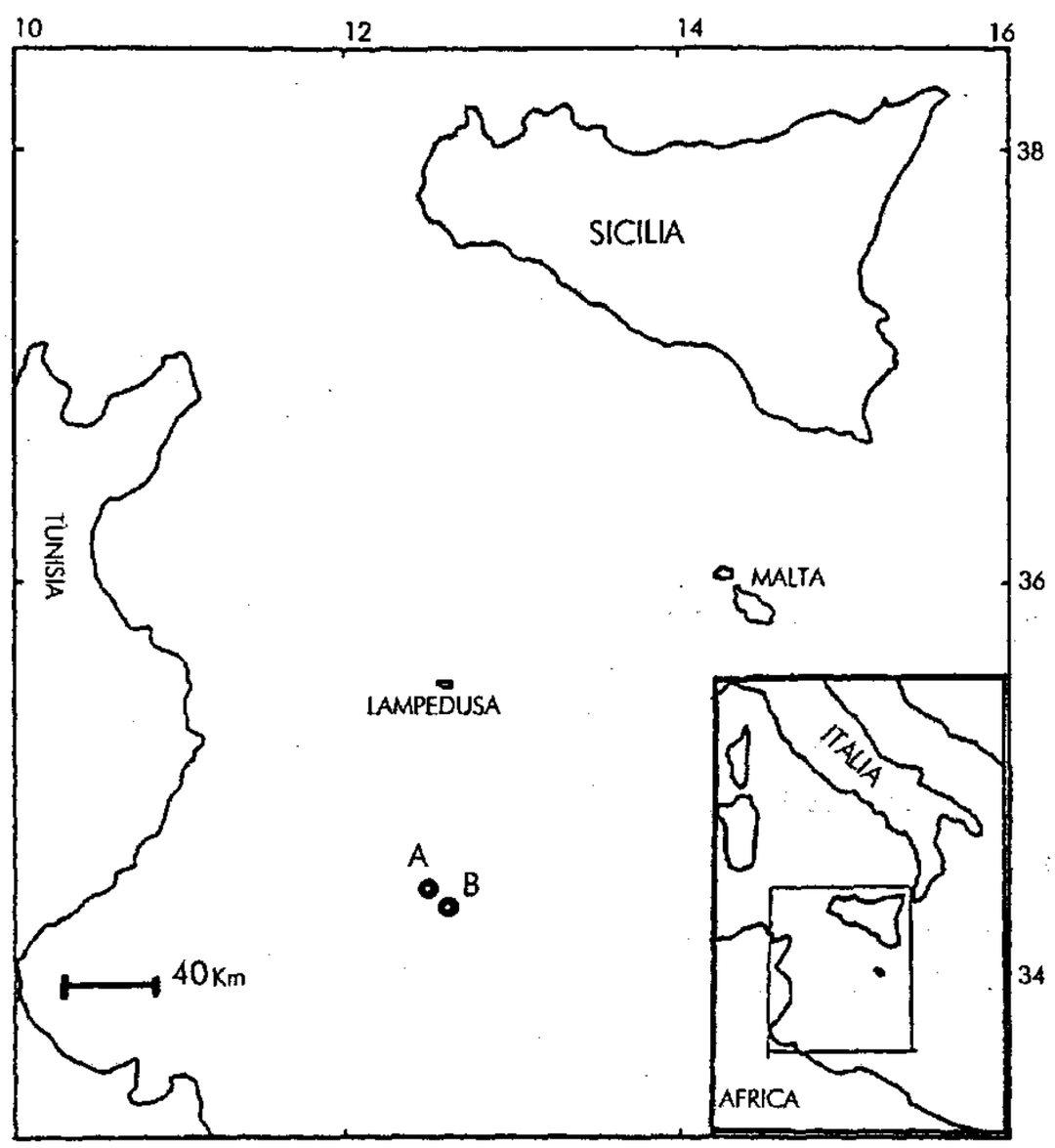



Fig. 1 - Localizzazione dell'area di campionamento (campo A e campo B).
*Location of sampling areas (field A, field B).*

Da segnalare il ritrovamento delle alghe Chlorophycee *Halimeda tuna* (Ellis e Solander, 1789) e *Flabellia minima* (Ernst) Nizamuddin, 1987 su un blocco calcarenitico di 40 x 30 cm campionato nella stazione 3B alla profondità di 100 m.

Le stazioni si possono suddividere in 2 gruppi secondo l'ecologia delle specie ritrovate, desunta dalla letteratura: nelle stazioni 2A, 3A, 4A, 5A e 5B si trovano prevalentemente specie legate a sedimenti sabbio-fangosi (*Owenia fusiformis, Ampelisca pseudospinimana, Ampelisca diadema, Hippomedon massiliensis, Westwoodilla rectirostris, Tellina balaustina*) o fangosi (*Melinna palmata, Apseudes echinatus, Upogebia tipica*) (Bianchi *et al.*, 1993). Nella stazione 1B sono presenti inoltre specie indicatrici di arricchimento organico (*Lumbrineris emandibulata mabiti, Paralacydonia paradoxa*) (Bianchi *et al.*, 1993). Le stazioni 1A, 2B e 4B sono caratterizzate dalla presenza, oltre che di elementi pelofili e psammofili, di specie legate a fondi detritici con ghiaia organogena e/o substrati duri (*Aponuphis bilineata, Hyalinoecia tubicola, Modiolula phaseolina, Apseudes talpa, Urothoe elegans*) (Bianchi *et al.*, 1993). Nella stazione 3B, infine, il popolamento comprende elementi di fondi detritici o duri circalitorali come il mollusco *Lepidopleurus africanus* ed i briozoi *Onychocella marioni, Schizomavella neptuni, Crassimarginatella solidula, Figularia figularis, Hippopleurifera pulchra.*

## Conclusioni

I popolamenti dell'area studiata si presentano come un mosaico dovuto alla varietà di substrati disponibili. Le loro caratteristiche si possono collegare alla sedimentologia dei fondali ed alle condizioni idrologiche che la determinano. Il primo gruppo di stazioni (2A, 3A, 4A, 5A e 5B), con specie psammofile e pelofile, è caratterizzato da sedimento attribuibile alla pelite molto sabbiosa ed alla sabbia pelitica. Il sedimento delle altre stazioni, costituito da sabbia, fango e ghiaia organogena, con calcareniti nella stazione 3B, indica la presenza di correnti di fondo, come è anche testimoniato dal ritrovamento di specie reofile come *Gonilia calliglypta*, *Timoclea ovata* (Di Geronimo *et al.*, 1993), *Chloeia venusta*, *H. tubicola* (Bianchi *et al.*, 1993) e dei Briozoi, tutti con forma zoariale incrostante.

Tab. 1 - Lista delle specie ritrovate (+) nelle 10 stazioni dei due campi (A, B).
*List of species found (+) in the 10 stations of the two fields (A, B).*

| | 1A | 2A | 3A | 4A | 5A | 1B | 2B | 3B | 4B | 5B |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Alghe** | | | | | | | | | | |
| *Halimeda tuna* (Ellis e Solander, 1789) | | | | | | | | + | | |
| *Flabellia minima* (Ernst Nizzomuddin, 1987) | | | | | | | | + | | |
| **Briozoi** | | | | | | | | | | |
| *Onychocella marioni* Jullien, 1881 | | | | | | | | + | | |
| *Shizomavella neptuni* (Jullien, 1882) | | | | | | | | + | | |
| *Crassimarginatella solidula* (Hincks, 1880) | | | | | | | | + | | |
| *Figularia figularis* (Johnston, 1847) | | | | | | | | + | | |
| *Hippopleurifera pulchra* Manzoni, 1870 | | | | | | | | + | | |
| **Molluschi** | | | | | | | | | | |
| *Astarte sulcata* (Da Costa, 1778) | + | + | + | | | | | | | |
| *Cardiomya striolata* (Locard, 1898) | | | + | | | | | | | |
| *Digitaria digitaria* (Linné, 1758) | | | + | | | | + | | | |
| *Gonilia calliglypta* (Dall, 1903) | | | | | | | + | + | | |
| *Goodallia triangularis* (Montagu, 1803) | + | + | + | | | | | | + | |
| *Lepidopleurus africanus* Nierstrasz, 1906 | | | | | | | | + | | |
| *Lucinoma boreale* (Linné, 1767) | | | + | + | | | | | | |
| *Modiolula phaseolina* (Philippi, 1844) | | | + | | | | | | | |
| *Parvicardium minimum* (Philippi, 1836) | | | + | | | | | | | |
| *Parvicardium roseum* (Lamarck, 1819) | | | + | | | | | | | |
| *Propeamussium fenestratum* (Forbes, 1844) | + | | | | | | | | | |
| *Tellina balaustina* Linné, 1758 | | | | | | + | + | | | |
| *Timoclea ovata* (Pennant, 1777) | | | | | | | + | | | |
| **Polichetì** | | | | | | | | | | |
| *Aponuphis bilineata* (Baird, 1870) | + | + | + | + | + | + | + | + | | |
| *Aponuphis fauveli* (Rioja, 1918) | + | + | + | | | | + | | | |
| *Aricidea* ind. | | | + | + | | | + | | | |
| *Chloeia venusta* Quatrefages, 1865 | | | | | | | + | | | |
| *Drilonereis filum* (Claperède, 1868) | | | | | | | + | | | |
| *Euclymene lumbricoides* (Quaterfages, 1865) | | | + | | | | | | | |

| | 1A | 2A | 3A | 4A | 5A | 1B | 2B | 3B | 4B | 5B |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Eunice vittata* (Delle Chiaje, 1828) | + | + | + | + | | | + | + | | |
| *Glycera rouxii* Audouin e Milne-Edwards, 1833 | + | + | + | + | | | | | | |
| *Hyalinoecia tubicola* (O.F. Muller, 1776) | | | | | | | + | | | |
| *Laetmonice hystrix* (Savigny, 1820) | + | | + | | | | + | | | + |
| *Lumbrineris emandibulata mabiti* Ramos, 1976 | | | | | | + | | | | |
| *Lumbrineris gracilis* (Ehlers, 1868) | | | | | | | + | | | |
| *Lumbrineris latreillii* Audouin e M.Edwards, 1834 | | | + | | | | | | | |
| Maldanidae ind. | | | | | | + | + | | | + |
| *Melinna palmata* Grube, 1870 | | + | | + | + | | | | | |
| *Neanthes caudata* (Delle Chiaje, 1828) | + | + | | | + | | | | | |
| *Nepthys hombergi* Savigny, 1818 | | + | | | | | | | | |
| *Nepthys hystricis* Mc Intosh, 1900 | | | + | | | | | | | |
| *Nothria conchylega* (Malmgren, 1818) | | | + | | | | | | | |
| *Owenia fusiformis* Delle Chiaje, 1841 | | | | | + | | | | | |
| *Paralacydonia paradoxa* Fauvel, 1813 | | | | | | + | | | | |
| *Pectinaria auricoma* (O. F. Muller, 1776) | | | | + | | | | | | |
| *Phyllodoce mucosa* (Oersted, 1843) | | | | + | | | | | | |
| Polynoidae ind | + | | + | + | | + | + | + | + | |
| *Prionospio malmgreni* Claparède, 1870 | | | + | | | | | | | |
| *Sabellides octocirrata* (M. Sars, 1835) | | | | | | | + | | | + |
| Sigalionidae ind. | | | | | | | + | + | | |
| **Crostacei** | | | | | | | | | | |
| *Ampelisca diadema* (A. Costa, 1853) | | | + | | | | | | | |
| *Ampelisca pseudospinimana* Bella-Santini e Kaim-Malka, 1977) | + | | + | + | + | + | + | + | | |
| *Ampelisca spinifer* Reid, 1951 | | | + | | | | | | | |
| *Ampelisca typica* (Bate, 1857) | | | | | | + | | | | |
| *Amphilochoides serratipes* Norman, 1869 | | | + | | | | | | | |
| *Ampithoe* ind. | | + | + | | | | | | | |
| *Anthura gracilis* (Montagu, 1808) | | + | + | + | | | | | | |
| *Apseudes echinatus* G. O. Sars, 1882 | | | | + | | | | + | | + |
| *Apseudes talpa* (Montagu, 1808) | | | | | | + | + | | | |
| *Autonoe spiniventris* (Della Valle, 1893) | | | + | | | | + | | | |
| *Caprella* ind. | | | + | | | | | | | |
| *Cheirocratus assimilis* (Liljeborg, 1861) | | + | + | | | | + | + | | |
| *Dexamine spinosa* (Montagu, 1813) | | | | | | | + | + | | |
| *Eurydice truncata* Norman, 1868 | | + | + | | | | | | | |
| *Galathea bolivari* Zariquie y Alvarez, 1950 | | | + | + | | | | | | |
| *Harpinia ala* G. Karaman, 1987 | | | + | | + | | | | | |
| *Hippomedon massiliensis* Bellan-Santini, 1965 | | | + | | | | | | | |
| *Hippomedon oculatus* Chevreux e Fage, 1925 | | | | + | | | | | | |
| *Ichnopus spinicornis* Boeck, 1861 | | + | | | | | | | | |
| *Iphinoe serrata* Norman, 1867 | | + | | | | | | | | |

| | 1A | 2A | 3A | 4A | 5A | 1B | 2B | 3B | 4B | 5B |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Leptocheirus pectinatus* (Norman, 1869) | | + | + | | | + | | | | |
| *Leucothoe spinicarpa* (Abildgaard, 1789) | | | | + | | | | | | |
| *Lysianassa insperata* Lincoln, 1979 | + | | | + | | + | + | | | + |
| *Metaphoxus simplex* (Bate, 1857) | + | | + | | | | + | | | |
| *Microdeutopus anomalus* (Rathke, 1843) | | + | | | | | | | | |
| *Nebalia clausi* Dahl, 1985 | + | | | + | | | | | | |
| Oedicerotidae ind. | | | | + | | | | | | |
| *Pagurus prideauxi* Leach, 1815) | | | | | | | + | | | |
| *Parthenope expansa* (Miers, 1879) | | | | + | | | | | | |
| *Perioculodes longimanus longimanus* (Bate e Westwood, 1868) | | | + | | | | | | | |
| *Phtisica marina* Slabber, 1769 | | | | | | | | | + | |
| *Siphonoecetes dellavallei* Stebbing, 1899 | | | + | | | | | | | |
| *Synisoma capito* (Rathke, 1837) | + | | | | | | | | | |
| *Upogebia tipica* (Nardo, 1869) | | + | + | + | | | + | + | | |
| *Urothoe elegans* Bate, 1857 | | | | | | | | | + | + |
| *Westwoodilla rectirostris* (Della Valle, 1893) | | | + | + | | | | | | |
| **Echinodermi** | | | | | | | | | | |
| *Echinocyamus pusillus* (O.F. Muller, 1776) | | | + | + | | + | + | + | | |
| *Genocidaris maculata* A. Agassiz, 1869 | | | | + | | | | | | |
| *Spatangus purpureus* (O.F. Muller, 1776) | | | + | + | | | | | | |

**Ringraziamenti**

Gli autori ringraziano la D.ssa Roberta Darchino per l'identificazione delle alghe e la D.ssa Flavia Gravina per l'identificazione dei policheti.

**Bibliografia**

BIANCHI C. N., CEPPODOMO I., GALLI C., SGORBINI S., DELL'AMICO F., MORRI C. (1993) - Benthos dei mari toscani. I: Livorno - Isola d'Elba (Crociera ENEA 1985). Arcipelago Toscano. Studio oceanografico, sedimentologico, geochimico e biologico. In: Ferretti O., Immordino F. e Damiani V. (Eds.), *ENEA Serie Studi Ambientali*: 263-290.CHIMENZ C., CINELLI F., SCALETTA F. (1981) - Ecologie et biogeographie du canal de Sicile: II Bryozoaires epiphytes. *Rapp. Comm. int. Expl. Mer Médit.*, **27** (2): 167-168.

CHIMENZ C., CINELLI F., SCALETTA F. (1981) - Ecologie et biogeographie du canal de Sicile: II Bryozoaires epiphytes. *CIESM,* **27** (2): 167-168.

DI GERONIMO I., ROSSO A., SANFILIPPO R. (1993) - I banchi fossiliferi di *Corallium rubrum* al largo di Sciacca (Stretto di Sicilia). In: F. Cicogna e R. Cattaneo-Vietti (Eds), *Il corallo rosso in Mediterraneo: Arte, Storia e Scienza.* Min. Ris. Agr. Al. For. Roma: 75-107.

HARMELIN J.G. (1979) - Aperçu de la faune bryozoologique bathiale du detroit Siculo-Tunisien. *Rapp. Comm. int. Mer Médit.*, **25/26** (4): 171-172.

SURIANO C., MAZZOLA S., LEVI D., GIUSTO G.B. (1992) - La biocenosi dei substrati duri circalitorali a grandi Phaeophyceae (*Laminaria rodriguezii* Bornet, 1888) nello Stretto di Sicilia e nello Stretto Maltese. *Oebalia*, **17** (Suppl.): 429-432.

Biol. Mar. Medit. (1999), 6 (1): 462-465

F. TRAPANI, G. SCOTTI, P. GIANGUZZA, R. CHEMELLO, S. RIGGIO

Dipartimento di Biologia Animale dell'Università, Via Archirafi, 18 - 90123 Palermo, Italia.

# STRUTTURA DELLA MALACOFAUNA ASSOCIATA AI RODOLITI NELLO STAGNONE DI MARSALA (SICILIA OCCIDENTALE)

# *STRUCTURE OF MALACOFAUNA RELATED TO RHODOLITHS IN THE STAGNONE OF MARSALA (WESTERN SICILY, ITALY)*

***Abstract***

*Red coralline algae are among the major bioconcretioning organisms. Optimal conditions for their growth are met within the Stagnone of Marsala, a marine lagoon in Sicily. In this habitat a species of these algae,* Mesophyllum lichenoides, *develops a rhodolith whose major axe can attain over one meter. The malacofauna associated to the rhodolith was censued to better understand how these biogenic structures interact with the physical environment. From 34 molluscan species 1374 individuals have been sorted out, 80 percent of which are gastropods. Among these,* Pisinna glabrata, *a typical rissoid of the photophilous habitat, was dominant.*

***Key-words:*** *rhodolith, Molluscs, Stagnone of Marsala, Sicily.*

## Introduzione

Le Rodoficee calcaree, alghe rosse coralline, sono tra i maggiori organismi capaci di precipitare il carbonato di calcio, particolarmente attivi sui bassi fondali alle latitudini subtropicali quali il Golfo della Sirte e le coste israeliane. In Sicilia la laguna costiera dello Stagnone di Marsala riproduce le condizioni ideali per lo sviluppo di queste alghe: luminosità intensa, alta temperatura ed intenso idrodinamismo. In questo ambiente *Mesophyllum lichenoides* forma dei rodoliti di grosse dimensioni che superano in alcuni casi il metro di lunghezza. Per comprendere quanto queste strutture biogeniche siano integrate nel "sistema Stagnone" si è deciso di studiare la composizione e la struttura della malacofauna associata.

## Materiali e metodi

I campioni, di circa 2600 $cm^3$ ognuno, sono stati prelevati manualmente con cadenza stagionale e racchiusi in sacchetti di polietilene direttamente in immersione per ridurre al minimo la perdita della fauna vagile superficiale.

In laboratorio si è provveduto alla misurazione della superficie esposta, del volume totale, ed al calcolo della copertura algale. I campioni sono poi stati smistati e determinati.

I dati ottenuti sono stati riportati in matrici sottoposte successivamente ad analisi multivariata sia per individuare ipotetici gradienti temporali alla base della distribuzione delle specie presenti, sia per definire il grado di maturità e di complessità della biocenosi considerata.

## Risultati e conclusioni

Sono state identificate 34 specie di molluschi e 1374 individui, l'80% dei quali Gasteropodi. Nella tabella 1 è riportata la lista delle specie. *Pisinna glabrata,*

rissoide tipico degli ambienti fotofili, è risultata la specie nettamente dominante con il 63% di dominanza totale. Tra le altre specie: *Glans trapezia* e *Alvania mammillata* presentano rispettivamente con il 4,4% e il 4,1% di dominanza totale, *Alvania pagodula* con il 2,5%, *Vexillum tricolor* con l'1,7%, *Pollia scabra* con l'1,5%, *Conus mediterraneus* con l'1,4% ed infine *Pusillina dolium* che, pur essendo una specie "costante" durante tutto l'anno, è presente con solo lo 0,4% di dominanza totale. L'analisi fattoriale delle corrispondenze mostra una deriva stagionale dovuta a vari fattori, tra i quali ha particolare importanza la struttura di popolazione di *Pisinna glabrata* e la copertura algale del rodolite che varia dal 30% del campione estivo al 10% di quello primaverile.

Le specie associate riconoscono, quindi, il rodolite come un fondo duro primario, nel quale la composizione e la struttura della comunità sono direttamente legate alla copertura algale.

La struttura del popolamento a Molluschi mostra, infine, un'integrazione dei rodoliti all'interno del sistema dei fondi duri dello Stagnone, nel quale essi assumono le caratteristiche di "isola" (Macarthur e Wilson, 1967) per le specie legate ai fondi naturali.

Tab. 1 - Lista delle specie.
*List of species.*

Classe AMPHINEURA
Sottoclasse Polyplacophora
Ordine **Neoloricata**
Famiglia Acanthochitonidae
*Acanthochitona fascicularis* (L., 1767)
Classe GASTROPODA
Sottoclasse Prosobranchia
Ordine **Archeogastropoda**
Famiglia Scissurellide
*Sinezona cingulata* (Costa O. G., 1861)
Famiglia Trochidae
*Clanculus jussieui* (Payraudeau, 1826)
*Gibbula adriatica* (Philippi, 1844)
Famiglia Skeneidae
*Dikoleps nitens* (Philippi, 1844)
Famiglia Tricoliidae
*Tricolia speciosa* (Von Muehlfeldt, 1824)
Ordine **Mesogastropoda**
Famiglia Cerithiidae
*Cerithium vulgatum* (Bruguiere, 1792)
*Cerithium* spp. juv
Famiglia Alvaniidae
*Alvania mamillata* (Risso, 1826)
*Alvania discors* (Allan, 1818)
*Alvania pagodula* (B. D. D., 1884)
Famiglia Rissoidae
*Rissoa* cfr *paradoxa* (Monterosato, 1884)
*Rissoa similis* (Scacchi, 1836)
*Rissoa* spp.
*Pusillina dolium* (Aradas & Maggiore, 1844)

*Pusillina marginata* (Michaud, 1832)
*Pusillina* spp. juv.
Famiglia Anabathridae
*Nodulus contortus* (Jeffreys, 1856)
*Pisinna glabrata* (Von Muhlfeldt, 1824)
Ordine **Neogastropoda**
Famiglia Muricidae
*Ocinebrina aciculata* (Lamark, 1822)
*Pollia scabra* (Locard, 1886)
*Nassarius costulatus* (Payraudeau, 1826)
Famiglia Columbellidae
*Columbella rustica* (L., 1758)
*Mitrella scripta* (L., 1758)
Famiglia Costellariidae
*Vexillum ebenus* (Lamark, 1811)
*Vexillum tricolor* (Gmelin, 1791)
Famiglia Conidae
*Conus mediterraneus* (Hwass in Bruguière, 1792)
Famiglia Marginellidae
*Gibberula philippii* (Monterosato, 1878)
*Granulina occulta* (Monterosato, 1869)
Famiglia Turridae
*Raphitoma bicolor* (Bellardi, 1847)
Ordine **Pyramidellomorpha**
Famiglia Pyramidellidae
*Chrysallida nanodea* (Monterosato, 1878)
*Tragula fenestrata* (Jeffreys, 1848)
*Odostomia plicata* (Montagu, 1803)
*Anisocycla pointeli* (Folin, 1867)
Famiglia Rissoellidae
*Rissoella opalina* (Jeffreys, 1848)
Ordine **Bullomorpha**
Famiglia Retusidae
*Retusa truncatula* (Bruguiere, 1792)
Famiglia Atydae
*Haminoea hydatis* (L., 1758)
Famiglia Volvatellidae
*Ascobulla fragilis* (Jeffreys, 1856)
Ordine **Nudibranchia**
Famiglia Dendrodorididae
*Doriopsilla rarispinosa* (Pruvot-Fol, 1951)
Classe BIVALVIA
Sottoclasse Heterodonta
Ordine **Veneroida**
Famiglia Lucinidae
*Loripes lacteus* (L., 1758)
Famiglia Carditidae
*Glans trapezia* (L., 1767)
Famiglia Cardiidae
*Parvicardium exiguum* (Gmelin, 1791)
*Plagiocardium papillosum* (Poli, 1795)
*Cerastoderma glaucum* juv. (Poiret, 1789)
Famiglia Veneridae
*Paphia aurea* (Gmelin, 1791)

## Bibliografia

HERGUETA E., SALAS C. (1987) - Estudio de los moluscos asociados a concreciones de *Mesophyllum lichenoides* (Ellis) Lemoine del mar de Alboran. *Iberus,* **7** (1): 85-97.

MacARTHUR R. H., WILSON E. O. (1967) - *The theory of island biogeography.* Princeton University Press: 208 pp.

RIGGIO S., CHEMELLO R. (1992) - The role of coastal lagoons in the emerging and segregation of new marine taxa: evidence from the Stagnone di Marsala Sound (Sicily). *Bull. Inst. Oceanogr.,* Monaco, **9** (special): 1-19.

SALAS C., HERGUETA E., (1986) - La fauna de moluscos de las concreciones calcareas de *Mesophyllum lichenoides* (Ellis) Lemoine. Estudio de la diversidad de un ciclo anual. *Iberus,* **6:** 57-65.

MARTIN SINTES D., DANTART L., BALLESTEROS M. (1987) - Molluscos de las concreciones de algas calcareas del litoral catalan (NE Espana). *Lavori S.I.M.,* Napoli, **23:** 445-456.

Biol. Mar. Medit. (1999), 6 (1): 466-469

F. BERTOLINO, S. LOMBARDO, G. RIVAS*, A. GIORDANO**, A. SANTULLI

Istituto di Biologia Marina, Consorzio Universitario della Provincia di Trapani,
Lungomare Dante Alighieri - 91100 Trapani, Italia.
*CEOM, Palermo, Italia.
**Assessorato Territorio ed Ambiente, Provincia Regionale di Trapani, Italia.

# VALUTAZIONE DELLA RISORSA PESCABILE NELLO STAGNONE DI MARSALA

## *VALUATION OF FISHERY RESOURCES IN THE STAGNONE OF MARSALA*

***Abstract***

*During 1997, monthly fishing trials were carried out with set gears and beach seine in the Stagnone of Marsala in order to evaluate its real fishing resources. According to the results, new fishery regulations are proposed, paying attention to fishing equipment and the biology of the target species.*

***Key-words:*** *set gears, beach seine, fishing resources, Stagnone of Marsala, Western Sicily.*

## Introduzione

Lo Stagnone di Marsala è un area di notevole valenza ecologica, come dimostrano gli innumerevoli studi che sono stati svolti nelle sue acque e sulle isole che le delimitano. Da un'analisi dei dati riportati in letteratura appare chiaro l'assenza di una serie storica di dati relativi alla risorsa ittica. Per porre rimedio a tale carenza e fornire all'Ente gestore un ulteriore strumento per la riqualificazione e la gestione della riserva, è stato avviato un programma di valutazione della risorsa pescabile.

## Materiali e metodi

Le pescate sperimentali sono state effettuate da gennaio a novembre 1997, 44 cale con una rete monofilo, 58 cale con un tremaglio e 25 cale con una sciabica. La rete monofilo ha dimensione del lato di maglia di 3,2 cm, una lunghezza di 100 m e una altezza di 150 cm; il tremaglio ha i pannelli esterni con maglia di 18 cm di lato, il pannello interno con maglia di 2,7 cm di lato, una lunghezza di 100 m e una altezza di 150 cm. Per ogni pescata mensile sono state utilizzate entrambi le reti, calate al tramonto, alternativamente, nell'arco di 48 ore e lasciate in pesca 12 ore.

Le cale sono state effettuate nelle 5 aree riportate nella Figura 1, che presentano una profondità media di 2 m.

## Risultati

Le catture totali in peso con reti monofilo e tremaglio sono riportate in Tabella 1. Le catture più abbondanti sono state effettuate con il tremaglio con una resa media di 1,08 kg/100 m/12 ore per cala, mentre per il monofilo la resa media è stata di 0,43 kg/100 m/12 ore.

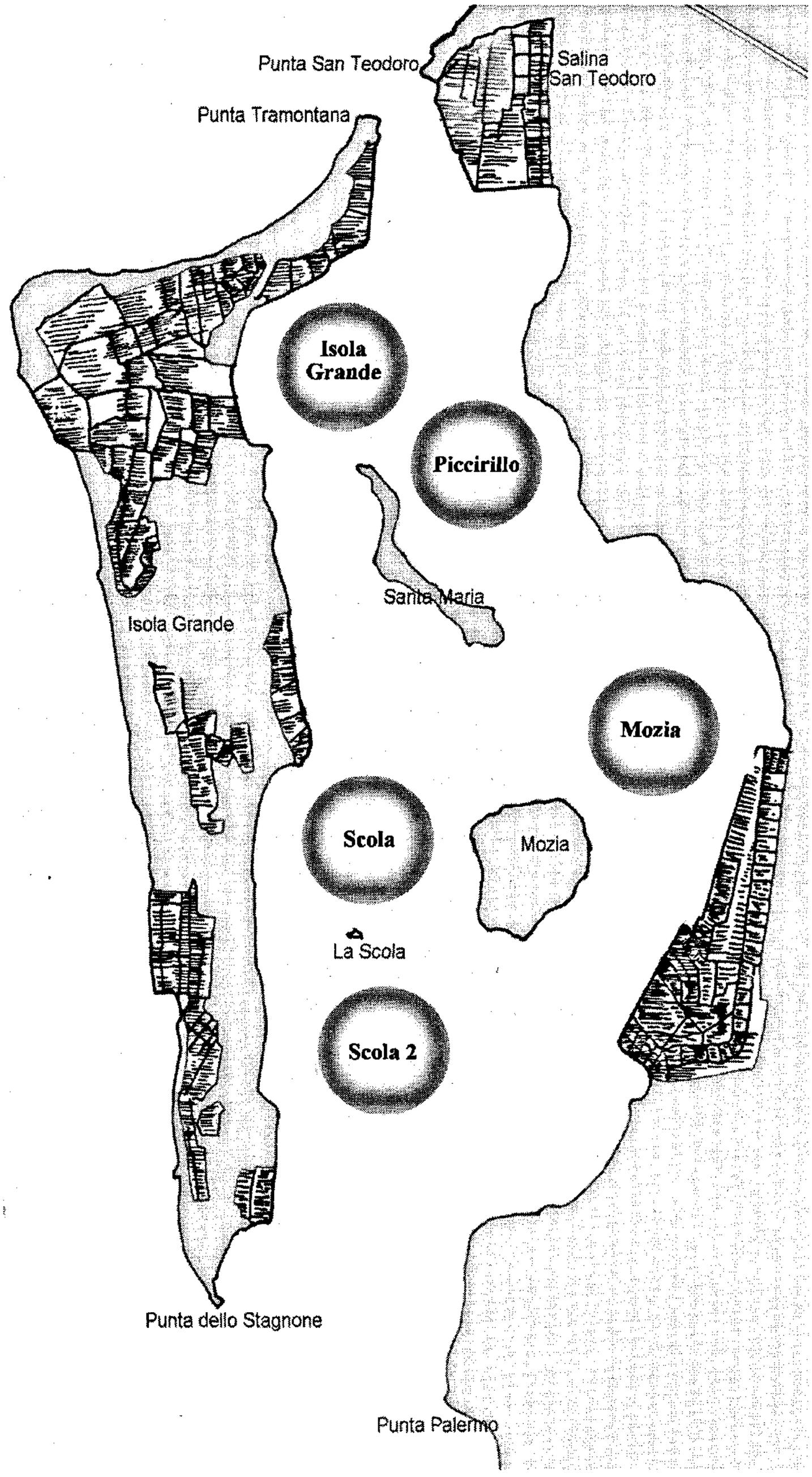



Fig. 1 - Localizzazione delle aree di pesca.
*Location of fishing areas.*

Le principali specie pescate sono state: la seppia (*Sepia officinalis*) che ha rappresentato il 45,1% della cattura totale in peso, l'orata (*Sparus aurata*) l'11,7%, il sarago sparaglione (*Diplodus annularis*) il 10,6% e la spigola (*Dicentrarchus labrax*) il 7,2%. Tra le specie occasionali: la leccia (*Lichia amia*) ha rappresentato il 3,6% del pescato totale, la marmora (*Lithognathus mormyrus*) l'1,9% e il dentice (*Dentex dentex*) l'1,25%.

Tab. 1 - Quadro riassuntivo delle catture (kg/100 m/12 ore) con monofilo e tremaglio nelle cinque aree di pesca.
*Table of total catches (kg/100 m/12 h) by set gears in each fishing area.*

| | MOZIA | | PICCIRILLO | | ISOLA GRANDE | | SCOLA | | SCOLA 2 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Mon. | Trem. | Mon. | Trem. | Mon. | Trem. | Mon. | Trem. | Trem. 1 | Trem. 2 | Totale |
| Gennaio | 0,268 | 0,792 | 0,170 | 0 | 0 | 0,292 | 0 | 0,899 | - | - | 2,421 |
| Febbraio | 0 | 1,106 | 0 | 0,481 | 0,274 | 1,905 | 0,233 | 1,583 | - | - | 5,582 |
| Marzo | 0,897 | 1,664 | 0,682 | 1,191 | 0,280 | 0,352 | 0,209 | 0,228 | 0,557 | 0,348 | 6,408 |
| Aprile | 0,105 | 3,873 | 0,543 | 0 | 0,745 | 0,335 | 0,274 | 0,307 | 0,670 | 0,481 | 7,333 |
| Maggio | 0,279 | 2,799 | 2,850 | 1,732 | 0,078 | 0,861 | 0 | 0,332 | 1,632 | 0,355 | 10,918 |
| Giugno | 0 | 1,052 | 0 | 3,167 | 1,438 | 1,598 | 0,749 | 1,132 | 1,401 | 2,008 | 12,545 |
| Luglio | 0,136 | 0,514 | 0 | 1,492 | 0,140 | 1,248 | 0,161 | 0,720 | 1,055 | 0,260 | 5,726 |
| Agosto | 0,478 | 0,605 | 0,563 | 0,612 | 0,468 | 0,117 | 0,180 | 0,799 | 0,550 | 0,747 | 5,119 |
| Settembre | 0,466 | 1,808 | 0,280 | 0,815 | 0,170 | 1,227 | 0,217 | 0,771 | 0,711 | 1,119 | 7,584 |
| Ottobre | 1,010 | 1,109 | 0,226 | 0,704 | 0,584 | 0,398 | 0,808 | 1,232 | - | - | 6,071 |
| Novembre | 1,334 | 0,536 | 0,793 | 1,639 | 0,352 | 0,242 | 0,254 | 0,695 | - | - | 5,845 |
| Totale | 4,973 | 15,858 | 6,107 | 11,833 | 4,529 | 8,575 | 3,085 | 8,698 | 6,576 | 5,318 | 75,552 |
| Media | 0,452 | 1,441 | 0,555 | 1,075 | 0,411 | 0,779 | 0,280 | 0,790 | 0,939 | 0,759 | |

La seppia ha costituito il 58,7% delle catture in peso con il tremaglio. La cattura, da gennaio ad aprile, è stata rappresentata da adulti (lunghezza mantello 127,7±15,3 mm), la maggior parte dei quali in riproduzione. Successivamente è iniziata anche la cattura di giovani esemplari che hanno rappresentato la frazione principale nei mesi estivi (lunghezza mantello 75,5±7,1 mm). Nei primi mesi dell'anno il numero di seppie ovigere è stato superiore al 60%, ma femmine con uova, con una percentuale tra il 20% e il 40%, sono state pescate anche nei mesi estivi.

L'orata è stata catturata da marzo a novembre in tutte le aree di pesca. Tra marzo e maggio è stata registrata una uniformità di taglia (lunghezza totale 202,9±12,2 mm), successivamente si è evidenziata una eterogeneità (lunghezza totale 206,5±41,3 mm) per la presenza di animali adulti e di stadi giovanili che si accrescono e trovano riparo nello Stagnone.

L'indice di Margalef ha fornito valori quasi sempre inferiori a 2. I più alti sono stati ottenuti nelle zone "Scola" e "Scola 2", mentre i più bassi sono stati calcolati nella zona "Isola Grande".

Con la sciabica da spiaggia sono stati catturati giovanili di numerose specie (*Sparus aurata*, *Diplodus vulgaris*, *D. annularis*, *D. sargus*, *D. puntazzo*, *Salpa salpa*, *Sepia officinalis*, *Mullus surmuletus*). Tra questi, di particolare rilevanza economica è stata la cattura di giovanili di triglia di scoglio catturati nei mesi estivi e autunnali.

## Discussione

La resa media ottenuta con il tremaglio (1,08 kg/100m/12ore) è da ritenere elevata se confrontata con quella della piccola pesca costiera del trapanese.

Come atteso, i risultati indicano una netta differenza di cattura tra il monofilo e il tremaglio. La differenza è imputabile esclusivamente alla differente selettività dei due attrezzi, come confermato dai risultati di pesca nella zona "Scola 2".

L'indice di Margalef indica, come atteso, una scarsa diversità di specie nelle acque dello Stagnone. I valori più alti ottenuti nelle zone "Scola" (2,27) e "Scola 2" (2,48), sono in massima parte dovuti al tipo di fondale di queste aree, che favorisce l'istaurarsi di comunità diversificate. Al contrario, la zona "Isola Grande", i cui fondali sono prevalentemente costituiti da sabbia-fango, mostra valori più bassi.

Di particolare interesse è risultata la presenza di seppie ovigere in quasi tutti i periodi dell'anno a conferma del fatto che lo Stagnone rappresenta un'area di riproduzione ideale per questo cefalopode (Genovese, 1969). Da sottolineare, inoltre, la cattura di giovanili di leccia (lunghezza totale 264,1±47,9 mm), specie non riportata in letteratura tra quelle che penetrano, seppure occasionalmente, nelle acque dello Stagnone.

I nostri dati hanno anche confermato come le acque dello Stagnone siano luogo di accrescimento e riparo di altre specie di notevole interesse economico tra le quali è importante segnalare la triglia di scoglio, la cui presenza del novellame rappresenta una risorsa da proteggere, e l'orata (Riggio e Basciano, 1982; Sarà *et al.*, 1993).

I dati ottenuti in questa prima fase della ricerca sono stati utilizzati dall'Ente gestore della riserva per la nuova stesura del regolamento della Pesca nelle acque dello Stagnone. È auspicabile, alla luce di quanto acquisito, una prosecuzione e un approfondimento della ricerca, mirata soprattutto alla razionalizzazione ed alla gestione della pesca, per una corretta gestione di tale risorsa.

### Bibliografia

GENOVESE S. (1969) - Donnèe ècologiques sur le "Stagnone" de Marsala (Sicilie occidentale). *Rapp. Comm. Int. Mer Medit.*, **19** (5): 823-826.

RIGGIO S., BASCIANO G. (1982) - Dati preliminari per uno studio di gestione dello Stagnone di Marsala (Sicilia Occidentale). *Boll. Mus. Ist. Univ. Genova*, **50** (Suppl.): 313-319.

SARÀ G., LOPIANO L., SCILIPOTI D., MIRTO S., CAMPOLMI M., MAZZOLA A. (1993) - Indagine sul pesce novello nello Stagnone di Marsala (Sicilia). *Biologia Marina, suppl. al Notiziario SIBM* **1**: 221-222.

Biol. Mar. Medit. (1999), 6 (1): 470-473

G. CARUSO, R. ZACCONE, L. S. MONTICELLI, E. CRISAFI

Istituto Sperimentale Talassografico, C.N.R., Spianata S. Raineri, 86 - 98122 Messina, Italia.

# DETERMINAZIONE ANNUALE DEI LIVELLI DI INQUINAMENTO URBANO LUNGO LA COSTA MESSINESE: CONFRONTO FRA m-FC E MUG AGAR

## *ANNUAL DETERMINATION OF URBAN CONTAMINATION LEVELS ALONG MESSINA COAST: COMPARISON BETWEEN m-FC AND MUG AGAR*

***Abstract***

*The presence of high fecal contamination levels (CFU>$10^4$/100 ml on m-FC agar) was detected in some areas of the Messina coast affected by the sewage discharge. Counts performed on m-FC agar were higher than those obtained on MUG agar, specific for* Escherichia coli*; no statistical differences, however, were found between the two media (t=0.71, n=48).*

***Key-words:*** *Fecal pollution, coastal zone, MUG, Messina.*

## Introduzione

Per le sue particolari caratteristiche idrobiologiche, l'area dello Stretto di Messina ha costituito da sempre oggetto di notevole interesse. Nell'ambito del Progetto Strategico CNR "Monitoraggio automatico dell'inquinamento marino nel Mezzogiorno d'Italia" è stata condotta un'indagine microbiologica con l' intento di seguire nel tempo l'entità e distribuzione degli apporti inquinanti veicolati dagli effluenti urbani lungo il perimetro costiero della città di Messina. Inoltre, in relazione alle recenti proposte di Direttiva Europea per il controllo delle acque di balneazione, includenti la ricerca di *Escherichia coli* come parametro fondamentale in quanto indicatore primario di contaminazione fecale (Bonadonna *et al.*, 1997), è sembrato opportuno valutare l'idoneità di un terreno di recente formulazione per l'identificazione di *E. coli*, l'ECD agar MUG, in indagini ambientali di routine.

## Materiali e metodi

Campioni d'acqua superficiale sono stati raccolti con cadenza mensile per un arco di tempo annuale (Aprile 1996-Marzo 1997) in corrispondenza di 15 stazioni di cui 10 adibite ad attività balneare (Fig.1); il prelievo, condotto mediante motobarca a 10 metri di distanza dalla linea di battigia, è stato inoltre ripetuto in due giorni consecutivi in modo da rilevare variazioni nella densità microbica in relazione alle correnti "montante" (S>N) e "scendente" (N>S). La carica in coliformi fecali è stata determinata mediante tecnica delle membrane filtranti in parallelo sui terreni m-FC agar (Difco) (A.P.H.A., 1992) ed ECD agar MUG (Biolife), contenente il substrato fluorogenico 4-methylumbelliferyl-β-D-glucuronide specificamente degradabile da parte del microorganismo *Escherichia coli*. Tutti i campioni sono stati esaminati incubando entrambi i terreni a 44.5 °C per 24 ore ed includendo per l'ECD agar MUG, secondo le indicazioni della ditta fornitrice, anche un prearricchimento su piastre di terreno non selettivo Triptic Soy Agar

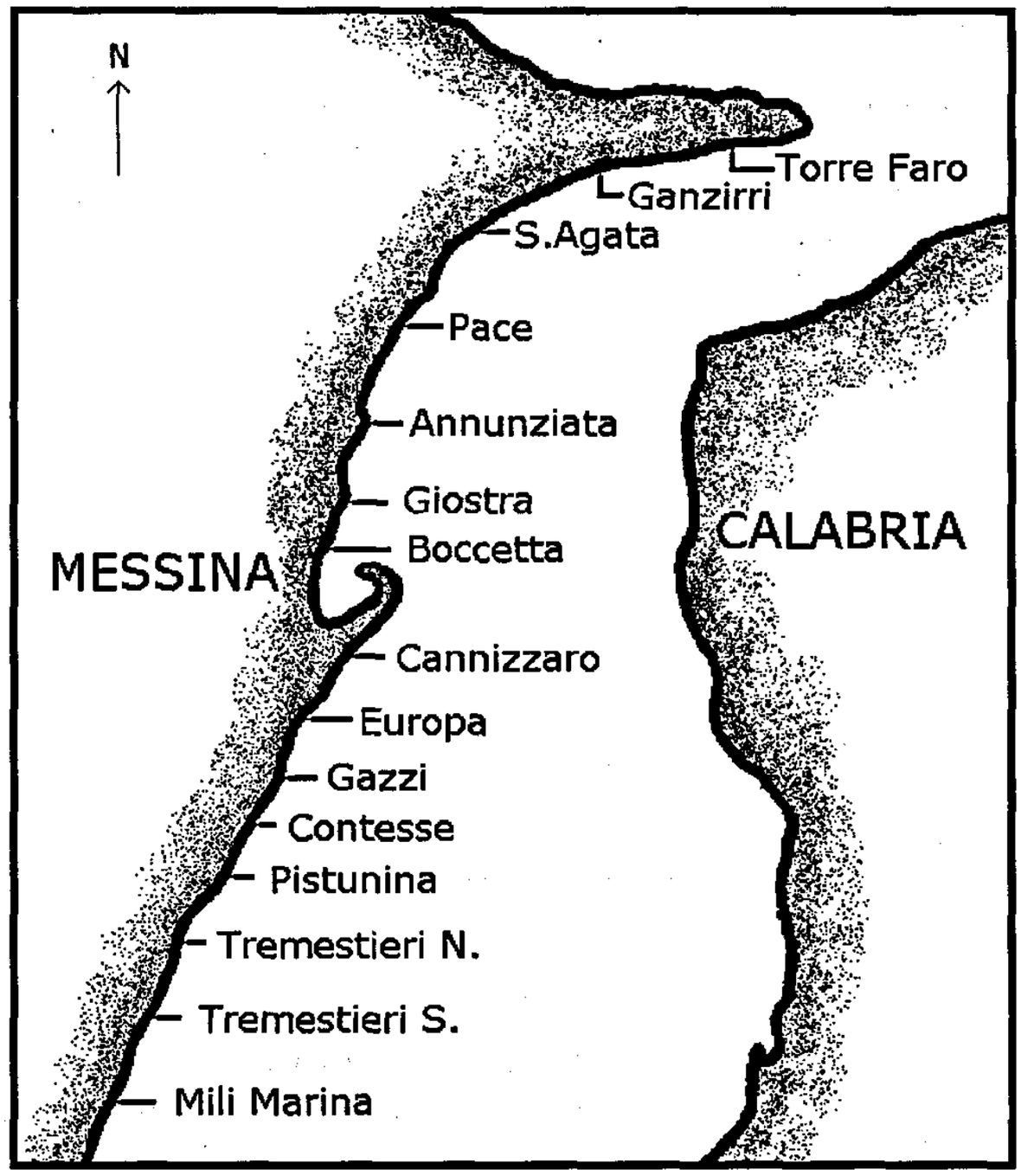



Fig. 1 - Localizzazione delle stazioni di prelievo.
*Location of the sampling sites.*

a 37 °C per 2 ore. Per saggiare la significatività statistica della diversa resa dei due terreni è stato calcolato il t di Student prendendo in esame soltanto i campioni che presentavano sui filtri colonie di *E. coli* tipiche ben definite e in numero contabile (compreso fra 20 e 60, secondo A.P.H.A., 1992).

## Risultati

I campioni esaminati ammontano ad un totale di 354. La media logaritmica delle densità di coliformi fecali ottenute su terreno m-FC agar (Tab.1), calcolata separatamente per la stagione balneare (Maggio-Settembre) e per i rimanenti mesi, evidenzia la presenza di un apporto inquinante costantemente elevato, con cariche per lo più superiori a $10^4$CFU/100 ml, nelle stazioni direttamente interessate dai più importanti effluenti urbani (Annunziata-Gazzi). Livelli inferiori di inquinamento fecale, espressi da densità di coliformi dell'ordine di $10^1$-$10^3$CFU/100ml, sono registrati nelle stazioni costiere più lontane dal centro urbano. L'andamento stagionale delle cariche microbiche (Fig. 2) fa rilevare soprattutto in tali siti un peggioramento delle condizioni igieniche in coincidenza con i mesi più freddi, mentre nelle stazioni con maggior grado di inquinamento gli inputs antropici appaiono elevati durante l'intero periodo.

L'alternarsi di opposte fasi di corrente determina in genere una maggiore presenza di coliformi fecali durante la fase di corrente "montante" (dati non

Tab. 1 - Medie logaritmiche e deviazione standard (s.d.) ottenute su m-FC agar durante la stagione balneare e nei rimanenti mesi. In grassetto sono indicati i valori più elevati.
*Logarithmic mean values and standard deviation (s.d.) obtained on m-FC agar during the summer season and the remaining months. The highest values are reported in bold.*

| STAZIONI | MAGGIO-SETTEMBRE | | RESTO DELL' ANNO | |
|---|---|---|---|---|
| | Media | s.d. | Media | s.d. |
| Torre Faro | 0,72 | 0,63 | **1,29** | 1,08 |
| Ganzirri | 0,75 | 0,43 | **1,69** | 1,03 |
| S.Agata | 0,90 | 0,62 | **1,74** | 0,64 |
| Pace | 1,04 | 0,86 | **1,77** | 1,27 |
| Annunziata | **2,80** | 1,65 | 2,73 | 1,39 |
| Giostra | 3,88 | 1,29 | **4,45** | 1,12 |
| Boccetta | 4,44 | 1,72 | **4,52** | 1,46 |
| Cannizzaro | 4,13 | 1,35 | **4,45** | 0,81 |
| Europa | 3,84 | 1,41 | **4,00** | 1,20 |
| Gazzi | **3,95** | 1,49 | 3,59 | 0,91 |
| Contesse | 2,17 | 1,16 | **3,03** | 0,76 |
| Pistunina | 2,75 | 1,41 | **3,09** | 0,82 |
| Tremestieri N | 2,62 | 0,92 | **3,26** | 0,80 |
| Tremestieri S | 1,84 | 1,40 | **2,41** | 0,92 |
| Mili M. | 1,62 | 1,02 | **2,28** | 0,91 |
| n° campioni per stazione | 10 | | 14 | |

riportati), anche se il calcolo del t di Student non evidenzia differenze statisticamente significative fra le due condizioni di prelievo (t=0.419).

I filtri incubati su terreno ECD agar MUG hanno presentato nella maggior parte dei casi un numero ridotto di colonie o uno sviluppo di colonie che producevano una fluorescenza diffusa su terreno, per cui sono stati sottoposti a confronto statistico solo 48 su 354 campioni, scelti fra quelli che presentavano su filtro un numero contabile di colonie ben definite. Riguardo all'efficienza di recupero di colonie tipiche, il confronto fra i risultati ottenuti su m-FC ed ECD agar MUG ha mostrato una maggiore resa quantitativa per l'm-FC agar nel 60.42% dei campioni. Il risultato del test di Student applicato ai conteggi (t=0.71, P=0.48) conferma tuttavia l'assenza di differenze significative dal punto di vista statistico.

## Discussione

Lo studio condotto ha consentito di rilevare, nel tratto di litorale immediatamente prospiciente la città di Messina, uno scadimento dei livelli di qualità delle acque a causa dello sversamento di reflui non adeguatamente depurati; in altri siti, più lontani dal centro urbano, il carico antropico assume carattere stagionale, divenendo considerevole nei periodi invernali molto probabilmente per effetto delle acque di dilavamento. Nella stagione balneare (Maggio-Settembre) soltanto le stazioni ubicate a nord della città (Torre Faro - Pace) hanno presentato valori compresi entro i limiti di accettabilità fissati per le acque di balneazione (DPR

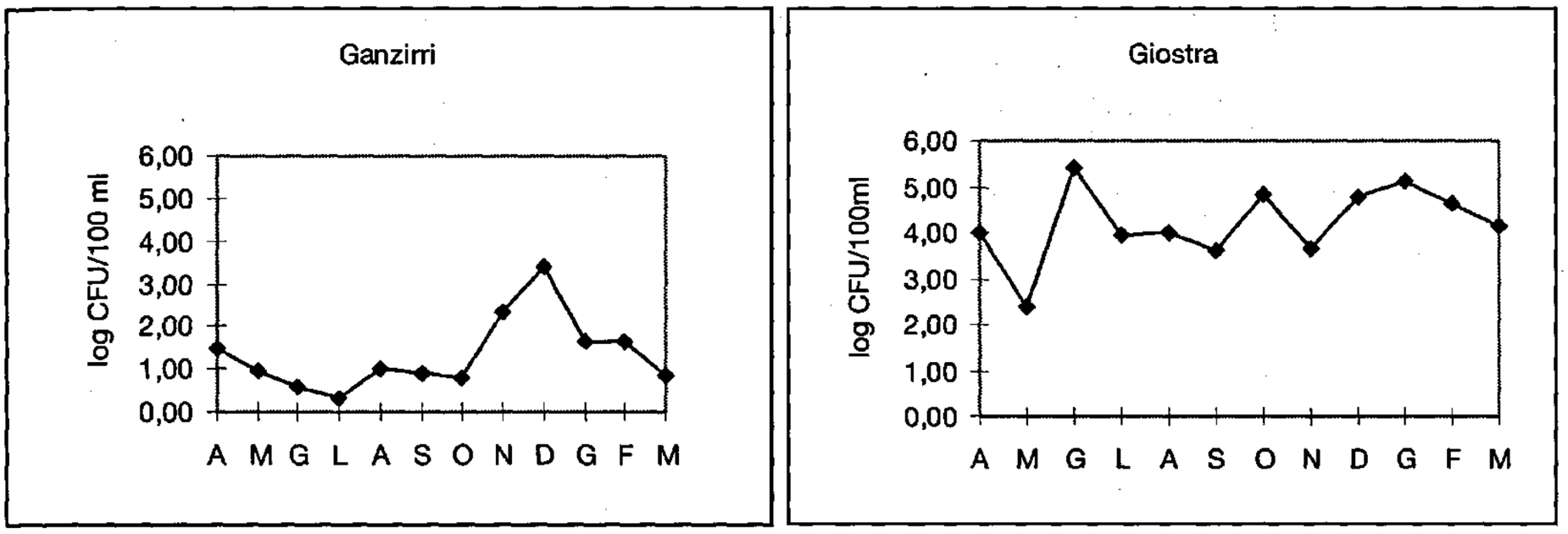



Fig. 2 - Andamento dei valori di coliformi fecali registrato in due stazioni, Ganzirri e Giostra, rispettivamente a basso ed elevato livello di inquinamento.
*Course of fecal coliform values recorded at two stations, Ganzirri and Giostra, with low and high contamination levels respectively.*

470/82). Riguardo all'effetto del regime idrodinamico sulla dispersione dei coliformi fecali, controcorrenti litoranee e vortici rendono estremamente variabile la distribuzione sottocosta del carico contaminante.

E' stato precedentemente dimostrato come il terreno m-FC agar, pur non essendo specificamente formulato per *E.coli*, consenta una efficienza di recupero di tale microorganismo in misura maggiore (pari al 94.5% delle colonie di coliformi fecali) rispetto all' ECD Agar MUG (84.6% delle colonie fluorescenti) (Zaccone *et al.*, 1995). Le caratteristiche di specificità e selettività dell'm-FC agar per *E.coli* ne giustificano l'utilizzo nel corso di studi ambientali. Nella nostra indagine, l'introduzione di una fase di prearricchimento in terreno non selettivo ha comportato per il MUG agar un più elevato recupero di colonie tipiche (nel 39.58% dei campioni analizzati in parallelo con m-FC agar) in confronto a quanto riscontrato in studi preliminari condotti in assenza di prearricchimento (7% dei campioni). Permangono tuttavia alcuni svantaggi insiti nel metodo, quali la maggiore dispendiosità in termini di costi e di tempo ed alcuni problemi pratici nella identificazione delle colonie tipiche per la diffusibilità nel terreno della fluorescenza, che può interessare anche colonie adiacenti.

La valutazione dell'attività glucuronidasica per il conteggio diretto di *E.coli* rappresenta un metodo abbastanza promettente; tuttavia, le difficoltà riscontrate con l'uso dei substrati fluorogenici potranno essere in futuro superate mediante l'uso di nuovi substrati cromogenici.

**Bibliografia**

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (1992) - *Standard methods for the examination of water and wastewater*, 18th edition, American Public Health Association, Washington DC.

BONADONNA L., CHIARETTI G., COCCIA A.M., SEMPRONI M. (1997) - Valutazione comparativa di procedure analitiche per il rilevamento di *Enterobacteriaceae* in acque marine costiere. *Rapporti ISTISAN*, **97/3:** 1-42.

DPR 470 dell'8 giugno 1982 - Attuazione della direttiva (CEE) n°76/160 relativa alla qualità delle acque di balneazione.

ZACCONE R., MONTICELLI L., CARUSO G. (1995) - The MUG test for a rapid evaluation of *Escherichia coli* in seawaters. *Rapp. Comm. Int. Mer Médit.*, **34**: 161.

Biol. Mar. Medit. (1999), 6 (1): 474-479

L.A. CHESSA, L. VITALE, M. SCARDI*, M. GUTIERREZ**

Dipartimento di Scienze Zootecniche, Università di Sassari,
Via Enrico De Nicola, 9 – 07100 Sassari, Italia.
*Stazione Zoologica "A. Dohrn", Napoli, Italia.
**Dip. Economia e Sistemi Arborei, Università di Sassari, Italia.

# CENSIMENTO PRELIMINARE DELLE GROTTE SOMMERSE DEL LITORALE DI ALGHERO (SARDEGNA N.W.)

## *PRELIMINARY CENSUS OF THE SUBMARINE CAVES OF THE ALGHERO COAST (N.W. SARDINIA)*

***Abstract***

*In order to contribute to their protection and valorization, all the accessible submarine caves of Capo Caccia and Punta Giglio (N.W Sardinia) have been censused by SCUBA diving. The main features of 47 caves were summarized by means of twelve variables and a Correspondence Analysis was performed on this data set.*

***Key-words:*** *Marine caves, Census, Sardinia.*

## Introduzione

Il tratto costiero a falesia, comprendente i promontori di P.ta Giglio e Capo Caccia (Sardegna NW), che sta per divenire Riserva marina (Legge 979/82), si caratterizza per la straordinaria abbondanza e varietà di grotte emerse e sommerse (Badini 1977, Russino e Chessa 1989, AA.VV. 1991). Alcune tra queste sono famose e visitate da un vasto pubblico, altre, ubicate per lo più sotto il livello del mare, risultano meno accessibili e sono in gran parte sconosciute. La mancanza di una catalogazione rende impossibile l'attuazione di una qualsivoglia iniziativa finalizzata alla salvaguardia, ma anche la stessa fruizione, di questo enorme patrimonio naturalistico. In quest'ottica si è deciso di effettuarne il censimento.

## Materiali e metodi

E' stato esplorato un tratto di costa di circa 15 Km compreso tra P.to Agra e il Semaforo includendo anche l'Isola Foradada (Figg. 1, 2, 3). Per far ciò ci si è avvalsi della collaborazione di operatori subacquei volontari facenti capo a due associazioni: Acquamarina (Sassari) e C.S.F.F.M. (Alghero).

Sono state censite tutte le grotte di ampiezza tale da poter essere visitate da subacquei di media esperienza. La catalogazione delle cavità è stata effettuata in base ad un congruo numero di parametri sia morfometrici sia estetici. In particolare di ciascuna grotta sono stati eseguiti i rilevamenti topografici e raccolti i seguenti dati: lunghezza (LUNG), altezza massima (ALTE), larghezza mass. (LARGH), numero di sacche d'aria (SACC), di sifoni (SIFO), di imboccature (NIMB), tipo di sedimento (SEDI), tipo di sviluppo: orizzontale (ORIZ), verticale (VERT), complesso (COMP), impatto visivo (IMPV), visitabilità (VISI). E' stata inoltre registrata la presenza di insediamenti di corallo rosso (qui non riportata). Tutte le informazioni sono state trasferite su apposite schede, codificando i dati nell'intervallo da 0 ad 1. Si precisa che per le variabili qualitative come

"visitabilità" sono stati considerati 3 possibili casi: buona (1), media (0,5), difficile (0); per altre si è utilizzato il criterio di presenza (1) assenza (0). Le variabili continue sono state ricondotte allo stesso intervallo, applicando la trasformazione (dato-minimo)/(massimo-minimo). Successivamente è stata compilata una matrice 12 (variabili) X 47 (osservazioni) ed eseguita l'Analisi delle Corrispondenze.

## Risultati e discussione

Considerando comparativamente l'insieme delle grotte di Capo Caccia e P.ta Giglio, si osserva quanto segue: nel tratto esplorato del promontorio di C. Caccia (Figg. 1, 2) sono state complessivamente individuate 30 grotte mentre nella penisola di P.ta Giglio 17 (Fig. 3). Dal confronto si riscontra una notevole eterogeneità: le grotte di P.ta Giglio appaiono, nel complesso, più ampie nelle tre dimensioni. Per le sue peculiari caratteristiche emerge la grotta di Nereo (C. Caccia) che, con 337 m di sviluppo, larghezza massima di 20 m e altezza di 13 m, è senza dubbio la più ampia grotta visitabile. Considerando le imboccature, il cui numero è risultato uguale a 66, 14 grotte su 47 ne presentano più di una ed anche in questo caso si sottolinea che la grotta di Nereo, con ben 7 accessi, è quella principale.

La dislocazione delle imboccature, in numero di 42, è riportata per il solo promontorio di Capo Caccia nelle Figg. 1 e 2. Di tutte le grotte censite (Fig. 1, 2, 3), 25/47 mostrano impatto visivo medio, 14 di loro producono un notevole effetto estetico e solo 8/47 sono meno apprezzabili. Per quanto concerne la visitabilità, si può notare che in 28 grotte/47 è media, 18 sono perfettamente visitabili e in un solo caso è stata riscontrata una certa difficoltà di accesso. L'andamento morfologico prevalente è quello orizzontale (26/47) ma anche le grotte complesse sono in numero consistente (12/47); l'andamento verticale è il meno frequente (9 casi). Anche la presenza di sacche d'aria e sifoni è da considerarsi un fatto importante tra quelli emersi. Durante il censimento sono state osservate 11 grotte con una o più sacche d'aria e 12 provviste di sifoni.

Per quanto concerne l'Analisi delle Corrispondenze (Fig. 4) i primi due assi spiegano quasi il 56% della varianza totale (29,51%, 26,02% rispettivamente), la qualità della rappresentazione dei dati, nello spazio da loro definito, è molto buona ed i risultati piuttosto chiari. Le grotte tendono ad essere verticali con sifoni (CA+1) oppure orizzontali con sacche d'aria (CA-1). La complessità delle grotte è ortogonale e si legge sul secondo asse. In posizione quasi centrale su CA1 (cioè non legate né ORIZ né a VERT) si notano i punti NIMB (numero imboccature), LARG (larghezza), LUNG (lunghezza), ALTE (altezza), IMPV (impatto visivo), VISI (visitabilità), SEDI (sedimento). Le prime 5 variabili sono associate, sia pure debolmente, con COMP (complesse). Il sedimento (SEDI) è opposto a COMP. Ciò può essere spiegato considerando che quanto più una grotta è complessa, tanto più basso è il regime idrodinamico al suo interno e quindi presumibilmente essa è caratterizzata da un sedimento fine (SEDI=0); COMP e SEDI dunque si ordinano in poli opposti della seconda componente (CA2). In realtà i pesi effettivi delle variabili, nel determinare la struttura dei dati, non sono omogenei. Nella Fig. 4, osservando gli istogrammi che si riferiscono al modello di ordinamento (CA), le barre più lunghe corrispondono a quelle variabili che effettivamente hanno un ruolo. Sotto 0,05 il peso delle stesse è trascurabile. In quest'ottica soltanto ORIZ, VERT, COMP, SIFO e SACC vanno segnalate; gli altri descrittori seguono la struttura di queste ultime.

Come logico, le 3 grotte più ampie (7, 13, 44) si ritrovano molto ravvicinate nel modello di ordinamento. Per dimensioni o altre peculiarità si citano infine: la grotta dei Laghi (31), del Corallo (33), degli Archi (34), del Falco (35), del Bisbe (36), del Giglio (43), del Pozzo (47). La maggior parte delle grotte di Capo Caccia attendono ancora una denominazione.

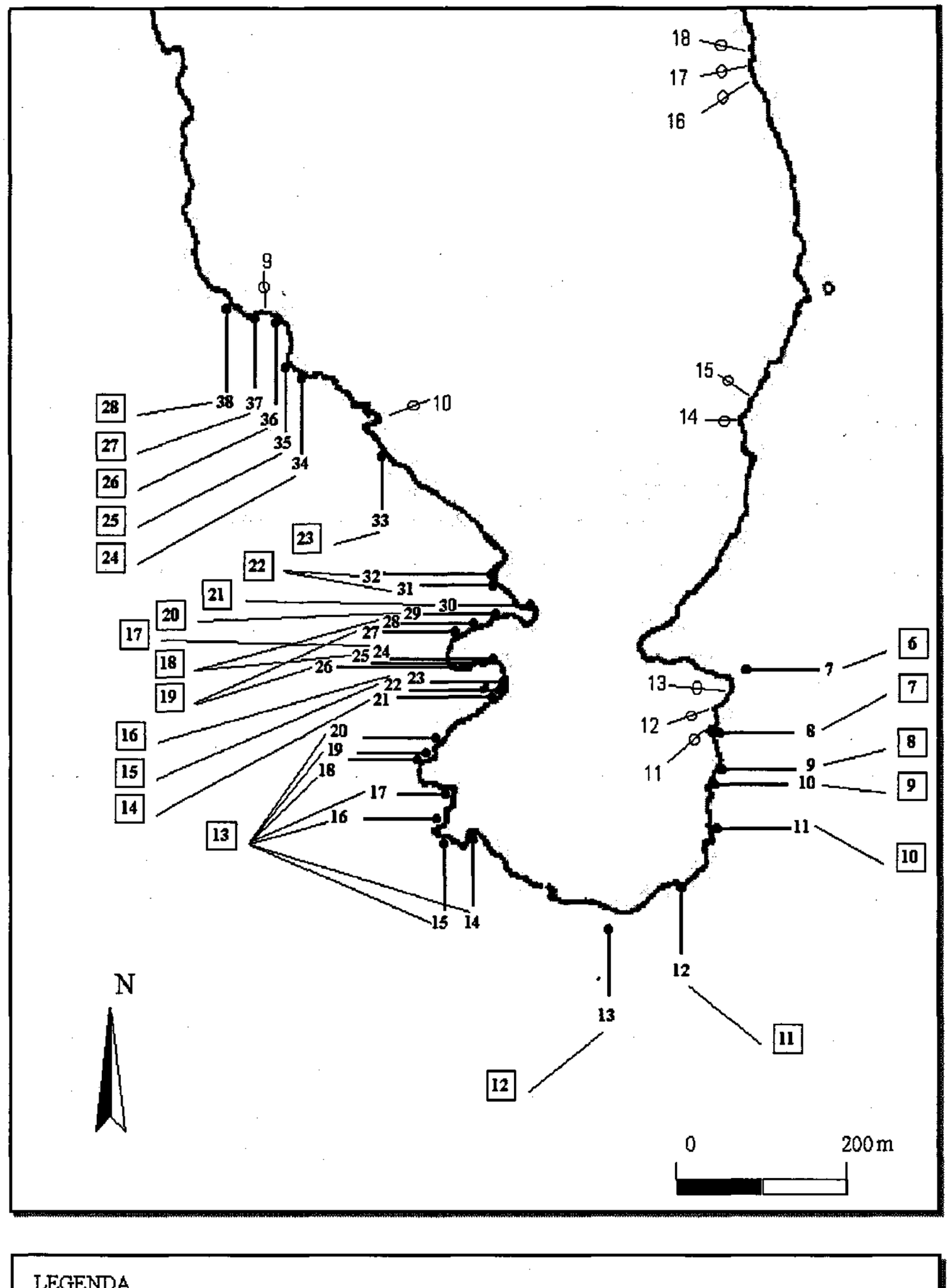



Fig. 1 - Promontorio di Capo Caccia: dettaglio della zona sud con indicazione delle grotte ed imboccature censite.

*Southern Capo Caccia promontory: the caves and mouths studied.*

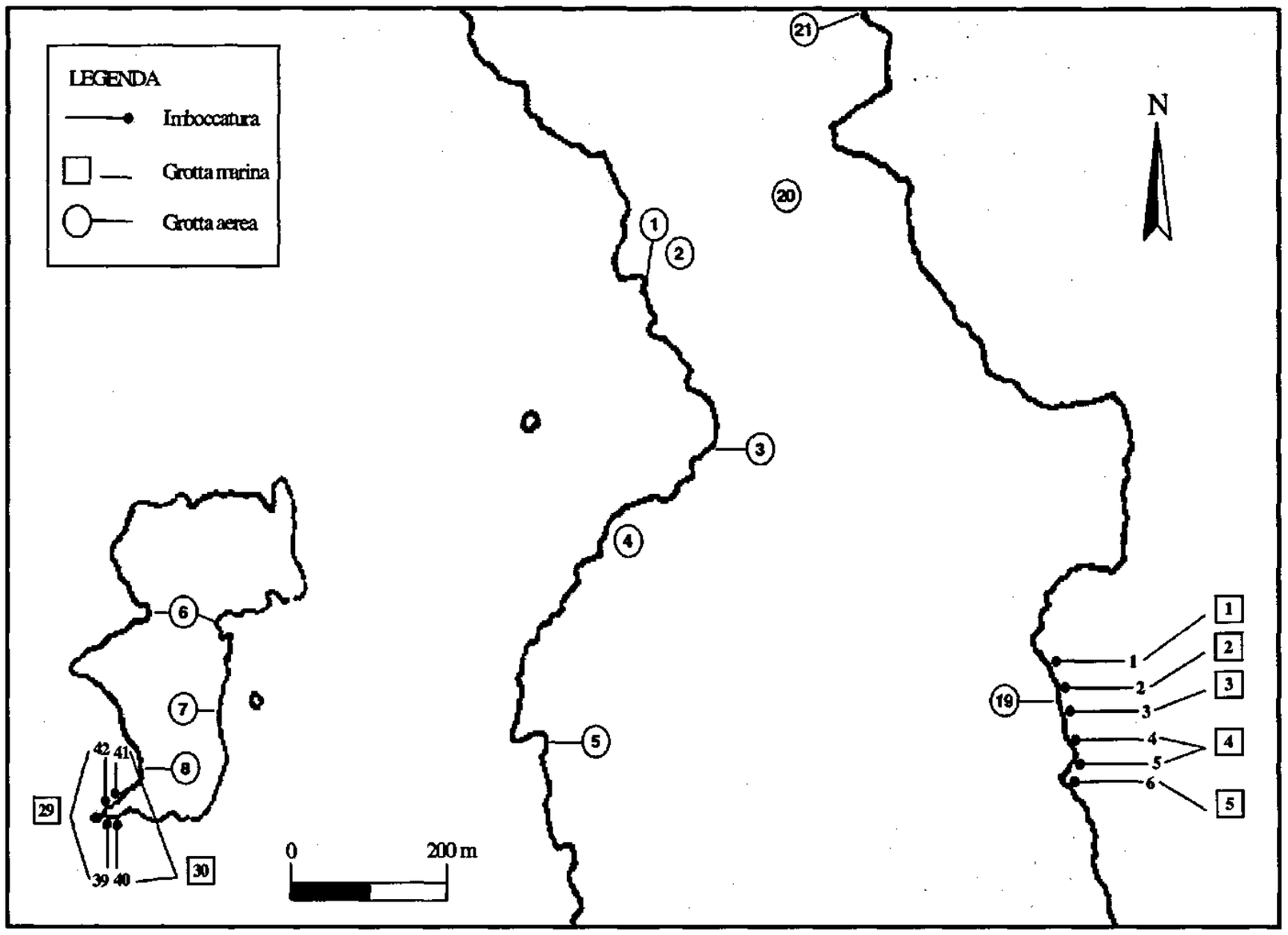



Fig. 2 - Promontorio di Capo Caccia: dettaglio della zona nord con indicazione delle grotte ed imboccature censite.
*Northern Capo Caccia promontory: the caves and mouths studied.*

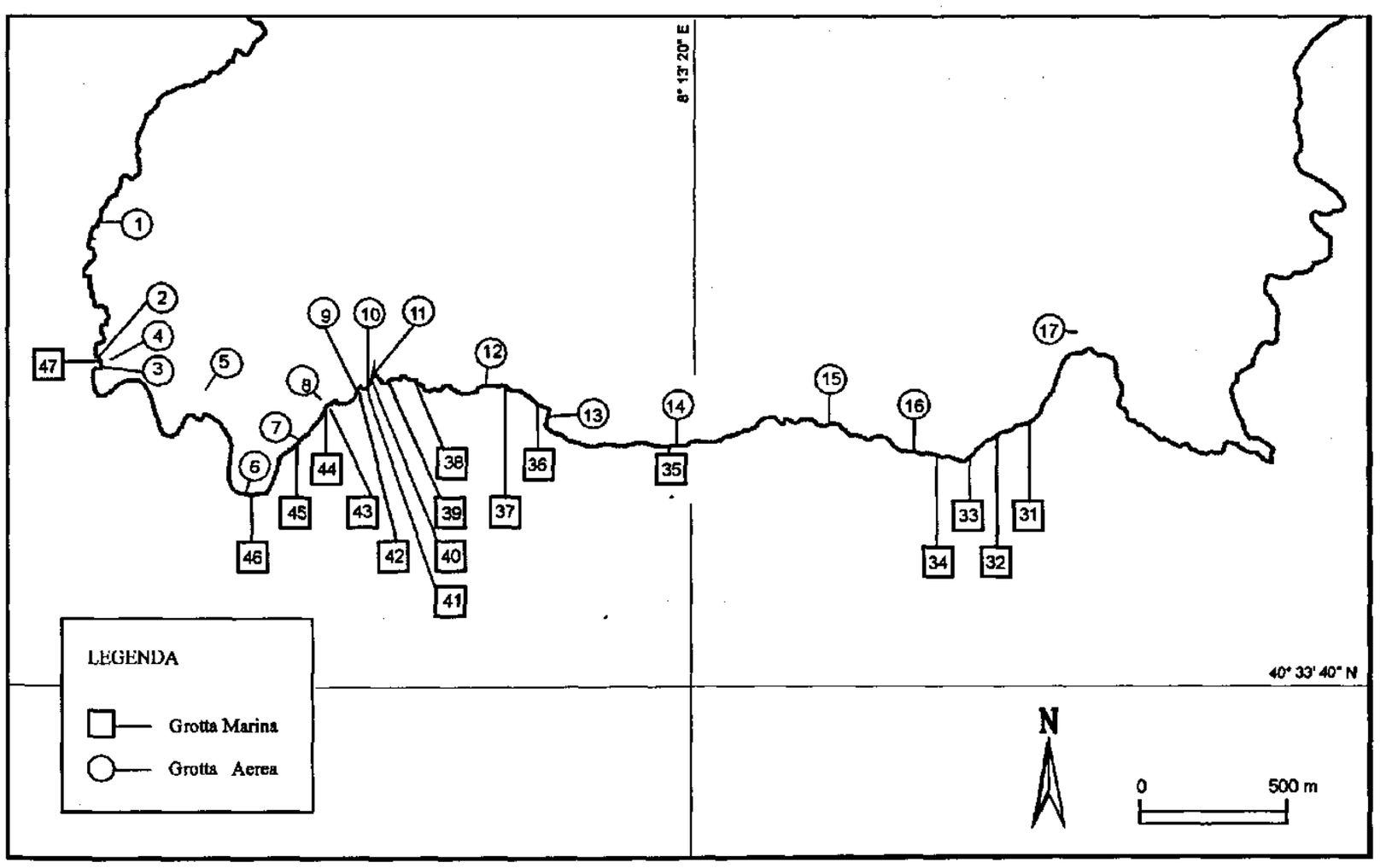



Fig. 3 - Promontorio di Punta Giglio: indicazione delle grotte censite.
*Punta Giglio promontory: the caves studied.*

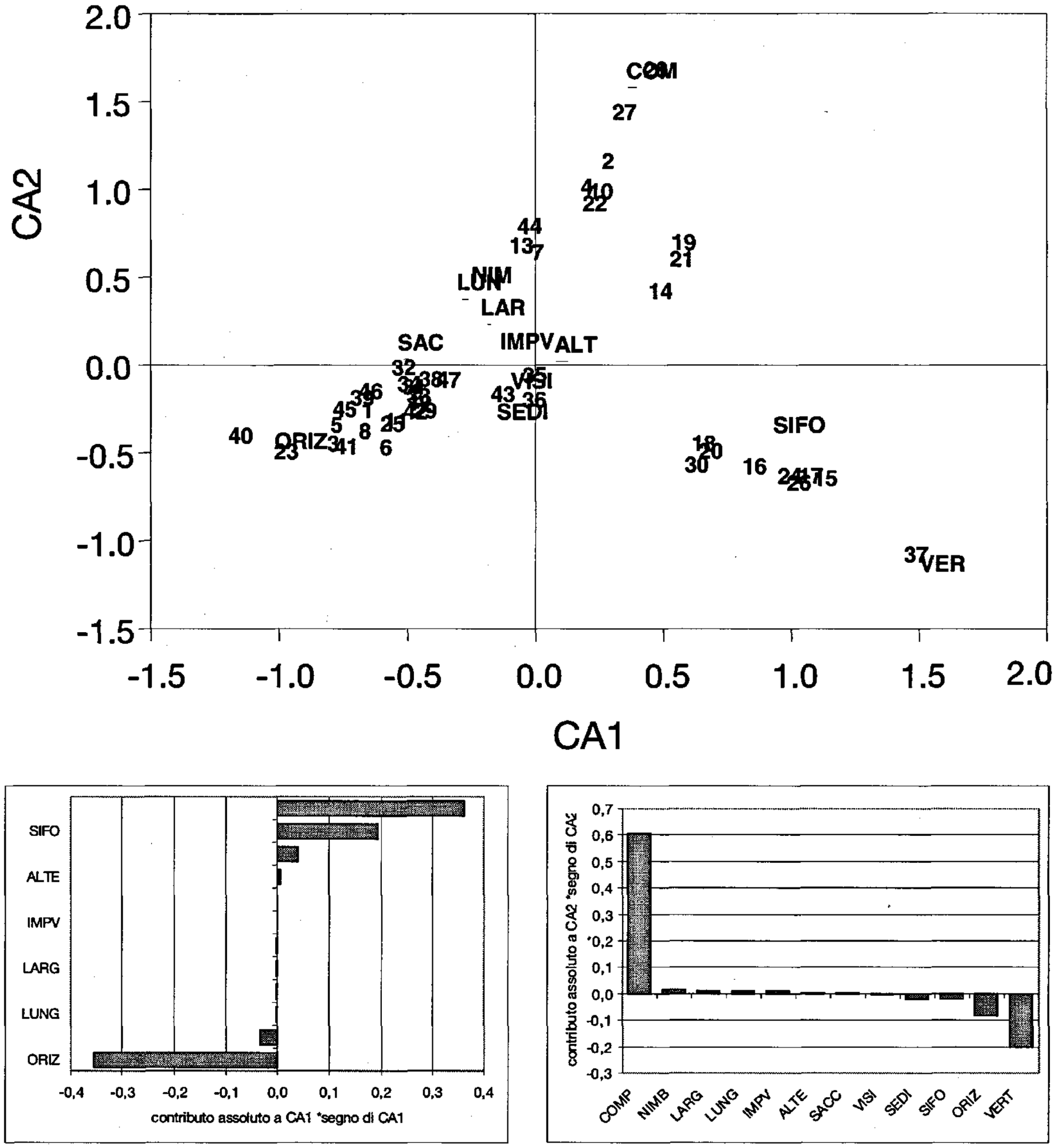



Fig. 4 - Analisi delle Corrispondenze: ordinamento e contributi assoluti delle variabili a CA1 e CA2.

*Correspondence Analysis: ordination model with indication of the absolute contributions of the variables to CA1 and CA2.*

## Conclusioni

I risultati del presente studio possono riassumersi come segue:

1) gran diffusione nel tratto di costa in questione di ambienti di grotta, con presenza, nei due promontori, di cavità di vario tipo e complessità tali da conferirgli grande pregio;

2) solo 4 dei 12 parametri considerati ai fini della discriminazione tra le varie grotte giocano un ruolo importante, gli altri seguono la struttura dei primi. Le dimensioni delle grotte non sembrano costituire un descrittore significativo nell'ordinamento della CA;

3) la diversificazione dei sistemi di grotte di P.ta Giglio e C.Caccia è notevole. Le prime sono caratterizzate soprattutto dallo sviluppo orizzontale e dalla presenza di ampie sacche d'aria, mentre le seconde si distinguono per lo sviluppo prevalentemente verticale, per l'esistenza di sifoni e per l'andamento complesso;

4) alcune grotte hanno dimensioni rilevanti (es. grotta di Nereo e grotta di Falco).

**Bibliografia**

AA.VV. (1991) - L'ambiente sommerso. In: *Falesie, Grotte e praterie sommerse*. Amm. Prov. di Sassari, A. Pizzi Editore.

BADINI G. (1977) - Le grotte di Capo Caccia. L'*Universo*, Riv. Ist. Geogr. Milit., LVII, **1**: 73-104 p.

RUSSINO G., CHESSA L.A. (1989) - *Vita sotto il mare di Alghero*. Ed. La Celere.

*Lavoro eseguito con contributo MURST 40 % - Progetto Strategico C.N.R*

Biol. Mar. Medit. (1999), 6 (1): 480-483

F. Colloca, S. Cerasi, M. Di Bitetto, S. Agnesi, A. Ciattaglia, R. Ugolini*

Maja Soc. Coop. a.r.l.,Via Gallia, 10 - 00183 Roma, Italia.
*Centro Italiano Ricerche Studi Pesca, Roma, Italia.

# STUDIO PRELIMINARE DELL'EFFETTO ATTRATTIVO SULLA FAUNA ITTICA DI UN IMPIANTO DI MARICOLTURA

## *EVALUATION OF ATTRACTIVE EFFECTS (FAD) ON WILD FISH AROUND OFFSHORE MARICOLTURE CAGES*

***Abstract***

*A study on submerged fish farming cages was carried out to test fish aggregating effects and potential fishing explotation by means of a visual census technique and fishing surveys. The preliminary qualitative and quantitative data were reported.* Spicara *sp.* and Boops boops *were the most abundant species.*

***Key-words:*** *Fish aggregating device, cage, visual census.*

## Introduzione

La presente ricerca, finanziata dal Ministero delle Politiche Agricole è finalizzata alla valutazione delle potenzialità attrattive sulla fauna ittica di gabbie sommergibili per l'allevamento ittico off-shore in un'area del basso Tirreno. Essa è inoltre mirata alla verifica delle potenzialità e delle convenienze nello sfruttamento di tale effetto da parte della pesca artigianale.

## Materiali e metodi

L'impianto di maricoltura presso cui è in fase di svolgimento la ricerca è situato nei pressi di Marina di Camerota (SA) e consta di due gabbie sommergibili da 1200 $m^3$ (10 m di diametro per 12 m di altezza) ancorate su un fondale di 48 m. La ricerca, avviata nel mese di giugno 1997, prevede lo svolgimento di due giornate di censimento visivo e due pescate con attrezzi fissi al mese per dodici mesi. La tabella 1 riporta le date dei campionamenti svolti fino al mese di giugno '98. Questi sono stati effettuati prevalentemente con gabbie in immersione (26-42 m) essendo meno frequente la dislocazione in emersione delle gabbie, in relazione a fattori legati alle necessità di gestione dell'impianto.

I censimenti visivi sono stati condotti secondo una tecnica mista che prevede sia transetti verticali che osservazioni da punti fissi (Harmelin-Vivien *et al.*, 1985). I primi sono stati svolti da due operatori subacquei dalla superficie al fondo sui lati opposti della struttura di allevamento in modo da rilevare la presenza di specie ittiche alle diverse profondità e in corrispondenza del fondo. Nelle osservazioni da punti fissi i due operatori si disponevano in posizione opposta su una stazione individuata in corrispondenza della zona di maggiore concentrazione di fauna ittica (sulla parte superiore delle strutture di allevamento (-26 m) con gabbie in immersione e nella parte mediana delle gabbie (-6 m) con gabbie in emersione). Lo spazio veniva idealmente diviso in 4 settori di 90° d'angolo, ciascuno dei quali veniva osservato per un tempo di 4'. La fauna presente veniva censita entro un raggio prestabilito (circa 10 m) e per un'altezza di circa 6 m. Il volume d'acqua totale censito veniva

pertanto a coincidere con il volume di un cilindro di circa 1900 $m^3$. La raccolta dei dati è stata effettuata con l'ausilio di una tabella in PVC riportante le specie a maggiore probabilità di incontro e le diverse classi di abbondanza. In fase di elaborazione dati una stima di abbondanza media per ciascuna delle specie censite è stata ottenuta mediando i valori rilevati dai due subacquei.

Per le prove di pesca sono stati utilizzati due differenti tipologie di attrezzi fissi, tramaglio e rete monopanno in monofilo di nylon. Le caratteristiche tecniche degli attrezzi utilizzati erano le seguenti:

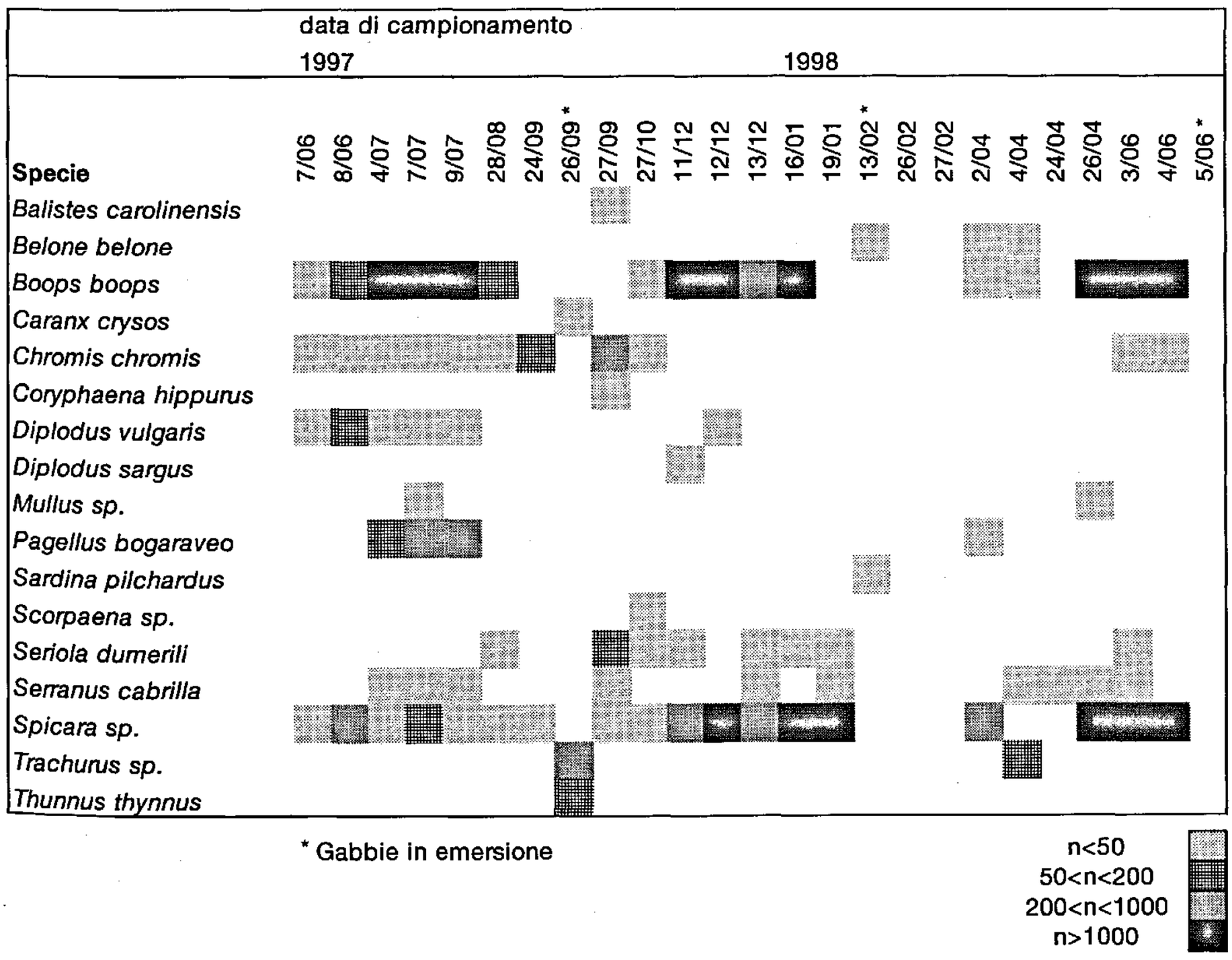
- tramaglio: lunghezza=700-2000 m; altezza=1,6 m; maglia=2,4, 2,66, 2,98 e 3,3 cm di lato;
- rete monopanno: lunghezza=500-1300 m; altezza=2,5 m; maglia=2,66 cm di lato.

L'area in cui si sono svolte le pescate è costituita dal perimetro immediatamente esterno all'area di allevamento (100-200m di distanza dalle gabbie). Il tempo di pesca era di 12-15 ore (dalla sera alla mattina del giorno successivo).

Al termine di ciascuna prova di pesca il pescato veniva suddiviso per specie e venivano rilevati i dati di lunghezza (LT) e peso degli individui pescati. I rendimenti per specie sono stati calcolati come numero e peso per 1000 m di rete e giornata di pesca.

Tab.1 - Classi di abbondanza delle specie osservate (censimenti da punti fissi) nelle diverse giornate di campionamento presso l'impianto.

*Abundance classes of the species observed around the offshore maricolture cages (point count method) in the various sampling days.*



## Risultati

Nel corso dei censimenti sono state identificate 17 specie differenti di teleostei. Le maggiori abbondanze e diversità sono state osservate con le gabbie in immersione, attorno alle strutture di sostegno della rete (tubi metallici, cavi, mangiatoia), tra 25 e 30 m di profondità. La tabella 1 mostra le classi di abbondanza delle specie osservate presso l'impianto nelle diverse giornate di campionamento. Il numero di specie osservate giornalmente è risultato sempre inferiore a 7, per una media pari a 3.55 specie/giornata. *Boops boops* e *Spicara* sp. sono risultate le specie più frequenti, rilevate rispettivamente nel 61% e nel 64% dei censimenti effettuati. La loro presenza è stata riscontrata in tutte le stagioni con abbondanze spesso superiori a 3000 individui nel volume d'acqua osservato (1900 $m^3$), corrispondenti a 1,6 ind./$m^3$. Nei mesi di giugno-luglio è stata rilevata la presenza consistente (0,03-0,5 ind./$m^3$) di giovanili di *Pagellus bogaraveo* (LT<15 cm) e di *Diplodus vulgaris* (0,03-0,1 ind./$m^3$). Individui di media (1-10 Kg) e grossa taglia (10-30 Kg), di *Seriola dumerili* sono stati osservati nei mesi di giugno, settembre, dicembre e gennaio.

I pochi censimenti svolti con le gabbie in emersione (Tab.1) hanno evidenziato presenze sporadiche di specie pelagiche (*Thunnus thynnus*, *Coryphaena hippurus*, *Belone belone*). Tra questo gruppo di specie la più abbondante è risultata *Caranx crysos*, presente in maniera consistente da settembre fino all'inizio di gennaio.

Per quanto concerne le prove di pesca, sono state effettuate 12 pescate lungo il perimetro della concessione e catturate complessivamente 36 differenti specie commerciali: 2 di crostacei, 3 di cefalopodi, 2 di selaci, 29 di teleostei. I due attrezzi utilizzati hanno evidenziato rese totali differenti tra loro. La rete monopanno ha avuto rendimenti totali variabili da un minimo di 4,1 Kg/Km (maggio '98) a un massimo di 8,2 Kg/Km (febbraio '98). Le rese ottenute con il tramaglio hanno oscillato tra un minimo di 0,45 Kg/Km (marzo '98) a un massimo di 4,2 Kg/Km (giugno'97). Le specie che hanno fornito le maggiori rese sono risultate *Spicara flexuosa* e *P. acarne*, seguite da *Uranoscopus scaber, Pagellus erythrinus* e *B. boops*. Le reti da posta monopanno hanno mostrato una maggiore capacità di cattura nei confronti delle specie più vagili (*B. boops, S. flexuosa, P. erythrinus* e *P. acarne*).

## Discussione e conclusioni

Le gabbie sommergibili offshore di Marina di Camerota hanno evidenziato un cospicuo effetto attrattivo che interessa diverse specie ittiche sia demersali che pelagiche.

Variazioni nel popolamento ittico sono state evidenzate tra periodi diversi dell'anno e in relazione alla profondità di dislocamento delle gabbie per l'allevamento. Il numero di specie rilevate nel corso dei censimenti visivi è risultato sempre piuttosto basso, con la presenza di una o due specie dominanti come numero di individui. Tra esse, *Spicara sp.* e *B. boops* sono risultate le più frequenti e abbondanti nel corso dell'anno.

Un notevole effetto attrattivo a carattere stagionale è stato riscontrato per i giovanili di alcune specie (*S. dumerili, C. crysos*, *P. bogaraveo*).

Le potenzialità di sfruttamento di tale effetto da parte della piccola pesca locale sono limitate dalla disposizione delle strutture di ancoraggio delle gabbie che riducono di fatto la possibilità di impiego di attrezzi da posta fissi nelle immediate vicinanze dell'impianto. Tuttavia, le rese di pesca ottenute nel corso del-

l'indagine sono risultate mediamente più elevate di quelle che caratterizzano la stessa tipologia di attrezzi presso le marinerie locali (Colloca *et al.*, 1996).

Una possibile interazione tra pesca artigianale e maricoltura può essere individuata nella cattura a scopo di allevamento dei giovanili di specie di interesse commerciale come *P. bogaraveo*, *S. dumerili* e *C. crysos* che a taglie maggiori hanno un grande interesse commerciale e sono scarsamente sfruttati dalla piccola pesca locale.

## Bibliografia

COLLOCA F., S. CERASI, L. MANCINO, G. NATALE (1996) - Rilevamento delle attività di pesca nel golfo di Policastro e lungo il litorale del Cilento ai fini della gestione della fascia costiera. Ministero Risorse Agricole, Alimentari e Forestali. III Piano Triennale della Pesca e dell'Acquacoltura. Relazione Finale: 69pp.

HARMELIN-VIVIEN M., HARMELIN J.C., CHAUVET C., DUVAL C., GALZIN R., LEJEUNE P., BARNABE G., BLANC F., CHEVALIER R., DUCLERC J., LASSERRE G. (1985) – Evaluation des peuplements et populations de poissons. Méthodes et problèmes. *Rev. Ecol. (Terre Vie)*, **40**: 467-539.

Biol. Mar. Medit. (1999), 6 (1): 484-489

S. Corsolini, S. Olmastroni, E. Franchi, S. Focardi,
J. Clarke*, R. Lawless*, R. Trémont*, K. Kerry*

Dipartimento Biologia Ambientale, Università di Siena, Via delle Cerchia, 3 - 53100 Siena, Italia.
*Australian Antarctic Division, Kingston, Tasmania 7050, Australia.

# WOOD BAY, ROSS SEA, ANTARTIDE: UNA ZONA PROTETTA DI RILEVANTE IMPORTANZA ECOLOGICA

## *WOOD BAY, ROSS SEA, ANTARCTICA: A PROTECTED AREA OF ECOLOGICAL IMPORTANCE*

***Abstract***

*In the framework of the Ecosystem Monitoring Program promoted by the Commission for the Conservation of Antarctic Marine Living Resources (CCAMLR), research has been underway since the southern summer 1994/95, into the diet of penguins of the Edmonson Point colony (Wood Bay, 74°21' S, 165°10' E), based on analysis of stomach contents with the aid of satellite tracking. The aim is to investigate relationships between food availability, composition of diet and reproductive success.*

*The results show that the Adélie penguin nesting at Edmonson Point feeds predominantly on* Pleuragramma antarcticum *and krill. The prevalence of one food item with respect to another seems related to availability and relative ease of catch, as affected by marine ice cover near the colony. The reproductive success of this population was calculated from observations made in two reference periods: 14th January when 2/3 of the chicks were creched and 22nd January when the creches were complete. In the three study seasons, we observed an oscillation with an accentuated drop in summer 1995-6, when fish prevailed over krill in the diet of the parents. The results of four years of study indicate that the impact of humans and research in the area are slight, although it cannot be excluded as a cause of the slight decrease in size of the colony.*

***Key-words:*** *Adelie penguin, Antarctica, diet, demograhy.*

## Introduzione

Il 60° di latitudine S segna il confine geografico di una vastissima zona del pianeta, l'Oceano Meridionale, comprendente l'Antartide, dichiarata area protetta di interesse globale dal Trattato Internazionale Antartico. Una delle principali risorse biologiche degli ecosistemi antartici è costituita da alcune specie di gamberetti pelagici ("krill"), tra cui le più abbondanti in termini di biomassa sono *Euphausia crystallorophias* e *Euphausia superba*. Quest'ultima in particolare, costituisce una delle principali risorse alimentari utilizzata da molti organismi antartici. L'abbondanza e la facilità di reperimento di tale risorsa condiziona lo stato delle popolazioni di organismi che da essa dipendono, come il pinguino di Adelia (*Pygoscelis adeliae*). Questa specie presenta una dieta a base di krill soprattutto durante il periodo di allevamento della prole, essendo questa risorsa particolarmente energetica.

Il successo riproduttivo di una popolazione dipende molto spesso dalla disponibilità di risorse alimentari. Nel 1995, nella colonia di pinguini di Adelia situata vicino a Mawson, morirono per inedia 15000 pulcini; le condizioni meteorologiche particolarmente avverse avevano impedito ai genitori di reperire il cibo e nutrire la prole (Gardner, 1996). In questa ottica è quindi di notevole importanza studiare le interazioni che esistono tra le attività di pesca del krill a scopo commerciale e le aree di alimentazione degli organismi antartici. Tale tipo di interazioni sono già state descritte per il pinguino di Adelia a Berchervaise Island (67°31'S, 62°49'E) e vicino a Mawson Station (Kerry *et al.*, 1992; 1995).

La Commissione per la Conservazione delle Risorse Marine Viventi in Antartide (*Commission for the Conservation of the Antarctic Marine Living Resources*, CCAMLR), ha promosso un programma di monitoraggio ambientale (CCAMLR *Ecosystem Monitoring Program*, CEMP), che ha, tra i suoi obiettivi, la valutazione dell'abbondanza e del ruolo dei predatori di krill (uomo compreso) nell'equilibrio degli ecosistemi dell'Oceano Meridionale. Un'alterazione del rapporto preda-predatore a scapito delle prede, può significare infatti il conseguente decremento delle popolazioni che da essa dipendono e compromettere la salute degli ecosistemi marini antartici. La pinguinaia di Edmonson Point (74°21' S, 165°10' E), è uno dei siti CEMP, nonostante il Mare di Ross non sia un'area utilizzata per la pesca e non vi sia quindi competizione interspecifica per il reperimento del krill. Inoltre tale area può considerarsi indisturbata in quanto, se si esclude la presenza della base scientifica italiana (circa 60 km a sud), l'unica interferenza umana è la presenza di alcuni ricercatori durante il periodo estivo. Tutto ciò rende questo sito particolarmente interessante per studiare l'andamento della popolazione di *P. adeliae* in relazione alle variazioni naturali delle risorse e alla presenza umana. Nel rispetto degli obiettivi dettati dal CCAMLR e per valutare la relazione esistente tra disponibilità delle risorse, composizione della dieta e successo riproduttivo di *P. adeliae*, a partire dall'estate australe 1994/95 vengono condotti ogni anno studi su questo pigoscelide. Tali studi sono basati sull'analisi del contenuto stomacale associata all'uso di trasmittenti satellitari e ad un sistema automatico di monitoraggio (APMS).

## Materiali e metodi

- Area di Studio. Edmonson Point (74°21'S, 165°08'E) è un'area deglaciata situata sulla costa est del Monte Melbourne, approssimativamente 60 km NW dalla Stazione Italiana di Baia Terranova. Nell'area di studio è presente una colonia di pinguino di Adelia (*Pygoscelis adeliae*) che è stata suddivisa in 14 unità identificate dalle lettere A-M e X . Le unità A, B, C, M e X sono state utilizzate come siti di controllo.

*Osservazione delle colonie*. Ogni anno, a partire dal novembre 1994, sono stati marcati 120 nidi appartenenti alle colonie D e J, ed i pinguini sono stati osservati per mezzo di censimenti giornalieri secondo i metodi CEMP. Questi sono stati ripetuti fino ad ottenere 3 valori il cui C.V. non fosse >10%, ed in seguito ne è stato calcolato il valore medio. I censimenti riportati in Figura 1 sono stati eseguiti lo stesso giorno di ogni anno di studio.

Durante il periodo di incubazione, gli uccelli appartenenti ai nidi monitorati sono stati catturati, determinato il sesso mediante ispezione cloacale (Sladen, 1978), rilevati alcuni parametri morfometrici quindi marcati con targhette elettroniche sottocutanee TIRIS (*Texas Instrument Remote Identification System*). Con questo metodo sono stati marcati 285 adulti e 126 pulcini nel 1994/95, 135 adulti e 135 pulcini nel 1995/96 e 40 adulti nel 1997/98.

Nell'estate 1994-95 è stato installato un sistema automatico di monitoraggio (*Automatic Penguin Monitoring System*, APMS). Il sistema comprende una bilancia, dei sensori ad infrarossi che registrano i movimenti dei singoli pinguini da e verso la colonia, un rilevatore TIRIS con raggio di lettura di 1 m circa (Kerry *et al.*, 1993) ed un microprocessore che immagazzina fino a 10000 dati generati dal passaggio dei pinguini.

- Analisi della dieta. Il campionamento dei contenuti stomacali è iniziato quando i pulcini avevano 10 giorni di età. Ogni 5 giorni[1] sono stati catturati e sottoposti a lavanda gastrica 5 adulti di ritorno alla colonia. I contenuti stomacali sono stati prelevati secondo la metodica di Wilson (1984) modificata da Clarke (1996) e conservati in etanolo sino al momento delle analisi. La massa totale di ogni contenuto stomacale è stata determinata sottoponendo il campione a drenaggio attraverso un setaccio mediante pressione con un peso da 1 kg per 1 minuto. Il contenuto è stato suddiviso in tre principali categorie (crostacei, pesci, calamari) ed in seguito si è provveduto al riconoscimento delle specie, quando possibile, ed alla loro quantificazione (CCAMLR Standard Methods A8, 1995).

I risultati (espressi in grammi peso fresco) sono stati elaborati e i valori medi ottenuti sono stati riportati graficamente utilizzando il programma Excel 7.0 per Windows 95.

## Risultati e Discussione

I risultati degli studi sull'andamento della popolazione di pinguino di Adelia nidificante a Edmonson Point sono riportati in Fig. 1. Il censimento della popolazione è stato effettuato il giorno 24 novembre di ogni anno, in accordo con il metodo CEMP. Nella Figura 1a è riportato il numero totale di individui della colonia durante il periodo di incubazione delle uova (Taylor, 1962; Yeates, 1968).

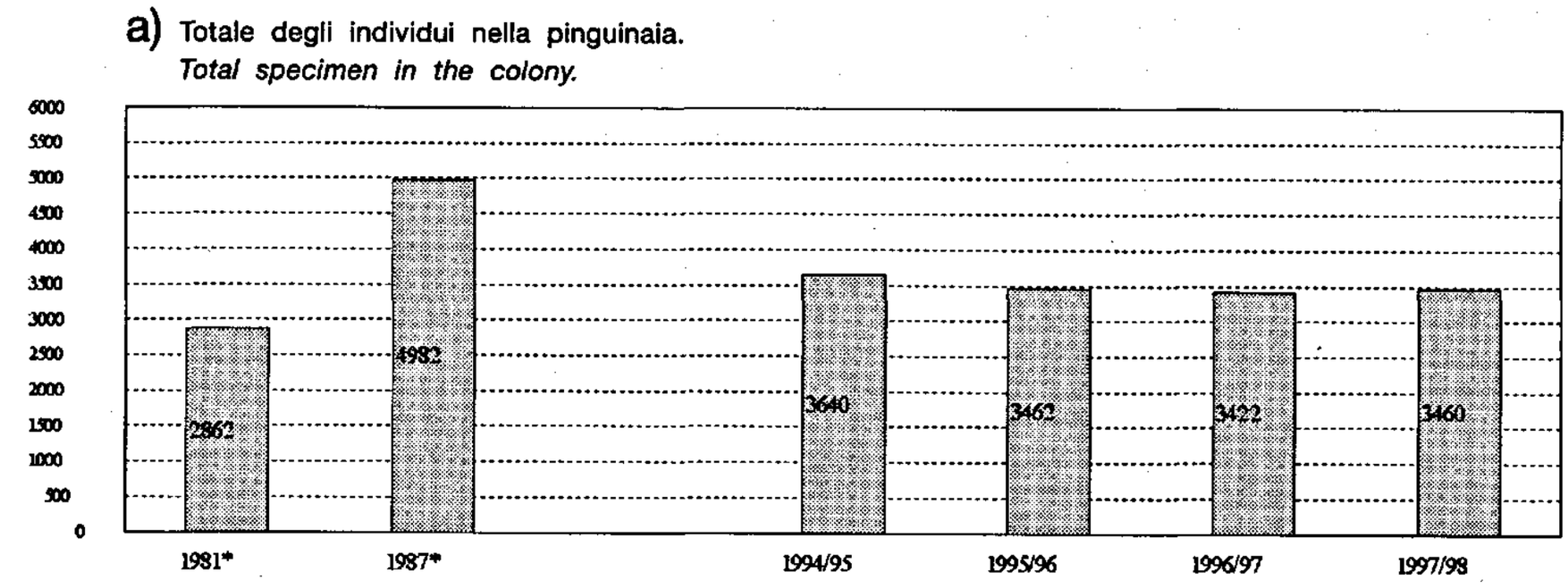



Fig. 1 - Andamento delle dimensioni della pinguinaia (totale degli individui) (a) e nidi occupati in ogni colonia (b).

*Trend in the size of colony (total of the individuals) (a) and of occupied nests (b).*

I primi due censimenti, effettuati nel 1981 e nel 1987, sono stati eseguiti su fotografie aeree (Taylor *et al.*, 1982; 1990) e riportati nel grafico come dato di riferimento prima dell'inizio del progetto APMS. Nell'anno 1987 le presenze erano notevolmente superiori a quelle rilevate negli altri campionamenti. L'andamento della dimensione della popolazione nel periodo 1994-1998 risulta abbastanza costante; un lieve decremento è rilevabile a partire dalla stagione 1995/96. Secondo Taylor *et al.* (1990) la popolazione di questa specie nel Mare di Ross nel periodo 1981-87 era pari a 1082000 coppie nidificanti, circa la metà della popolazione mondiale di pinguino di Adelia e risultava in aumento.

La colonia di Edmonson Point oggetto di questo studio è stata suddivisa in 14 unità e l'andamento di ciascuna di esse è riportato nel grafico della Figura 1b; le barre indicano il numero di nidi occupati. In alcune unità il numero di nidi occupati rimane costante (E, H, L, M), in altre subisce un aumento (A, C, X), mentre nelle unità D, I, J e K si nota una diminuzione. Queste oscillazioni non dovrebbero destare preoccupazioni, dal momento che il numero di individui dell'intera colonia è abbastanza costante nell'arco dei 4 anni di studio, come già osservato nella Figura 1a. L'unica considerazione che deve essere fatta è basata sulle osservazioni dirette dei ricercatori e concerne la distribuzione dei nidi. Infatti si è notato che nelle colonie di studio D, J e K i nidi esterni tendono a scomparire per cui il numero delle coppie nidificanti diminuisce. È stata però osservata, nell'ultima stagione (1997/98), la "nascita" della colonia X e le colonie A, B e C risultavano unite tra loro e quindi più grandi. Questa situazione potrebbe essere dovuta al disturbo arrecato ai pinguini dalle osservazioni dirette e dalla cattura nel corso dello svolgimento degli esperimenti. Alcune coppie potrebbero preferire così spostare il proprio nido in zone più "tranquille" della colonia.

Gli esperimenti relativi allo studio della dieta durante il periodo riproduttivo hanno evidenziato che il pinguino di Adelia nidificante a Edmonson Point predilige nutrire la prole con *Pleuragramma antarcticum* e krill; anfipodi e calamari sono sempre presenti nella dieta, anche se ne costituiscono una piccola percentuale (Fig. 2). La prevalenza di una risorsa alimentare sull'altra sembra legata alla sua disponibilità e alla relativa facilità di reperimento, anche in relazione all'estensione dei ghiacci marini di fronte alla colonia. Nella gennaio 1996 i ghiacci marini erano completamente assenti nella Wood Bay e dalle osservazioni risultò che molti pinguini effettuavano brevi e frequenti viaggi in mare; i loro contenuti stomacali erano costituiti principalmente da anfipodi e pesci.

Le differenze osservabili tra le varie stagioni (Fig. 2) sono imputabili alla disponibilità delle risorse. Nella stagione riproduttiva 1995/96 il krill costituiva solo una piccola parte del cibo ingerito. Va ricordato che in questo anno, come già detto precedentemente, lo scioglimento dei ghiacci fu precoce e tutta la Wood Bay era libera dal pack già nel mese di gennaio; si potrebbe quindi ipotizzare che i pinguini preferissero nutrire i pulcini con pesci, reperibili con facilità anche in acque non molto profonde, piuttosto che con il krill che deve essere pescato al margine della scarpata continentale. Ai fini del risparmio energetico, potrebbe essere più vantaggioso procurarsi una risorsa meno ricca, ma più vicina alla colonia, piuttosto che recarsi lontano alla ricerca delle prede abituali e preferite. Queste osservazioni potrebbero essere avvalorate dal fatto che anche la massa media del contenuto stomacale era minore in questa stagione rispetto altre due, 1994/95 e 1996/97 e pari rispettivamente a 280g, 376g e 402g (Fig. 3).

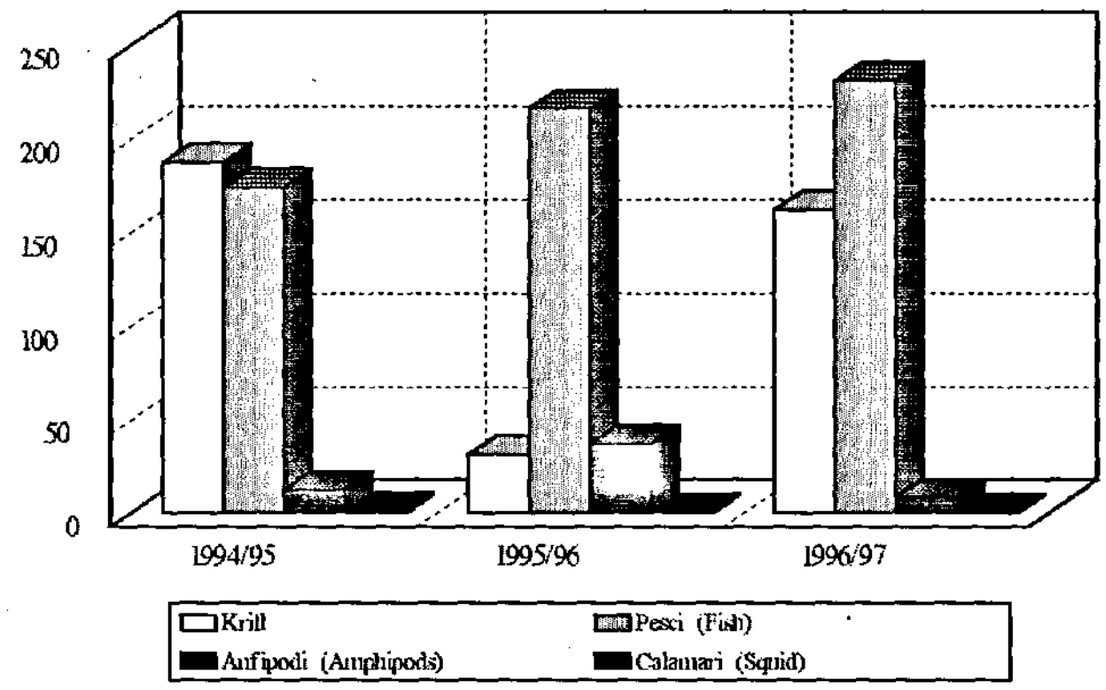



Fig. 2 - Principali componenti della dieta di *Pygoscelis adeliae* (g peso fresco).
*Principal components of the* Pygoscelis adeliae *diet (g of wet weight).*

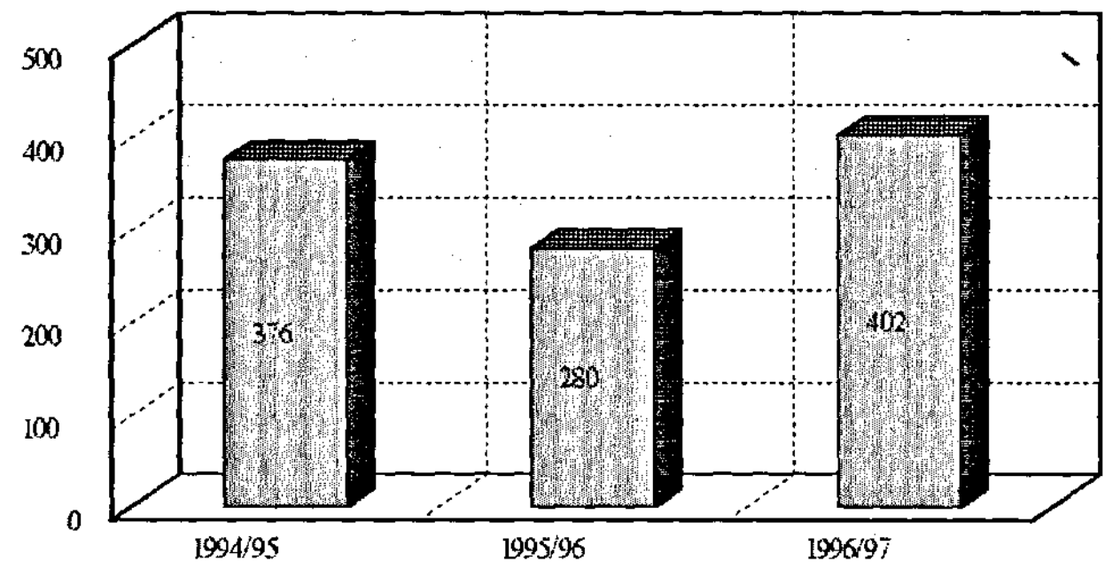



Fig. 3 - Massa media (g peso fresco) del contenuto stomacale di *Pygoscelis adeliae.*
*Average mass (g of wet weight) of* Pygoscelis adeliae *stomach content.*

## Conclusioni

I risultati di 4 anni di studio indicano che l'impatto della presenza umana e delle attività di ricerca in questa area sembra assente o limitato. Si deve sottolineare l'efficacia del sistema automatico di monitoraggio (APMS), dimostrata dal fatto che i pinguini continuano a frequentare la colonia con la stessa assiduità. Non si può inoltre asserire con certezza che il decremento del numero dei nidi nelle unità D, J, K e M, sia dovuto alla presenza e alle attività dei ricercatori.

**Ringraziamenti**

Si ringrazia il Prof. Roberto Bargagli per la revisione del manoscritto.

Questo programma di ricerca è stato svolto nell'ambito del Programma Nazionale di Ricerche in Antartide (PNRA).

## Bibliografia

CCAMLR Ecosystem Monitoring Program (1995) - CEMP Standard Methods, Methods A1-A9: 131 pp.

CLARKE J.C. (1996) - CCAMLR Standard Method A8: Procedure A. *Commission for the Conservation of Marine Living Resources, Scientific Committee Working Group on Ecosystem Management Monitoring*, WG-EMM-Methods 96/9: 2.

GARDNER H. (1996) - Adélie penguin chick deaths at Mawson - Implication for monitoring disease. *Proceedings of Third International Penguin Conference*, Cape Town, South Africa 2-6 September 1996: 18-19.

KERRY K.R., CLARKE J.C., ELSE G.D. (1992) - The foraging range of Adélie penguins at Bechervaise Island, Mac. Robertson Land, Antarctica, and its overlap with the krill fishery. In: Selected Scientific Papers, 1992 (SC-CCAMLR-SSP/9). CCAMLR, Hobart, Australia: 337-344.

KERRY K.R., CLARKE J.C., ELSE G.D. (1993) - The use of an automated weighing and recording system for the study of the biology of Adelie penguins (*Pygoscelis adeliae*). *Proceedings of NIPR Symp. Polar Biology*, **6**: 62-75.

KERRY K.R., CLARKE J.C., ELSE G.D. (1995) - The foraging range of Adélie penguins at Bechervaise Island, Mac. Robertson Land, Antarctica as determined by satellite telemetry. In: Dann, P., Norman I. & Reilly P. *ed. The penguins.* Surrey Beatty and Sons, Sydney: 216-243.

SLADEN W.L.J. (1978) - Sexing penguins by cloascope. *International Zoo. Yearbook*, **18**: 77-80.

TAYLOR R.H. (1962) - The Adélie penguin *Pygoscelis adeliae* at Cape Royds. *Ibis*, **104**: 176-204.

TAYLOR R.H., WILSON, P.R. (1982) - Counting penguins from the air. *Antarctic Science*, **9**: 366-68.

TAYLOR R.H., WILSON R.P., THOMAS B.W. (1990) - Status and trends of Adélie penguin populations in the Ross Sea Region. *Polar Record*, **26** (159): 293-304.

WILSON R.P. (1984) - An improved stomach pump for penguins and other seabirds. *Journal Field Ornithology*, **55**: 109-112.

YEATES G.W. (1968) - Studies on the Adélie penguin at Cape Royds 1964-65 and 1965-66. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*, **2**: 472-96.

[1] Le date sono stabilite dalle procedure CEMP.

Biol. Mar. Medit. (1999), 6 (1): 490-492

V. Di Martino, M. C. Blundo

Dipartimento di Botanica dell'Università di Catania, Via Antonino Longo, 19 - 95125 Catania, Italia.

# OSSERVAZIONI SULLA PRATERIA A *POSIDONIA OCEANICA* (L.) DELILE DELLA RISERVA NATURALE ORIENTATA "OASI FAUNISTICA DI VENDICARI" (SICILIA S.E.)

# OBSERVATION ON THE *POSIDONIA OCEANICA* BED OF THE PROTECTED AREA "ISOLA DI VENDICARI" IN S.E. SICILY

***Abstract***

*Preliminary results on the* Posidonia oceanica *bed off "Isola di Vendicari" (S.E. Sicily) are presented. Structural (bed) and phenological parameters (plant) have been recorded. The Posidonia bed, located on rock substrate with a discontinuous matte, is in Stage 1 of Giraud classification. Several epyphitic seaweeds species (78) have been recorded with a R/P value of 2.93.*

***Key-words:*** Posidonia oceanica, *phenology, protected area, Vendicari, Sicily.*

## Introduzione

L'Oasi Faunistica di Vendicari (SR) è Riserva Naturale Orientata della Regione Siciliana ai sensi dell'art. 31 della L. R. 98/1981, la cui gestione è stata affidata all'Azienda Forestale della Regione Sicilia. Questa Riserva comprende un'area di rispetto a mare che si estende per 300 metri dalla linea di costa. A poche centinaia di metri di distanza dalla costa è situato il piccolo isolotto chiamato Isola di Vendicari, anch'esso dotato di fascia di rispetto a mare. Questo tratto di mare circonda la zona "A", sottoposta a vincolo di protezione integrale, e fa parte dell'area di reperimento (Art. 36, Legge 394/91) del sito Pantani di Vendicari per l'istituzione di una riserva marina.

Scopo del presente lavoro è stato quello di caratterizzare il Posidonieto esistente in quest'area.

## Materiali e metodi

Nella porzione di fondale compreso tra l'isolotto e la costa, è presente una prateria a *Posidonia oceanica* (L.) Delile che si sviluppa già a partire dalla profondità di 0,5 metri fino a circa 3 metri. Al di sotto di tale profondità, e fino a 6 metri, si trovano cespugli sparsi di *P. oceanica*.

I campionamenti sono stati eseguiti nei mesi di aprile e ottobre 1996 sul versante Ovest dell'Isola di Vendicari, caratterizzato da moda calma e da un substrato roccioso, frammisto a sabbie grossolane. Sono state individuate due profondità di campionamento, una a -0,5 m e l'altra a -3 metri, nei punti in cui il popolamento è più denso. La densità della prateria è stata stimata effettuando, alle due profondità, 10 conte utilizzando un quadrato di 40X40 cm.

Alle due profondità sono stati campionati 20 fasci per il calcolo degli indici fogliari riportati nella Tab. 1; cinque fasci aggiuntivi sono stati campionati per effettuare lo studio della componente epibionte vegetale presente sulle sole foglie adulte di *Posidonia oceanica*.

I campioni prelevati sono stati conservati in soluzione di acqua di mare e formalina al 4 %.

## Risultati e conclusioni

Il Posidonieto oggetto di questo studio ha una tipologia particolare, legata al substrato roccioso su cui la pianta si sviluppa. L'elevata sedimentazione, che caratterizza questo ambiente, favorisce infatti l'accumulo sulle roccie del materiale sospeso con la formazione di una matte discontinua che si eleva di alcuni decimetri dal fondo roccioso. La densità di fasci di *P. oceanica* è compresa tra 975 e 1100/m$^2$; ciò consente di definire "molto denso" il Posidonieto di Vendicari e di ascriverlo allo "Stadio 1" della classificazione proposta da Giraud (Giraud, 1977a e b; Giraud *et al.*, 1979) (Tab. 1).

Tab. 1 - Indici fogliari (media ± deviazione standard) primaverili e autunnali del *Posidonieto* dell'Isolotto di Vendicari.

*Leaf indexes (mean and standard deviation) in spring and autumn in the* Posidonia oceanica *bed of the "Isolotto di Vendicari".*

| PARAMETRI | Isola di Vendicari | | | |
|---|---|---|---|---|
| | PRIMAVERA | | AUTUNNO | |
| | - 0,5 m | - 3 m | - 0,5 m | - 3 m |
| Densità (fasci/m$^2$) | 1100 | 1000 | 1025 | 975 |
| Leaf Area Index (m$^2$/m$^2$) | 12,26 | 8,43 | 12,65 | 7,58 |
| Altezza prateria (cm, calcolata sulla foglia adulta più alta) | 20,73 | 42,4 | 33,6 | 54,5 |
| Numero medio di foglie/fascio | 10,65 (± 0,22) | 9 (± 0,14) | 9,4 (± 0,15) | 8,6 (± 0,17) |
| Superficie foliare totale/fascio (cm$^2$) | 89,66 (± 58,43) | 118,59 (± 24,85) | 81 (± 28,50) | 128,6 (± 38,52) |
| Lunghezza media foglie giovanili (cm) | 0,63 (± 0,24) | 0,28 (± 0,27) | 0,79 (± 0,50) | 0,86 (± 0,93) |
| Lunghezza media foglie intermedie (cm) | 11,68 (± 4,07) | 23,27 (± 8,68) | 9,56 (± 2,92) | 15,18 (± 5,22) |
| Lunghezza media foglie adulte (cm) | 16,49 (± 2,32) | 28,15 (± 6,94) | 22,89 (± 5,55) | 37,67 (± 8,38) |
| Larghezza media foglie intermedie (cm) | 0,75 (± 0,04) | 0,73 (± 0,04) | 0,77 (± 0,04) | 0,93 (± 0,06) |
| Larghezza media foglie adulte (cm) | 0,77 (± 0,05) | 0,77 (± 0,05) | 0,83 (± 0,05) | 0,93 (± 0,06) |
| % apici erosi = coefficiente A | 94,58 | 75,83 | 34,42 | 56,67 |
| % tessuto bruno | 0,58 | 0,41 | 1,07 | 2,85 |

I dati morfometrici sono riportati nella Tab. 1. Il numero di foglie per fascio è risultato più elevato a -0,5 m, indipendentemente dalla stagione di campionamento, mentre l'altezza della prateria è maggiore nella stazione più profonda. Il coefficiente A, calcolato sulle sole foglie adulte, appare particolarmente elevato, soprattutto nella stagione primaverile e nella stazione più superficiale; gli alti valori di questo coefficiente spiegano i valori relativamente bassi di lunghezza delle foglie adulte. L'Indice di Superficie Fogliare (Leaf Area Index) risulta maggiore in autunno a entrambe le profondità di campionamento.

Lo studio degli epibionti vegetali ritrovati sulle foglie di *Posidonia oceanica* ha permesso di identificare 78 taxa, di cui l'8,97% è rappresentato da Cyanophyceae, il 10,26% da Chlorophyceae, il 20,51% da Fucophyceae e il 60,26% da Rhodophyceae. Il valore dell'indice algale R/F (rapporto Rhodophyceae/ Fucophyceae), calcolato sull'elenco floristico, è risultato pari a 2,93.

Queste osservazioni consentono di affermare che questo tratto di costa è un'area meritevole di protezione, in accordo con quanto previsto dalla Legge n° 394/91 che indica l'area dei Pantani di Vendicari come sito potenziale per l'istituzione di una Riserva Nazionale.

**Ringraziamenti**

Gli Autori vogliono ringraziare il prof. Giuseppe Giaccone, per la rilettura critica del manoscritto; l'Azienda Forestale della Regione Sicilia per le facilitazioni concesse nel corso dello studio; il Sig. Alfredo Milazzo, per aver messo a disposizione i mezzi nautici.

**Bibliografia**

GIRAUD G. (1977a) - *Contribution à la description et à la phénologie quantitative des herbiers de* Posidonia oceanica *(L.) Delile*. Thèse en Océanologie, Aix-Marseille II: 150 pp.

GIRAUD G. (1977b) - Essai de classement des herbiers de *Posidonia oceanica* (L.) Delile. *Bot. Mar.*, **20**: 487-491.

GIRAUD G. (1979) - Sur une méthode de mesure et de comptage des structures foliaires de *Posidonia oceanica* (Linnaeus) Delile. *Bull. Mus. Hist. Nat.* Marseille, **39**: 33-39.

Biol. Mar. Medit. (1999), 6 (1): 493-495

G. DIVIACCO, L. TUNESI*

Ufficio Parchi e Aree Protette, Regione Liguria, Via Fieschi, 15 - 16100 Genova, Italia.
*ICRAM, Roma, Italia.

# DESCRIZIONE E CARTOGRAFIA DEI PRINCIPALI POPOLAMENTI BENTICI DELLA FUTURA AREA PROTETTA MARINA DI BERGEGGI (MAR LIGURE)

## *DESCRIPTION AND CARTOGRAPHY OF THE MAIN BENTHIC ASSEMBLAGES OF THE BERGEGGI FUTURE MARINE PROTECTED AREA (LIGURIAN SEA)*

***Abstract***

*The analysis of data collected on the benthic communities on the bottoms surrounding the Bergeggi Island and the facing coast permits to elaborate a schematic bionomical map of the area.*

***Key-words:*** *Coastal Management, Benthos, Ligurian Sea.*

## Introduzione

La creazione di aree protette marine è considerata un importante strumento per la gestione integrata della fascia costiera (Salm, 1989; Kelleher e Bleakley, 1994) e il ruolo delle piccole isole per il mantenimento della biodiversità del Mediterraneo è ampiamente riconosciuto per l'ambiente terrestre e per quello marino.

L'isola di Bergeggi, dichiarata parco regionale terrestre nel 1977, insieme con la falesia antistante, rientra nell'elenco dei siti previsti dalla Legge n. 394/91 per l'istituzione di aree protette marine. L'isola è separata dalla costa da un braccio di mare di circa 250 m ed è costituita da dolomie e calcari dolomitici del Trias medio che presentano la stessa struttura e direzione di quelli della costa antistante.

Numerose piccole cavità si aprono nei fondali rocciosi attorno all'isola. La grotta marina di Bergeggi costituisce un ambiente notevolmente diversificato e di estremo interesse naturalistico, sia per la ricchezza di fenomeni carsici sia per la varietà di popolamenti biologici legati alle interazioni dei gradienti di luce, idrodinamismo e salinità, che ne fanno un vero e proprio laboratorio naturale.

Il presente contributo si propone di fornire indicazioni sulla distribuzione dei principali popolamenti bentici del sito, utili per l'elaborazione della proposta di protezione dell'area marina.

## Materiali e metodi

Informazioni raccolte con indagini ambientali svolte soprattutto nell'ultimo decennio (Bianchi *et al.*; 1986, Diviacco, 1993; Morri *et al.*, 1994) sono state integrate con dati inediti. In particolare è stata condotta l'analisi di rilevamenti aerofotogrammetrici disponibili presso la Regione Liguria, al fine di identificare l'estensione dei popolamenti più superficiali ed il limite superiore della prateria di *Posidonia oceanica*. Inoltre sono state condotte immersioni subacquee sia in apnea che con A.R.A., tese ad approfondire aspetti particolari quali: lo stato di salute della prateria, la presenza di *facies* particolari o di alterazioni ambientali in atto.

## Risultati

I dati raccolti hanno permesso di elaborare una cartografia dei popolamenti bentici dei fondali prospicienti la falesia di Punta delle Grotte e dell'Isola di Bergeggi (Fig. 1). L'area oggetto di studio presenta una particolare ricchezza di popolamenti in relazione alla sua ridotta estensione. Va però rilevato un certo stato di degrado della prateria di *P. oceanica*, testimoniato dagli ampi tratti di *matte* morta. Inoltre l'area presenta l'insediamento di una specie di origine tropicale, *Oculina patagonica* (Antozoi Sclerattiniari), rinvenuta in Italia solamente qui e ad Albisola (SV). La vicinanza di questi due siti con il Porto di Savona può spiegare tale presenza con il trasporto operato via nave.

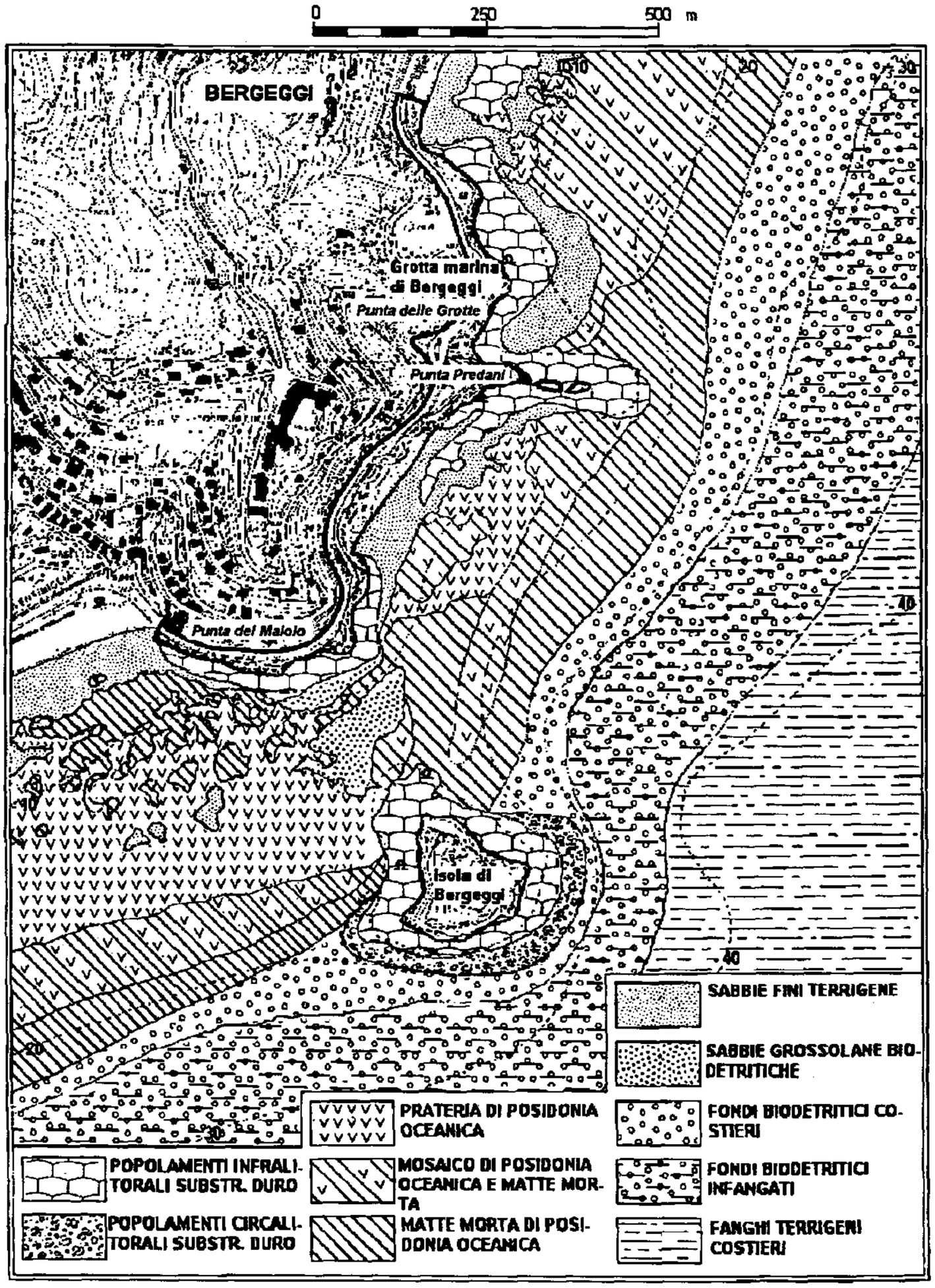



Fig. 1 - Carta schematica dei principali popolamenti bentici dell'area marina costiera di Bergeggi.
*Schematic map of the main benthic assemblages of the coastal marine area of Bergeggi.*

## Considerazioni e conclusioni

L'esame dei dati evidenzia un ambiente marino abbastanza ben conservato, lontano da insediamenti abitativi e da importanti fonti di inquinamento. Tale condizione è testimoniata da un mesolitorale praticamente integro e da popolamenti infra- e circalitorali nel complesso ben conservati. Le aree dell'isola che rivestono maggior interesse faunistico sono le punte verso il largo ed i tratti rivolti verso terra che ospitano *enclaves* particolari (piccole cavità o paretine strapionbanti), caratterizzate da popolamenti animali ad elevata ricchezza specifica.

Nella zona però sono rilevabili alcune cause di perturbazione:

1. prelievo dei datteri di mare;
2. interventi di ripascimento (anche con materiali non idonei);
3. ancoraggi della nautica da diporto sulla prateria di *P. oceanica*;
4. atti vandalici alla grotta marina di Bergeggi.

A nostro avviso le future misure di conservazione del patrimonio ambientale marino di quest'area dovrebbero riguardare sia i fondali circostanti l'Isola di Bergeggi, sia l'area costiera della falesia di Punta delle Grotte, Punta Predani e Punta del Maiolo.

**Ringraziamenti**

Si ringraziano i colleghi dell'ICRAM, dell'ENEA e dell'Università di Genova che hanno collaborato alle indagini sui fondali antistanti l'Isola, la costa di Bergeggi e la grotta marina omonima.

**Bibliografia**

BIANCHI C.N., CEVASCO M.G., DIVIACCO G., MORRI C. (1986) - Primi risultati di una ricerca ecologica sulla Grotta sottomarina di Bergeggi (Savona). *Boll. Mus. Ist. Biol. Univ. Genova*, **52** (Suppl.): 267-293.

DIVIACCO G. (1993) - Indagine ambientale del sistema marino costiero della Provincia di Savona con particolare riferimento alla zona da Capo Vado a Capo Mele, in relazione alle problematiche inerenti la gestione della fascia costiera. *Relazione finale ricerca ICRAM-Ministero Marina Mercantile, 2° Piano triennale della pesca*: 1-944.

KELLEHER G., BLEAKLEY C. (1994) - Coastal Marine Protected Areas. In: McNeely J.A., Harrison J., Dingwall P. (eds), *Protecting Nature. Regional reviews of Protected Areas. IVth World Congress on National Parks and Protected Areas, Caracas, Venezuela*, IUCN, Gland: 33-42.

MORRI C., BIANCHI C.N., CAMPI F., DIVIACCO G., FORTI S., NICCOLAI I., SGORBINI S., TUCCI S. (1994) - Gradienti fisico-chimici e ricoprimento biologico nella grotta marina di Bergeggi. *Mem. Ist. It. di Speleologia*, **6**, s. II: 85-94.

SALM R.V. (1989) - *Marine and Coastal Protected Areas. A Guide for Planners and Managers.* 2nd ed., IUCN, Gland: 1-302.

Biol. Mar. Medit. (1999), 6 (1): 496-499

G. Diviacco, C. Virno Lamberti*, E. Spada**

Ufficio Parchi Regione Liguria, Via D'Annunzio, 113 - 16100 Genova, Italia.
*I.C.R.A.M., Roma, Italia.
**Enea Casaccia, S.M. di Galeria, Bracciano, Italia.

# OSSERVAZIONI SULLA PRATERIA DI *POSIDONIA OCEANICA* (L.) DELILE DI "MARINA DI TARQUINIA" (LAZIO SETTENTRIONALE)

## *SURVEY ON THE* POSIDONIA OCEANICA *(L.) DELILE MEADOW OF "MARINA DI TARQUINIA" (NORTHERN LATIUM REGION)*

***Abstract***

*A Side Scan Sonar (S.S.S.) and a Remotely Operated Vehicle (R.O.V.) have been used to investigate the* Posidonia oceanica *meadow of "Marina di Tarquinia". The results of this survey have been synthetized on a biocenotic map.*

***Key-words:*** *Posidonia oceanica,* Side Scan Sonar, R.O.V, cartography.

## Introduzione

Le praterie di *Posidonia oceanica* (L.) Delile rappresentano uno tra i più importanti e produttivi sistemi nelle aree costiere mediterranee (Augier, 1985; Arata e Diviacco, 1989; Ministero Marina Mercantile - Ispettorato Difesa Mare, 1989). Lungo le coste del Lazio la distribuzione e le condizioni delle praterie di *P. oceanica* non sono uniformi, in quanto vi si trovano sia praterie in buono o discreto stato di salute, sia praterie in regressione o comunque minacciate da fenomeni di degrado (Ardizzone e Belluscio, 1995).

Nonostante il tratto costiero laziale sia stato negli ultimi anni oggetto di ricerche mirate, le notizie fino ad ora disponibili sono di tipo frammentario. Nell'ambito del progetto di mappatura delle praterie di *P. oceanica* promosso e finanziato dall'Ispettorato Difesa Mare del soppresso Ministero della Marina Mercantile è stata analizzata la situazione delle coste laziali. Durante il presente studio, condotto dall'ICRAM, è stata dedicata particolare attenzione alla caratterizzazione della prateria di Marina di Tarquinia.

## Materiali e metodi

Le attività di campo relative al presente studio sono state svolte prevalentemente dal 20.06.'90 al 11.07.'90. Il rilevamento delle praterie di *P. oceanica* è stato effettuato tramite Side Scan Sonar (S.S.S.) (Cuvelier, 1976; Gloux, 1984; Stefanon, 1985) KLEIN 590 tarato su una frequenza di 100 Khz con un range di 200 m per lato, che ha costituito un buon compromesso tra definizione dell'immagine e tempi di attuazione dell'indagine. Le rotte sono state condotte parallelamente alla costa, coprendo il range batimetrico tra 10 e 40 m di profondità. Il posizionamento della nave è stato effettuato per mezzo di G.P.S.. La nave era dotata di sistema di navigazione che consentiva di registrare il punto nave (Fix) sui sonogrammi.

In ausilio alle osservazioni con S.S.S., è stato impiegato un R.O.V. (Remotely Operated Vehicle) ROBERTSON TRITECH SPRINT 101 dotato di telecamera a colori, bussola e profondimetro. Il R.O.V. è stato utilizzato in zone non percorribili dalla nave in condizioni di sicurezza ed ogni qualvolta era necessario "tarare" il segnale del S.S.S in condizioni di dubbia interpretazione. In seguito sono state effettuate una serie di immersioni subacquee con autorespiratore lungo transetti costa-largo nella zona tra le saline e la foce del Fiume Mignone.

La successiva rappresentazione cartografica (Meinesz *et al.*, 1981; Scardi *et al.*, 1989) è stata eseguita in scala 1:10.000 e 1:25.000.

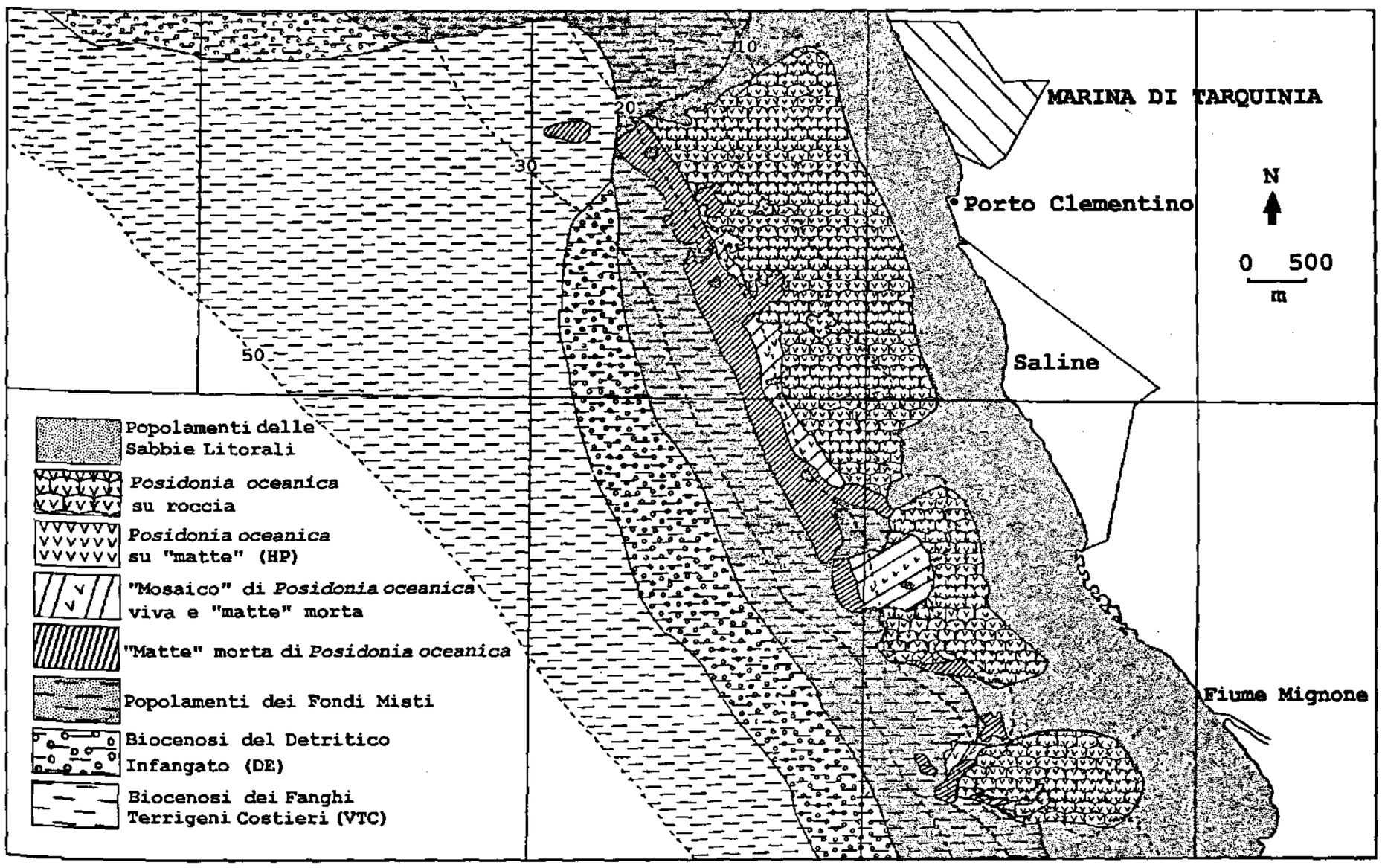
## Risultati e discussione

La prateria di Tarquinia, che si estende sui fondali prospicienti l'abitato omonimo e la zona delle saline per complessivi 6-6,5 Km circa in lunghezza e per circa 2 Km in larghezza, risulta delimitata a ponente dalla foce del Fiume Marta ed a levante da quella del Torrente Mignone per una superficie totale di circa 950 ettari (Fig. 1). La zona è contraddistinta da un substrato roccioso esteso, sul quale la *P. oceanic*a presenta generalmente bassi valori di copertura.

Il limite superiore, posto generalmente tra i 5 ed i 7 m di profondità si avvicina talvolta fino sotto costa, dando origine in alcuni casi a formazioni semiaffioranti. Il limite si allontana dalla costa (circa 400 m) nella zona antistante Tarquinia e nella zona delle saline.

Fig. 1 - Carta della prateria di *P. oceanica* e dei principali popolamenti bentici della zona di Marina di Tarquinia. Per questi ultimi ci si è avvalsi anche dei dati riportati in Chimenz *et al.*, (1995).

P. oceanica *meadow and biocoenotic map of the "Marina di Tarquinia" area. The biocoenotic data have been also obtained from Chimenz* et al., *(1995).*



Oltre l'abitato di Tarquinia, verso sud, si rinviene, a partire da circa 15-18 m di profondità, una zona a mosaico di *P. oceanica* viva e morta che, oltre i -23 m, viene sostituita da una fascia di "matte" morta di 250 m di ampiezza. Le indagini con il R.O.V. eseguite su di un fondale di circa -20 m, hanno permesso di evidenziare nella prateria la presenza di formazioni coralligene e di radure sabbiose con radi ciuffi di *P. oceanica*.

Il limite inferiore della "matte" morta, situato a circa 25 m di profondità, si mantiene per tutta l'estensione della prateria a circa 2 Km dalla riva; solo verso il limite orientale esso si sposta per un breve tratto più a terra, determinando una profonda incisione della prateria. Gli apporti dei corsi d'acqua provenienti dalla zona delle saline hanno generato un canale sabbioso localizzato circa 1 Km prima della foce del Torrente Mignone, diretto perpendicolarmente alla costa e di circa 500 m di ampiezza, che ha diviso la prateria in due porzioni.

I fondali circostanti la prateria sono di tipo prevalentemente sabbioso con una componente di materiale fine, che tende ad aumentare seguendo un gradiente naturale di infangamento progressivo (Chimenz *et al.*, 1995).

## Conclusioni

La prateria di Marina di Tarquinia, la cui porzione più superficiale si sviluppa prevalentemente su substrato roccioso, presenta nel complesso una buona estensione, ma è caratterizzata da un certo stato di degrado soprattutto oltre i 20 m di profondità, dove predomina un mosaico di "matte" viva e morta frammista a formazioni coralligene sparse sul fondo.

I risultati ottenuti nel corso di questa indagine hanno trovato conferma nelle osservazioni di Ardizzone e Belluscio (1995), sebbene tali autori segnalino la minore presenza di formazioni rocciose presso il limite superiore, rispetto a quelle evidenziate dall'esame dei nostri sonogrammi. Fusco (1961) segnala una zona di roccia mista ad alghe, che possiede più o meno le dimensioni della prateria attuale ma leggermente più estesa nella parte nord-occidentale.

Tali informazioni possono presupporre la presenza di fenomeni regressivi che hanno interessato la prateria in oggetto, estremamente diffusi anche in altre parti del litorale laziale (Ardizzone e Migliuolo, 1982).

Non si conoscono con esattezza le cause di degrado della prateria di Tarquinia, ma l'evidente e progressivo peggioramento dello stato della prateria è da imputare probabilmente all'apporto dei corsi d'acqua ed agli effetti di attività antropiche lungo la costa, che quasi sicuramente hanno determinato la frammentazione di una striscia di prateria che un tempo doveva estendersi ininterrotta almeno fino a Civitavecchia.

## Bibliografia

ARATA P., DIVIACCO G. (1989) - Importanza delle praterie di *Posidonia oceanica* nel sistema marino costiero e degli interventi per la loro salvaguardia. *Acqua Aria*, **5**: 555-571.

ARDIZZONE G.D., BELLUSCIO A. (1995). - Le praterie di *Posidonia oceanica* delle coste laziali. In: *Il mare del Lazio. Indagine e studi sul Mar Tirreno prospiciente le coste della Regione Lazio.* Convenzione Regione Lazio. Università degli studi di Roma "La Sapienza": 194-217.

ARDIZZONE G.D., MIGLIUOLO A. (1982) - Modificazioni di una prateria di *Posidonia oceanica* (L.) Delile del medio Tirreno sottoposta ad attività di pesca a strascico. *Naturalista sicil.*, S.IV, VI, **3** (Suppl.): 509-515.

AUGIER H. (1985) - L'herbier à *Posidonia oceanica*, son importance pour le littoral méditerranéen, sa valeur comme indicateur biologique de l'état de santé de la mer, son utilisation dans la surveillance du milieu, les bilans écologiques et les études d'impact. *Vie Mar.*, **7**: 85-113.

CHIMENZ GUSSO C., TARAMELLI RIVOSECCHI E., GRAVINA M.F. (1995) - I popolamenti bentonici delle coste laziali. In: *Il mare del Lazio. Indagini e studi sul Mar Tirreno prospiciente le coste della Regione Lazio.* Convenzione Regione Lazio. Università degli Studi di Roma "La Sapienza": 145-193.

CUVELIER M. (1976) - Surveillance en temps réels de l'évolution des herbiers: nouvelle méthode de recensement des herbiers par cartographie au sonar latéral. *C.I.E.S.M., III Journ. d'étude des pollutions*: 191-193.

FUSCO N. (1961) - Il fondo del mare da Capo Circeo a Capo Miseno con annessa carta da pesca n.3. Ministero Marina Mercantile, Roma.

GLOUX B. (1984) - Méthodes acoustiques et informatiques appliquées à la cartographie rapide et détaillée des herbiers. In: Boudouresque C.F., Jeudy de Grissac A., Olivier J. (eds), *International Workshop Posidonia oceanica Beds*, GIS Posidonie pubbl., **1**: 45-48.

MEINESZ A., CUVELIER M., LAURENT R. (1981) - Méthodes récentes de cartographie et de surveillance des herbiers de phanérogames marines. Leur application sur les côtes francaises de la Méditerranée. *Vie Milieu*, **31** (1): 27-34.

MINISTERO MARINA MERCANTILE - ISPETTORATO DELLA DIFESA DEL MARE (1989) - Mappatura delle praterie di *Posidonia oceanica.* Stato dell'arte. Vol.1 Relazione Snamprogetti S.p.a. Ecologia, Studi ambientali Fano: 1-199.

SCARDI M., FRESI E., ARDIZZONE G.D. (1989) - Cartographic representation of sea-grass beds: application of a stochastic interpolation technique (kringing). *II International Workshop Posidonia oceanica Beds*, GIS Posidonie pubbl., **2**: 19-27.

STEFANON A., (1985) - Marine sedimentology through modern acoustical methods: I. Side Scan Sonar. *Boll. Oceanogr. Teor. Appl.*, **3** (1): 3-28.

Biol. Mar. Medit. (1999), 6 (1): 500-503

A. LAZZERETTI, P. NICOLOSI*, A. VOLIANI

ARPAT, Sez. Regionale G.E.A., Via dell'Ambrogiana, 2 - 57127 Livorno, Italia.
*Museo di Storia Naturale del Mediterraneo, Livorno, Italia.

# ANALISI DEI CONTENUTI STOMACALI DEL CORMORANO *PHALACROCORAX CARBO SINENSIS* NEGLI STAGNI DI ORISTANO (SARDEGNA, ITALIA)

# *STOMACH CONTENTS ANALYSIS OF THE CORMORANT* PHALACROCORAX CARBO SINENSIS *IN THE ORISTANO LAGOONS (SARDINIA, ITALY)*

***Abstract***

*Complete or partially digested fish as well as otoliths, proceeding from the stomach contents of 190 cormorants (*Phalacrocorax carbo sinensis, *Aves, Pelecaniformes), were analized. It is stated that the anchovy is numerically predominant in the gut contents, while Mugilidae represent around the 90 % in weight of the preys.*

***Key-words:*** *Cormorant, stomach contents, Sardinia lagoons.*

## Introduzione

Negli ultimi anni si e' verificato un forte incremento di cormorani appartenenti alla sottospecie continentale *Phalacrocorax carbo sinensis*, sia come numero di coppie nidificanti nelle regioni del Nord Europa, che del numero di individui svernanti nell'area mediterranea. Nel 1995 in Italia sono stati censiti quasi 50.000 individui svernanti (Baccetti *et al.*, 1997).

Il presente lavoro si inserisce in un'ampia indagine effettuata dall'Istituto Nazionale della Fauna Selvatica, a partire dal dicembre 1995, nel complesso degli stagni oristanesi, dove le presenze di cormorani registrate in tale periodo hanno raggiunto il 30% del totale nazionale.

Questo studio si è reso possibile in seguito al recupero di un certo numero di esemplari abbattuti a scopo dissuasivo tra il 6 e il 21 dicembre 1995 al fine di ridurre l'impatto del cormorano sulle attività di pesca ed itticoltura locali (Cherubini *et al.*, 1996).

## Materiali e metodi

L'analisi dei contenuti stomacali è stata condotta su un campione di 190 stomaci estratti dagli uccelli abbattuti. Le prede sono state identificate fino al più basso livello tassonomico possibile, rilevando inoltre alcuni parametri (lunghezza totale, lunghezza standard, peso, lunghezza degli otoliti, ecc.), utili nella successiva analisi di valutazione sulla composizione della dieta.

Per il riconoscimento degli otoliti e' stata utilizzata una collezione di confronto, è stata effettuata una comparazione con gli otoliti estratti dai pesci interi rinvenuti negli stomaci ed infine è stato consultato del materiale bibliografico (Harkonen, 1986).

Per stimare la composizione ponderale della dieta, sono state utilizzate diverse metodologie a seconda delle specie e delle condizioni dei resti analizzati: nel caso

dei pesci integri è stata calcolata la media dei pesi delle prede rinvenute per ogni specie; nel caso degli otoliti o di resti incompleti, i pesi sono stati stimati dalle informazioni ricavate dai pesci integri o utilizzando dati bibliografici. In particolare per i Mugilidi sono stati stimati i parametri della relazione tra la lunghezza massima degli otoliti ed il peso del pesce, tramite regressione lineare. Questa correlazione ha consentito di risalire al peso complessivo dei Mugilidi predati calcolando il peso medio delle prede in base alle lunghezze degli otoliti con minor grado di erosione (Cherubini e Mantovani, 1997) trovati negli stomaci. Nel caso dei generi *Atherina* e *Aphanius* e per la famiglia Sparidae, il peso medio considerato per il calcolo della composizione ponderale della dieta tramite l'uso degli otoliti, è stato quello ricavato dal campione complessivo dei pesci rinvenuti integri negli stomaci. Per i generi *Engraulis* e *Sardina* e per la famiglia Gobidae sono stati utilizzati dati reperiti in bibliografia o ancora inediti (Volponi, 1994; Mantovani, 1997).

Allo scopo di dare un ordine di importanza ai taxa predati, è stato utilizzato il coefficiente alimentare Q, ottenuto come prodotto tra le percentuali in numero e peso delle prede (Addis *et al.*, 1995).

## Risultati

Sui 190 stomaci analizzati, 133 sono stati considerati non vuoti, in quanto contenenti pesci interi o parzialmente digeriti, oppure materiale in avanzato stato di digestione, resti ossei od otoliti. Complessivamente sono state identificate 2191 prede appartenenti a 11 famiglie. La famiglia Engraulidae è la piu' rappresentata con 982 esemplari, tutti identificati sulla base del riconoscimento degli otoliti, mentre in termini di individui identificati da pesci interi o parzialmente digeriti, la famiglia Mugilidae è quella con il maggior numero di esemplari (Tab. 1).

Tab. 1 - Composizione numerica (N) e ponderale (P) dei taxa predati suddivisi in base al metodo di determinazione (pesci integri o parzialmente digeriti e otoliti) e coefficiente alimentare (Q).

*Numeric (N) and weight (P) composition of the diet. Two different categories of the preyed taxa are listed: fish (pesci) and otoliths (oto).*

| Taxa | N (pesci) | N (oto.) | N Tot. | % | P (pesci) | P (oto.) | P tot. | % | Q |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Mugilidae | 300 | 445 | 745 | 34.0 | 8351 | 13039 | 21390 | 88.7 | 3015.0 |
| *Engraulis* | 0 | 982 | 982 | 44.8 | 0 | 1100 | 1100 | 4.6 | 204.4 |
| *Atherina* | 72 | 298 | 370 | 16.9 | 86 | 358 | 444 | 1.8 | 31.1 |
| Gobidae | 3 | 60 | 63 | 2.9 | 24 | 270 | 294 | 1.2 | 3.5 |
| Sparidae | 6 | 3 | 9 | 0.4 | 177 | 78 | 255 | 1.1 | 0.4 |
| Cyprinidae | 3 | 0 | 3 | 0.1 | 600 | 0 | 600 | 2.5 | 0.3 |
| *Syngnathus* | 4 | 0 | 4 | 0.2 | 2 | 0 | 2 | 0.0 | 0.0 |
| *Sardina* | 0 | 3 | 3 | 0.1 | 0 | 15 | 15 | 0.1 | 0.0 |
| *Aphanius* | 8 | 2 | 10 | 0.5 | 7 | 2 | 9 | 0.0 | 0.0 |
| *Symphodus* | 1 | 0 | 1 | 0.0 | 4 | 0 | 4 | 0.0 | 0.0 |
| *Trachinotus* | 1 | 0 | 1 | 0.0 | 12 | 0 | 12 | 0.0 | 0.0 |
| Totale | 398 | 1793 | 2191 | 100 | 9261 | 14862 | 24123 | 100 | 100 |

La retta di regressione calcolata per i Mugilidi tra il logaritmo della lunghezza degli otoliti (L.oto.) ed il logaritmo del peso dei pesci corrispondenti (P) è risultata la seguente:

log (P) = -1.72 + 4.079 * log (L.oto.)

La famiglia Mugilidae costituisce quasi il 90% in peso dei pesci predati. Il valore di Q mostra che la famiglia Mugilidae ed il genere *Engraulis* sono prede preferenziali del cormorano nell'oristanese, mentre il genere *Atherina* risulta preda secondaria; tutti gli altri taxa sono da considerare prede occasionali in quanto il valore di Q risulta minore di 20.

Dalla Tabella 2 si evince che, tra i Mugilidae, la specie più abbondante è *Liza ramada*, della quale viene fornita anche la distribuzione di frequenza delle taglie (Fig. 1).

Tab. 2 - Numero, composizione percentuale, peso medio e deviazione standard nei mugilidi identificati.

*Number, percent composition, average weight and standard deviation in the identified mugilids.*

| | Numero | % | Peso medio | D.S. |
|---|---|---|---|---|
| *Liza* sp. | 36 | | 15,6 | 24,69 |
| *Liza aurata* | 12 | 8,3 | 22,1 | 11,43 |
| *Liza ramada* | 112 | 77,8 | 19,2 | 15,16 |
| *Liza saliens* | 7 | 4,9 | 13,7 | 3,79 |
| *Mugil cephalus* | 13 | 9,0 | 89,4 | 81,83 |
| Mugilidae ind. | 120 | | 34,3 | 62,76 |
| Totale | 300 | | 26,1 | 41,6 |

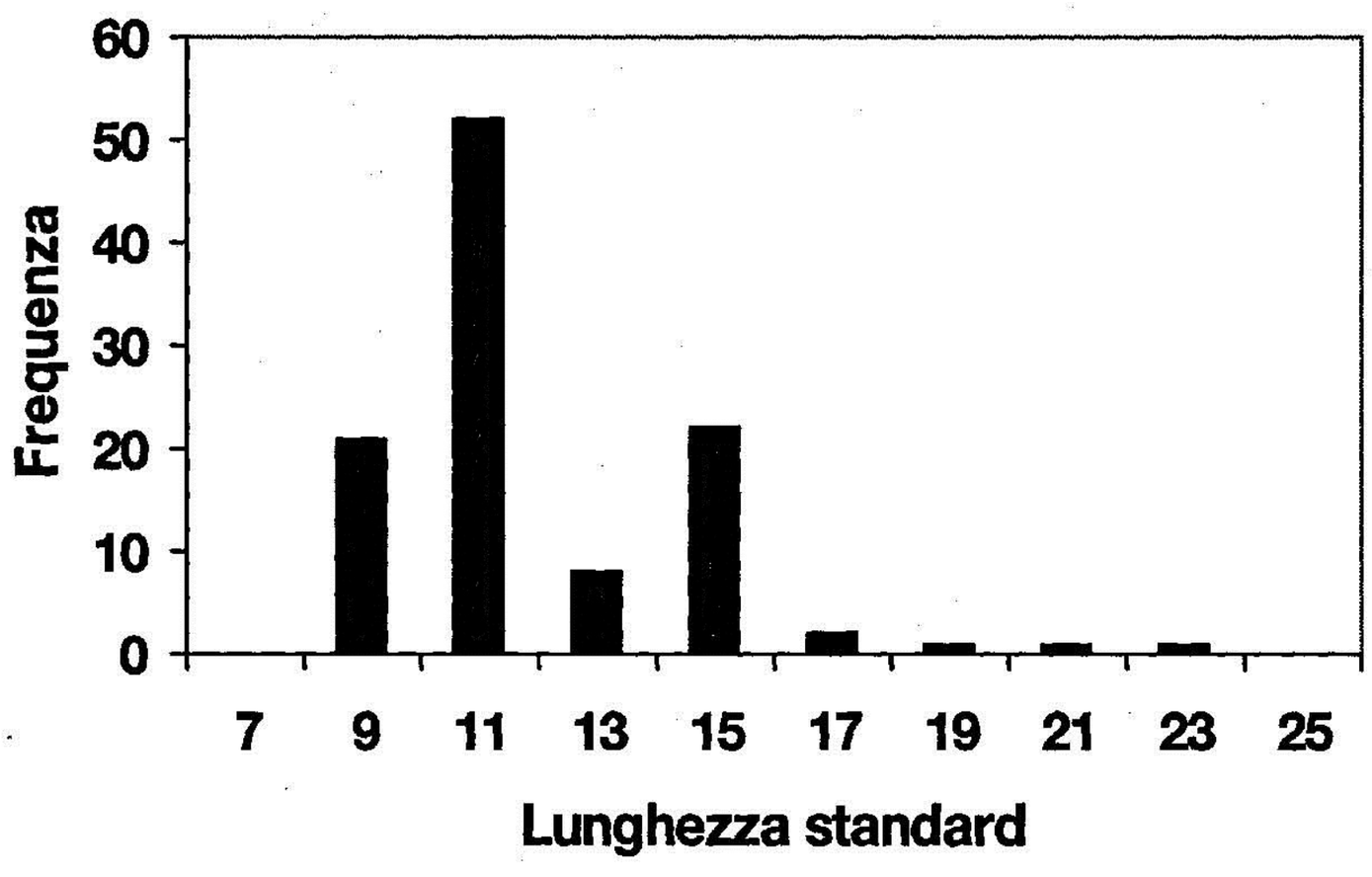



Fig. 1 - Distribuzione delle frequenze di taglia negli esemplari predati di *Liza ramada*.

*Size distribution in the preyed specimens of* Liza ramada.

## Conclusioni

Lo studio della dieta del cormorano mediante l'analisi dei contenuti gastrici consente di superare alcuni dei limiti emersi dalle analisi delle sole borre, permettendo di raggiungere un livello sistematico più elevato e di ottenere informazioni più accurate sulle misure biometriche delle prede grazie all'analisi dei pesci integri o parzialmente digeriti (Carss, 1997). Infatti sono state individuate 4 famiglie di pesci (Syngnathidae, Cyprinidae, Labridae e Carangidae) non risultate dalla sola analisi degli otoliti ed inoltre è stato possibile determinare la composizione specifica della famiglia Mugilidae.

Il fatto che la predazione avvenga prevalentemente a carico di Mugilidae, Engraulidae e, in minor misura, Atherinidae, può risultare utile per tentare di quantificare la mortalità causata dal cormorano su tali specie ittiche di interesse commerciale. In queste valutazioni occorre però tener presente che almeno una parte delle prede può essere stata catturata in mare, come ad esempio le acciughe, le sardine e la leccia stella, ed inoltre che non è da escludere l'ipotesi che i cormorani predino più facilmente esemplari meno vitali in quanto parassitati (Mantovani, 1997).

### Bibliografia

ADDIS P., CUCCU D., DAVINI M.A., FOLLESA M.C., MURENU M., SABATINI A., CAU A. (1995) - Incidenza del comportamento alimentare di *Phalacrocorax carbo sinensis* (Blumenbach, 1798) sulle produzioni ittiche in alcune lagune sarde. *Biol. Mar. Medit.*, **2** (2): 69-75.

BACCETTI N., CHERUBINI G., SANTOLINI R., SERRA L. (1997) - Cormorant wintering in Italy: numbers and trends. *Suppl. Ric. Biol. Selv.*, INFS, Bologna, **26**: 363-366.

CARSS D.N. (1997) - Techniques for assessing cormorant diet and food intake: towards a consensus view. *Suppl. Ric. Biol. Selv.*, INFS, Bologna, **26**: 197-230.

CHERUBINI G., GRATTAROLA A., SERRA L. (1996) - Risultati preliminari di un'indagine effettuata sui cormorani abbattuti nel Dicembre 1995 negli stagni oristanesi: struttura della popolazione, biometria, dieta. In: IVRAM e APM, Regione Autonoma della Sardegna: 24 pp.

CHERUBINI G., MANTOVANI R. (1997) - Variability in the results of diets assessment by using indices for otoliths digestion. *Suppl. Ric. Biol. Selv.*, INFS, Bologna, **26**: 239-246.

HARKONEN T. (1986) - *Guide to otoliths of the bony fishes of the Northeast Atlantic*. Danbiu ApS., Hellerup, Denmark: 256 pp.

MANTOVANI R. (1997) - Nuovi elementi sulla dieta del cormorano negli stagni oristanesi. In: IVRAM e APM, Regione Autonoma della Sardegna: 27 pp.

VOLPONI S. (1994) - *Ecologia del cormorano* Phalacrocorax carbo *sinensis (Aves, Pelecaniformes) nel delta del Fiume Po*. Tesi di Dottorato di Ricerca, Univ. di Ferrara.

Biol. Mar. Medit. (1999), 6 (1): 504-507

A. Modica, G. Rivas, R. Polimeni, S. Cannata, G. La Bella*

CEOM - Centro Oceanologico Mediterraneo, Via Libertà, 37 - 90139, Palermo, Italia.
*ENI S.p.A. Divisione AGIP - Unità OPEG, S. Donato Milanese, Milano, Italia.

# VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI ACUTI E SUB-ACUTI INDOTTI DALLE ATTIVITÀ DI PROSPEZIONE SISMICA SU ADULTI E LARVE DI ORGANISMI MARINI. DATI PRELIMINARI

# *ACUTE AND SUB-ACUTE EFFECTS OF AIR-GUN EMISSIONS ON EGGS, LARVAE AND ADULTS OF SELECTED MARINE ORGANISMS. PRELIMINARY DATA*

***Abstract***

*This study summarize the preliminary results coming from field investigation carried out in 1996 with the support of the R/V "OGS Explora", whose aim was the assessment of the acute and sub-acute effects of air-gun emission on eggs, larvae and adults of selected marine organisms. The tests were performed using air-gun with different volumes (6, 3, 1.5 and 0.3 liters) and locating the samples - constituted by Fish (*D. labrax, S. aurata, S. pilchardus, P. flesus*), Molluscs (*S. officinalis, L. vulgaris, M. galloprovincialis, P. jacobeus, Clamys *spp.*) and Crustacean (*M. crispata*) - at various distances from the source (1, 3 and 5 m). Data collected indicate that, a few meters from emission, the signal shows an attenuation that does not determine damages to organisms, with particular reference to adults. Effects on eggs and larvae indicate for Loligo and Sparus, a incidence of mortality only in case of extreme closeness to emission source (< 3m).*

***Key-words:*** *Air-gun, noise, marine organisms, acute and sub-acute effects.*

## Introduzione

Per la prima volta in Mediterraneo, l'Agip ha finanziato nel 1996 un'ampia ricerca volta a valutare gli effetti indotti dalle onde acustiche prodotte dalle attività di esplorazione petrolifera *off-shore* mediante *air-gun* sui vari stadi di sviluppo degli organismi marini (La Bella *et al.*, 1996; Modica *et al.*, 1998). Gli studi sono stati condotti mediante l'esecuzione di test in mare a bordo della N/R "OGS Explora", su adulti, larve e uova dei principali Taxa: Pesci (*D. labrax, S. aurata, S. pilchardus, P. flesus*), Molluschi (*S. officinalis, L. vulgaris, M. galloprovincialis, P. jacobeus, Clamys* spp.) e Crostacei (*M. crispata*). I diversi esemplari sono stati sottoposti alle sollecitazioni indotte dallo scoppio di diversi volumi di *air-gun* ed in particolare: 6 l per gli adulti a varie distanze dalla sorgente e 3, 1.5 e 0.3 l a 1, 3 e 5 m dalla sorgente per le uova e le larve. Contestualmente sono state caratterizzate le intensità e le frequenze del rumore prodotto, per cercare di correlare la comparsa di un effetto ad un dato livello di disturbo.

## Materiali e metodi

Per lo studio è stato messo a punto un sistema costituito da 1-2 *air-gun* disposti secondo lo schema riportato in Modica e La Bella, 1998. Al fine di simulare il caso di maggiore esposizione, i campioni sono stati sottoposti a due scoppi consecutivi, distanziati di circa 15 secondi, che corrispondono al tempo di passaggio dell'*array* su un punto fisso situato lungo la traiettoria di un transetto effettuato alla velocità media di una nave sismica.

Il test su organismi adulti di *D. labrax, P. flesus, S. officinalis, C. gallina, P. aurea, M. galloprovincialis, Chlamis spp., P. jacobeus e M. crispata,* è stato condotto energizzando con un *array* composto da 2 cannoni da 3 litri ciascuno (≡ 360 $i^3$), ponendo in un unico test le singole specie a distanze comprese tra 1 e 10 m dalla sorgente di emissione. Prima di effettuare l'esperimento sono stati conteggiati e rimossi gli eventuali individui morti a seguito della loro cattura, trasporto e dopo un periodo di acclimatazione di circa 24 ore. In particolare, 14 adulti di Passera e 35 di Seppia sono stati posizionati in 2 gabbie metalliche di 2x2x1,5 m poste sul fondale ad 8 m dalla sorgente di energizzazione, mentre una gabbia contenente la specie pelagica *Sardina pilchardus* - previamente catturata mediante reti da circuizione - è stata sospesa di fianco alla stessa (Fig. 1a). Parallelamente 12 Capesante, un lotto di Canestrelle (17 individui di *Chlamis glaber*, 10 di *Chlamis opercularis* e 6 di *Chlamis varia*) e 4 Granceole (fra cui una femmina ovigera) sono stati posizionati a distanze comprese tra 5 e 10 m e una resta di mitili adulti è stata sospesa a circa 10 m di distanza. Entro 24 ore dallo scoppio, tutte le gabbie sono state recuperate, gli esemplari trasferiti in una vasca con acqua corrente e mantenuti sotto osservazione per altre 24 ore.

Per la sperimentazione su larve e uova sono state reperite: ≡ 20.000 larve di Spigola (età 7 gg); ≡ 10.000 uova di Spigola in fase di schiusa; ≡ 2.000 larve di Orata di 20 gg di età; ≡ 500 uova di Calamaro; ≡ 200 uova di Seppia; un migliaio di uova di Granceola. Dopo 48 ore di acclimatazione condotta su diversi contenitori di circa 40-50 litri mantenuti sulla nave sotto areazione forzata, tutti gli esemplari sono stati suddivisi in vari lotti di campione e controllo. Pochi minuti prima del test un lotto di ciascuna specie é stato quindi chiuso in un contenitore in PET e posto in un cestello a 1, 3 e 5 m dai cannoni (Fig. 1b). Sui campioni immediatamente raccolti

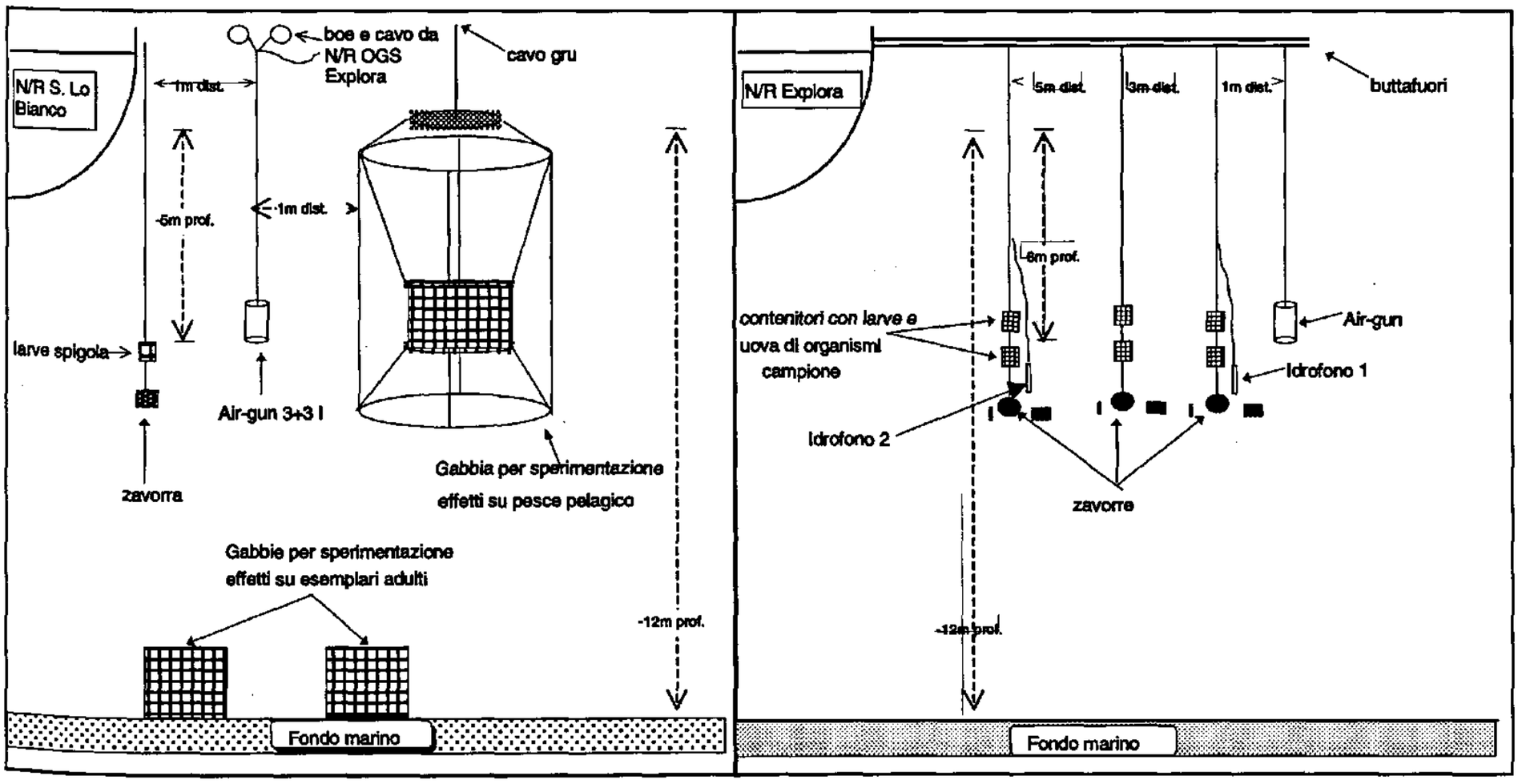



Fig. 1 - Schema metodologico dei test condotti mediante sorgente fissa per la verifica degli effetti acuti e sub-acuti dell'*air-gun* su adulti (a) e uova e larve (b) di varie specie marine.

*Methodological scheme of tests carried out with fixed source for the assessment of acute and sub-acute effects of air-gun on adults (a) and eggs and larvae (b) on different organisms.*

dopo il test è stata verificata l'eventuale mortalità riscontrabile entro 1 ora e prelevata una quota di campione che é stata fissata in formalina al 4%. In laboratorio è stata successivamente verificata l'eventuale presenza di danni o alterazioni a carico di: struttura scheletrica, organi interni, vescica natatoria. Un'ulteriore quota di alcuni campioni di uova e larve, unitamente ai rispettivi controlli, è stata infine stabulata in acquario per il monitoraggio sia della schiusa (uova Granceola, Seppia e Calamaro), che dello sviluppo larvale (Spigola ed Orata).

Il sistema di rilevamento e registrazione della segnale acustica degli *air-gun*, progettato e costruito appositamente per questa ricerca, è costituito da due idrofoni ad alta resistenza meccanica, due attenuatori con *driver*, due cavi subacquei, un ricevitore a due canali, un registratore DAT, un PC con SW per riprodurre il segnale e campionarlo nella scala dei tempi. L'analisi del segnale è stata fatta con SW Mat Lab. Come si osserva in Figura 1b, gli impulsi acustici emessi dai cannoni sono stati registrati su due idrofoni, posti rispettivamente ad 1 e 5 m di distanza dalla sorgente.

## Discussione e conclusioni

I dati quali-quantitativi delle indagini condotte, pur non essendo esaustivi, rappresentano una base per la comprensione della potenziale influenza che l'onda d'urto generata dall'*air-gun* può avere sui vari stadi di sviluppo di alcune delle specie economicamente più importanti del Mediterraneo. I dati rilevati dagli idrofoni hanno evidenziato che l'energia dell'impulso per la minima distanza è condensata entro i 50 Hz, anche se lo spettro si estende fino ai 200 Hz. L'impulso principale ha un valore di picco all'idrofono 1 di 229.5 dB//µPa (cannoni da 3 l), mentre il segnale sull'idrofono 2, pur mostrando una durata uguale, presenta un valore sensibilmente più basso (221.64 dB//µPa), evidenziando in generale un'attenuazione media (tra i tre volumi considerati) di circa 8-10 dB/µPa in 4 m, valore che diventa pari a circa 14 dB/µPa a 10 m di distanza.

In letteratura viene riportato come valore di "soglia" (anche se relativo a sorgenti costituite da dinamite e non *air-gun*) tra il semplice disturbo e la possibile incidenza di alterazioni o danni ad organismi, il valore di circa 224 dB/µPa rilevato ad 1 metro di distanza (pari ad una *Source Level* di 232-233 dB/µPa - Goertner, 1978; Wiley *et al.*, 1981). Bisogna infine considerare che l'intensità acustica diminuisce in modo inversamente proporzionale al quadrato della distanza.

L'esposizione di organismi adulti all'*air-gun*, nelle configurazioni utilizzate a distanze di 7-10 m, non ha mai causato mortalità, anche di singoli individui, in nessuna delle specie considerate. Non è stata neppure registrata mortalità a seguito delle operazioni di recupero e trasferimento degli organismi in vasca.

D'altronde questi organismi raramente potrebbero venirsi a trovare così vicino alla sorgente nella pratica di prospezione con *air-gun* sia nel caso di esposizione ai singoli cannoni che all'intero *array* (Azzali *et al.*, 1998). In singoli casi (per le sardine) sono state evidenziate talune alterazioni ad organi interni in individui tenuti in gabbia nelle immediate vicinanze della sorgente (2-4 m).

Uova e larve della maggior parte delle specie utilizzate mostrano una scarsa o assente relazione tra perturbazione indotta dallo scoppio dei 3 volumi di cannoni impiegati e induzione di mortalità immediata o presenza di danni o alterazioni al normale sviluppo, durante la successiva fase di monitoraggio. Solo nel caso dell'Orata e del Calamaro, sono evidenti sensibili variazioni nella mortalità, nel tasso di schiusa e nel corretto sviluppo di organi (con differenze statisticamente

significative tra campione e controllo: P>0.05), a seguito dell'esposizione alla distanza minore (1 m per il Calamaro ed 1 e 3 m per Orata) ed al volume maggiore (3 l). Per Spigola, Seppia, e Granceola non sono state infine rilevate differenze significative nella mortalità alle 3 distanze.

## Bibliografia

AZZALI M., RIVAS G., MODICA A., PANZERI A. (1998) - Quantitative assessment of interactions between seismic shooting activities and small pelagic fish in middle Adriatic Sea. XXXV$^{th}$ Congr. CIESM, Dubrovnik, 1-5/06/1998. *Rapp. Comm. Int. Mer Medit.*, **35** (2): 368-369.

GOERTNER, J.F. (1978) - Dynamical model for explosion injury to fish. Naval Surface Weapon Center, White Oak Lab. *Techn. Rep., NWSC/WO2/TR76-155*: 136 pp.

LA BELLA G., CANNATA S., FROGLIA C., MODICA A., RATTI S, RIVAS G. (1996).- First assessment of effects of air-gun seismic shooting on marine resources in Middle Adriatic Sea. *Proceed. III Int. Conf. on Health, Safety & Environ. in Oil and Gas E&P.*, **1**: 227-237.

MODICA A., LA BELLA G. (1998) - Caratterizzazione dei rumori emessi durante le attività di ricerca ed estrazione di idrocarburi in Adriatico. XXVIII Congr. SIBM. Trani 26-31/05/1997. *Biol. Mar Medit.*, **5** (2): 818-821.

MODICA A., CANNATA S., CEFFA L., FRASCARI F., FROGLIA C., CREMA R. and RIVAS G. (1998) - Environmental impact assessment of AGIP off-shore Exploration and Production activities in the Mediterranean. Results synthesis of field investigation carried out between 1986 and 1995. 9$^{th}$ Int. Symp. on Envir. Poll. and Impact on life in Medit. Region. MESAEP. 4-9/10/1997. *Fres. Envir. Bull. In stampa.*

WILEY, M.L., GASPIN, J.B., and GOERTNER, J.F. (1981) - Effects of underwater explosions on fish with a dynamic model to predict fish kill. *Ocean. Sci. Eng.*, **6**: 223-84.

Biol. Mar. Medit. (1999), 6 (1): 508-509

L. Piazzi, E. Balestri*, M. Magri

Dipartimento di Scienze dell'Uomo e dell'Ambiente, Università di Pisa, Via Volta 6 - 56126 Pisa, Italia.
*C.I.B.M. Livorno, Italia.

# STUDIO PRELIMINARE DEGLI EFFETTI DI ALCUNI REGOLATORI DI CRESCITA SU TRAPIANTI DI *POSIDONIA OCEANICA* (L.) DELILE

# A PRELIMINARY STUDY ON THE EFFECTS OF SOME PLANT GROWTH REGULATORS ON *POSIDONIA OCEANICA* (L.) DELILE TRANSPLANTS

***Abstract***

*A pilot experiment was conducted to evaluate the effects of some growth regulators on the development of transplants of the marine phanerogam* Posidonia oceanica *(L.) Delile. After one year, rhizome growth was significatively higher in transplants treated with NAA 0.2 mg $l^{-1}$, while no significant effects on the number of roots and survival were found.*

***Key-words:*** Posidonia oceanica, *transplants, plant growth regulators.*

## Introduzione

Alcuni esperimenti finalizzati alla restaurazione dei fondali marini mediante trapianto di talee di *Posidonia oceanica* (L.) Delile sono stati recentemente intrapresi nel settore nord-occidentale del Mediterraneo (Molenaar *et al.*, 1993; Molenaar e Meinesz, 1995). I risultati di questi esperimenti indicano che tale tecnica può rivestire un ruolo importante nell'ambito di progetti di recupero della fascia costiera. Tuttavia, alcuni aspetti di tale metodica richiedono ulteriori approfondimenti; tra questi riveste un'importanza preponderante l'ottenimento di più elevati tassi di sopravvivenza e di accrescimento delle talee. A tale scopo è stato recentemente sperimentato l'impiego di trattamenti esogeni ormonali (Munõz, 1995)

Nel presente lavoro, condotto nell'ambito di un progetto di recupero di un'area costiera degradata, è stato valutato l'effetto dell'applicazione di alcuni fitoregolatori e di un disinfettante sullo sviluppo *in situ* di trapianti di *P. oceanica*.

## Materiali e metodi

L'esperimento è stato condotto in una area costiera situata alla profondità di 10 metri, in prossimità del centro abitato di Rosignano Solvay. Il fondale è costituito da *matte* morta di *Posidonia oceanica* colonizzata da un popolamento algale fotofilo. Il materiale vegetativo destinato al trapianto è stato prelevato nel settembre 1995 alla stessa profondità nell'adiacente prateria a *Posidonia oceanica*. Le talee sono state ottenute da rizomi plagiotropi lunghi 10 cm dalla zona di taglio al punto di crescita della prima radice. Dopo l'eliminazione delle radici, le talee sono state trattate e fissate a griglie metalliche con maglie di 1 cm, di 44 x 60 cm (12 talee per griglia), quindi trasportate in mare e ancorate al fondo mediante chiodi in ferro lunghi 30 cm. Le talee sono state pretrattate con nonilfenolo, un bagnante adesivante tensioattivo (Agral, Solplant), e successivamente immerse per 10 secondi in soluzioni contenenti un fungicida cicatrizzante (triodimefon, Bayleton SK, Bayern Italia) e due fitoregolatori quali l'acido indolobutirrico (IBA), alle concentrazioni di 0.5

mg $l^{-1}$ e 1.5 mg $l^{-1}$, e l'acido naftilacetico (NAA), alle concentrazioni di 0.2 mg $l^{-1}$ e 0.4 mg $l^{-1}$. I trattamenti erano i seguenti: controllo, solo bagnante (B), solo fungicida (F), B + F, B + F + IBA 0.5 mg $l^{-1}$, B + F + IBA 1.5 mg $l^{-1}$, B + F + NAA 0.2 mg $l^{-1}$, B + F + NAA 0.4 mg $l^{-1}$. Per ogni trattamento è stata utilizzata una griglia e ciascun trattamento è stato replicato tre volte. Dopo un anno dall'inizio dell'esperimento, è stata calcolata la percentuale di sopravvivenza dei trapianti, la lunghezza media dei rizomi ed il numero medio di radici per trapianto. I dati sono stati analizzati mediante analisi della varianza ad una via. Per discriminare tra i trattamenti è stato utilizzato il test (HSD) di Tukey. L'omogeneità delle varianze è stata verificata mediante il test di Cochran.

## Risultati

Dopo un anno dall'inizio dell'esperimento, le talee hanno mostrato una sopravvivenza media del 94.9 ± 4.0 %. L'incremento medio della lunghezza dei rizomi è risultato pari al 23.1 ± 7.0 % ed il numero medio di radici per talea è stato di 3.1 ± 0.9. L'analisi della varianza non ha mostrato differenze significative tra trattamenti e controllo per quanto riguarda la sopravvivenza e la radicazione, mentre l'accrescimento è risultato superiore nei trapianti trattati con 0.2 mg $l^{-1}$ NAA ($F_{2,6} = 77.79$, $p < 0.005$) ed IBA ($F_{2,6} = 8.06$, $p = 0.0019$).

## Discussione e conclusioni

L'acido indolobutirrico e l'acido naftilacetico sono i prodotti attualmente più utilizzati per aumentare la capacità rizogena di talee di specie arbustive (Bazzocchi *et al.*, 1993). I dati finora riportati evidenziano una rilevante variabilità di risposta nelle specie trattate per quanto rigurda le dosi ottimali d'impiego. In genere, l'IBA accelera lo sviluppo dell'apparato radicale, mentre l'NAA ha azione meno specifica. L'effetto di alcuni fitoregolatori è stato recentemente studiato in laboratorio sulla fanerogama marina *Cymodocea nodosa* (Ucria) Ascherson (Munõz, 1995). I risultati di tale esperimento hanno mostrato l'effetto dell'acido giberellico (G3) sull'accrescimento del rizoma della fanerogama, mentre non è stato riscontrato alcun effetto di auxine e citokinine. Il presente studio, da ritenere preliminare, ha dimostrato gli effetti di IBA e NAA sull'accrescimento del rizoma di *Posidonia oceanica*, mentre nessun effetto è stato riscontrato sulla capacità rizogena. Tuttavia, a causa del basso numero di repliche, tali risultati necessitano di un successivo riscontro. Inoltre, andrà valutata l'importanza di alcuni parametri, quali la stagione di trapianto, i tempi di esposizione e le concentrazioni dei fitoregolatori impiegati.

**Ringraziamenti**

Si ringrazia la società Solvay & C.ie per il supporto fornito nello svolgimento dello studio.

**Bibliografia**

BAZZOCCHI R., GIORGIONI M.E., MARGOTTI A. (1993) - Impiego degli ormoni nella radicazione delle talee. *L'Informatore Agrario,* **36**: 62-64.

MOLENAAR H., MEINESZ A., CAYE G. (1993) - Vegetative reproduction in *Posidonia oceanica*. Survival and development in different morphological types of transplanted cuttings. *Bot. Mar.*, **36**: 481-488.

MOLENAAR H, MEINESZ A. (1995) - Vegetative reproduction in *Posidonia oceanica*: survival and development of transplanted cuttings according to different spacings, arrangements and substrates. *Bot. Mar.*, **38**: 313-322.

MUÑOZ J. T. (1995) - Effects of some plant growth regulators on the growth of seagrass *Cymodocea nodosa* (Ucria) Ascherson. *Aquat. Bot.*, **51**: 311-318.

Biol. Mar. Medit. (1999), 6 (1): 510-513

G. SARÀ, A. PUSCEDDU*, A. MAZZOLA, M. ARMENI*, M. FABIANO**

Dipartimento di Biologia Animale, Università di Palermo, Via Archirafi, 18 - 90123 Palermo, Italy.
*Cattedra di Ecologia, Università di Ancona, Italy.
**Istituto Scienze Ambientali Marine, Università di Genova, Italy.

# BIOPOLYMERIC ORGANIC CARBON IN THE SEDIMENTS OF THE MARSALA LAGOON: PRELIMINARY RESULTS

## *CARBONIO ORGANICO BIOPOLIMERICO NEI SEDIMENTI DELLO STAGNONE DI MARSALA: RISULTATI PRELIMINARI*

***Abstract***

*The composition of the sedimentary biopolymeric organic carbon and the related role of microphytobenthic biomass, investigated during a one-year period in the Marsala lagoon (Mediterranean Sea), revealed that the study area receives low inputs of primary organic matter from micro-algae. The contribution of primary organic carbon to the sedimentary biopolymeric fraction of organic matter was very low (on annual average 2.2%) suggesting that a large of the sedimentary organic matter originated from sources different from micro-algae. The presence of very large amounts of biopolymeric organic carbon dominated by structural carbohydrates suggests that this peculiar environment behave as a detrital "trap".*

***Key-words:*** *biopolymeric organic carbon, sediment, microphytobenthos, lagoons.*

## Introduction

Although a universally accepted methodology to assess the labile fraction of sedimentary organic matter does not exist yet, in recent years a great attention has been paid to the nutritional value of sediment organic matter assessed by means of its biochemical composition. Among these studies the determination of carbohydrate, lipid and protein carbon (widely reported in the literature as biopolymeric organic carbon, Fichez, 1991) has been reported as a suitable method to estimate the fraction potentially available for sediment ingesting organisms (Fabiano and Danovaro, 1994; Fabiano *et al.*, 1995; Danovaro, 1996). In this paper the biochemical composition of the sediment organic matter and the related role of microphytobenthic biomass have been studied during a one-year period in the Marsala lagoon in order to gather information on the origin and fate of organic detritus.

## Material and methods

A series of sediment samples was collected monthly between June 1993 and May 1994 at four stations in the Marsala Lagoon (Fig. 1). Three replicate cores per station and period were collected by inserting PVC tubes (i.d. 4.7 cm) in the sediments. The top 0-1 cm layer of each core, used for analyses of total carbohydrates, proteins, lipids and photosynthetic pigments was frozen at –20 °C until analyses.

After sediment sonication in deionized water (3 min, Branson Sonifier 2200) total lipids (LIP), carbohydrates (CHO) and proteins (PRT) were determined according to Fabiano *et al.* (1995). Lipid, carbohydrate and protein were converted into carbon equivalents using 0.75, 0.40 and 0.49 gC $g^{-1}$ as conversion factors, respectively (Fabiano e Pusceddu, 1998). The biopolymeric fraction of carbon (C-

BPF) was defined as the sum of carbohydrate, protein and lipid carbon (Fabiano *et al.*, 1995). Analyses of chlorophyll a (Chla) and phaeopigments (Phaeo) were carried out according to Plante-Cuny (1974) and microphytobenthic carbon calculated by using a conversion factor of 40 (De Jonge, 1980).

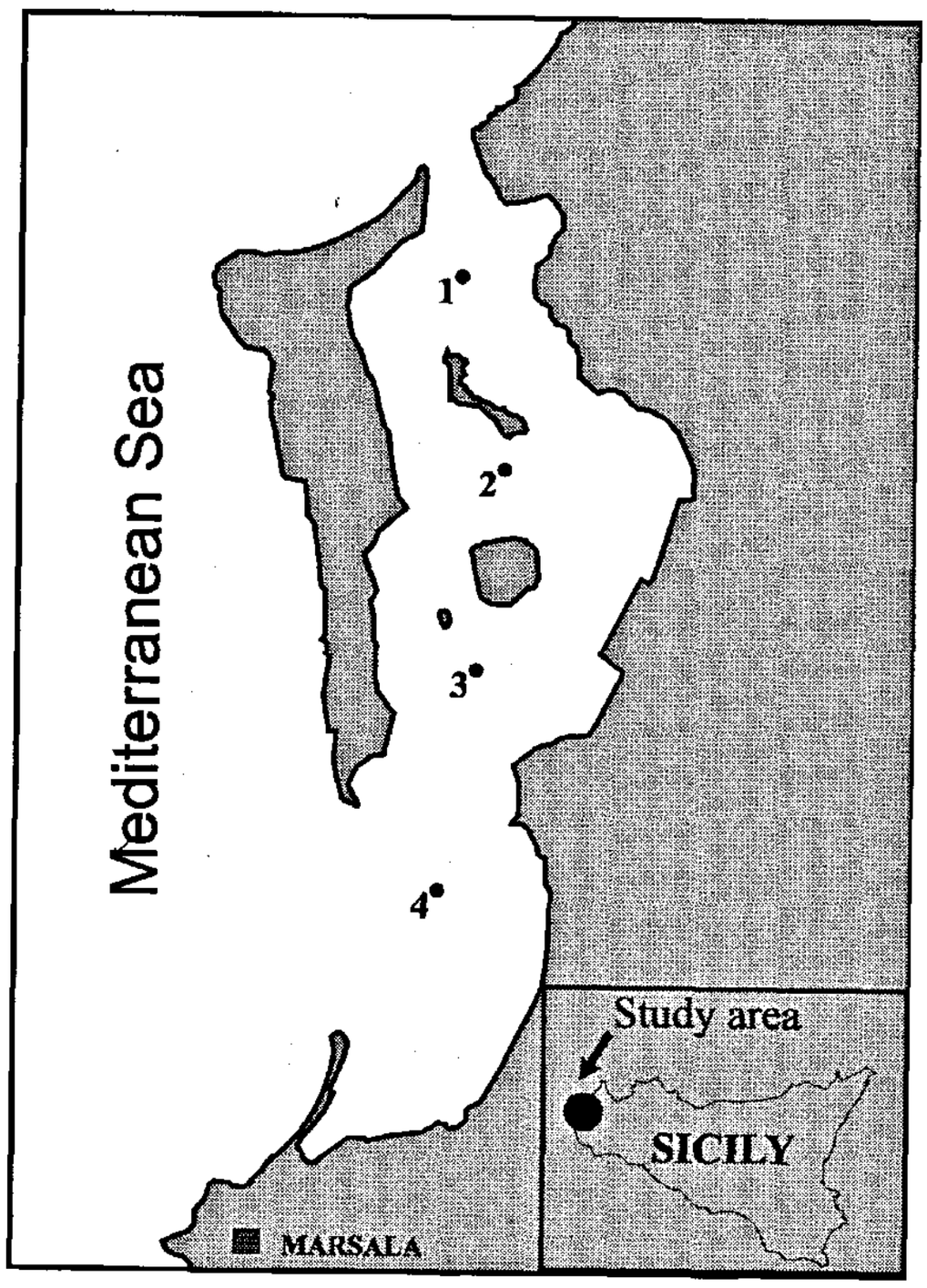



Fig. 1 - Sampling site and station location.
*L'area di campionamento e localizzazione delle stazioni.*

## Results and discussion

Chlorophyll-a annual average concentration in the study area was 3.1 μg $g^{-1}$. September 1993 and February-March 1994 appeared to be the accumulation periods (Fig. 2). The chlorophyll-a concentrations reported in the study area, when compared to other enclosed marine basins or Mediterranean coastal lagoons, indicate that this system, although extremely rich in organic detritus, receives low inputs of primary organic matter from micro-algae. In fact, the contribution of primary organic carbon to the sedimentary biopolymeric fraction of organic matter was extremely low (on annual average 2.2%), being 30 times lower than values encountered in the oligotrophic Ligurian Sea (Fabiano *et al.*, 1995).

In the sediments of the Marsala lagoon, the three main biochemical classes of organic compounds showed the highest concentrations never reported in the literature. The biochemical composition showed the dominance of carbohydrates (on average 51.2%) followed by proteins (39.0%) and lipids (9.8%) indicating a

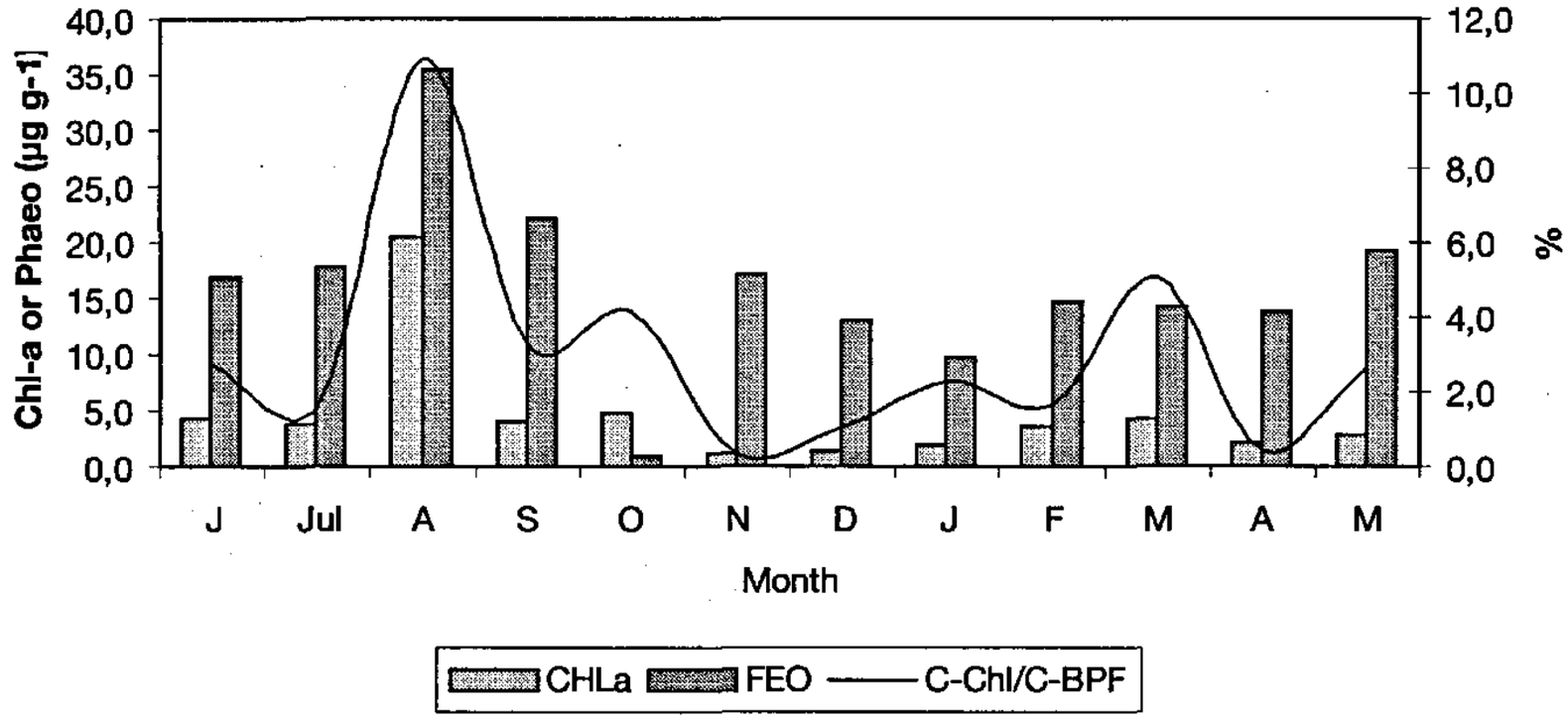



Fig. 2 - Seasonal changes in chlorophyll-a (Chl-a), phaeopigments (Phaeo) and microphytobenthic contribution to the sedimentary biopolymeric carbon in the Marsala lagoon. Illustrated are temporal patterns of mean values between station.

*Variazioni stagionali nelle concentrazioni di clorofilla-a (Chl-a) feopigmenti (Phaeo) e del contributo microfitobentonico al carbonio organico biopolimerico nei sedimenti dello Stagnone di Marsala. Sono illustrate le variazioni temporali dei valori mediati sulle quattro stazioni.*

highly refractory composition of sediment organic matter. The lack of significant seasonal changes (Fig. 3) of all the investigated biochemical parameters might suggest that the Marsala lagoon is a "pulsing" environment in which no clear primary production temporal patterns may be identified. In addition, previous studies (Pusceddu *et al.*, 1997) indicated that both resuspension and sedimentation processes in the Marsala lagoon could be invoked as major factors affecting organic matter content in the sediment. In fact, refractory carbohydrates mainly originating

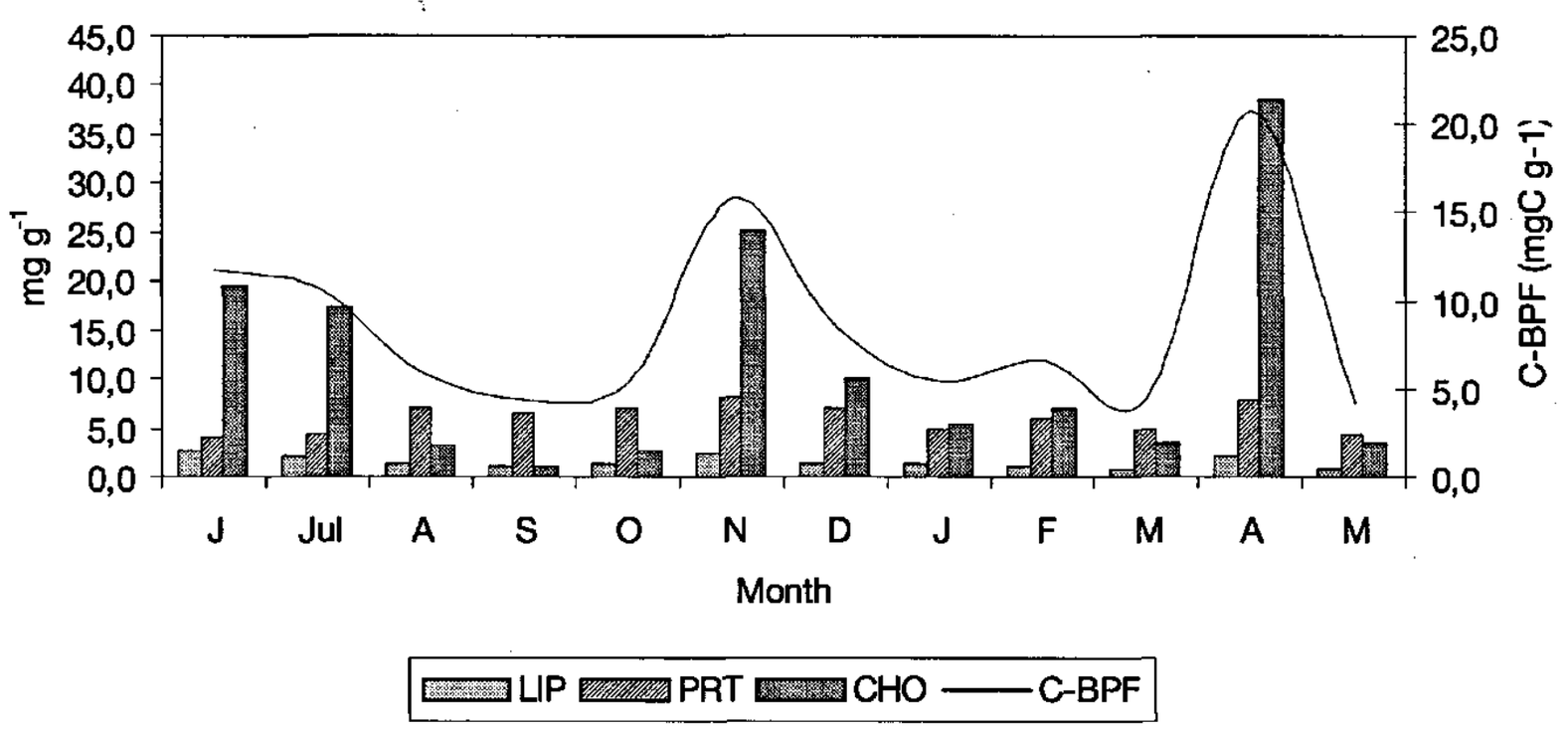



Fig. 3 - Seasonal changes in the composition of sediment biopolymeric organic carbon in the sediments of the Marsala lagoon. Illustrated are temporal patterns of mean values between station of total carbohydrates (CHO), proteins (PRT), lipids (LIP) and their sum expressed in carbon equivalents (C-BPF).

*Variazioni stagionali della composizione del carbonio organico biopolimerico nei sedimenti dello Stagnone di Marsala. Sono illustrate le variazioni temporali dei valori mediati dalle quattro stazioni di carboidrati (CHO), proteine (PRT) e lipidi (LIP) e della loro somma espressa in equivalenti di carbonio (C-BPF).*

from the seagrass *Posidonia oceanica* dominated the deposited OM in the southern area (sedimentation prevailing). By contrast, protein-rich particles dominate in the suspended pool in the northern area (resuspension prevailing; Sarà *et al.*, 1995). The presence of large amounts of sediment OM and the dominance of carbohydrates over proteins and lipids, suggest that this peculiar environment behaves probably as a detrital "trap" in which the large gross primary production of macro-algae and sea-grasses, not directly available to benthic consumers, tends to accumulate.

**References**

DANOVARO R. (1996) - Detritus-bacteria-meiofauna interactions in a seagrass bed (*Posidonia oceanica*) of the NW Mediterranean. *Mar. Biol.*, **127**: 1-13.

FABIANO M., PUSCEDDU A. (1998) - Total and hydrolizable particulate organic matter (carbohydrates, proteins and lipids) at a coastal station in Terra Nova Bay (Ross Sea, Antarctica). *Polar Biol.*, **19**: 125-132.

FABIANO M., DANOVARO R. (1994) - Composition of organic matter in sediments facing a river estuary (Thyrrhenian Sea): relationships with bacteria and microphytobenthic biomass. *Hydrobiologia*, **277**: 71-84.

FABIANO M., DANOVARO R., FRASCHETTI S. (1995) - A three-year time series of elemental and biochemical composition of organic matter in subtidal sediments of the Ligurian Sea (northwestern Mediterranean). *Cont. Shelf Res.*, **15**: 1453-1469.

FICHEZ R. (1991) - Composition and fate of organic matter in submarine cave sediments: implications for the biogeochemical cycle of organic carbon. *Oceanol. Acta.*, **14**: 369-377.

JONGE V.E. DE (1980) - Fluctuations in the organic carbon to chlorophyll *a* ratios for estuarine benthic diatom populations. *Mar. Ecol. Progr.*, Ser. 2: 345-353.

PLANTE-CUNY M. R. (1974) - *Evaluation par spectrophotométrie des teneurs en chlorophyll-a fonctionelle er en phaeopigments des substrates meubles marins*. O.R.S.T.O.M. Nosy-Bé: 45 pp.

PUSCEDDU A., SARÀ G., MAZZOLA A., FABIANO M. (1997) - Relationships between suspended and sediment organic matter in a semi-enclosed marine system: the Stagnone di Marsala sound (Western Sicily). *Water Air Soil Poll.*, **99**: 343-352.

SARÀ G., PUSCEDDU A., MAZZOLA A., FABIANO M. (1995) - Variazioni della composizione biochimica del materiale organico particellato nello Stagnone di Marsala (Sicilia occidentale): osservazioni preliminari. *Biol. Mar. Medit.*, **2** (2): 127-129.

Questa ricerca è stata effettuata con fondi Murst (ex 40%)

Biol. Mar. Medit. (1999), 6 (1): 514-520

F. VIGNES, A. FIOCCA, P. SAMMARCO, G. MAGAZZÙ*

Laboratorio di Biologia Marina, Dipartimento di Biologia, Università di Lecce,
Via Prov.le Lecce-Monteroni - 73100 Lecce, Italia.
*ISEC-CNR, Lesina, Foggia, Italia.

# CICLO ANNUALE DELLE CARATTERISTICHE CHIMICO-FISICHE E TROFICHE DEL LAGO ALIMINI GRANDE (LECCE)

## *ANNUAL CYCLE OF CHEMICAL-PHYSICAL AND TROPHIC CHARACTERISTICS OF "ALIMINI GRANDE" LAKE (LECCE)*

***Abstract***

*In this work a preliminary analysis of the chemical-physical (temperature, salinity and nutrient salts) and biological (chlorophyll a) data collected monthly at eight fixed sampling stations during an one year observation period (October 1996-September 1997) in "Alimini Grande" (Puglia, Italy) lake is presented.*

*All the measured parameters seem to be strongly affected by meteo-climatic conditions probably due to the small expanse (1,3 Km²) and depth (2,5 m) of the Lake. A larger variability of the parameters studied is observed in the "Traugnano" marsh situated in the northern part of the Lake. A bivariate correlation analysis suggests a possible dependence of nutrient salt concentration in "Alimini Grande" lake on terrestrial freshwater supply. According to values of phosphorus and chlorophyll a, this lake could be classified as a mesoaline, oligo-mesotrophic environment.*

***Key-words:*** *Alimini, brackish, nutrient, Chl* a.

## Introduzione

Il lago Alimini Grande è un bacino di acqua salmastra situato a circa 38 Km a sud di Lecce e a 7 Km a nord di Otranto (Lat. N,. tra 18°26'30" e 18°26'40"; Long. E., tra 40°09'54" 40°13'20") sul litorale Adriatico della penisola salentina. Ha una superficie di 1,3 Km², la profondità media è di circa 2,5 m e la profondità massima nella zona centrale di 3,5 m. Si tratta di un ecosistema salmastro costiero separato dal Mare Adriatico da una stretta striscia di dune sabbiose e comunicante con esso tramite un canale lungo 150 m. Alimini Grande è collegato con il lago Alimini Piccolo tramite un canale lungo 1500 m denominato lo "Strittu". Alimini Piccolo è ad un livello più alto rispetto a quello di Alimini Grande, (Marano *et al.,* 1974) per cui lo scambio di acqua fra i due laghi avviene unidirezionalmente da Alimini Piccolo ad Alimini Grande.

Altri apporti di acqua dolce derivano dal canale Zuddeo, che sfocia sulla sponda di NW e dalla palude di Traugnano situata nella zona più settentrionale; entrambi convogliano le acque di drenaggio delle campagne circostanti nel lago Alimini Grande (Fig. 1). In questo lavoro si è cercato di estendere e aggiornare, mediante lo studio dei parametri chimico-fisici e biologici, la conoscenza dello stato trofico di Alimini Grande.

## Materiali e metodi

In base alle caratteristiche idrologiche del lago Alimini Grande sono state fissate 8 stazioni di rilevamento (Fig. 1). Lo studio ha previsto dei campionamenti mensili con inizio in ottobre 1996 e termine in settembre 1997.

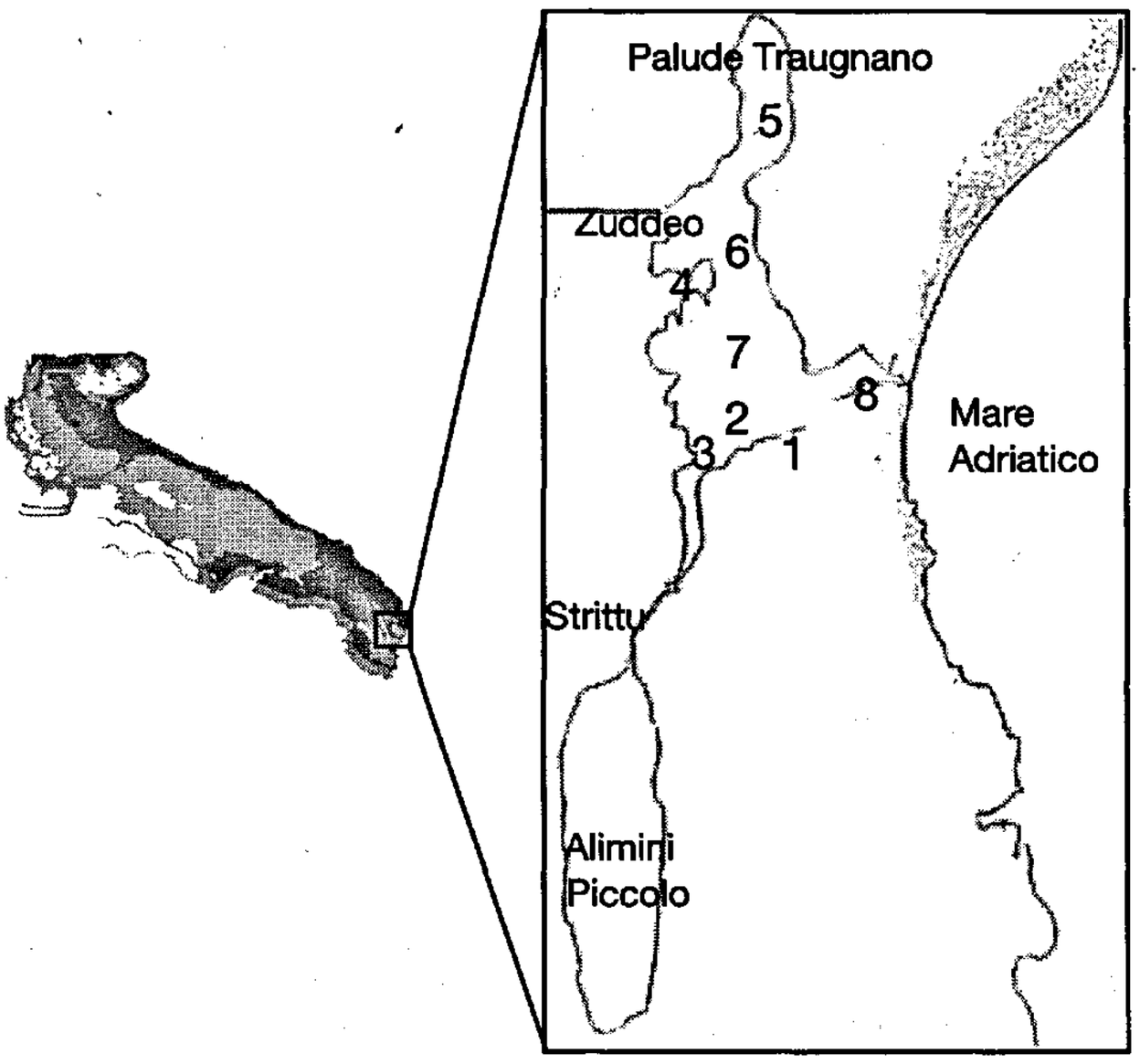



Fig.1 - I Laghi Alimini. I numeri nel Lago Alimini Grande indicano le stazioni di campionamento.
*The Alimini lakes. Figures in "Alimini Grande" lake indicate the sampling stations.*

I campioni di acqua per l'analisi dei parametri chimico-fisici, dei nutrienti e della biomassa sono stati prelevati con bottiglia di Niskin munita di termometro elettronico (SIS), raccolti in bottiglie di PET, trasportati in contenitori refrigerati in laboratorio e filtrati su filtri Whatmann GF/F (0,45µm). Nel corso delle operazioni di campionamento sono stati rilevati i parametri meteorologici, le condizioni del lago e la temperatura dell'acqua e dell'aria.

La salinità è stata determinata con un salinometro da laboratorio (Guildline, Autosal mod. 8400B), utilizzando per la standardizzazione Standard SeaWater (IAPSO). Per la determinazione dell'ossigeno è stato utilizzato il metodo di Winkler (1888). Il pH è stato determinato per via potenziometrica con un pH-metro Mettler Toledo mod. check mate 90.

Per i nutrienti di N, P, Si sono state seguite le procedure descritte da Strickland e Parsons (1972), ad esclusione dello ione ammonio che è stato determinato secondo Aminot e Chaussepied (1983), impiegando per la lettura della D.O. uno spettrofotometro Perkin-Elmer 330.

La stima quantitativa dei pigmenti clorofilliani è stata effettuata utilizzando il metodo spettrofluorimetrico (Yentsch e Menzel, 1963; fluorimetro Shimadzu RF-1501 $\lambda_{Ecc.}$= 431 nm, $\lambda_{Em.}$=667 nm).

## Risultati

In Fig. 2a è illustrato l'andamento della temperatura nelle 8 stazioni di campionamento confrontato con l'andamento corrispondente della temperatura dell'aria (linea continua). Nel corso dell'anno si notano oscillazioni tra i valori

minimi di 10,7-11 °C in dicembre e gennaio e i valori massimi di 28,3-28,4 °C in giugno e luglio. Per tutto il periodo di osservazione non sono state riscontrate significative variazioni di temperatura lungo la colonna d'acqua, fatta eccezione per il breve periodo più freddo compreso tra dicembre e gennaio.

I diversi afflussi di acque dolci dai corpi idrici circostanti rendono l'andamento della salinità più disomogeneo nei vari punti del Lago. La salinità media nel corso dell'anno varia intorno a 27 PSU (Fig. 2b), con ampie variazione che vanno da un minimo di 2,7 registrato in gennaio nella palude di Traugnano (stazione 5 nel ramo settentrionale del Lago) a valori massimi prossimi a quelli del mare adiacente di 35,79 in agosto.

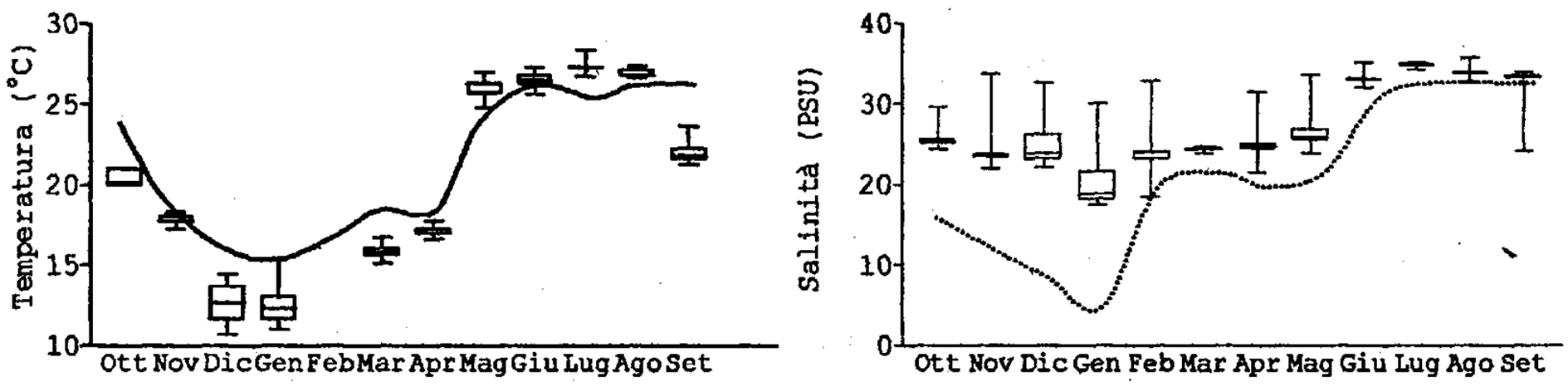



Fig. 2 - Andamento temporale della distribuzione dei valori di temperatura (a) e salinità (b) nei diversi punti di campionamento del Lago Alimini Grande. La linea continua in (a) indica l'andamento della temperatura atmosferica. La linea tratteggiata in (b) indica l'andamento della salinità nella stazione 5.

*Time course of temperature (a) and salinity (b)values distribution at different sampling stations in Alimini Grande lake. The continuous line in (a) represents the time course of atmospheric temperature. The dotted line in (b) represents the time course of salinity at station 5.*

Dall'analisi del diagramma TS, riportato in Fig. 3, è evidenziabile una drastica diminuzione della densità delle acque del Lago nel periodo compreso tra novembre e gennaio. Ciò è imputabile, soprattutto, alla diminuzione di salinità delle acque superficiali dovute alla diluizione esercitata dagli apporti meteorici. Nel periodo estivo (maggio-agosto) si nota invece un'evidente omeotermia che rende le acque dell'intero corpo idrico ben miscelate. Un andamento piuttosto anomalo è quello evidenziato dalla palude di Traugnano che presenta valori di salinità più bassi rispetto alla media del Lago con differenze più marcate nel periodo che va da ottobre a febbraio.

Nel lago Alimini Grande lo ione ammonio (Fig. 4a) presenta un andamento piuttosto uniforme durante tutto l'anno di osservazione, ad eccezione del periodo primaverile in cui si osserva un aumento della concentrazione con un massimo di 16,18 μM nel mese di luglio. La stazione 5 presenta quasi costantemente valori medi superiori a quelli rilevati nel resto del lago con un massimo a maggio di 15,21 μM. Le concentrazioni di nitriti (Fig. 4b) non superano valori di 2 μM, con un massimo di concentrazione a ottobre di 1,50 μM e un minimo a settembre di 0,02 μM. L'andamento della stazione 5 non si discosta dalle altre stazioni del Lago, ad eccezione dei mesi di massima piovosità (da ottobre a gennaio). In

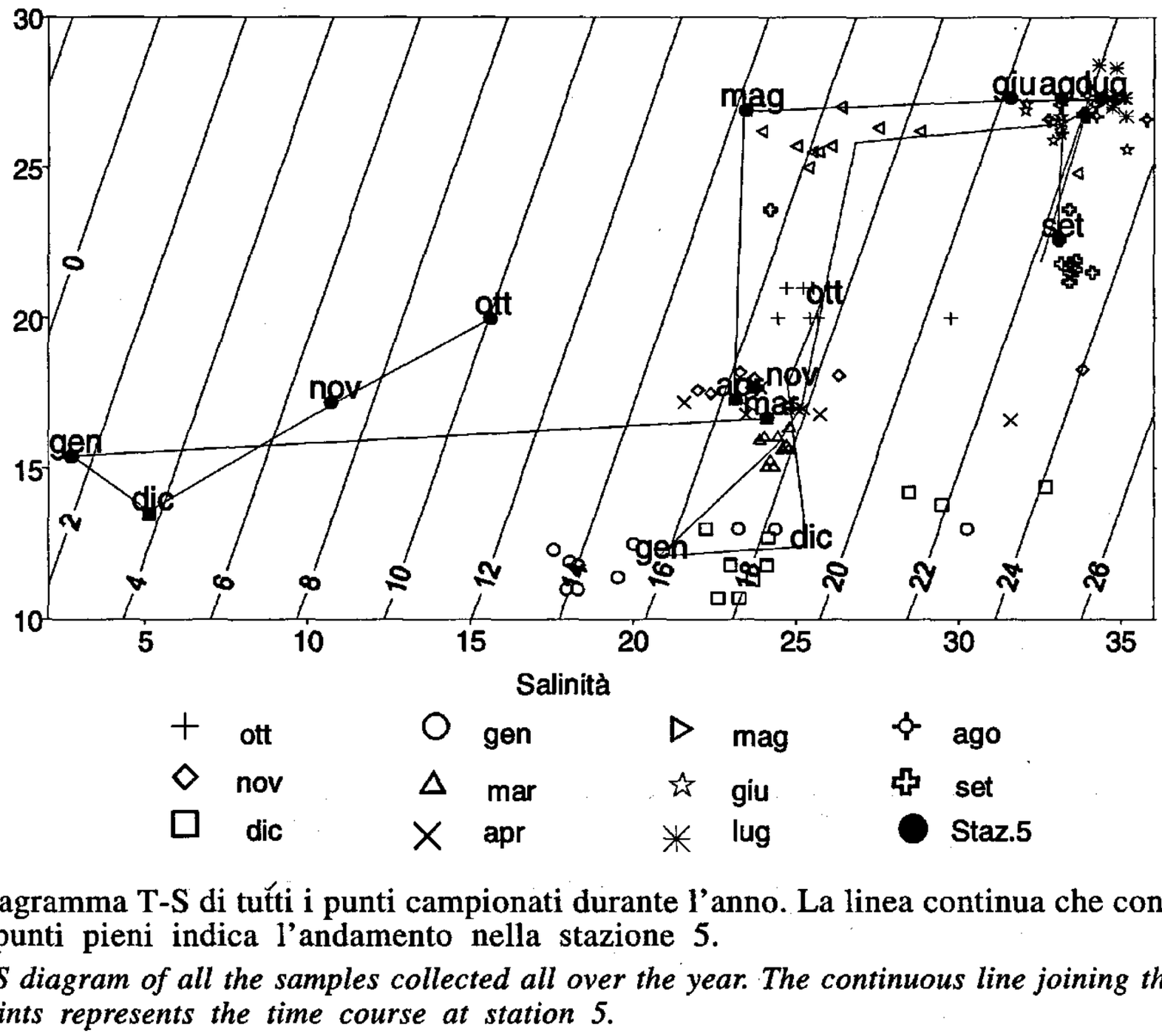



Fig 3 - Diagramma T-S di tutti i punti campionati durante l'anno. La linea continua che congiunge i punti pieni indica l'andamento nella stazione 5.

*T-S diagram of all the samples collected all over the year. The continuous line joining the filled points represents the time course at station 5.*

ogni caso, i nitriti rappresentano la forma di azoto che offre il contributo meno rilevante alla concentrazione dell'azoto totale inorganico. Per quanto concerne i nitrati, (Fig. 4c) è possibile notare come questi oscillino tra valori medi compresi tra 9,85 µM a luglio e 58,73 µM a dicembre con un minimo, registrato a novembre, di 0,80 µM e un massimo di 95,68 µM nel mese di aprile. Anche per questo nutriente si osserva come la stazione 5 si discosti notevolmente sino al mese di febbraio con valori sempre molto superiori al resto del lago. Il fosforo inorganico (Fig. 4d) è in assoluto l'elemento meno abbondante fra i nutrienti con valori che non superano mai i 0,6 µM. A causa delle basse concentrazioni in qualunque stazione campionata non è possibile evidenziare un preciso andamento stagionale. Il silicio (Fig. 4e) è particolarmente abbondante fino a gennaio, con valori della media del Lago superiori a 40 µM, mentre nella stazione 5 durante la stagione piovosa (da novembre a febbraio) i valori di silicio oscillano tra 87,14 e 131,48 µM. Nella stagione secca (da marzo a settembre) invece, i valori della stazione 5 sono sostanzialmente confrontabili con quelli della media del Lago. L'andamento della clorofilla *a* (Fig. 4f) presenta concentrazioni mediamente prossime ai 5 µg/l, ad eccezione del periodo febbraio-maggio in cui si osservano valori di biomassa prossimi ad 1 µg/l. Nei mesi successivi la biomassa raggiunge i valori più alti del periodo di osservazione. La stazione 5 segue un andamento abbastanza conforme al resto del Lago ad eccezione del mese di giugno in cui si osserva il valore massimo di 11,9 µg/l.

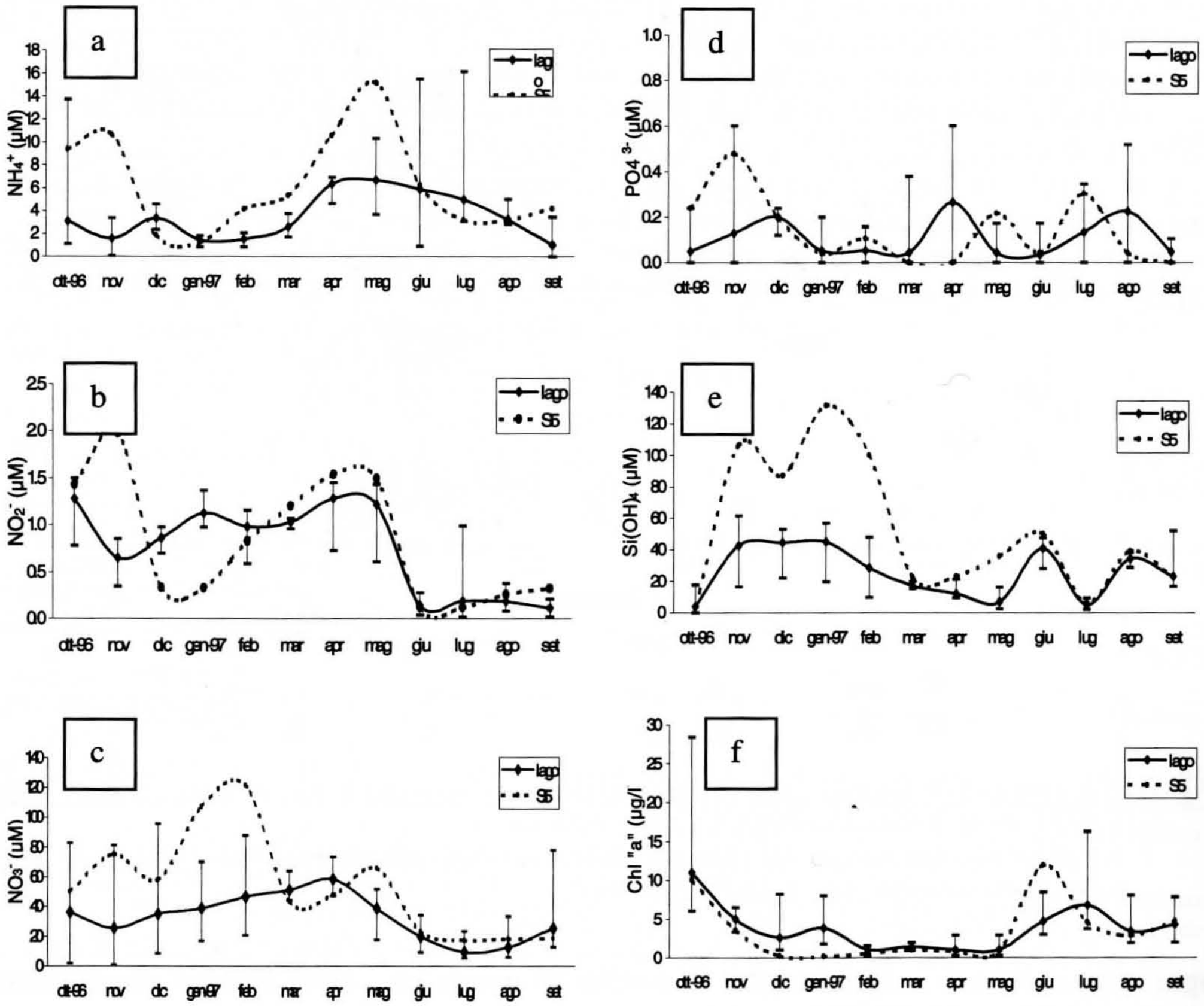



Fig. 4 - Andamento temporale della concentrazione dei sali di ammonio (a), dei nitriti (b), dei nitrati (c), del fosforo disciolto (d), dei silicati (e) e della clorofilla *a* (f) nel lago Alimini Grande (linea continua con barre di minimo e massimo). La linea tratteggiata indica l'andamento nella stazione 5.

*Time course of ammonium salt (a), nitrite (b), nitrate (c), dissolved phosphorus (d), silicate (e) and chlorophyll a (f) concentrations in Alimini Grande lake (continuous line with minimum-maximum bar). The dotted line represents the time course at station 5.*

## Discussione e conclusioni

Allo scopo di chiarire ulteriormente le caratteristiche chimico-fisiche e biologiche del Lago Alimini Grande, è stata effettuata un'analisi della correlazione bivariata utilizzando i dati ottenuti nell'intero ciclo di campionamento.

In Tab.1 è riportata la matrice di correlazione tra i vari parametri indicante il numero di coppie di valori esaminati (N), il coefficiente di correlazione (r) e il livello di significatività della correlazione (P). Esiste una correlazione positiva tra temperatura e salinità, mentre l'ossigeno è correlato negativamente con questi ultimi parametri. Il consistente apporto di nutrienti da parte dei diversi affluenti al Lago Alimini Grande è confermato dall'alto numero di correlazioni che si possono riscontrare tra parametri chimici e fisici. I sali di $NO_2^-$, $NO_3^-$ e Si dipendono strettamente e in relazione inversa dalla salinità, costituendo così dei buoni indicatori dell'afflusso di acqua dolce nel lago.

| | Sal. | $O_2$ | pH | $N\text{-}NH_4^+$ | $N\text{-}NO_2^-$ | $N\text{-}NO_3^-$ | $P\text{-}PO_4^{3-}$ | Si | Chl *a* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Temp. | N=116<br>r=0.6878<br>P<0.0001 | N=112<br>r=-0.6207<br>P<0.0001 | N =109<br>r=-0.1449<br>P=0.1336 | N =117<br>r=0.3037<br>P=0.0008 | N =117<br>r=-0.5146<br>P<0.0001 | N =117<br>r=-0.4340<br>P<0.0001 | N =117<br>r=-0.0480<br>P =0.6171 | N =117<br>r =-0.334<br>P=0.0002 | N=114<br>r=0.2442<br>P=0.0093 |
| Sal. | | N =124<br>r=-0.3980<br>P<0.0001 | N =120<br>r=0.2125<br>P=0.0214 | N =129<br>r=0.053<br>P=0.5485 | N =129<br>r=-0.6584<br>P<0.0001 | N =129<br>r=-0.6678<br>P<0.0001 | N =129<br>r=-0.0317<br>P=0.7263 | N =129<br>r=-0.4948<br>P<0.0001 | N =126<br>r=0.3042<br>P=0.0005 |
| $O_2$ | | | N =116<br>r=0.1216<br>P=0.1936 | N =125<br>r=-0.3568<br>P<0.0001 | N =125<br>r=0.2567<br>P=0.0037 | N =125<br>r=0.2560<br>P=0.0037 | N =125<br>r=-0.0656<br>P=0.4839 | N =125<br>r=0.2947<br>P=0.0008 | N =122<br>r=-0.3349<br>P=0.0001 |
| PH | | | | N =121<br>r=-0.2698<br>P=0.027 | N =121<br>r=-0.2576<br>P=0.044 | N =121<br>r=-0.3664<br>P<0.0001 | N =121<br>r=0.0830<br>P=0.3681 | N =121<br>r=0.0205<br>P=0.8415 | N =118<br>r=0.9942<br>P<0.0001 |
| $N\text{-}NH_4^+$ | | | | | N =130<br>r=0.2222<br>P=0.0108 | N =130<br>r=0.0652<br>P=0.46 | N =130<br>r=0.1347<br>P=0.1336 | N =130<br>r=-0.1415<br>P=0.1096 | N =127<br>r=0.085<br>P=0.3421 |
| $N\text{-}NO_2^-$ | | | | | | N =130<br>r=0.4989<br>P<0.0001 | N =130<br>r=0.0156<br>P=0.8808 | N =130<br>r=-0.1144<br>P=0.1936 | N =127<br>r=-0.2275<br>P=0.0108 |
| $N\text{-}NO_3^-$ | | | | | | | N =130<br>r=-0.0301<br>P=0.7263 | N =130<br>r=0.3379<br>P=0.0001 | N =127<br>r=-0.4088<br>P<0.0001 |
| $P\text{-}PO_4^{3-}$ | | | | | | | | N =130<br>r=0.0655<br>P=0.4533 | N =127<br>r=0.0336<br>P=0.7263 |
| Si | | | | | | | | | N =127<br>r=-0.2125<br>P=0.0164 |

Tab. 1 - Matrice di correlazione tra tutti i parametri misurati nel lago Alimini Grande. In ogni riquadro è indicato il numero di coppie di valori considerati (N), il coefficiente di correlazione (r.) e il grado di significatività della correlazione stessa (P).

*Correlation matrix among all the measured parameters in Alimini Grande lake. Every cell contains the number of coupled values (N), the correlation coefficient (r) and the significant degree of the correlation (P).*

Le relazioni tra biomassa, clorofilla *a*, e fattori abiotici sono, invece, di più difficile interpretazione. Esiste una buona correlazione positiva tra clorofilla *a*, temperatura e salinità, ma la concentrazione di ossigeno appare influenzata più dalle variazioni meteo-climatiche (stretta correlazione con temperatura e salinità) che dalla biomassa effettivamente presente nel lago. Il notevole apporto alloctono di nitrato (circa 10 volte superiore rispetto al mare adiacente; Fiocca *et al.*, 1998) e le concentrazioni di fosfato inorganico sempre molto basse danno rapporti N/P che si aggirano sul valore medio di 160 e valori compresi tra 1 e 664 che sono tipici di ambienti lagunari come il Lago Alimini Grande. L'assenza di correlazione fra clorofilla *a* e fosforo inorganico potrebbe essere spiegata da una maggiore complicazione del ciclo biogeochimico del fosforo che rende la relazione fra i due parametri non immediata, soprattutto se si tiene conto che non è stata valutata la frazione organica disciolta che spesso rappresenta la riserva di fosforo più importante per le esigenze metaboliche del fitoplancton. La relazione tra clorofilla *a* e nitrato potrebbe, invece, derivare (anch'essa in modo indiretto) dall'apporto di acqua dolce di drenaggio dell'ambiente circostante.

Un cenno a parte merita la palude di Traugnano che presenta soprattutto nel primo periodo di osservazione valori relativamente lontani dalla media del lago, con bassa salinità e alti valori di temperatura e nutrienti inorganici, esercitando

in tal modo un ruolo di "rifornimento" di sali nutritivi del lago, ma allo stesso tempo un maggior rischio di crisi distrofiche in particolari periodi dell'anno.

L'insieme dei dati raccolti durante l'anno di osservazione consente di definire in via preliminare lo stato trofico del Lago. I dati di temperatura e salinità permettono di inquadrare il lago Alimini Grande come un ambiente mesoalino tipico delle zone temperate. Il regime idrodinamico è fortemente influenzato dalle condizioni atmosferiche. Il carico di nutrienti di origine terrestre viene probabilmente controllato dagli scambi con il mare attraverso la foce ed impedisce l'instaurarsi di condizioni ipertrofiche. Le basse concentrazioni di fosforo inorganico insieme ai valori di clorofilla consentono di classificare questo lago tra gli ambienti oligo-mesotrofici secondo la tipologia di Vighi (1978).

**Ringraziamenti**

Gli autori esprimono la loro gratitudine al Prof. Giuseppe Magazzù che è venuto a mancare all'affetto della propria famiglia e della comunità scientifica prima della pubblicazione di questo contributo.

**Bibliografia**

AMINOT A., CHAUSSEPIED M. (1983) - *Manual des analyses chimiques en milieu marin,* Centre National pour l'exploration des Oceans: 1-395.

FIOCCA A., SAMMARCO P., SAMBATI A. (1998) - Monitoraggio delle condizioni ambientali delle coste Adriatiche del Salento 1995-1997. Parametri chimico-fisici e sali nutritivi. *Biol. Mar. Medit.,* **5** (1) parte seconda: 620-626.

MARANO G., VACCARELLA R., CASAVOLA N. (1974) - Note idrobiologiche sui Laghi Alimini. *Atti II° Simp. Naz. Conser. Natura*, Bari, **1**: 427-450.

STRICKLAND D.H., PARSONS T.R., (1972) - A practical handbook of seawater analysis. *Fish. Res. Bd. Canada Bull.*, **169**: 1-310.

VIGHI M., CHIAUDANI G., GAGGINO G.F., PAGNOTTA R., (1978) - Problemi e metodi nella valutazione dei processi di eutrofizzazione. *Atti del Convegno sulla eutrifizzazione in Italia.* CNR A.C. **2/51**: 101-118

WINKLER L.W. (1888) - Die Bestimmung des in Wasser gelosten Sauerstoffes. *Chem. Ber.,* **21**: 2843-2855.

YENTSCH C.S., D.W. MENZEL (1963) - A method for the determination of phytoplankton chlorophyll and phaeophytine by fluorescence. *Deep Sea Res.*, **10**: 221-231.

Biol. Mar. Medit. (1999), 6 (1): 521-523

M. Basanisi, F. Megli, M. Panza, R. Carlucci

Dipartimento di Zoologia, Università di Bari, Via Orabona, 4 - 70126 Bari, Italia.

# PRIMO RINVENIMENTO DI *TETRAGONURUS CUVIERI* (RISSO, 1810) (OSTEICHTHYES: TETRAGONURIDAE) NEL MAR IONIO

# *FIRST RECORD OF* TETRAGONURUS CUVIERI (RISSO, 1810) *(OSTEICHTHYES: TETRAGONURIDAE) IN THE IONIAN SEA*

***Abstract***

*The first record of* Tetragonurus cuvieri *for the Ionian Sea is reported. The specimen of 305 mm total length was caught at a depth of 300 m in the Otranto Channel (Ionian Sea) in July 1997. It was not possible to determinate its sex and the total ben length is 305 mm.*

***Key-words:*** *Tetragonuridae,* Tetragonurus cuvieri, *first record, bottom trawl, Ionian Sea.*

## Introduzione

*Tetragonurus cuvieri* (Risso, 1810) è un pesce teleosteo pelagico ad ampia distribuzione geografica, presente sia nell'Oceano Atlantico che nel Pacifico. Nel Mediterraneo è stato segnalato nel versante occidentale del bacino (Whitehead *et al.*, 1986) e nei mari greci (Belloc, 1948; Economidis, 1973). Tortonese (1970) riporta che gli esemplari giovani sono epipelagici mentre gli adulti sono presumibilmente mesopelagici. I giovani usualmente sono inquilini di tunicati pelagici, soprattutto salpe e pirosomi. Gli adulti sembrano essere solitari.

In questa nota viene segnalato il primo rinvenimento di *T. cuvieri* nel Mar Ionio.

## Materiali e metodi

L'esemplare è stato catturato nel luglio 1997 nel Canale d'Otranto nel corso di una cala commerciale di pesca a strascico realizzata ad una profondità di circa 300 m. La diagnosi specifica è stata effettuata in base alle caratteristiche riportate da Whitehead *et al.* (1986). Sono stati rilevati il peso (in grammi) e alcune misure morfometriche (in mm). L'esemplare è attualmente conservato, in fluido, presso il Museo del Dipartimento di Zoologia.

## Risultati

Non è stato possibile determinare il sesso dell'esemplare di *T. cuvieri*; il peso e alcune misure morfometriche sono riportati in Tab. 1.

Tab. 1 - Peso e misure morfometriche dell'esemplare di *Tetragonurus cuvieri* rinvenuto nel Mar Ionio settentrionale nel 1997.

*Weight and morphometric measures of the specimen of* Tetragonurus cuvieri *caught in the Northern Ionian Sea in 1997.*

| Lunghezza opercolare | Lunghezza preanale | Lunghezza standard | Lunghezza totale | Altezza corpo | Diametro oculare | Peso |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 55 mm | 177 mm | 285 mm | 305 mm | 37 mm | 10 mm | 150 g |

Caratteristiche specifiche di *T. cuvieri* sono la doppia carena alla base del peduncolo caudale, le fitte scaglie ctenoidi fortemente carenate disposte in serie oblique su tutta la superficie del corpo cilindrico e la particolare forma a becco della bocca con la mascella inferiore che si chiude all'interno di quella superiore così come riportato da Bauchot (1987) (Fig. 1). I denti sono conici ed uniseriati presenti su entrambe le mascelle (Tortonese, 1970).

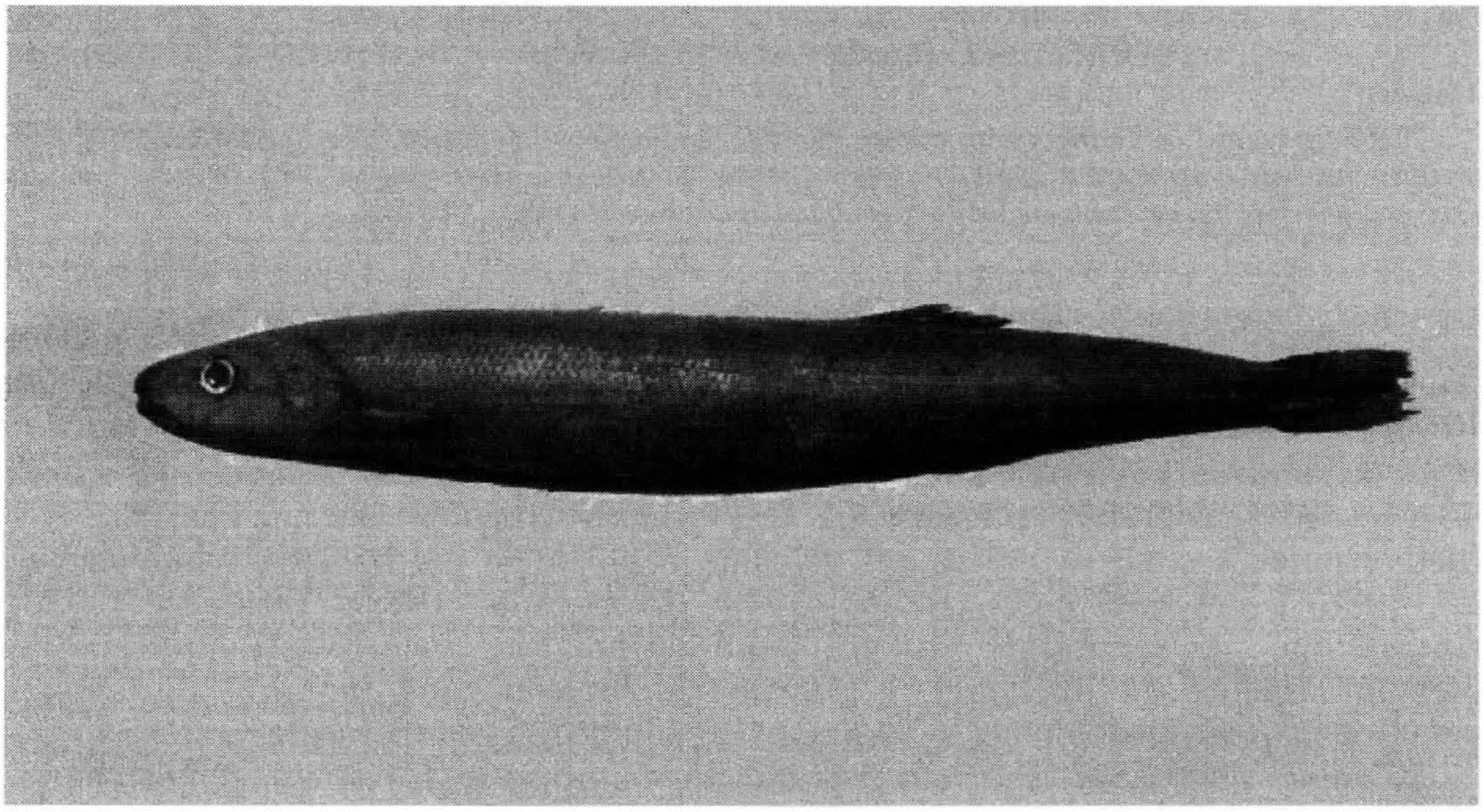


Fig. 1 - Esemplare di *Tetragonurus cuvieri* catturato nel Mar Ionio settentrionale a Luglio 1997.
*Specimen of* Tetragonurus cuvieri *caught in the Northern Ionian Sea during July 1997.*

## Discussione e conclusioni

Il rinvenimento di *T. cuvieri* risulta essere il primo nel Mar Ionio settentrionale. Considerando l'habitus pelagico e solitario della specie l'esemplare potrebbe essere stato catturato nella colonna d'acqua durante il recupero della rete. Sebbene la rete a strascico non risulti essere un adeguato campionatore per specie pelagiche, questo primo rinvenimento nel Mar Ionio, dopo numerose campagne sperimentali di pesca a strascico effettuate a partire dal 1985 (Matarrese *et al.*, 1996) anche utilizzando reti ad ampia apertura verticale della bocca (rete MEDITS), attesterebbe la probabile rarità di *T. cuvieri* nel Mediterraneo. Infatti le segnalazioni in questo bacino sono estremamente rare e si riferiscono a singoli esemplari (Belloc, 1948; Economidis, 1973; Haedrich, 1986).

### Bibliografia

BAUCHOT M.L. (1987) - Poissons osseux. In: *Fiches FAO d'identification des espèces pour les besoins de la* Pêche. *Méditerranée et Mer Noire. Zone de Pêche 37 - Vol. II Vertébrés* (Fisher W., Bauchot M.L. Schneider, éds). FAO, Rome: 891-1422.

BELLOC G. (1948) - Inventory of the fishery resources of the Greek waters. Appendix B': Catalogue of the resources of Greek water. Pisces: 4-64.

ECONOMIDIS P.S. (1973) - Catalogue des Poisson de la Grèce. *Hellenic Oceanolog. Limnol.*, **11**: 421-598.

HAEDRICH R.L. (1986) - Tetragonuridae. In: Whitehead P.J.P., Bauchot M.L., Hureau J.C., Nielsen J., Tortonese E., *Fishes of the North-Eastern Atlantic and the Mediterranean.* Vol. III. UNESCO, Paris: 1189-1191.

MATARRESE A., D'ONGHIA G., TURSI A., BASANISI M. (1996) – New information on the ichthyofauna of the south-eastern italian coasts (Ionian Sea). *Cybium*, **20** (2): 197-211.

TORTONESE E. (1970) - *Fauna d'Italia. Osteichtyes. Pesci ossei.* (Prima parte). Ed. Calderini, Bologna: 636 pp.

Biol. Mar. Medit. (1999), 6 (1): 524-528

P. BELCARI, P. SARTOR*, N. NANNINI*, S. DE RANIERI

Dipartimento di Scienze dell'Uomo e dell'Ambiente, Università di Pisa,
Via Volta, 6 - 56126, Pisa, Italia.
*Centro Interuniversitario di Biologia Marina ed Ecologia Applicata, Livorno, Italia.

# RELAZIONE TAGLIA-PESO DI *TODAROPSIS EBLANAE* (CEPHALOPODA: OMMASTREPHIDAE) NEL MAR TIRRENO SETTENTRIONALE IN FUNZIONE DELLA MATURITÀ SESSUALE

# *LENGTH-WEIGHT RELATIONSHIP OF* TODAROPSIS EBLANAE *(CEPHALOPODA: OMMASTREPHIDAE) OF THE NORTHERN TYRRHENIAN SEA IN RELATION TO SEXUAL MATURATION*

***Abstract***

*Length-weight relationships for* Todaropsis eblanae *(Cephalopda: Ommastrephidae) were analysed using data coming from 4 trawl surveys carried out in the northern Tyrrhenian Sea. On the overall, the values of the regression coefficient resulted <3 in males and females, showing allometric growth for both sexes. In maturing and mature females the growth is isometric, indicating a change once the maturation process starts.*

***Key-words:*** Todaropsis eblanae, *cephalopods, length-weight relationship, northern Tyrrhenian Sea.*

## Introduzione

*Todaropsis eblanae* (Ball, 1841) riveste una certa importanza nello sbarcato della pesca a strascico sia del Mar Tirreno Settentrionale sia delle intere coste italiane (Cingolani *et al.*, 1986, Belcari *et al.*, 1998). La maggior parte degli studi recenti su questa specie non riguarda il Mediterraneo, ove gran parte delle conoscenze su *T. eblanae* sono riconducibili ancora a Mangold-Wirz (1963). Il presente lavoro, condotto nell'ambito del programma "Valutazione delle risorse demersali" finanziato dal Ministero delle Politiche Agricole, ha lo scopo di fornire informazioni sull'accrescimento relativo di *T. eblanae* in funzione della maturità sessuale.

## Materiali e metodi

I dati utilizzati provengono da campagne sperimentali a strascico effettuate nella primavera ed autunno del biennio 1994-1995, nel Mar Tirreno Settentrionale. E' stato analizzato un totale di 924 individui di cui è stata rilevata la lunghezza dorsale del mantello (LM) misurata al mezzo cm inferiore, il peso totale ed il peso eviscerato, approssimati al decimo di grammo. Su un totale di 802 esemplari è stato determinato il sesso ed assegnato lo stadio maturativo attraverso l'analisi macroscopica delle gonadi e degli organi accessori, secondo le scale di Amaratunga e Durward (1979) e di Lipinski (1979), modificate. In questo studio sono stati utilizzati quattro stadi: immaturo, in maturazione, maturo e pienamente maturo (stadio I, II, III e IV); per talune elaborazioni gli stadi III e IV sono stati considerati congiuntamente.

Per una migliore definizione degli stadi maturativi è stato determinato il peso relativo delle varie componenti dell'apparato riproduttore (ovario, ovidotti e ghiandole nidamentali nelle femmine; testicolo e complesso spermatoforico nei maschi).

La relazione taglia-peso è stata calcolata per sesso, stagione e stadio maturativo, utilizzando l'equazione: $P = a\ LM^b$, dove i parametri *a* e *b* sono stati stimati usando la regressione lineare predittiva con il metodo dei minimi quadrati, dopo trasformazione logaritmica (base 10). Per valutare l'allometria della crescita relativa e per comparare il coefficiente di regressione nei due sessi e nelle due stagioni è stato utilizzato il test del *t* di Student.

## Risultati

Considerando il campione nella sua interezza, i valori del coefficiente di regressione *b* sono risultati significativamente <3, sia per la relazione taglia-peso totale che taglia-peso eviscerato; medesimo andamento è stato evidenziato dall'analisi della regressione lineare nei due sessi, utilizzando sia la totalità dei campioni relativi all'intero biennio, sia i dati relativi alle stagioni primavera ed autunno (Tab. 1). Confrontando i valori di *b* per sesso e stagione, non sono state evidenziate differenze significative.

Il calcolo della relazione taglia-peso totale per sesso e stadio maturativo mostra che nei maschi viene mantenuta un'allometria negativa in ciascuno stadio, mentre nelle femmine tale condizione si verifica solo per gli stadi I e II; nelle femmine mature il valore di *b* non risulta significativamente diverso da 3, mostrando una crescita relativa di tipo isometrico, con il raggiungimento pertanto di pesi maggiori rispetto ad una determinata taglia. Il computo della relazione taglia-peso eviscerato presenta valori di *b* sempre <3, sia per maschi che per femmine, in ogni stadio maturativo, evidenziando come l'isometria riscontrata nelle femmine mature per la relazione taglia-peso totale sia dovuta, almeno in parte, all'accrescimento molto rapido che nelle ultime fasi della maturazione sessuale caratterizza le singole componenti dell'apparato riproduttore femminile (Fig. 1). Tale apparato può raggiungere nel suo complesso un peso di 87,5 g e rappresentare fino al 26% del peso totale, con un contributo molto importante rappresentato dalle ghiandole nidamentali; l'insieme dell'ovario e degli ovidotti può raggiungere un peso di 42 g ed una percentuale del 13,5 % rispetto al peso totale. Nei maschi il peso dell'apparato riproduttore non supera mai 10 g, rappresentando al massimo l'8,85 % del peso totale.

## Discussione e conclusioni

L'accrescimento relativo di *T. eblanae* può essere definito allometrico negativo, senza differenze tra maschi e femmine e tra stagioni. Lo stesso tipo di crescita relativa è stato osservato per la relazione taglia-peso totale anche da altri autori per esemplari provenienti dall'Atlantico (Cooper, 1979; Gonzales *et al.*, 1994; Hastie *et al.*, 1994). Il computo delle relazioni taglia-peso per sesso e stadio di maturità mostra che nelle femmine si determina un cambiamento con il processo maturativo, come probabile conseguenza dell'accrescimento molto rapido dell'apparato riproduttore. Tale ipotesi necessita comunque ulteriori conferme, in quanto le stime di *b* sono caratterizzate da errori standard piuttosto elevati. Va tenuto presente che un simile andamento dei parametri di crescita relativa in funzione della maturità sessuale è stato osservato anche nell'altro Ommastrefide *Illex coindetii* (Belcari, 1996).

Tab. 1 - Relazione taglia-peso di *Todaropsis eblanae*.
(SM I: immaturi; SM II: in maturazione; SM III+IV: maturi e pienamente maturi; *n* = numero di individui; LM min-max = lunghezza del mantello minima e massima; *r* = coefficiente di correlazione, *a* = intercetta; *b*=esponente; ES = errore standard; S=stima; *s* = livello di significatività di *b* rispetto a 3; *s'*= liv. di sign. di *b* tra i due sessi; *s''*= liv. di sign. di *b* tra le due stagioni, per maschi e femmine; *=p<0,05, **=p<0,01, ***=p<0,001).

*Length-weight relationship of* Todaropsis eblanae.
*(SM I: immature; SM II: maturing; SM III+IV: mature and fully mature; n = number of specimens; LM min-max = mantle length range; r = correlation coefficient; a=intercept; b=exponent; ES = standard error; S=estimate; s = significance level of b vs 3; s'= sign. level of b between the two sex; s''= sign. level of b between seasons within one sex; *=p<0,05, **=p<0,01, ***=p<0,001).*

| Taglia (LM) - peso totale | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | sesso | n | LM min-max | r | *a* | *b* | ES(b) | ES(S) | *s* | *s'* | *s''* |
| Totale campione | F | 376 | 4,0-19,5 | 0,99 | 0,187 | 2.566 | 0,022 | 0,139 | *** | n.s. | |
| | M | 426 | 3,5-14,0 | 0,98 | 0,163 | 2.636 | 0,028 | 0,169 | *** | | |
| Primavera | F | 122 | 5,5-19,5 | 0,99 | 0,138 | 2.694 | 0,036 | 0,123 | *** | n.s. | n.s. |
| | M | 141 | 5,0-14,0 | 0,98 | 0,095 | 2.872 | 0,046 | 0,145 | ** | | n.s. |
| Autunno | F | 254 | 4,0-18,0 | 0,98 | 0,207 | 2.521 | 0,028 | 0,143 | *** | n.s. | |
| | M | 285 | 3,5-14,0 | 0,97 | 0,193 | 2.559 | 0,035 | 0,173 | *** | | |
| SM I | F | 273 | 4,0-12,5 | 0,97 | 0,246 | 2.425 | 0,039 | 0,147 | *** | | |
| | M | 305 | 3,5-13,5 | 0,96 | 0,222 | 2.473 | 0,041 | 0,167 | *** | | |
| SM II | F | 73 | 9,5-15,0 | 0,96 | 0,285 | 2.406 | 0,079 | 0,077 | *** | | |
| | M | 64 | 7,0-13,5 | 0,83 | 0,326 | 2.350 | 0,203 | 0,180 | ** | | |
| SM III+IV | F | 30 | 13,5-19,5 | 0,94 | 0,039 | 3.159 | 0,229 | 0,115 | n.s. | | |
| | M | 57 | 11,0-14,0 | 0,78 | 0,680 | 2.109 | 0,223 | 0,094 | *** | | |
| Taglia (LM) - peso eviscerato | | | | | | | | | | | |
| | sesso | n | LM min-max | r | *a* | *b* | ES(b) | ES(S) | *s* | *s'* | *s''* |
| Totale campione | F | 263 | 4,0-18,0 | 0,99 | 0,201 | 2,47 | 0,027 | 0,138 | *** | n.s. | |
| | M | 317 | 4,0-14,0 | 0,98 | 0,140 | 2,65 | 0,033 | 0,158 | *** | | |
| Primavera | F | 94 | 5,5-17,0 | 0,99 | 0,156 | 2.562 | 0,040 | 0,121 | *** | n.s. | n.s. |
| | M | 109 | 5,0-14,0 | 0,98 | 0,085 | 2.853 | 0,048 | 0,134 | ** | | n.s. |
| Autunno | F | 169 | 4,0-18,0 | 0,98 | 0,218 | 2.438 | 0,034 | 0,140 | *** | n.s. | |
| | M | 208 | 4,0-14,0 | 0,97 | 0,177 | 2.547 | 0,041 | 0,159 | *** | | |
| SM I | F | 192 | 4,0-12,5 | 0,96 | 0,204 | 2.457 | 0,049 | 0,146 | *** | | |
| | M | 230 | 4,0-13,5 | 0,96 | 0,193 | 2.480 | 0,049 | 0,158 | *** | | |
| SM II | F | 47 | 10,0-15,0 | 0,96 | 0,279 | 2.358 | 0,102 | 0,071 | *** | | |
| | M | 38 | 7,0-13,5 | 0,85 | 0,412 | 2.197 | 0,222 | 0,150 | * | | |
| SM III+IV | F | 24 | 13,5-18,0 | 0,83 | 0,286 | 2.317 | 0,337 | 0,140 | * | | |
| | M | 49 | 11,0-14,0 | 0,71 | 1,290 | 1.800 | 0,259 | 0,094 | *** | | |

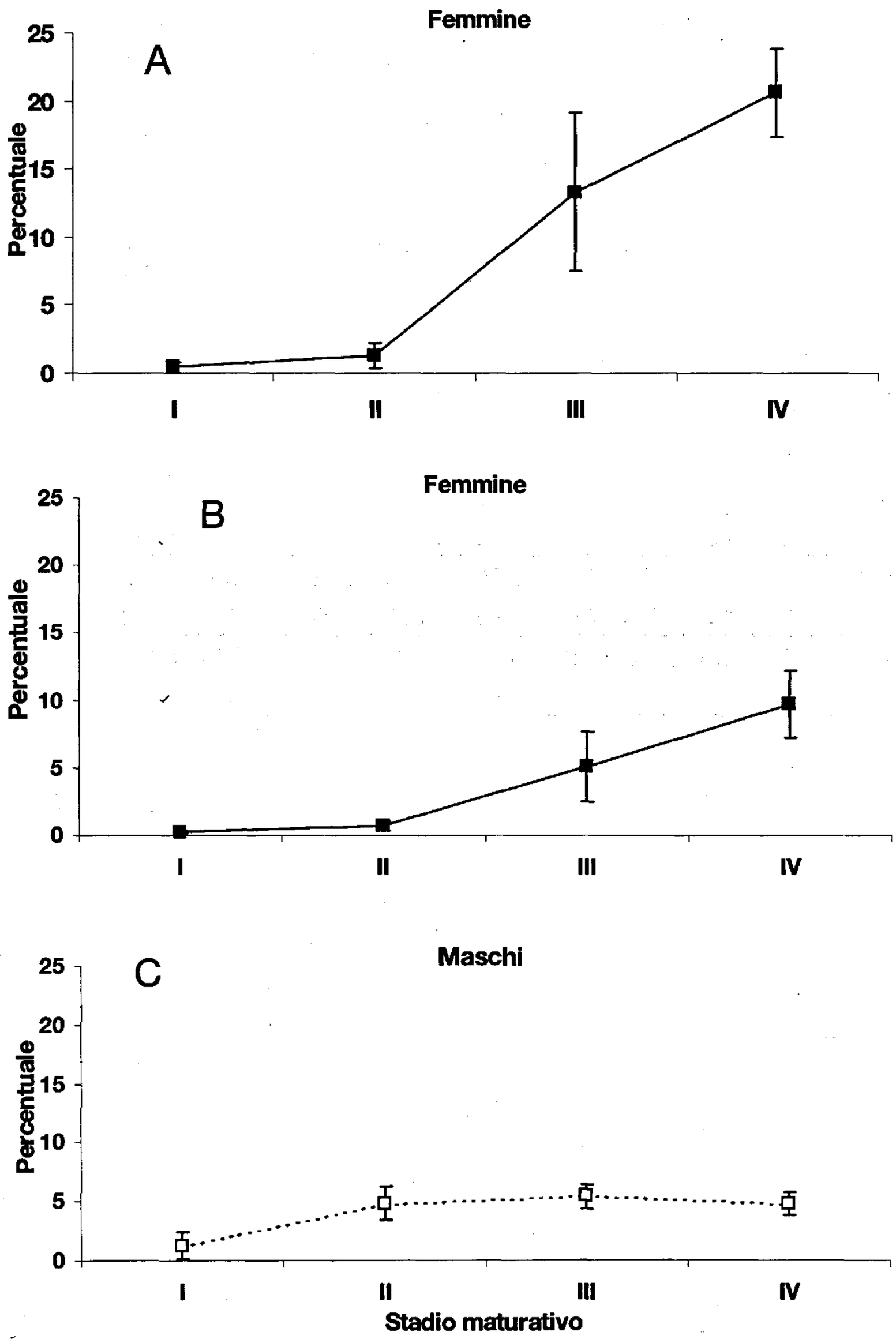



Fig. 1 - Peso percentuale dell'apparato riproduttore rispetto al peso totale per sesso e stadio maturativo (A e C) in *Todaropsis eblanae*; per le femmine si riporta inoltre la percentuale del peso dell'ovario e degli ovidotti rispetto al peso totale (B).

*Weight of reproductive organs as percentage of total weights by maturity stage in female (A) and males (C) of* Todaropsis eblanae*; for females, ovary and oviducts as percentage of the total weight were also reported (B).*

## Bibliografia

AMARATUNGA T., DURWARD R.D.(1979)- Standardization of data collection for the short-finned squid, *Illex illecebrosus*. *ICNAF Sel. Papers*, **5**: 37-41.

BELCARI P., (1996) – Length-weight relationships in relation to sexual maturation of *Illex coindetii* (Cephalopoda: Ommastrephidae) in the northern Tyrrhenian Sea (Western Mediterranean). *Sci. Mar.*, **60** (2-3): 379-384.

BELCARI P., SARTOR P., DE RANIERI (1998) - I cefalopodi nello sbarcato commerciale con reti a strascico nel Mar Tirreno Settentrionale. *Biol. Mar. Medit.* **5** (1): 726-728.

CINGOLANI N., COPPOLA S.R., MORTERA J. (1986) – Studio di fattibilità per un sistema di rilevazione campionaria delle statistiche della pesca (PESTAT). Parte II – Statistiche sulle catture e sullo sforzo di pesca. *Quad. Ist. Ric. Pesca Marittima,* **5** (1 suppl., I e II parte): 745 pp.

COOPER J. (1979)- Length-mass relationship, water content and energy values for two species of squid, *Loligo reynaudi* and *Todaropsis eblanae*, off the South-Western Cape. *Fish. Bull. S. Afr.*, **11**: 43-45.

GONZALEZ A.F., RASERO M., GUERRA A. (1994)- Preliminary study of *Illex coindetii* and *Todaropsis eblanae* (Cephalopoda; Ommastrephidae) in northern Spanish Atlantic waters. *Fish. Res.*, **21**: 115-126.

HASTIE L.C., JOY J.B., PIERCE G.J., YAU C. (1994) - Reproductive biology of *Todaropsis eblanae* (Cephalopoda: Ommastrephidae) in Scottish waters. *J. Mar. Biol. Ass.* U.K., **74**: 367-382.

LIPINSKI M. (1979) - Universal maturity scale for the commercially important squids (Cephalopoda: Teuthoidea). The results of maturity classification of the *Illex Illecebrosus* population for the years 1973-77. *ICNAF Res. Doc.* 79/2/38, Serial 5364: 40 pp.

MANGOLD WIRZ, K. (1963) – Biologie des Céphalopodes benthiques et nectoniques de la Mer Catalane. *Vie Milieu* (suppl.13): 1-285.

Biol. Mar. Medit. (1999), 6 (1): 529-533

F. BIAGI, M. SBRANA*, M. MORI**

Dipartimento Scienze Uomo e Ambiente, Università di Pisa, Via Volta, 6 - 56100 Pisa, Italia.
*Centro Interuniv. Biologia Marina Ecologia Applicata, Livorno, Italia.
**Istituto di Anatomia Comparata, Università di Genova, Italia.

# VALUTAZIONE DELLO STATO DI SFRUTTAMENTO DI *NEPHROPS NORVEGICUS* (CRUSTACEA; DECAPODA) NEL MAR TIRRENO SETTENTRIONALE

# *EXPLOITATION STATE OF* NEPHROPS NORVEGICUS *(CRUSTACEA; DECAPODA) IN THE NORTHERN TYRRHENIAN SEA*

***Abstract***

*An evaluation of exploitation state of Norway lobster in the northern Tyrrhenian Sea was performed. The length cohort analysis permitted to obtain F values for each size class. The Y/R analysis showed that the today level of exploitation is sustainable.*

***Key-words:*** Nephrops norvegicus, *LCA, Y/R, Northern Tyrrhenian sea.*

## Introduzione

Lo scampo è una risorsa importante nella pesca a strascico di fondo del Mar Tirreno Settentrionale. Nell'area delimitata a nord dall'Isola d'Elba ed a sud dall'Isola di Giannutri, la flottiglia che indirizza lo sforzo di pesca verso la cattura di questa risorsa è esclusivamente a strascico con rete tradizionale ed è localizzata quasi totalmente a Porto Santo Stefano (GR): all'inizio del 1994 le imbarcazioni dislocate in tale porto erano 27; di queste circa 8 (30%) esercitavano per gran parte dell'anno la pesca mirata a questa specie. Sebbene vi siano numerosi studi riguardanti alcuni aspetti della biologia di *N. norvegicus* nell'area (Biagi *et al.* 1990, 1990a, 1990b; Maltagliati *et al.*, 1996; Mori *et al.*, 1993, 1994, 1996), attualmente non esistono informazioni sul suo stato di sfruttamento.

## Materiali e metodi

Il monitoraggio mensile dei quantitativi sbarcati e della loro struttura demografica (fig. 1), nel periodo compreso tra gennaio '94 e dicembre '95, assieme alla disponibilità di dati di biologia, ha permesso l'applicazione di modelli analitici di valutazione. E' stato possibile utilizzare i dati di sbarcato commerciale poiché analisi da noi condotte indicano che lo scarto di questa specie è inesistente (Sanchez *et al.*, 1995). In particolare, alla distribuzione di frequenza di taglia media dello sbarcato commerciale del biennio 1994-'95, sono stati applicati l'analisi di popolazione virtuale (LCA) e l'analisi del rendimento per recluta. Data la mancanza di una serie storica che permettesse di seguire nel tempo il decremento di un'unica coorte è stato possibile utilizzare i dati sopra ricordati ricorrendo all'ipotesi di equilibrio dello stock, che prevede un reclutamento ed una mortalità totale costante nel corso degli anni. In considerazione delle caratteristiche biologiche della specie, le analisi sono state condotte per sessi separati. In tab. 1 sono riportati i parametri impiegati. I parametri di crescita sono stati stimati con il metodo di Bhattacharya (1967) impiegando il

software FISAT (Gayanilo *et al.*, 1996). La scarsa presenza di esemplari di piccoli dimensioni nelle catture commerciali, dovuta anche allo spiccato comportamento fossorio di tali classi demografiche, e la mancanza di una accentuata predazione su di essi da parte di altre specie (Sartor, 1993) giustificano l'impiego della mortalità naturale costante. La mortalità naturale, sebbene sia stata stimata con il metodo di Pauly (1980) proposto per i pesci, è risultata solo leggermente superiore a quella consigliata per lo scampo dal gruppo di lavoro ICES (M=0,2) (AA.VV., 1995) per l'Atlantico Settentrionale. La mortalità da pesca terminale ($F_t$) utilizzata nell'analisi è stata la stessa per i due sessi. Un'analisi di sensibilità ha dimostrato che i risultati della LCA e del rendimento per recluta subiscono variazioni inferiori all'1% variando anche sensibilmente (50%) il valore di $F_t$.

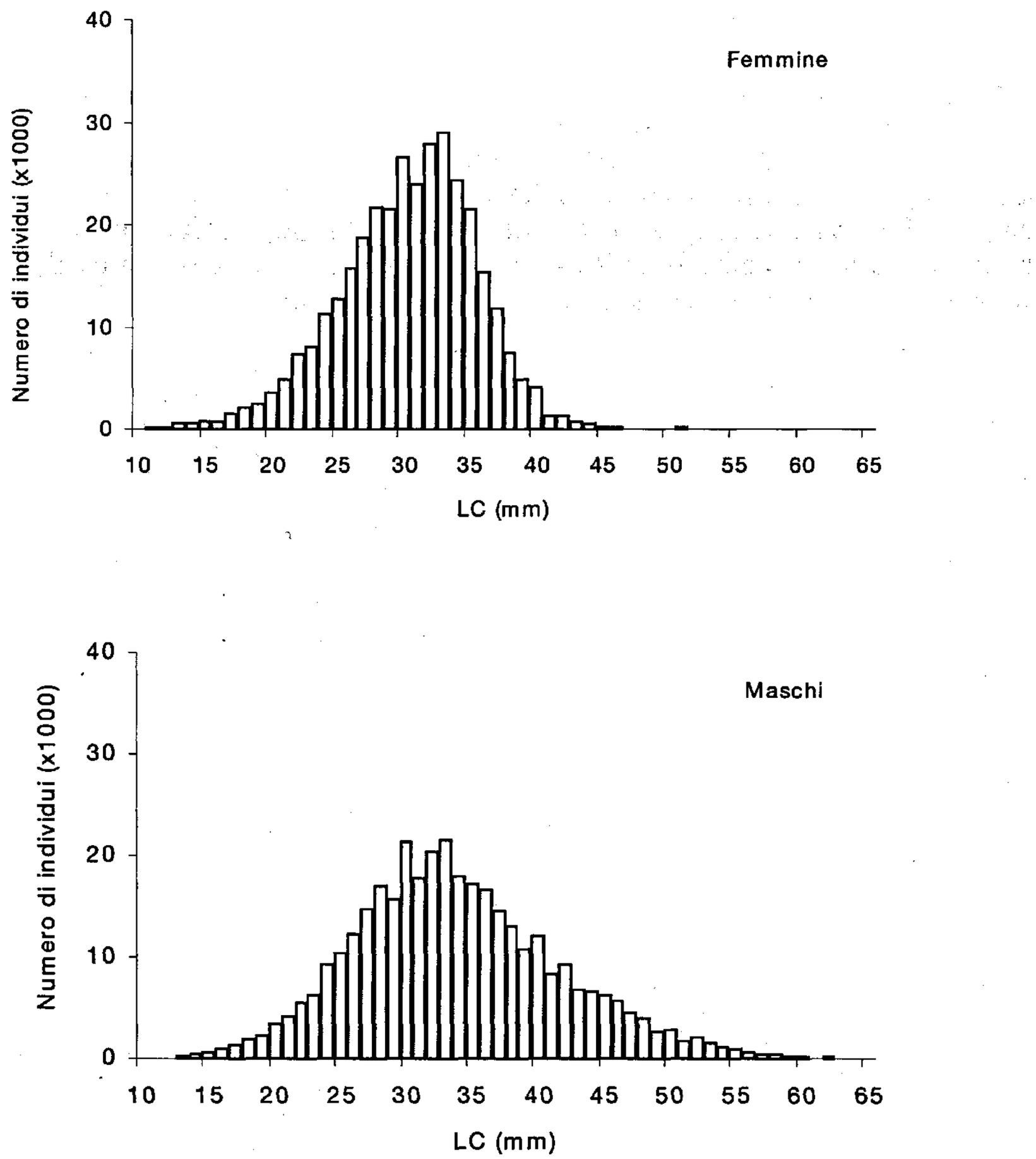



Fig. 1 - Struttura demografica dello sbarcato di *N. norvegicus*.
*Demographic structure of* N. norvegicus *landing*.

Tab. 1 - Parametri utilizzati nell'analisi di popolazione virtuale.
*Parameters used to perform the Virtual Population Analysis.*

| | Femmine | Maschi |
|---|---|---|
| Parametri di crescita | $L_\infty$ = 69,4 k = 0,120 $t_0$ = -0,01 | $L_\infty$ = 80,8 k = 0,135 $t_0$ = 0,07 |
| Relazione taglia-peso | a = 0,0003 b = 3,2 | a = 0,0003 b = 3,3 |
| Mortalità naturale M | 0,25 | 0,25 |
| Mortalità da pesca terminale | 0,40 | 0,40 |
| Biomassa annuale media sbarcata (1994-'95) | 6,87 tonn. | 11,10 tonn. |

## Risultati

La LCA ha permesso di valutare la mortalità da pesca che agisce su ogni classe di taglia (fig. 2). Il vettore F tende ad aumentare costantemente nei maschi all'aumentare delle dimensioni degli esemplari catturati, mentre nelle femmine ha una forma a campana con un massimo intorno a 40 mm di lunghezza del carapace (LC); questo diverso andamento può essere dovuto alla minore vulnerabilità all'attrezzo di cattura da parte delle femmine di maggiori dimensioni, le quali in alcuni periodi dell'anno, durante l'incubazione delle uova, trascorrono più tempo all'interno delle tane. La biomassa media nel corso dell'anno della popolazione di scampo dell'area di studio stimata tramite la LCA, è di 40,6 tonnellate; di queste circa il 44% vengono rimosse dall'attività di pesca della flottiglia a strascico.

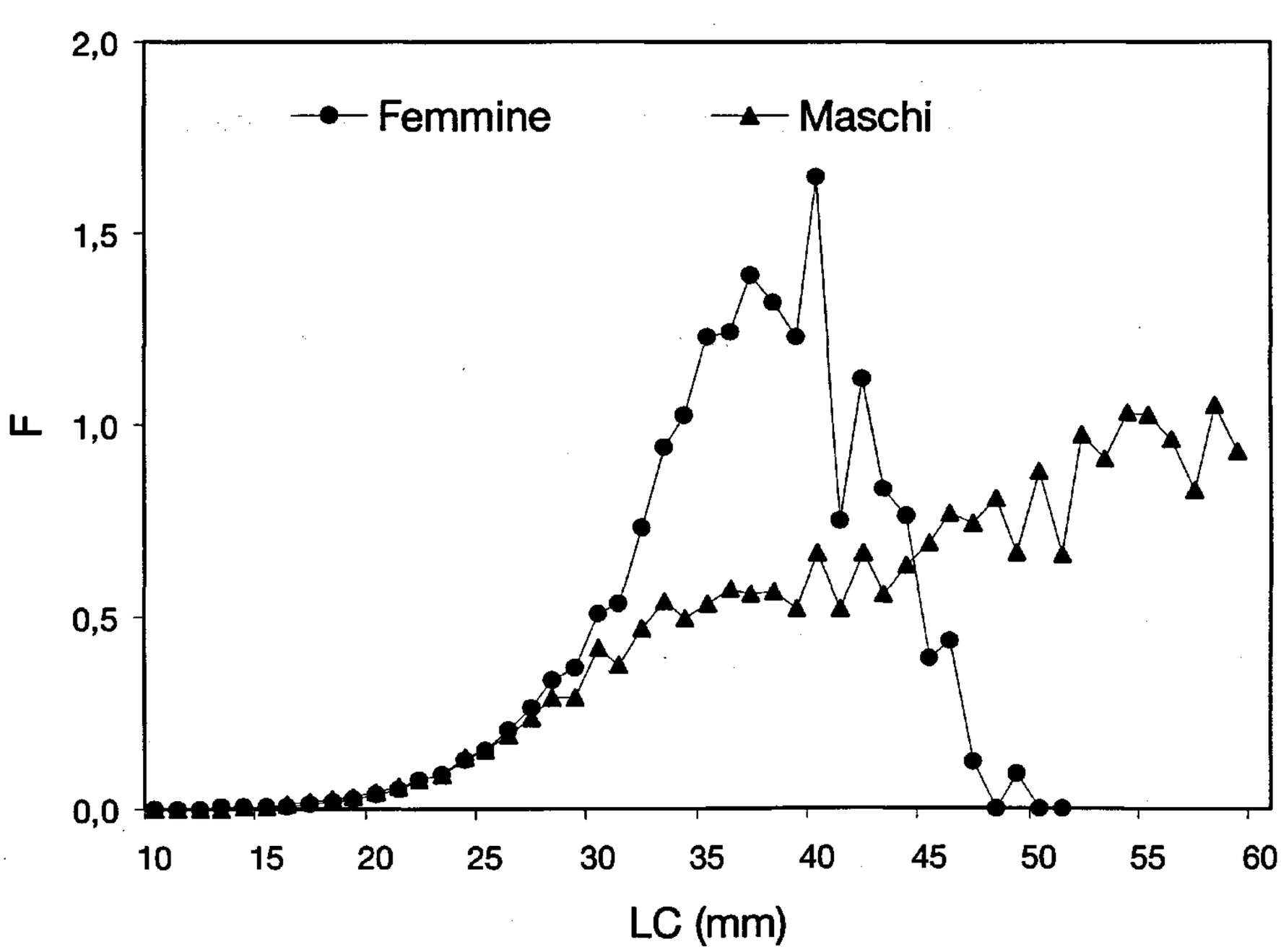



Fig. 2 - Mortalità da pesca (F) per classe di taglia.
*Fishing mortality (F) for length class.*

Oltre a stimare il massimo rendimento sostenibile (MSY) da parte della risorsa (fig. 3), l'Y/R è stato messo in relazione con un indice di sforzo di pesca relativo (1=sforzo attuale; 0,5=sforzo equivalente a metà dell'attuale; 0=assenza di sforzo). L'Y/R attuale rappresenta l'89,8 % nei maschi ed il 98,7 % nelle femmine del massimo rendimento sostenibile (MSY) da parte della risorsa.

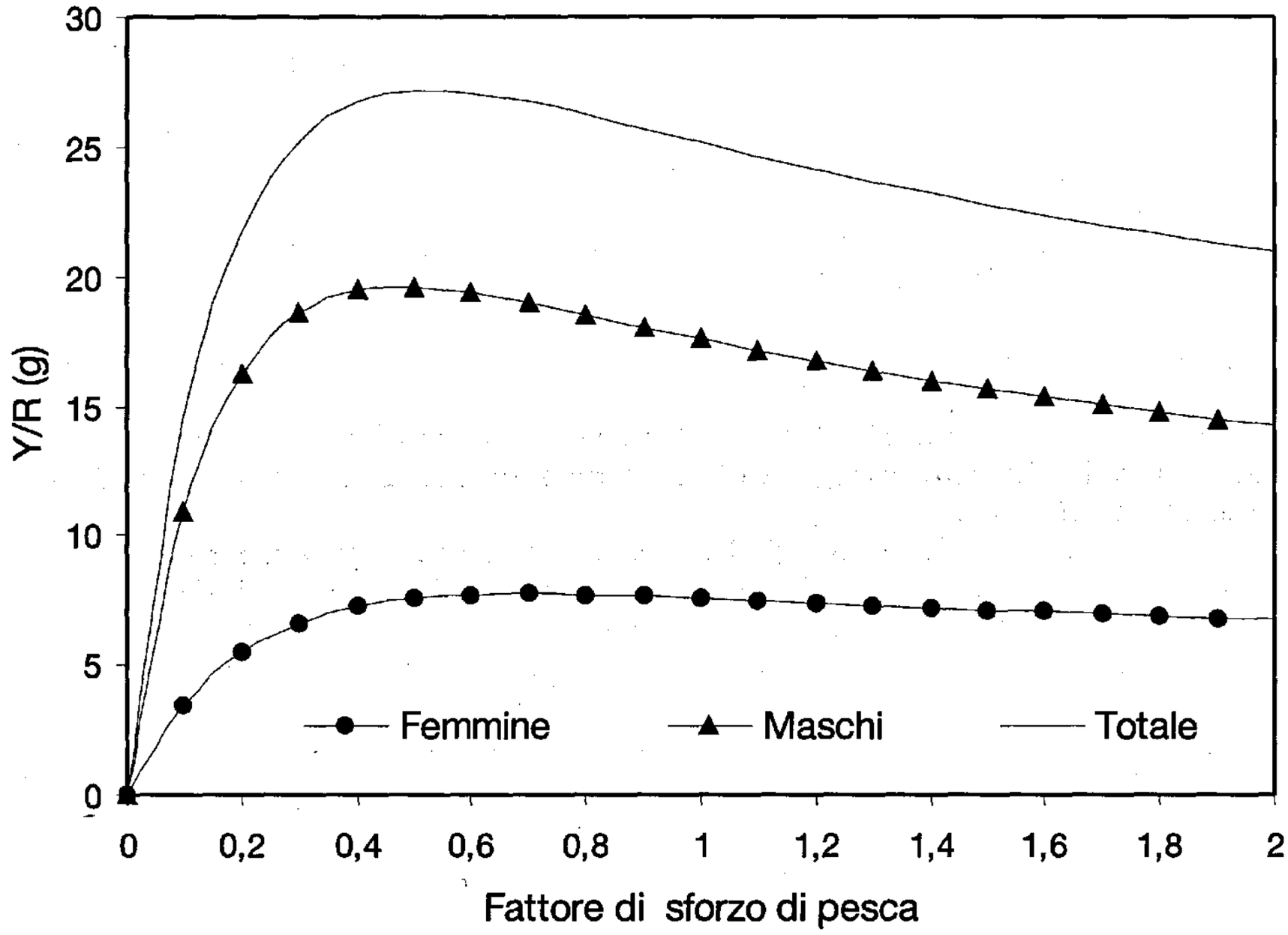



Fig. 3 - Curve del rendimento per recluta.
*Yield per recruit curves.*

## Conclusioni

L'andamento delle curve Y/R indica che le modalità di sfruttamento attuali sono sostenibili dalla risorsa e che modesti incrementi delle rese sarebbero conseguibili solo a fronte di eccessive riduzioni dello sforzo di pesca. Risultati analoghi sono stati riscontrati per questa risorsa nell'area contigua, a nord dell'Isola d'Elba, da Abella e Righini (1998). Il comportamento fossorio, tipico della specie e maggiormente pronunciato negli esemplari piccoli e nelle femmine ovigere, assieme alle caratteristiche di crescita e di auto-rinnovamento contribuiscono ad aumentare la resistenza della popolazione studiata.

### Bibliografia

AA.VV. (1995) – Report of the working group on *Neprhops* stocks. *ICES Assess*: **12**, Part 1 and 2.

ABELLA A. J., RIGHINI P. (1998) – Biological reference points for the management of *Nephrops norvegicus* stocks in the northern Tyrrhenian Sea. *Journal of Natural History*, **32**: 1419-1430.

BHATTACHARYA C.G. (1967) – A simple method of resolution of a distribution into Gaussian components. *Biometrics*, **23**: 115-135.

BIAGI F., DE RANIERI S., MORI M. (1990) – Size at sexual maturity for males of *Nephrops norvegicus* in the Northern Tyrrhenian Sea. *Rapp. Comm. int. Mer Médit.*, **32** (1): 32.

BIAGI F., DE RANIERI S., MORI M. (1990a) – Relative growth of the Crusher Propodite of *Nephrops norvegicus* in the Northern Tyrrhenian Sea. *Rapp. Comm. int. Mer Médit.*, **32** (1): 33.

BIAGI F., MORI M., DE RANIERI S. (1990b) – Reproductive biology of the females of *Nephrops norvegicus* of the Northern Tyrrhenian Sea. *Rapp. Comm. int. Mer Médit.*, **32** (1): 33.

GAYANILO F. C., SPARRE P., PAULY D. (1996) – The FAO-ICLARM Stock Assessment Tools (FISAT) User's Guide. FAO Computerised Information Series, Fisheries. FAO, Rome: 126 pp.

MALTAGLIATI F., CAMILLI L., BIAGI F., DE RANIERI S., ABBIATI M. (1996) – Struttura genetica di *Nephrops norvegicus* (Crustacea: Nephropidae). *Biol. Mar. Medit.*, **3** (1): 479-480.

MORI M., DE RANIERI S., BIAGI F. (1993) – Length-weight relationships for *Nephrops norvegicus* (L., 1758) of the Northern Tyrrhenian Sea in relation to sex, season, moult and maturity. *Atti Soc. Tosc. Sc. Nat. Mem.*, Serie B, **100**: 171-182.

MORI M., LATTES A., BIAGI F. (1994) – Investigation on the relative growth of the cephalothorax abdomen and telson for *Nephrops norvegicus* (L.) of the North Tyrrhenian Sea. *Boll. Mus. Ist. Biol. Univ.* Genova, **58-59**: 171-179.

MORI M., BIAGI F., DE RANIERI S. (1996) – Morphometric analysis of the size at sexual maturity and handedness in *Nephrops norvegicus* of the North Tyrrhenian Sea. *Boll. Mus. Ist. Biol. Univ.* Genova, **60-61**: 165-178.

PAULY D. (1980) – On the interrelationship between natural mortality, growth parameters and mean environmental temperature in 175 fish stocks. *J. Cons. CIEM*, **39** (2): 175-192.

SANCHEZ P., ALVAREZ PRADO F., DE RANIERI S., SARTOR P. (1995) – Evaluation and analysis of the interaction of fishing gears in the demersal fisheries of western Mediterranean. European Union, Contract n° MED92/009 Final Report: 333 pp.

SARTOR P. (1993) – Alimentazione e reti trofiche di specie demersali di platea e di scarpata continentale nell'Arcipelago Toscano meridionale. Tesi Dottorale, Università di Pisa, 239 pp.

Biol. Mar. Medit. (1999), 6 (1): 534-536

G. CANNAVÒ, T. ROMEO, F. HEMIDA*, F. D'ANDREA**

Istituto Sperimentale Talassografico, Spianata S. Raineri, 86-98122 Messina, Italia.
*Université Houari Boumedienne/ ISN, Algeri, Algeria.
**ITPP - Mazara Del Vallo (TP), Italia.

# NOTE TASSONOMICHE SU ALCUNE RAZZE DEL MEDITERRANEO CENTRALE

## *TASSONOMIC NOTES ON SOME RAY-SPECIES OF THE CENTRAL MEDITERRANEAN*

***Abstract***

*Specimens belonging to the genus* Raja *coming from Central Mediterranean, were studied and compared to the diagnosis of most accepted Authors. Some new morphological characters and some identifying problems are reported.*

***Key-words:*** *Systematic, Rajidae, Central Mediterranean.*

## Introduzione

Nel presente lavoro sono stati osservati esemplari appartenenti a diverse specie del genere *Raja*, della famiglia dei Rajdae. Lo scopo del lavoro è verificare l'applicazione delle chiavi di identificazione disponibili in letteratura.

## Materiali e metodi

Gli esemplari esaminati provengono da un trawl survey condotto nell'ottobre 1997 dall'ITPP di Mazara del Vallo a Sud-Est di Malta (59 esemplari) e dai mercati ittici di Siracusa (62 esemplari) e di Milazzo (9 esemplari). La classificazione è stata condotta per mezzo delle chiavi d'identificazione in uso per le specie ittiche del Mediterraneo (Bini, 1967; Soljan, 1975; Bauchot et Pras, 1980; Tortonese, 1956; Whitehead *et al.*, 1984; Fischer *et al.*, 1987).

## Risultati e discussione

Sono stati descritti 120 esemplari (tab.1).

Sono state classificate sei specie con certezza, tra cui: *Raja radula*, *Raja miraletus*, *Raja melitensis*, *Raja oxyrhincus*, *Raja asterias* e *Raja clavata*. Alcuni esemplari, ascrivibili alle seguenti altre specie: *Raja circularis*, *Raja polystigma*, *Raja brachyura* e *Raja montagui* presentavano differenze morfologiche con quanto riportato in bibliografia. Per 17 esemplari infine non è stato possibile riconoscere la specie di appartenenza.

*R. clavata* presenta diverse colorazioni (Soljan, 1975; Fischer *et al.*, 1987; Costa, 1991). La livrea è variabile. Sono state osservate due colorazioni sull'insieme degli individui esaminati: bruno e grigio cenere. E' stata evidenziata la presenza di numerose macchie nere che non raggiungono il bordo del disco. La superficie dorsale inoltre può essere ricoperta da macchie bianche circondate da punti neri. Alcuni individui di *R. clavata* presentavano due ocelli ovali, al centro scuri circondati da un anello chiaro. Per *R. clavata* il numero, la forma e le dimensioni delle spine dorsali e verticali variano da un individuo all'altro e spesso sono assenti. La presenza delle

Tab.1 - Numero di individui osservati per specie e provenienza.
*Species, number and locality of examined individuals.*

| Specie | Totale | Provenienza | | |
|---|---|---|---|---|
| | | Siracusa | Milazzo | Sud-Est di Malta |
| *Raja radula* | 15 | 15 | - | - |
| *Raja miraletus* | 8 | 5 | 3 | - |
| *Raja melitensis* | 10 | - | - | 10 |
| *Raja oxyrhincus* | 4 | 2 | - | 2 |
| *Raja asterias* | 4 | 4 | - | - |
| *Raja circularis* | 4 | - | - | 4 |
| *Raja clavata* | 42 | 18 | 4 | 20 |
| *Raja polystigma* | 10 | - | - | 10 |
| *Raja montagui* | 4 | 4 | - | - |
| *Raja brachyura* | 2 | - | 2 | - |
| *Raja* spp. | 17 | 4 | - | 13 |

bande chiare e scure sulla coda non è un fattore sempre presente, contrariamente a quanto riportato da altri Autori (Dieuzeide *et al.*, 1952; Collignon e Aloncle, 1972; Bauchot e Pras, 1980).

*R. polystigma* presenta due ocelli ovali, a centro nero attorniato da un anello bianco (Soljan, 1975; Costa, 1991; Fischer *et al.*, 1987). I giovani individui osservati mostravano un colore marrone scuro con due piccoli ocelli neri attorniati da un anello bianco; in alcuni esemplari di taglia media il dorso era inoltre costellato da punti neri; è stato osservato un esemplare femminile con ocelli bianchi circondati da un anello nero.

Gli individui provenienti da Sud-Est di Malta, identificati come *R. circularis*, presentavano numerose macchie biancastre (15 circa) disposte in maniera simmetrica sul lato dorsale, in contrasto con la descrizione di alcuni Autori (Fischer *et al.*, 1987), che ne menzionano solo quattro o sei su ciascun lato.

Per *R. montagui* la determinazione è unicamente basata sulla presenza di numerosi punti neri sul dorso. In questi casi, i punti non arrivano al bordo del disco. Contrariamente a quello che hanno riportato Bauchot e Pras (1980) e Fischer *et al.* (1987), non si sono osservati ocelli né pseudo-ocelli.

Per *R. brachyura* la determinazione dei due individui osservati è stata difficile. Due grosse macchie bianche circondate da punti neri, ben visibili sul disco, dietro l'asse mediotrasversale danno l'impressione di ocelli. Questi caratteristici ocelli nonché il colore molto scuro dell'individuo maschio, fanno rassomigliare questa specie a *R. montagui.*

La femmina presenta un colore molto più chiaro, sul marrone. Il maschio presenta 64 file di denti e 27 spine sull'asse medio-dorsale, ciò lo differenzia da *R. montagui* che ne conta meno di 60. Questa specie inoltre mostra 50 spine sull'asse medio-dorsale, dalla nuca alla prima pinna dorsale (Fischer *et al.*, 1987). La femmina di *R. brachyura* conta meno di 60 file di denti e 17 spine sull'asse medio-dorsale.

Sul totale dei campioni osservati, 17 individui mostravano delle caratteristiche particolari che l'attuale bibliografia non consente di classificare con chiarezza.

## Conclusioni

Questo lavoro rappresenta un primo approccio allo studio della difficile sistematica delle razze; soltanto attraverso ulteriori osservazioni, e soprattutto attraverso

l'analisi dei parametri biometrici associata ad uno studio di biochimica genetica, si potrebbero ottenere elementi per una classificazione certa delle specie.

**Bibliografia**

BAUCHOT M.L., PRAS A. (1980) - *Guide des poissons marins d'Europe*. Delachaux & Niestlé (ed), Neuchatel: 427 p., 67 pl.

BINI G. (1967) - *Atlante dei pesci delle coste italiane. Vol. 1, Leptocardi – Ciclostomi – Selaci*, Edit. Mondo sommerso: 135-172.

COLLIGNON J., ALLONCLE H. (1972) - Catalogue raisonné des poissons des mers marocaines. *Bull. Inst. Peches Marit., Casablanca*, **19**: 163 p.

COSTA F. (1991) - *Atalante dei pesci dei mari italiani*. Gruppo Ugo Mursia Editore: 429 p.

DIEUZEIDE R., NOVELLA M., ROLAND J. (1953) - Catalogue des poissons des cotes algériennes. 1. Squales. Raies. Chimères. *Bull. Stn. Aauicult. Peche Castiglione*, **4** (1952): 11-274.

FISCHER W., BAUCHOT M.L., SCHNEIDER M. (1987) - Fiches FAO, d'identification des espèces pour les besoins de la peche. Mediterranée et Mer Noire (Révision 1. Zone de peche 37), Vol. II Vertébrés. *FAO*, **2**: 761-1530.

SOLJAN T. (1975) - *I pesci dell'Adriatico*. A. Mondadori Editori: 522 p.

TORTONESE E. (1956) – *Fauna D'Italia – Vol 2 - Leptocardia, Ciclostomata, Selachii*. Edizioni Calderini Bologna: 334 pp.

WHITHEAD P. J. P., BAUCHOT M. L., HUREAU J. C., NIELSEN J., TORTONESE E. (1984) - *Fishes of North-Eastern Atlantic and the Mediterranean*. UNESCO ed., **1**: 683 p.

Biol. Mar. Medit. (1999), 6 (1): 537-539

L. CANNIZZARO, G. GAROFALO, G. BONO, M. SCALISI

Istituto di ricerche sulle Risorse Marine e l'Ambiente, Consiglio Nazionale delle Ricerche,
Via L. Vaccara, 61 - 91026 Mazara del Vallo, Italia.

# *DICENTRARCHUS LABRAX* (LINNAEUS, 1758) NELLA FASCIA COSTIERA DA PUNTA RAISI A POZZALLO

# DICENTRARCHUS LABRAX *(LINNAEUS, 1758) ALONG THE SICILIAN COAST, FROM PUNTA RAISI TO POZZALLO*

***Abstract***

*Along the southern and western Sicilian coast,* Dicentrarchus labrax *(Pisces - Serranidae) artisanal fishery catches have been studied with the aid of statistical analysis since September '97 to May '98. Data supported the hypothesis that the average size and average catch per boat could be related to the presence of acquaculture activity in the fishing area.*

***Key-words:*** Dicentrarchus labrax, *landings, catches, fishing area, Sicilian coast.*

## Introduzione

Nell'ambito del progetto di ricerca SACS (Stocks assessment of some coastal species caught by artisanal fishery) finalizzato alla valutazione delle specie di particolare interesse commerciale catturate mediante l'esercizio della pesca artigianale con attrezzi da posta, sono state stimate, tra settembre '97 e maggio '98, le catture di *Dicentrarchus labrax* (Linnaeus, 1758) lungo i versanti occidentale e meridionale della Sicilia (da Punta Raisi a Pozzallo), nell'area compresa tra la linea di costa e la batimetrica dei cento metri.

In questo lavoro che vuole essere un approccio iniziale al problema della valutazione delle specie bersaglio della pesca artigianale (Pickett *et al.*, 1995) vengono presentati, mediante l'utilizzo di tecniche statistiche, i primi risultati sull'andamento delle catture e sulla localizzazione geografica della specie in quelle aree dove la pesca artigianale esercita una grande forza di prelievo.

## Materiali e metodi

Mediante campionamento casuale stratificato proporzionale al numero di pescherecci in ciascun porto o località di sbarco sono state selezionate le marinerie di San Vito Lo Capo, Selinunte, Sciacca, Licata e Pozzallo, rappresentative dei versanti occidentale e meridionale della Sicilia. Mediante interviste quindicinali allo sbarco, sono state identificate le zone di pesca, rilevate le catture e lo sforzo.

Conseguentemente, sono state stimate le catture medie giornaliere di spigola, per peschereccio e per ogni mese di indagine, con il relativo errore (Scalisi *et al.*, 1997). Inoltre, disponendo della posizione geografica delle aree in cui sono state effettuate le catture, è stato possibile fornire una stima dell'abbondanza relativa per ognuna di tali aree.

## Risultati

Sono state effettuate circa 600 interviste, pari al 37.5% degli sbarchi totali effettuati nelle 20 giornate (per porto) di indagine.

La tabella 1 mostra le catture (in grammi) per peschereccio, per giorno di pesca, nei mesi di campionamento e l'errore relativo, in ognuno dei porti campione.

A Pozzallo lo studio è iniziato nel gennaio 1998 e fino al 31 maggio 1998 il 30% dei pescherecci attivi intervistati hanno catturato una quantità di spigole estremamente esigua per l'ottenimento di una stima attendibile. I risultati delle analisi hanno mostrato che a San Vito Lo Capo le catture sono occasionali e con un peso medio per esemplare pari a 1825 grammi. Di contro, negli altri porti

Tab. 1 - Stima della cattura giornaliera per barca e per mese d'indagine.
*Daily catch estimate, per boat and month.*

| Mese | San Vito Cat. g | Errore Relativo | Selinunte Cat. g | Errore Relativo | Sciacca Cat. g | Errore Relativo | Licata Cat. g | Errore Relativo |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Settembre | - | - | - | - | 68 | 0.0 % | - | - |
| Ottobre | 0 | - | 17 | 47,1 % | 33 | 47,1 % | 53 | 20,9 % |
| Novembre | 0 | - | 0 | - | 125 | 50,0 % | 100 | 37,5 % |
| Dicembre | 0 | - | 1158 | 32,7 % | 218 | 31,4 % | 386 | 45,4 % |
| Gennaio | 354 | 47,1 % | 395 | 21,8 % | 51 | 39,5 % | 187 | 38,8 % |
| Febbraio | 523 | 35,1 % | 14 | 33,5 % | 0 | - | 138 | 50,0 % |
| Marzo | 28 | 50,0 % | 0 | - | 0 | - | 14 | 28,4 % |
| Aprile | 0 | - | 0 | - | 0 | - | 0 | - |
| Maggio | 0 | - | 228 | 34,1 % | 31 | 50,0 % | 29 | 50,0 % |

campione (Selinunte, Sciacca e Licata) la specie è risultata maggiormente presente ed il peso medio per esemplare è risultato pari a 380 grammi. La figura 1 mostra le aree maggiormente sfruttate dalla pesca artigianale, la pressione su di esse esercitata, le catture medie per battuta di pesca e la posizione delle gabbie per l'allevamento delle spigole.

A Licata le gabbie per l'allevamento delle spigole sono posizionate all'interno del porto stesso e non è stato possibile riportarle in figura.

## Conclusioni

Le taglie medie degli esemplari provenienti dalle marinerie di Licata, Sciacca e Selinunte sono risultate significativamente inferiori ($p<0.05$) a quelle degli esemplari catturati a San Vito Lo Capo.

Questa differenza potrebbe essere in buona misura attribuita alla vicinanza geografica delle aree di pesca artigianale con attività di allevamento di spigole in gabbie galleggianti.

Una più attenta analisi genetica e/o morfometrica del fenomeno potrebbe indicare con maggiore certezza se vi sia o no una vera influenza delle produzioni acquicole sulle popolazioni selvatiche (Eaton, 1996).

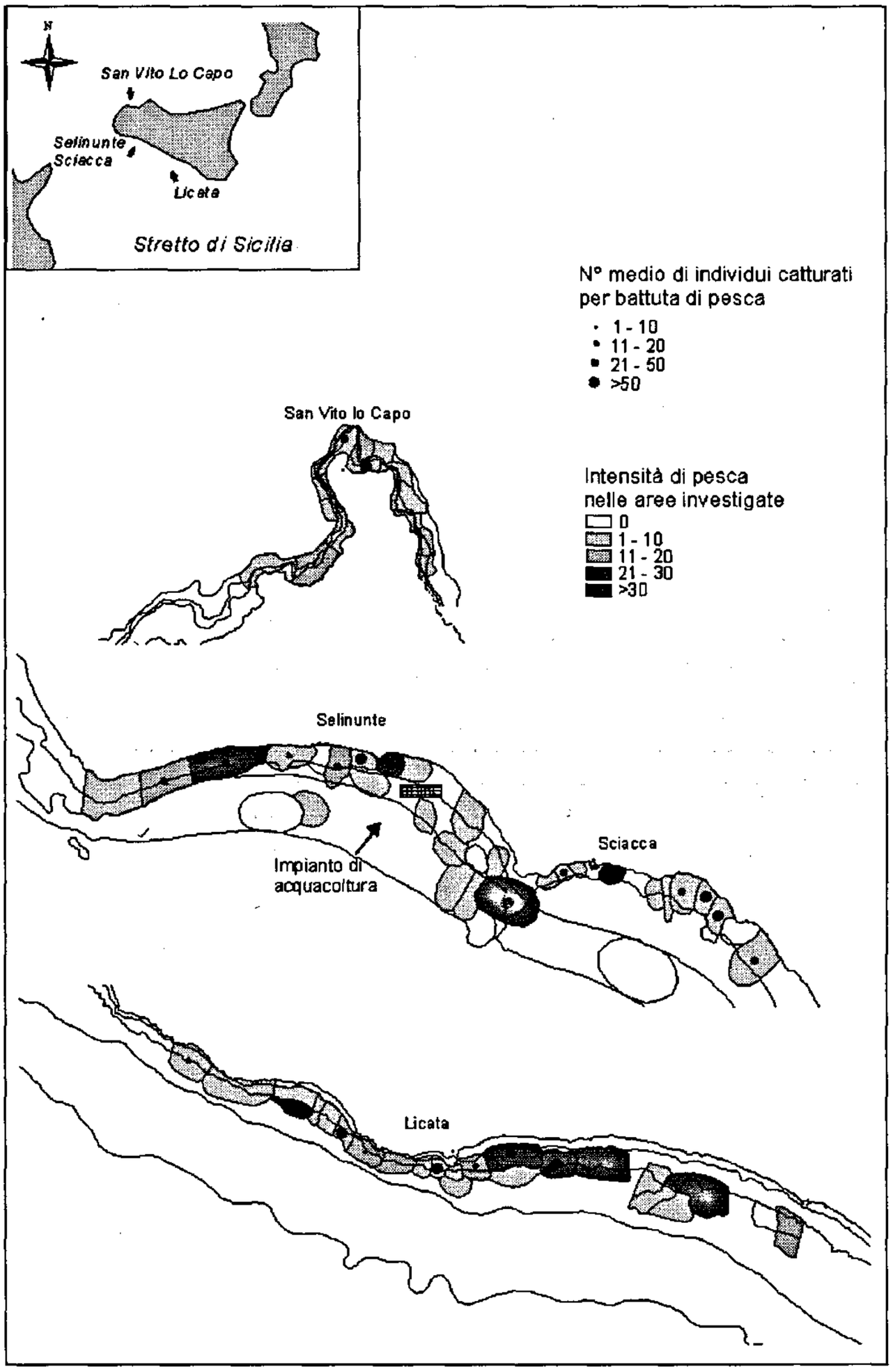



Fig. 1 - Aree maggiormente sfruttate dalla pesca artigianale, pressione su di esse esercitata e catture medie per battuta di pesca.

*Artisanal fishery mostly exploited area, fishing pressure and average catch per fishing survey.*

**Bibliografia**

EATON D.R. (1996) - The identification and separation of wild-caught and cultivated sea bass (*Dicentrarchus labrax*). *Fish. Res. Tech. Rep., MAFF Direct. Fish. Res., Lowestoft,* **103**: 12 pp.

PICKETT G.D., EATON D.R., CUNNINGHAM S., DUNN M.R., POTTEN S.D., WHITMARSH D. (1995) - An appraisal of the UK bass fishery and its management. Lab. Leafl., *MAFF Direct. Fish. Res., Lowestoft,* **75**: 47 pp.

SCALISI M., CANNIZZARO L., GAROFALO G. (1997) - On the methodology for the collection and analysis of catch data. *NTR-ITPP*, **54**: 14 pp.

Biol. Mar. Medit. (1999), 6 (1): 540-543

P. CARBONARA, M. CONTEGIACOMO, A. ACRIVULIS, M.T. SPEDICATO

COISPA Tecnologia & Ricerca, C.P. 62 - 70042 Mola di Bari, Bari, Italia.

# LA PESCA CON LA SCIABICA NEL COMPARTIMENTO DI CROTONE: OSSERVAZIONI SULLA COMPOSIZIONE QUALI-QUANTITATIVA DELLE CATTURE

## *OBSERVATIONS ON THE COMPOSITION OF THE CATCHES OBTAINED BY THE BEACH SEINE IN THE CROTONE FISHERY*

***Abstract***

*During the allowed period (February-April, 1997) for catching the "bianchetto" (*Sardina pilchardus *fry, Clupeidae family) a survey was carried out to estimate the impact of the beach seine fishery on the juvenile stages of other species. The qualitative and quantitative composition of the catches showed a negligible impact in the examined period and using the variant of the gear designed for fry capture.*

***Key-words:*** *beach seine, catch composition, north Ionian Sea.*

## Introduzione

La pesca con la sciabica è andata scomparendo nel tempo sia per la minore disponibilità di forza lavoro, che di aree costiere destinate alla pesca (Relini Orsi, 1984). Attualmente è praticata lungo alcuni litorali, in particolare per la cattura del bianchetto (Romanelli *et al.*, 1994; Iannibelli e Levi, 1995) e del rossetto (Baino *et al.*, 1996; Relini *et al.*, 1996) che rappresentano, in talune località, importanti risorse invernali per la piccola pesca costiera.

Tale sistema di pesca dovrebbe essere abolito dal Gennaio 2002 (Reg. CE 1626 del 27.06.94). Pertanto, nell'ambito del programma di ricerca: "Valutazione dell'impatto sulle risorse biologiche e socio economiche della sciabica da spiaggia" (L.N. 41/82), è stato condotto uno studio per valutare la consistenza quali-quantitativa degli sbarchi commerciali (rilevazione campionaria diretta) e la composizione specifica delle catture (osservazioni dirette a bordo di natanti).

In questo lavoro sono analizzati i dati relativi alla composizione specifica delle catture, per valutare l'impatto dell'attrezzo sulle taglie giovanili di risorse diverse da *Sardina pilchardus*. I dati sono stati raccolti nella marineria di Schiavonea (Compartimento di Crotone-Ionio Settentrionale), caratterizzata da un elevato numero di piccole imbarcazioni, alcune delle quali adoperano ancora la sciabica per la cattura del bianchetto (giovanili di *S. pilchardus*) e del cicerello (*Gymnammodytes cicerellus*) che, per tradizione, entrano nei consumi alimentari locali tanto allo stato fresco, che conservato.

## Materiali e metodi

Nel periodo autorizzato alla pesca speciale del bianchetto, compreso fra il 15 Febbraio ed il 15 Aprile 1997, sono state seguite, a bordo di un'imbarcazione della pesca artigianale di volta in volta casualmente selezionata, le operazioni di cattura, effettuando generalmente tre giorni consecutivi di campionamento al mese. Per ogni giornata di campionamento sono stati registrati i seguenti dati: numero

di operazioni di pesca eseguite con sciabica da natante o da spiaggia, zona di pesca, orario di inizio e di fine delle operazioni, numero, durata e profondità delle cale, numero di specie catturate per ciascuna cala, sia della categoria commerciale, che dello scarto (teleostei, selaci, crostacei, molluschi cefalopodi non commerciali) e dello sporco biologico (rimanente frazione di origine biologica, es: cnidari, echinodermi, etc..., non utilizzabile). Per ciascuna specie erano inoltre determinati il numero di individui ed il peso totale. In caso di pesca particolarmente abbondante e quando la cattura era composta da bianchetto, è stato raccolto un subcampione. Tutto il materiale biologico è stato congelato o fissato in formaldeide al 5%, tamponata in acqua di mare (per novellame o altre specie di piccola taglia). Per ogni specie sono stati inoltre rilevati in laboratorio i parametri biometrici.

Uno schema della sciabica per novellame in uso nella marineria è rappresentato nella Figura 1. Tale attrezzo rappresenta una variante rispetto alla rete tradizionale. Le modifiche fondamentali riguardano il sacco (viene aggiunta una pezza con maglia più stretta) ed il numero di galleggianti, che viene incrementato. Nella marineria di Schiavonea la pesca con la sciabica può essere praticata sia da natante, sia da spiaggia, anche dalla medesima imbarcazione. La messa in opera dell'attrezzo è generalmente realizzata con un battello dotato di motore fuoribordo (15-20 HP).

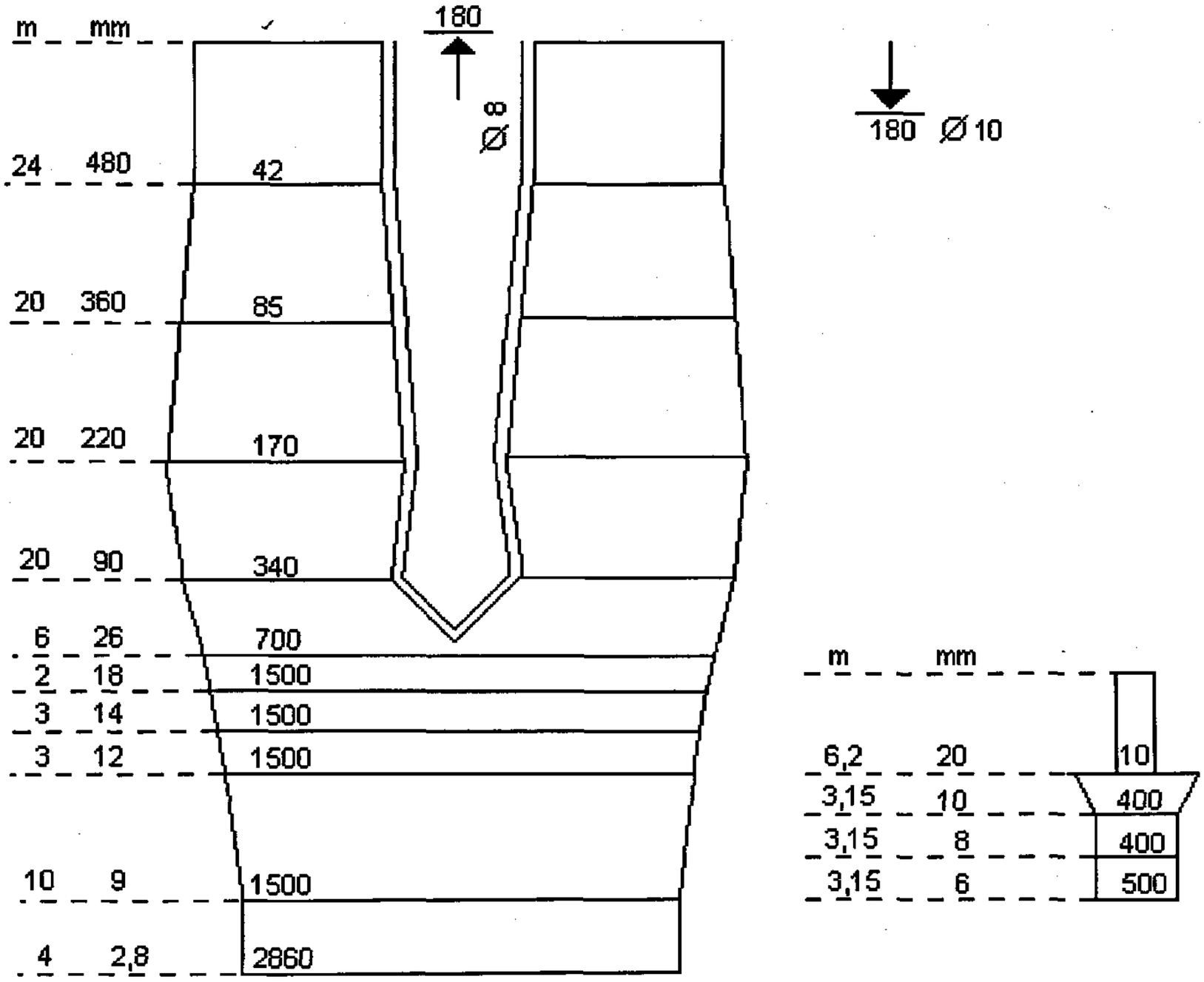



Fig. 1 - Schema della sciabica per novellame in uso a Schiavonea.
*Design of the beach seine used at Schiavonea for the fry catch.*

## Risultati

I dati qui riportati si riferiscono a 46 operazioni di pesca (31 con sciabica da natante e 15 con sciabica da spiaggia) realizzate fra la spiaggia di Schiavonea ed il Fiume Crati nelle prime ore del mattino (massima profondità operativa 9 m, durata media della cala 20 minuti). Durante i campionamenti del 27.03.97 e del 14.04.97 le imbarcazioni erano tutte inattive per condizioni meteomarine sfavorevoli.

Sono state classificate in tutto 24 specie (Tab. 1), 22 delle quali appartenenti al gruppo dei Teleostei. Da segnalare, fra questi, la presenza di *Maurolicus muelleri* e di adulti in fase di pre-deposizione di *Lepidopus caudatus*, la cui distribuzione è generalmente riportata in acque più profonde. La cattura totale giornaliera, riferita ad una singola imbarcazione (Fig. 2) considerando i giorni di attività, è risultata

Tab. 1 - Elenco delle specie catturate con la sciabica a Schiavonea.
*List of the species caught at Schiavonea by beach seine.*

| | |
|---|---|
| *Alloteuthis media* (Linnaeus, 1758) | *Maurolicus muelleri* (Gmelin, 1789) |
| *Aphia minuta mediterranea* De Buen, 1931 | *Mullus surmuletus* Linnaeus, 1758 |
| *Arnoglossus laterna* (Walbaum, 1792) | *Pagellus acarne* (Risso, 1826) |
| *Arnoglossus thori* Kyle, 1913 | *Sardina pilchardus* (Walbaum, 1792) |
| *Atherina hepsetus* Linnaeus, 1758 | *Scomber scombrus* Linnaeus, 1758 |
| *Belone belone* (Linnaeus, 1761) | *Sepiola* sp |
| *Bothus podas podas* (Delaroche, 1809) | *Spicara flexuosa* Rafinesque, 1810 |
| *Engraulis encrasicolus* (Linnaeus, 1758) | *Synodus saurus* (Linnaeus, 1758) |
| *Gobius niger jozo* Linnaeus, 1758 | *Trachinus draco* Linnaeus, 1758 |
| *Gymnammodytes cicerellus* Rafinesque, 1810 | *Trachurus picturatus* (Bowdich, 1825) |
| *Lepidopus caudatus* (Euphrasen, 1788) | *Trachurus trachurus* (Linnaeus, 1758) |
| *Liza ramada* (Risso, 1826) | *Trigla lucerna* Linnaeus, 1758 |

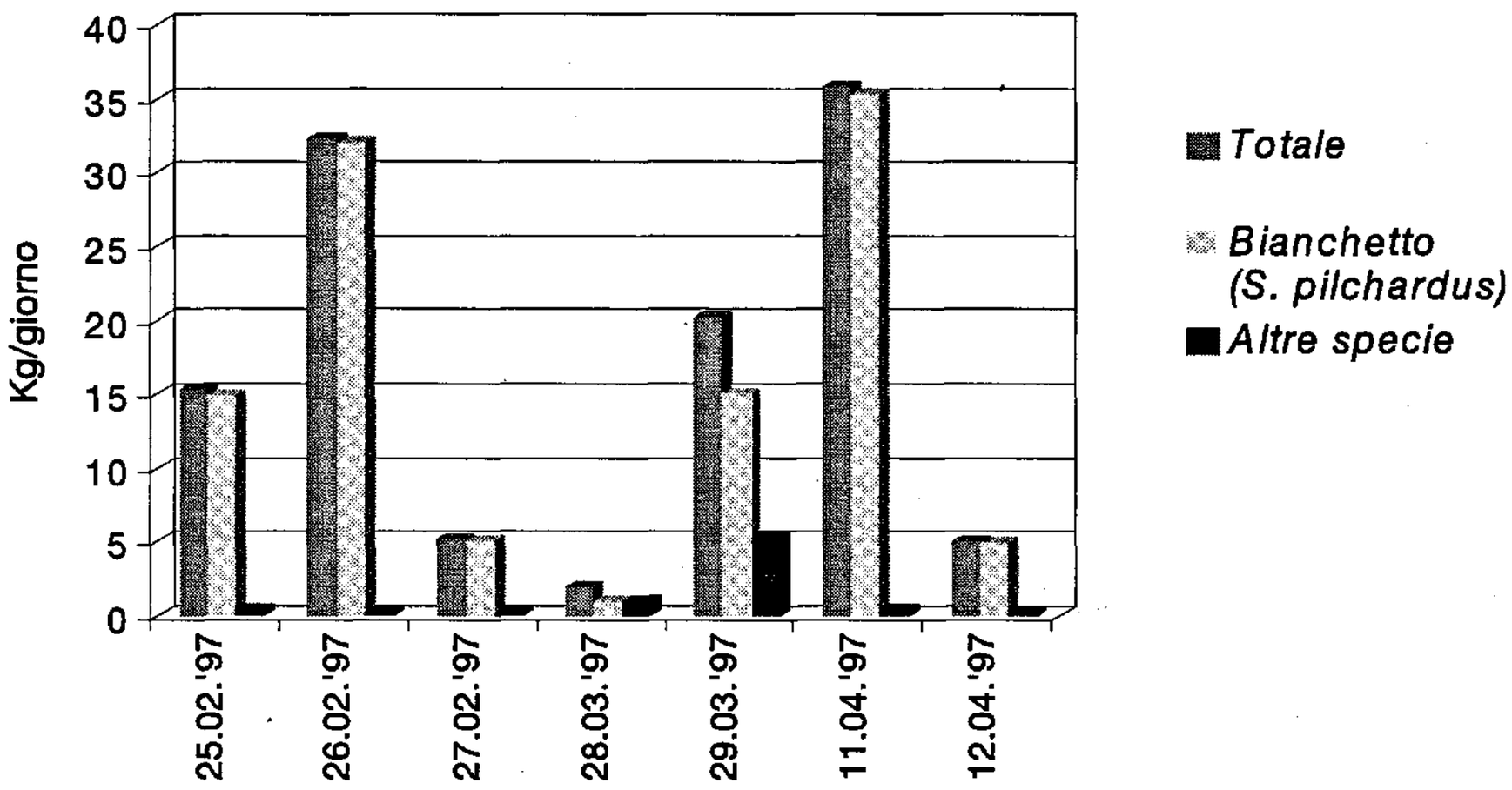



Fig. 2 - Composizione quantitativa della cattura (Totale, Bianchetto, Altre Specie) per giorno di campionamento. I dati sono riferiti ad una singola imbarcazione di Schiavonea.
*Quantitative composition of the catch (Total,* S. pilchardus *fry, Other species) per sampling day. The data are referred to a single vessel of the Schiavonea fishery.*

compresa fra circa 2 kg e poco più di 35 kg, con le rese maggiori dovute alla cattura del bianchetto (esclusivamente novellame di *S. pilchardus*), i cui rendimenti sono oscillati fra 1 kg e poco più di 35 kg (media = 15.4 kg/giorno; C.V. = 81%). Solo nei campionamenti del 28 e del 29.03.97 la frazione della cattura rappresentata dall'insieme di tutte le altre specie era più abbondante, a causa della presenza di individui adulti rispettivamente di *Mullus surmuletus* e *Lepidopus caudatus*. Fra le specie bentoniche e demersali allo stadio giovanile la più rappresentata è risultata *Trigla lucerna*, con un totale di 64 individui.

## Conclusioni

I dati relativi alla composizione quali-quantitativa del pescato hanno permesso di rilevare una specificità elevata delle catture realizzate con la sciabica, in accordo con quanto riscontrato in precedenti studi condotti nell'area ionica (Romanelli *et al.*, 1994). Tali risultati, acquisiti mediante imbarchi a bordo di alcuni natanti della pesca artigianale, sono anche in accordo con le informazioni ottenute attraverso le rilevazioni campionarie degli sbarchi commerciali, realizzate parallelamente nella medesima marineria. Tuttavia, tali osservazioni sono riferibili esclusivamente alla variante dell'attrezzo armata per la pesca speciale del bianchetto ed alla stagione considerata (Febbraio-Aprile). In tali condizioni operative la sciabica, usata a Schiavonea, catturava quasi esclusivamente post-larve di *S. pilchardus*, con un impatto trascurabile su stadi giovanili di altri teleostei.

**Ringraziamenti**

Questo lavoro è stato realizzato nell'ambito del programma di ricerca: "Valutazione dell'impatto sulle risorse biologiche e socio economiche della sciabica da spiaggia", con contributo del Ministero per le Politiche Agricole (L.N. 41/82).

## Bibliografia

BAINO R., AUTERI R., DONATI L. (1996) - Crescita e reclutamento alla pesca del rossetto. *Biol. Mar. Medit.*, **3** (1): 525-526.

IANNIBELLI M., LEVI D. (1995) - *Sardina pilchardus* (Walb.) fry fishery in a middle Tyrrhenian Bay (Salerno, Italy): biological, technological and management aspects. *Rapp. Comm. Int. Mer Médit.*, **34**: 245.

RELINI G., CIMA C., GARIBALDI F., PALANDRI G., RELINI M., TORCHIA G. (1996) - Una risorsa costiera: il rossetto *Aphia minuta* mediterranea, De Buen, 1931 (Osteichthyes: Gobidae). *Biol. Mar. Medit.*, **3** (1): 205-213.

RELINI ORSI L. (1984) - Le risorse del fondo. In: R. Cattaneo Vietti (Ed.), *La pesca in Liguria,* Centro Studio Unioncamere Liguri: 47-81.

ROMANELLI M., GIOVANARDI O., TARULLI E., MANZUETO L. (1994) - Analisi quali-quantitativa del prodotto commerciale derivante dalla pesca del "bianchetto" nel Compartimento Marittimo di Crotone (Mar Ionio). *Biol. Mar. Medit.*, **1** (1): 301-302.

Biol. Mar. Medit. (1999), 6 (1): 544-546

P. Casali, C. Giammarini, M. C. Di Silverio, S. Parrilli

Laboratorio di Biologia Marina e Pesca, V.le Adriatico, 1/N - 61032 Fano (PS), Italia.

# OSSERVAZIONI PRELIMINARI SULLA BIOLOGIA DI *URANOSCOPUS SCABER* (LINNAEUS, 1758) IN ALTO E MEDIO ADRIATICO

## *PRELIMINARY OBSERVATIONS ON THE BIOLOGY OF* URANOSCOPUS SCABER *(LINNAEUS, 1758) IN THE NORTH AND CENTRAL ADRIATIC SEA*

***Abstract***

*The distribution area, the abundance, the length-frequency distributions and the reproductive biology of* Uranoscopus scaber *(Osteichthyes, Uranoscopidae) are presented on the basis of 22 trawl-surveys carried out in the North and Central Adriatic Sea.*

***Key-words:*** Uranoscopus scaber, *Adriatic Sea, biology.*

## Introduzione

Considerando i pochi dati esistenti riguardo *Uranoscopus scaber* (L.) in Mediterraneo (Tortonese, 1975; Fisher *et al.*, 1987; Sciscioli *et al.*, 1985), si è approfondito lo studio per l'Adriatico di questo pesce, abbastanza valutato sui mercati, che viene catturato solo saltuariamente nella pesca professionale con lo strascico ed è oggetto di una pesca accessoria con il rapido.

## Materiali e metodi

I dati analizzati provengono da 22 campagne di pesca a strascico effettuate dal 1982 al 1997 in Alto e Medio Adriatico di cui 10 in primavera-estate e 12 in autunno-inverno, svolte in parte nell'ambito dei progetti GRUND per la valutazione delle risorse demersali. Il natante utilizzato di 300 Hp era attrezzato con rete tartana italiana con maglie di 40 mm, ed ha operato su fondi di profondità compresa tra i 12 e i 400 m. Degli esemplari pescati è stata determinata la lunghezza totale (LT in cm), il peso (in g), il sesso e lo stadio di sviluppo delle gonadi, quando possibile, secondo la scala classica a 8 gradi di maturità. La distribuzione è stata studiata considerando nell'intera area campionata la presenza-assenza di *U. scaber* nelle varie stazioni e calcolando i Rendimenti Orari Medi (Kg/h).

## Risultati

*Uranoscopus scaber* (L.) è stato catturato in tutto l'Alto Adriatico con eccezione di un'area che dal delta del Po si estende verso Sud fino all'altezza di Rimini all'interno delle 20 miglia. In Medio Adriatico è presente prevalentemente sopra i 100 m, arrivando a toccare la batimetrica dei 200 m in corrispondenza della Fossa di Pomo occidentale e davanti al Gargano. I Rendimenti Orari Medi delle 22 campagne hanno mostrato valori bassi, compresi tra 0.0132 Kg/h e 0.0675 Kg/h in primavera-estate ed tra 0.0040 Kg/h e 0.0421 Kg/h in autunno-inverno;

anche il numero di esemplari pescato è maggiore in primavera-estate (221 vs. 110). L'area di distribuzione è stata suddivisa arbitrariamente in intervalli batimetrici di 25 metri per evidenziare eventuali correlazioni con la profondità. Per ogni strato è stata calcolata l'abbondanza media nei periodi primavera-estate ed autunno-inverno. I R.O.M. sono risultati molto bassi tra 0 e 25 m, aumentando poi tra i 25 e i 125 m: in primavera-estate hanno valori massimi (0.0723 Kg/h) nello strato 50-75 m, in autunno-inverno (0.0349 Kg/h) nello strato 75-100 m. In entrambi i periodi c'è poi un consistente calo (0.0151 e 0.0058 Kg/h) in corrispondenza dei 125-150 m, cui segue solo in primavera-estate un rialzo a valori di 0.0420 Kg/h per profondità fino a 200 m.

Per quanto riguarda la distribuzione di frequenza delle LT, comprese tra i 10 e 27 cm, in tutte e due i periodi è presente un andamento a campana con moda a 19 cm, ma in autunno-inverno si osserva un discreto aumento delle taglie più piccole.

L'analisi delle LT nei sessi in rapporto alla stagione mostra una netta prevalenza delle femmine sui maschi, le quali diventano la quasi totalità della popolazione al di sopra dei 23 cm in entrambi i periodi (Fig. 1).

La distribuzione dei sessi per profondità evidenzia che maschi e femmine sono presenti in numero elevato rispetto al totale delle catture nell'intervallo tra i 50 e i 125 m, che tra i 150 e i 200 m si ritrovano pochi esemplari quasi tutti femminili e che le femmine risultano in ogni strato in numero quasi sempre doppio di quello dei maschi.

Femmine mature (stadi 5 e 6) sono state trovate in tutte le stagioni dell'anno, ma prevalentemente da aprile a luglio e per lo più nell'intervallo batimetrico 25-75 m. La LT del più piccolo esemplare femminile maturo individuato in primavera-estate è stata di 17 cm, in autunno-inverno di 18 cm, molto più elevata di quella riportata in letteratura (Fisher *et al.*, 1987). Purtroppo non essendo specie bersaglio, nel caso dei maschi ci si è limitati a considerare il sesso senza determinarne

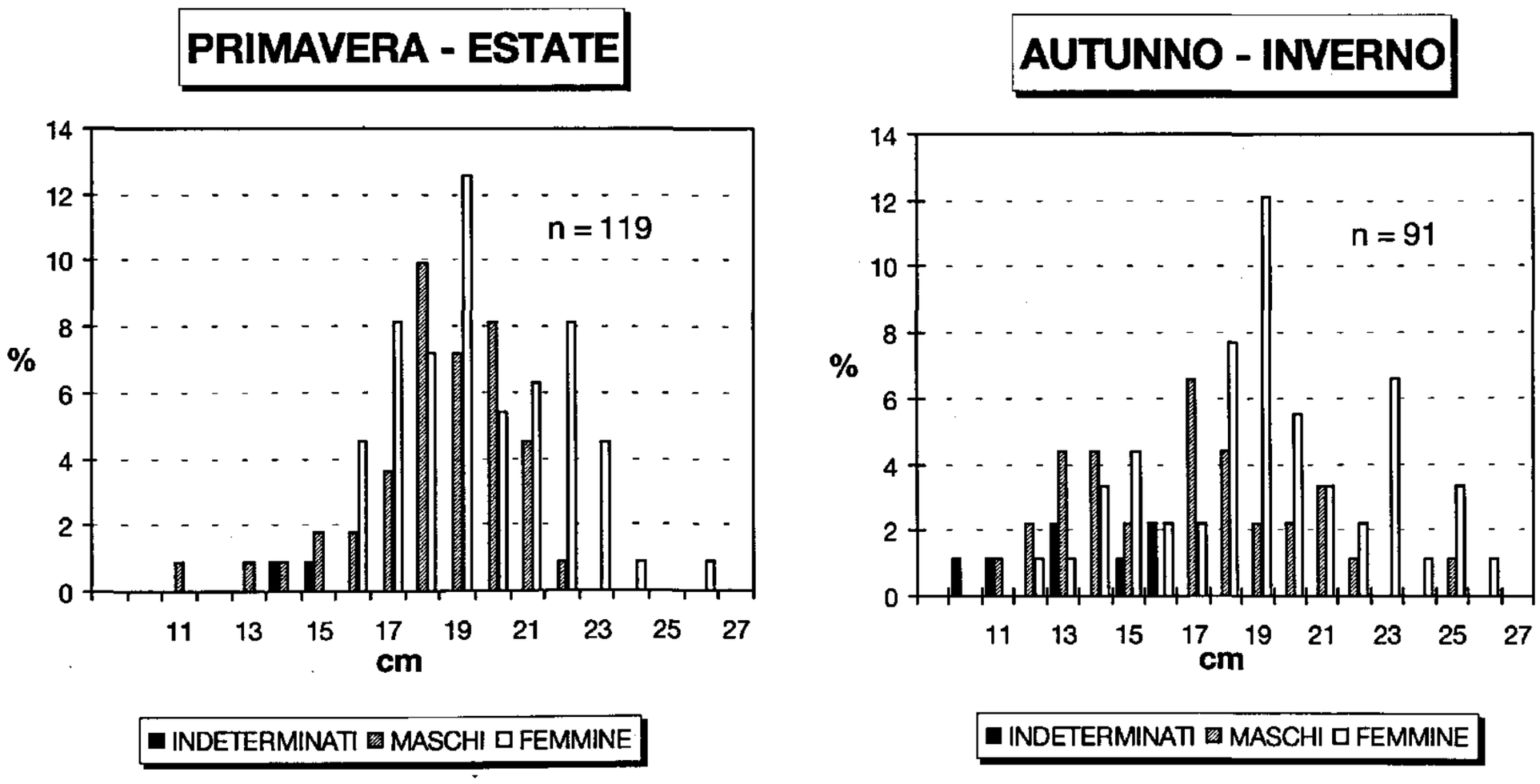



Fig. 1 - Distribuzioni percentuali per sessi delle LT medie.
*Sex distribution (as percentage) of the mean total length*

il grado di maturità. Gli esemplari indeterminati presentavano LT fino a 16 cm ed il loro numero calcolato sul totale degli esemplari pescati è risultato più elevato in autunno-inverno, con un massimo nello strato batimetrico tra 75 e 100 m.

## Conclusioni

Da questo studio preliminare *Uranoscopus scaber* (L.) è risultata una specie poco abbondante in Alto e Medio Adriatico, anche in relazione all'attrezzo di cattura non specifico per organismi che vivono infossati. L'ampiezza del suo areale sembra determinata dalla profondità e dalla natura del substrato. I valori maggiori di biomassa si registrano tra i 25 ed i 125 m e il confronto con la carta dei sedimenti dell'Alto e Medio Adriatico (Colantoni, 1986) evidenzia una sovrapposizione con fondi a sabbie relitte e sabbie argillose.

Si evidenzia un lieve spostamento stagionale della biomassa, che in primavera-estate aumenta negli strati 50-75 m e 150-200 m.

L'analisi delle taglie e dei sessi mostra la prevalenza delle femmine mature in primavera-estate (strato 25-75 m) e quella dei giovani in autunno-inverno (strato 75-100 m), quindi con una diversa dislocazione batimetrica, confermando un ciclo con riproduzione estiva e reclutamento autunnale.

### Bibliografia

COLANTONI P. (1986) - Aspetti geologici e sedimentologici dell'Adriatico. In: Eutrofizzazione: quali interventi? Atti del Convegno Nazionale, Ancona 4-5 novembre 1985: 17-21.

FISCHER W., BAUCHOT M. L., SCHNEIDER M. (redacteurs) (1987) - Fiches FAO d'identification des espèces pour les besoins de la peche. (Révision 1). Méditerrannée et mer Noir. Zone de peche 37. Vol. II. Vertébrés. Roma, FAO: 1418 p.

SCISCIOLI V., GENTILI R., PETROSINO G. (1985) - Osservazioni su neuroni sopramidollari di *Uranoscopus scaber* L. *Nova Thalassia*, **7** (3): 434 p.

TORTONESE E. (1975) - Osteichthyes. *Fauna d'Italia*. Edizioni Calderini Bologna, **11**: 237-239.

Biol. Mar. Medit. (1999), 6 (1): 547-549

N. CASAVOLA, P. DE RUGGIERI, S. LO CAPUTO

Laboratorio Provinciale di Biologia Marina, Molo Pizzoli (Porto) - 70123 Bari, Italia.

# LA PESCA DEL "ROSSETTO" NEL GOLFO DI MANFREDONIA

## *THE "ROSSETTO" FISHERY IN THE GULF OF MANFREDONIA*

***Abstract***

*This work reports data concerning the fishery of "rossetto",* Aphia minuta, *in the Gulf of Manfredonia. The fishery was investigated in 22 samples from 15 January to 15 March and no relevant damage to other fish or to the environment was pointed out.*

***Key-words:*** Aphia minuta, *fishery, South Adriatic Sea.*

## Introduzione

La pesca del novellame per consumo è da sempre vietata, come noto, al fine di evitare il depauperamento delle risorse biologiche del mare. Tuttavia, qualora la pesca riguardi la raccolta di giovanili di specie massivamente presenti nel mare o di specie adulte di piccola taglia, la cui pesca può ritenersi ininfluente per la consistenza degli stock, si ritiene possibile svolgere le attività di pesca limitatamente a ben determinati periodi dell'anno (Decreto del 28 agosto 1996 del Ministero delle Risorse Agricole, Alimentari e Forestali).

E' il caso appunto del rossetto (*Aphia minuta mediterranea* De Buen, 1931), Gobide di piccola taglia che ha un ciclo biologico molto breve e dimensioni da adulto non superiori a 4,5 cm. Per questo la legislazione in materia prevede il rilascio di specifica autorizzazione per la pesca con l'utilizzo di reti a maglie piccole.

Nel Golfo di Manfredonia, la pesca di questo piccolo Gobide è consentita dal 15 gennaio al 15 marzo, in concomitanza col periodo di autorizzazione della pesca del novellame del pesce azzurro (*Sardina pilchardus* - bianchetto).

L'indagine riguardante la pesca del rossetto è stata svolta al fine di acquisire informazioni sulla composizione quali-quantitativa del pescato e valutare l'incidenza di tale pesca sulle risorse costiere di interesse commerciale.

## Materiali e metodi

La pesca sperimentale del rossetto con reti a strascico a maglia fine, nel Golfo di Manfredonia, è stata condotta durante il periodo consentito. Queste note si riferiscono alle stagioni di pesca 1996 e 1997, durante le quali sono stati raccolti 22 campioni di rossetto.

L'area di pesca solo alcune volte ha coinciso con quella dei clupeiformi (AA.VV., 1997); più spesso la concentrazione del rossetto, per le particolari caratteristiche oceanografiche e la bassa profondità, rilevante in questa zona, si verificava più al largo, talvolta oltre le tre miglia (fig. 1).

La raccolta dei campioni si è svolta a bordo di natanti professionali. In laboratorio, la composizione quali-quantitativa del pescato è stata studiata mediante osservazione di campioni di 100 gr cadauno prelevati durante le pescate sperimentali. Gli individui di *A. minuta* e tutte le altre specie presenti nei campioni sono stati contati, pesati e misurati.

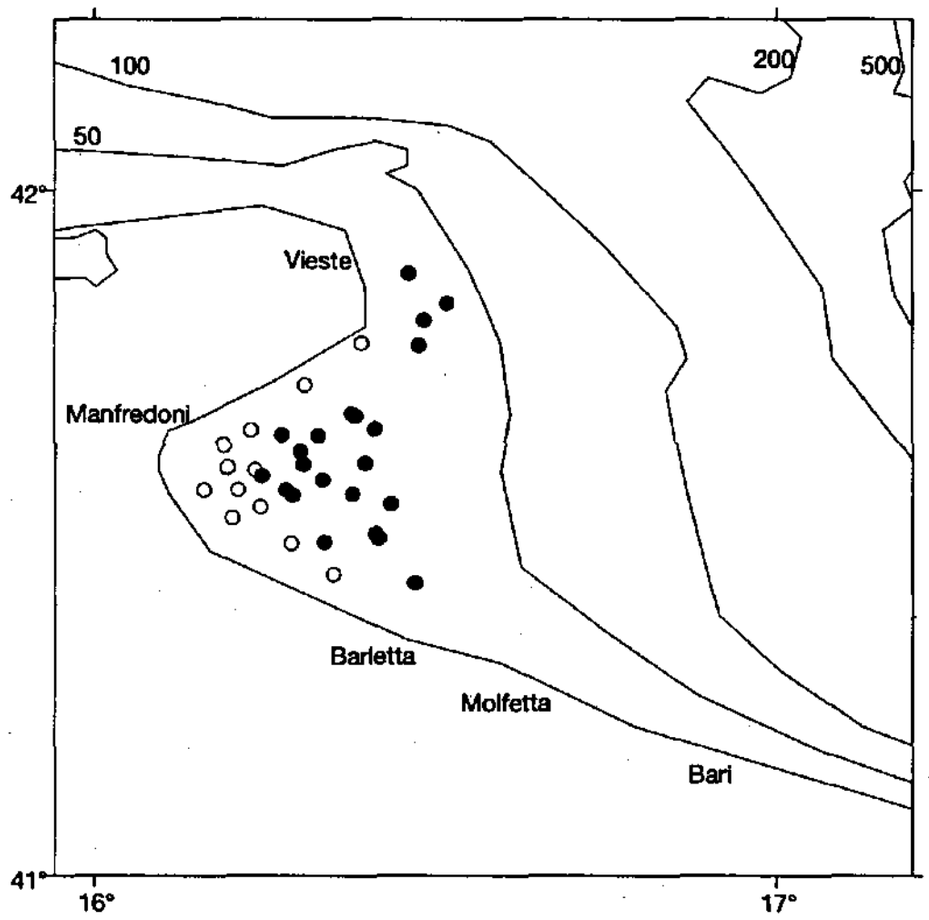



Fig. 1 - Stazioni di campionamento, "rossetto" (circoli pieni), "bianchetto" (circoli vuoti). *Sampling stations, "rossetto" (filled circles), "bianchetto" (open circles).*

## Risultati e conclusioni

La composizione in peso del pescato (media dei due anni di indagine), nel periodo gennaio-marzo, è costituita da: *A. minuta* (53,7%), *S. pilchardus* (39,7%), *E. encrasicolus* (4,4%), altre specie (2,5%); comprende cioè il bianchetto di *S. pilchardus* e, limitatamente a gennaio, anche quello di *E. encrasicolus* (fig. 2). Le "altre specie" risultano costituite da Teleostei: *Pomatoschistus* sp. (Gobide di piccole dimensioni), *Atherina hepsetus*, *Sarpa salpa*, *Pagellus* sp., *Mugil* sp., *Diplodus* sp., Cefalopodi: *Alloteuthis* sp. e *Sepiola* sp., nonchè da Crostacei, Anfipodi, Isopodi e Misidiacei che rappresentano il cibo preferito dalla specie pescata. Si sono anche osservate quantità molto modeste di Cnidari Scifozoi, Policheti e Tunicati.

Ulteriori indagini, svolte su richiesta delle categorie nei mesi di novembre-dicembre e aprile-maggio, hanno evidenziato che la pesca rivolta al rossetto ed effettuata con reti a traino comporta la cattura di numerose altre specie con individui giovanili e pertanto può ritenersi dannosa per la tutela delle risorse del Basso Adriatico e del Golfo di Manfredonia in particolare.

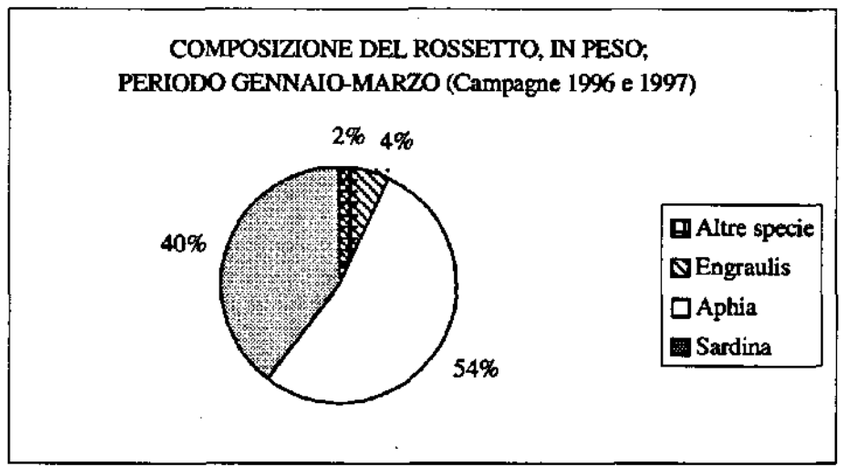
In conclusione, i nostri risultati corroborano la scelta gestionale del Ministero che consente la pesca del rossetto con reti a traino limitatamente al periodo 15 gennaio - 15 marzo. Infatti, in questa parte dell'anno, si catturano quasi esclusivamente esemplari di *Aphia minuta* e giovanili di *Sardina pilchardus*, salvaguardando quindi le altre risorse di pregio.

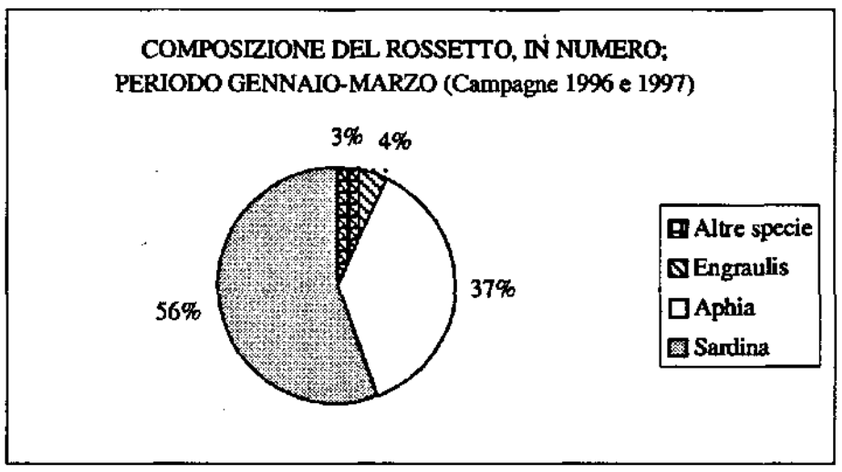
### Bibliografia

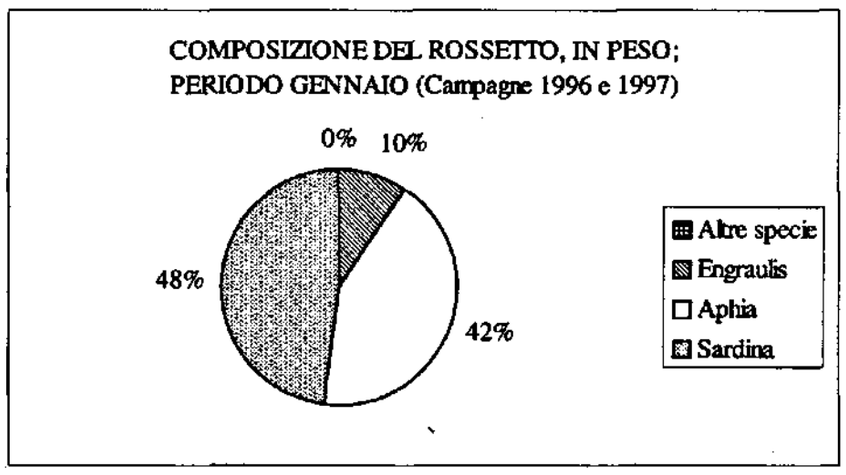
AA.VV. (1997) - Progetto di ricerca "La pesca del novellame da consumo". Relazione finale 1995-1997. Ministero Risorse Agricole Alimentari Forestali, Roma.

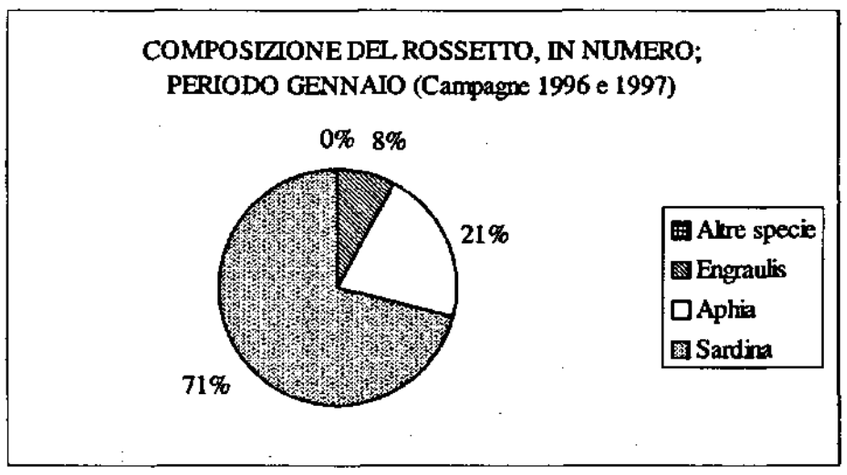
UNGARO N., CASAVOLA N., MARANO G., RIZZI E. (1994) - "Bianchetto" and "rossetto" fry fisheries in the Manfredonia Gulf: effort exerted and catch composition. *Oebalia*, **20**: 99-106.

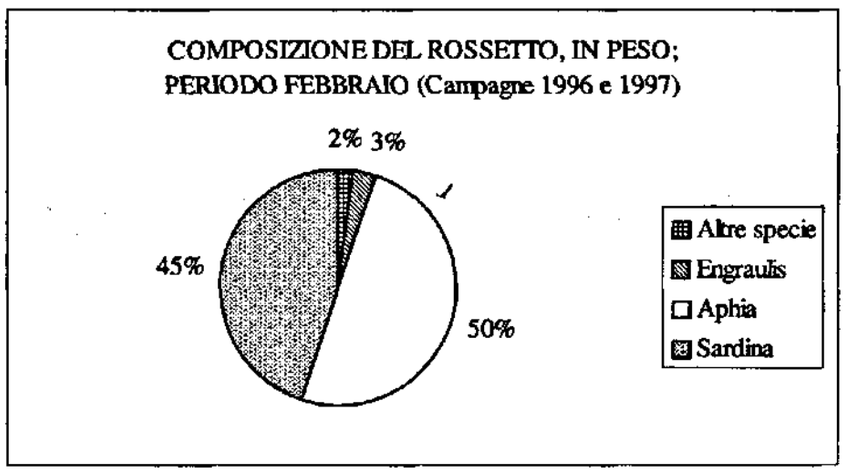
Ricerca effettuata nell' ambito del programma "La pesca del novellame da consumo" finanziato dalla Direzione Generale Pesca del M.R.A.A.F.

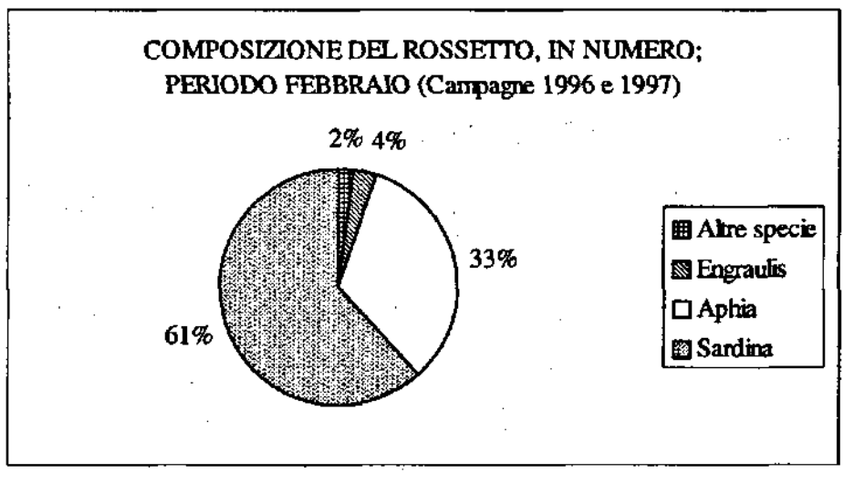


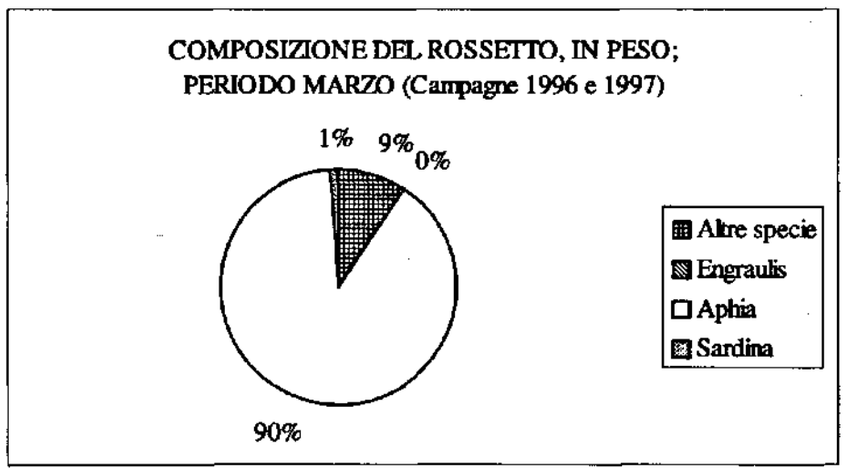



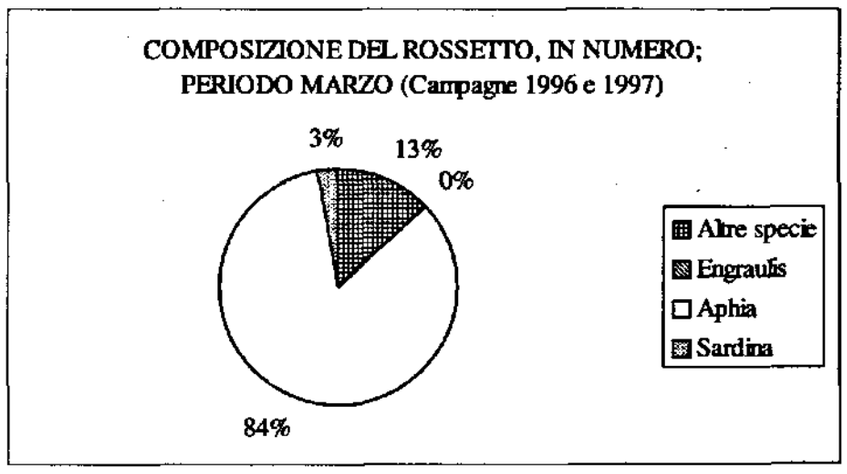



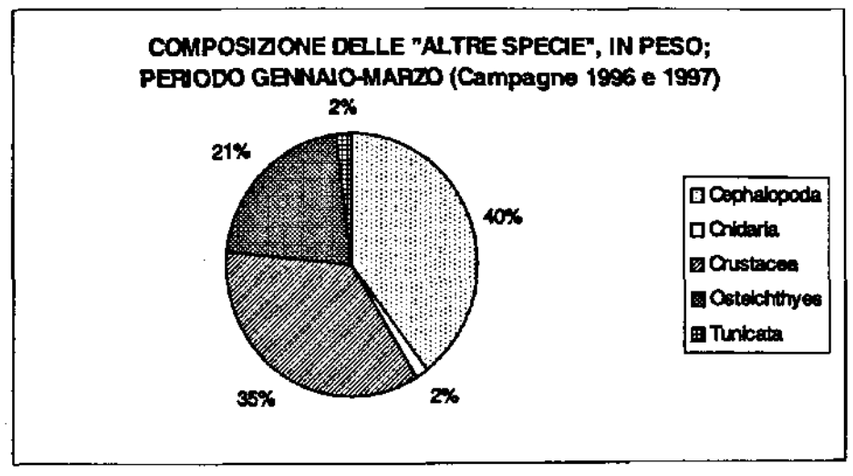



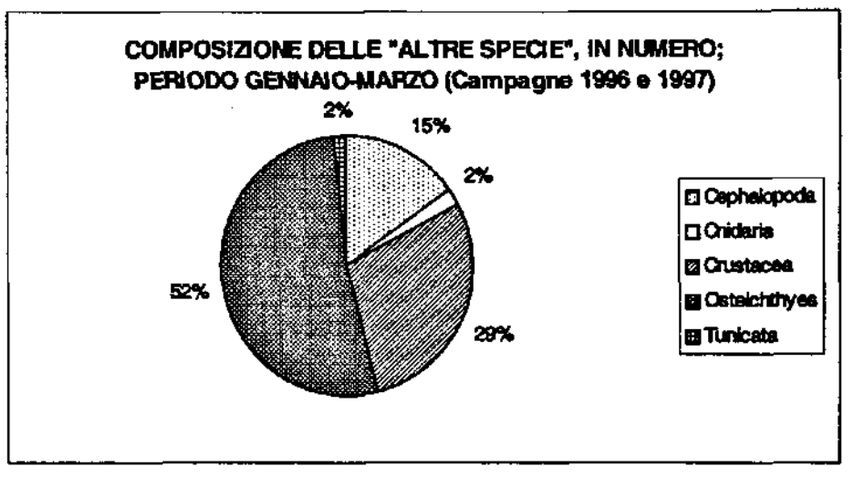




Fig. 2 - Composizione percentuale, in peso e numero, del "rossetto" e delle altre specie, esaminate nei 22 campioni, nei vari periodi dell'anno.

*Per cent composition in weight and number of "rossetto" and the other species examined in 22 sampling, in the different periods of the year.*

Biol. Mar. Medit. (1999), 6 (1): 550-552

N. Casavola, P. De Ruggieri, S. Lo Caputo, A. Sgobba

Laboratorio Provinciale di Biologia Marina, Molo Pizzoli (Porto) - 70123 Bari, Italia.

# COMPOSIZIONE AUTUNNALE ED INVERNALE DEL "BIANCHETTO" NEL GOLFO DI MANFREDONIA

## *AUTUMN AND WINTER COMPOSITION OF "BIANCHETTO" IN THE GULF OF MANFREDONIA*

***Abstract***

*This work reports data concerning the fishing of juveniles of* Sardina pilchardus *(Walbaum) "bianchetto" in the Manfredonia Gulf. Such data allowed to follow the tendency and the quality and quantity of the catches in the fishing seasons 1995-96 and 1996-1997.*

***Key-words:*** *juveniles, fishery, South Adriatic Sea.*

## Introduzione

La pesca del novellame da consumo (*Sardina pilchardus*-bianchetto) può essere esercitata limitatamente al periodo 15/gennaio - 15/marzo. La deroga alle normative sulla pesca del novellame viene concessa in considerazione del fatto che si tratta di una specie massivamente presente nel Mediterraneo. Nell'Adriatico sono numerose le marinerie interessate a questa attività, tuttavia oltre il 90% del pescato viene raccolto a Manfredonia, dove operano circa 160 motopesca con reti a traino. La ricerca sul "bianchetto", nel Golfo di Manfredonia, è stata svolta per studiare e disporre di informazioni sulla composizione quali-quantitativa del novellame e per valutare, con questa attività, l'incidenza della cattura di altre specie giovanili.

## Materiali e metodi

La ricerca, avviata nel settembre 1995 e conclusa nell'aprile 1997, ha compreso due fasi:

1^ fase. Censimento delle aree di pesca nei compartimenti dell'Adriatico da S. Benedetto a Bari presso Capitanerie e Cooperative di pesca.

2^ fase. Operazioni in mare per la raccolta dei campioni nelle aree costiere di Manfredonia, esame quali-quantitativo del pescato.

L'indagine si è svolta a bordo di natanti professionali presi a noleggio. In laboratorio la composizione quali-quantitativa del pescato è stata studiata mediante l'analisi di campioni di 100 gr cadauno prelevati durante le pescate sperimentali. Gli organismi presenti nei campioni sono stati singolarmente pesati in grammi (con precisione 0,0001 g) e misurati al mm.

## Risultati e conclusioni

L'indagine è stata svolta durante le stagioni di pesca del bianchetto (da ottobre ad aprile), negli anni 1995-96 e 1996-97. La ricerca ha avuto luogo sia nel periodo di autorizzazione della pesca (15/gennaio - 15/marzo), che nei restanti mesi della stagione, in cui la specie è protetta. I dati dell'indagine mostrano chiaramente che la composizione qualitativa del pescato nei due periodi è abbastanza diversa (Fig. 1).

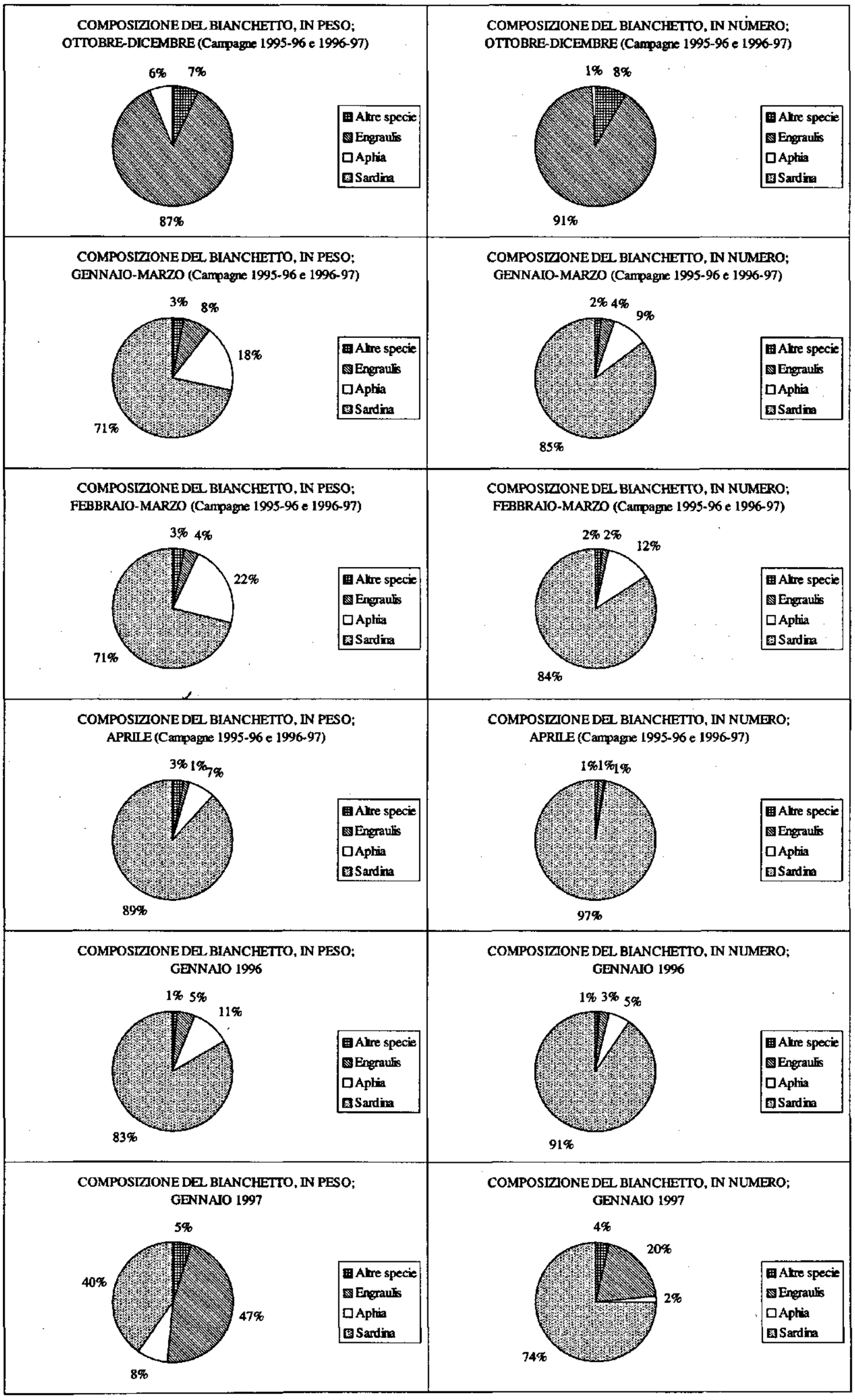



Fig. 1 - Composizione percentuale in peso e numero del "bianchetto" e delle altre specie, nei vari periodi dell'anno.

*Per cent composition in weight and number of "bianchetto" and other species, in the different periods of the year.*

In particolare, l'incidenza nel pescato di *E. encrasicolus* è risultata abbastanza elevata nel periodo ottobre-dicembre (periodo in cui la specie è protetta). Al contrario nel periodo consentito la percentuale del pescato di alici risulta molto più contenuta, nell'ordine dell'8% in peso e del 4% in numero come media per i due anni di ricerca.

Tuttavia, nell'anno 1997, e limitatamente al mese di gennaio, la percentuale di giovani di *E. encrasicolus* è risultata notevolmente più elevata. Ciò forse è stato determinato da un particolare andamento climatico che ha reso il gennaio più mite rispetto alla norma. Nel periodo febbraio-marzo, sempre del 1997, i dati scendono nuovamente: le rare alici presenti sono già pigmentate e di maggior taglia. Questo dato, e cioè la variabilità dei risultati nel mese di gennaio rispetto all'intero periodo di pesca consentita, era già stato osservato in anni precedenti, da ricerche svolte dal Laboratorio (Marano *et al.,* 1981).

Nel complesso, la cattura di giovanili di altre specie, che peraltro sono comuni nei mari italiani e di scarso valore commerciale (AA.VV., 1997), può ritenersi trascurabile.

La marineria di Manfredonia cattura oltre il 90% del pescato di novellame nell'Adriatico (AA.VV., 1997), anche se nelle stagioni in esame il pescato si è ridotto circa del 50% rispetto ad alcuni anni precedenti (1991), contemporaneamente alla diminuzione dei motopesca operanti in questo settore. Nel 1991 erano infatti in attività n°299 motopesca (Ungaro *et al.,* 1994), mentre si sono ridotte nel 1997 a n° 157 imbarcazioni.

Circa gli effetti della pesca sulla consistenza degli stock è opportuno che le attività di pesca del bianchetto siano adeguatamente contenute nei limiti suggeriti dagli effetti della ricerca (AA.VV., 1996). E' soprattutto necessario che tali attività di pesca vengano svolte solo nel periodo consentito. In questo modo non solo si limitano le quantità di cattura del novellame, ma soprattutto nei mesi di ottobre, novembre e dicembre si evita la pesca di novellame di *E. encrasicolus* e nei mesi primaverili forme giovanili di specie pregiate (Teleostei: *Pomatoschistus* sp., *Atherina hepsetus*, *Sarpa salpa*, *Pagellus* sp., *Mugil* sp., *Diplodus* sp., Cefalopodi: *Alloteuthis* sp. e *Sepiola* sp.).

Tuttavia, si è dell'avviso che per contenere ulteriormente la cattura di giovanili di *E. encrasicolus*, il periodo consentito per la pesca del bianchetto dovrebbe essere compreso nei mesi di febbraio e marzo, escludendo il mese di gennaio. Infatti, i dati riferiti al periodo febbraio-marzo, per i due anni di ricerca, mostrano una consistente riduzione dell'incidenza di giovani di *E. encrasicolus* nel pescato (Fig. 1).

**Bibliografia**

AA.VV. (1996) - Valutazione risorse pelagiche consistenza stock alici e sardine nell'Adriatico meridionale. Relazione finale triennio 1994-96. Ministero Risorse Agricole Alimentari Forestali, Roma.

AA.VV. (1997) - Progetto di ricerca "La pesca del novellame da consumo". Relazione finale 1995-1997. Ministero Risorse Agricole Alimentari Forestali, Roma.

MARANO G., CASAVOLA N., VACCARELLA R. (1981) - Pesca del bianchetto in terra di Bari. *Quad. Lab. Tecn. Pesca*, **3** (Suppl. 1): 101-110.

UNGARO N., CASAVOLA N., MARANO G., RIZZI E. (1994) - "Bianchetto" and "rossetto" fry fisheries in the Manfredonia Gulf: effort exerted and catch composition. *Oebalia*, **20**: 99-106.

Ricerca effettuata nell' ambito del programma "La pesca del novellame da consumo" finanziato dal M.R.A.A.F.

Biol. Mar. Medit. (1999), 6 (1): 553-555

N. CASAVOLA

Laboratorio Provinciale di Biologia Marina, Molo Pizzoli 70123 Bari, Italia.

# VALUTAZIONE DELLA BIOMASSA DI ALICI MEDIANTE LA STIMA DELLA PRODUZIONE GIORNALIERA DI UOVA LUNGO LE COSTE ADRIATICHE PUGLIESI NEL 1995

## *DAILY EGG PRODUCTION METHOD FOR SPAWNING BIOMASS ESTIMATES OF THE SOUTH-WESTERN ADRIATIC ANCHOVY DURING 1995*

***Abstract***

*In the month of July 1995, an Egg Production Method Cruise was carried out, aiming at the evaluation of the spawning biomass of the anchovy (*Engraulis encrasicolus *L.) along the coasts of Apulia in the lower Adriatic. The results of the egg production and of the biological parameters relative to the adult population, are compared to those of other Mediterranean areas.*

***Key-words:*** *Anchovy, biomass estimation, Adriatic Sea.*

## Introduzione

Scopo di questo lavoro è di determinare la biomassa della popolazione di *Engraulis encrasicolus* (L.), nelle acque del Basso Adriatico, con il DEPM *"Daily Egg Production Method"* (Lasker, 1985).

## Materiali e metodi

La stima della biomassa dello stock dei riproduttori di acciuga è stata fatta in base al modello di Lasker (1985): $B=P_0AW/(RFS)$, dove: $B$ = biomassa dei riproduttori (t), $P_0$ = produzione giornaliera di uova (numero di uova per unità di campionamento, 0,196 m² per giorno), $A$ = area totale investigata (Km²), $W$ = peso medio delle femmine mature (g), $R$ = rapporto sessi in peso (femmine/totale), $F$ = fecondità del lotto (numero medio di uova per femmina matura per singola emissione), $S$ = frazione di femmine che depongono al giorno.

L'indagine è stata effettuata dal 3 al 29 Luglio 1995, coprendo gran parte della zona riproduttiva dell'area occidentale del Basso Adriatico; l'indagine per la raccolta delle uova a mare e per il campionamento degli esemplari adulti è stata svolta a bordo di una nave presa a noleggio munita di rete "da traino pelagiche a divergenti"; altri campioni di adulti sono stati raccolti a bordo di imbarcazioni commerciali dotate di reti "volanti" e "cianciolo". I campioni di plancton sono stati raccolti tramite un retino CalVET, con maglie di 335 micron, fatto risalire perpendicolarmente da una profondità, dove possibile, di 100 metri, con una copertura di 14.790 km² di superficie del mare. Nell' area in esame sono stati effettuati prelievi di plancton in 88 stazioni situate ad una distanza di 7 nm, lungo 23 transetti, distanti sempre 7 nm, orientati per 45°. Nelle stesse stazioni sono stati registrati i profili di temperatura e salinità tramite l'uso di una sonda multiparametrica. L'intera zona investigata, con l'intento di diminuire la varianza, è stata post-stratificata in due strati: strato 0 (produzione di uova = 0) e strato

1 (stazioni positive); l'elaborazione dei dati di abbondanza di uova stadiate e classificate per età, relativi allo strato positivo, usando una regressione non lineare pesata con il metodo dei minimi quadrati (Dixon e Brown, 1979), ha permesso di definire una curva di mortalità secondo il classico modello $P_t=P_{0*}e^{-zt}$, dove $t$= età in giorni; $P_t$= numero uova/0,196m², di età $t$; $P_0$= produzione giornaliera delle uova/0,196m²; $Z$= tasso giornaliero istantaneo di mortalità.

A bordo delle imbarcazioni sono state effettuati 32 campionamenti di adulti, solo in 26 casi si è avuto modo di raccogliere le alici. I parametri relativi agli adulti ($W$, $F$, $S$ e $R$), dato che il numero degli individui campionati non sempre era uguale in ogni pescata, sono stati stimati mediante medie pesate. La fecondità del lotto è stata determinata con il metodo degli oociti idratati e la frequenza di deposizione mediante l'analisi istologica dei follicoli postovulatori suddivisi in tre fasce di età (Lasker, 1985). La varianza della stima della biomassa è stata determinata con il metodo delta (Seber, 1973); le covarianze tra $P_0$ e i parametri degli adulti si sono supposte uguali a 0. La metodologia dettagliata utilizzata per il campionamento ed elaborazione dei dati in relazione alle indagini sulle uova e sugli adulti è stata descritta da Casavola et *al.*, 1996a.

## Risultati e conclusioni

La tabella espone tutti i parametri del DEPM e le stime della biomassa dell'acciuga. Le ricerche sperimentali con il DEPM, come previsto (Casavola, 1998), mostrano una valutazione più contenuta, 3,27 volte, della biomassa di alice

Tab. 1 - Parametri della produzione di uova, tasso di mortalià giornaliero, parametri degli adulti e biomassa dei riproduttori di *E. encrasicolus*, stimati durante la campagna DEPM eseguita in luglio 1995; coefficiente di variazione (CV) fra parentesi.

- *Egg production parameters, daily mortality rate, adult parameters and* E. encrasicolus *spawning biomass, estimated in DEPM surveys carried out in July 1995; coefficient ov variation (CV) in brackets.*

| Parametri DEPM | |
|---|---|
| *Po1* (n° uova/0,19m²) | 11,660 (0,253) |
| *Po* (n° uova/0,19m²) | 7,419 (0,164) |
| *z* | 0,797 (0,034) |
| | |
| *A* area totale (km²) | 14.790 |
| *A1* strato 1 (km²) | 9.412 |
| | |
| *W* (g) | 18,660 (0,033) |
| *F* (n° uova/lotto per femmina matura) | 8.219 (0,035) |
| *S* (giorno-1) | 0,171 (0,148) |
| *R* (femmine/totale) | 0,519 (0,045) |
| | |
| DEPM Biomassa (t) | 14.307 (0,506) |
| UOVA e LARVE Biomassa (t) | 46.839 |

calcolata con il metodo "uova e larve" (Casavola *et al.*, 1996a). Fino ad oggi nelle valutazioni effettuate in Adriatico con il metodo "uova e larve" si sono sempre usati dati costanti di fecondità, determinati misurando gli ovociti superiori ad una soglia fissata a tavolino ed assumendo le 3-5 mode rilevate nella frequenza della distribuzione per taglia pari al numero di riproduzioni (emissioni) della stagione in corso. Questo metodo produce nella sua applicazione stime di fecondità stagionale inferiori a quella reale. Infatti, i primi risultati sulla fecondità del lotto e frequenza di deposizione di *E. encrasicolus,* nel Basso Adriatico (Casavola *et al.*, 1996b, 1996c, 1996d), hanno mostrato che le alici depongono almeno una decina di volte nell'arco dell'anno, per cui sembra ovvio che la fecondità relativa di *E. encrasicolus* è stata sottovalutata e che, di conseguenza, lo stock è stato sopravalutato.

La fecondità giornaliera della popolazione di *E. encrasicolus* ottenuta nel basso Adriatico (39,09 uova/giorno g di riproduttore) è simile a quelle riportate da García e Palomera (1996) (69,81: mare Catalano e golfo del Leone; 69,63: mare Ligure e N-Tirreno), ma più bassa dei valori ottenuti da Palomera e Pertierra (1993) (100,1: mare Catalano). In quest'ultimo caso il più elevato valore della fecondità giornaliera della popolazione di acciuga è ascrivibile a valori più alti sia della fecondità del lotto sia della frequenza di deposizione. Il tasso giornaliero istantaneo di mortalità, al contrario, è simile ai valori riportati da Palomera e Pertierra (1993) e più basso di quelli riportati da García e Palomera (1996).

**Bibliografia**

CASAVOLA N., DE RUGGIERI P., HAJDERI E., MARANO G., RIZZI E. (1996a) - Valutazione risorse plagiche consistenza stock alici e sardine nell'Adriatico Meridionale. Relazione finale periodo 1994-96. Ministero Risorse Agricole Alimentari Forestali, Roma.

CASAVOLA N., RIZZI E., DE RUGGIERI P. (1996b) - "Batch fecundity" di *Engraulis encrasicolus* (L.) nell'adriatico meridionale. *Biol. Mar. Medit.,* **3** (1): 537-539.

CASAVOLA N., DE RUGGIERI P., RIZZI E. (1996c) - Frequenza di deposizione di *Engraulis encrasicolus* (L.) nell'adriatico meridionale. *Biol. Mar. Medit.,* **3** (1): 531-533.

CASAVOLA N., MARANO G., RIZZI E. (1996d) - Batch fecundity of *Engraulis encrasicolus* L. in the south-western Adriatic sea. *Sci. Mar.*, **60** (2-3): 369-377.

CASAVOLA N. (1998) - Daily egg production method for spawning biomass estimates of anchovy in the south-western Adriatic during 1994. *Rapp. Comm. Int. Mer Médit.,* **35**: 394-395.

DIXON W.J., BROWN M.B., eds. (1979) - *Biomedical computer programs. P-series.* Univ. Calif. Press, Berkeley: 735p.

GARCÍA A., PALOMERA I. (1996) - Anchovy early life history and its relation to its surrounding environment in the Western Mediterranean basin. *Sci. Mar.*, **60** (2): 155-166.

LASKER R. (Editor) (1985) - An Egg Production Method for Estimating Spawning Biomass of Pelagic Fish: Application to the Northern Anchovy, *Engraulis mordax.* (US Dept. Comm.) *NOAA Tech. Rep. NMFS*, **36**: 1-99 p.

PALOMERA I., PERTIERRA J.P. (1993) - Anchovy biomass estimate by the daily egg production method in 1990 in the western Mediterranean Sea. *Sci. Mar.*, **57** (2-3): 243-251.

SEBER G.A.F. (1973) - *The estimation of animal abundance and related parameters.* Hafner Press, New York: 506p.

Ricerca effettuata nell'ambito del programma "Risorse biologiche piccoli pelagici" finanziato da Ministero delle Risorse Agricole Alimentari e Forestali.

Biol. Mar. Medit. (1999), 6 (1): 556-560

A. CEFALI, R. BRUNO, F. MINNITI, M. EGITTO

Dipartimento di Biologia Animale ed Ecologia Marina, Università di Messina,
Salita Sperone, 31 - 98166 S. Agata (Messina), Italia.

# STIMA DELL'ACCRESCIMENTO DI *SPONDYLIOSOMA CANTHARUS* (L. 1758): RISULTATI PRELIMINARI

## *GROWTH OF* SPONDYLIOSOMA CANTHARUS *(L. 1758): PRELIMINAR STUDY*

***Abstract***

*The age of 232 specimens of a Teleost species* Spondilyosoma cantharus *(Osteichthyes: Sparidae) was determined. The samples were caught in the waters of the Aeolian Islands. The growth analysis confirm that the species is protogynans hermaphrodite.*

*The hermaphrodite specimen develops the ovarian region reaching the initial sexual maturity at the end of year 2 of life. The sex inversion occurs after 3 years. After 4 years are only male fishes with a marked sexual dimorphism.*

***Key-words:*** Spondyliosoma cantharus, *age, growth, Southern Tyrrhenian Sea.*

## Introduzione

*Spondyliosoma cantharus* (L. 1758) è un Perciforme appartenente alla Famiglia degli Sparidi, comunemente denominato "tanuta", è specie proteroginica, diffusa nel mar Mediterraneo, nell'Atlantico orientale, dalle coste della Scandinavia all'Angola, rara nel mar Nero (Tortonese, 1975). Ha notevole valore commerciale e sui mercati è spesso confusa con i "saraghi". Le informazioni relative alla sua biologia sono scarse e, tranne alcune esperienze sull'alimentazione in allevamento condotte da Faranda *et al.* (1979), le conoscenze sull'accrescimento e la riproduzione sono limitate ad alcune aree extra mediterranee (Perodou e Nedelec, 1982; Soletchnick, 1983; Balguerías *et al.* 1993;). Al fine di meglio definire ed approfondire la biologia di *S. cantharus* nel Mediterraneo, si è intrapreso uno studio sulla determinazione dell'età e dell'accrescimento mediante la lettura delle squame e delle sagitte.

## Materiali e metodi

I campioni sono stati raccolti in prossimità dell'arcipelago Eoliano con rete a strascico, tra febbraio ed ottobre 1996. Sui 232 esemplari campionati sono stati rilevati: la lunghezza alla forca caudale (LF) in cm ed il sesso mediante preparato a fresco delle gonadi e per i casi dubbi si è proceduto ad analisi istologica. L'età è stata determinata dal conteggio comparativo degli anelli di accrescimento sulle squame e sulle sagitte opportunamente trattate. Le sagitte più spesse, non chiaramente leggibili, sono state incluse in resina e sezionate trasversalmente allo spessore di 0,5 mm mediante sega ISOMET.

## Risultati

L'applicazione della metodica del taglio trasversale alle sagitte ha consentito di ottenere delle sezioni sottili e quindi la lettura per trasparenza di tutte le età

campionate fino ai quattordici anni (Figg.1-2). Sulle squame è stata rilevata la presenza quasi costante di doppi anelli oltre il terzo, probabilmente da mettere in relazione all'età di inversione sessuale.

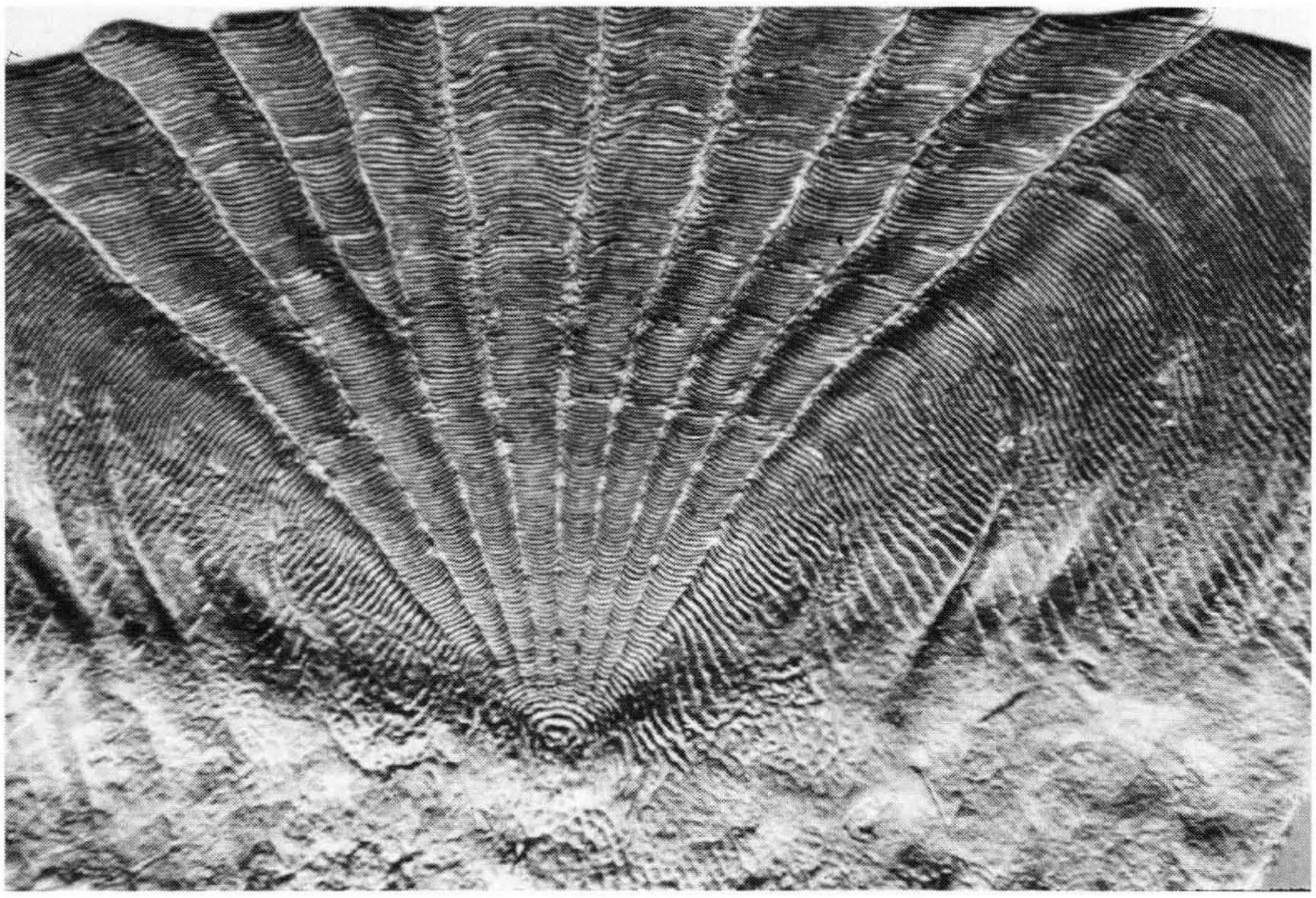


Fig. 1 - Squama di individuo di cinque anni di *Spondyliosoma cantharus* (L. 1758) nella quale si evidenzia la formazione del doppio anello dal terzo anno in poi.
*Scale of 3 years old specimen showing a double ring.*

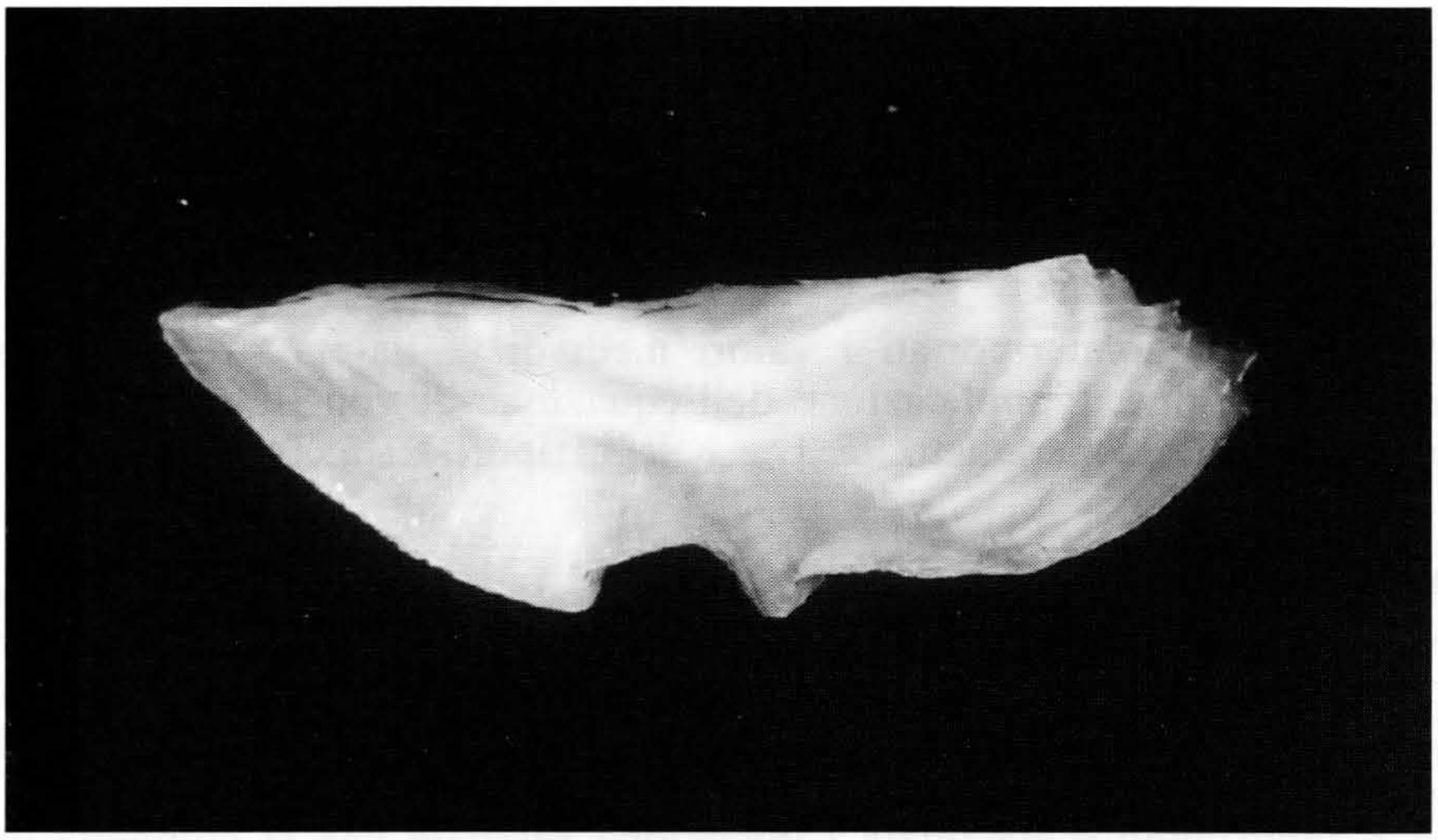


Fig. 2 - Sezione trasversale della sagitta di individuo di sette anni di *Spondyliosoma cantharus* (L. 1758).
*Cross section of 7 years old* Spondyliosoma cantharus *(L.1758) sagitta.*

La lettura comparativa dell'età ha permesso di individuare: femmine distribuite in quattro classi d'età, tra zero e tre anni, le cui frequenze numeriche maggiori sono state riscontrate tra il primo ed il secondo anno; maschi di età compresa tra tre e quattordici anni, con frequenze maggiori al terzo anno; individui in fase di inversione sessuale, presenti tra il secondo e terzo anno d'età (Fig. 3).

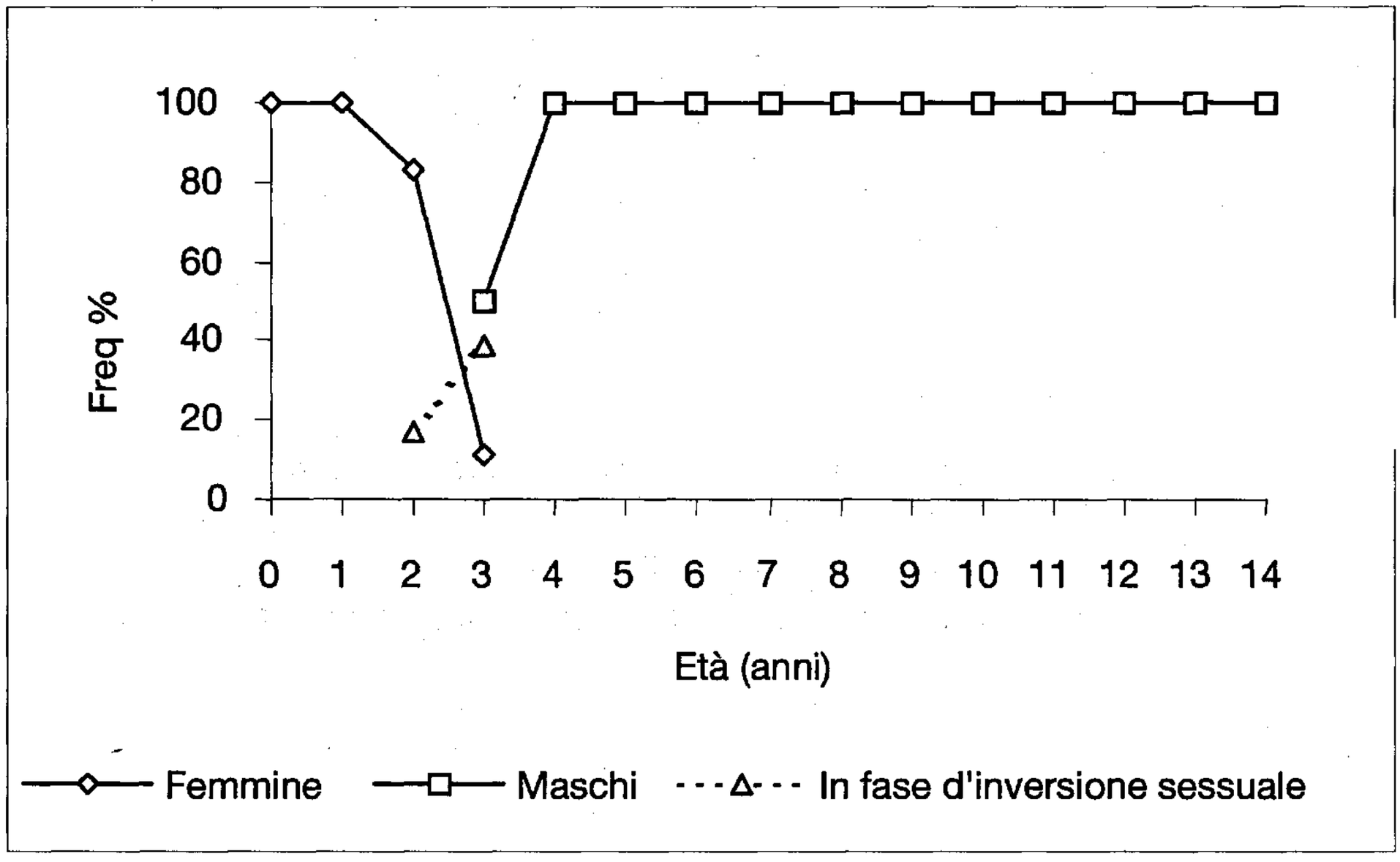



Fig. 3 - Sex-ratio di *Spondyliosoma cantharus* (L. 1758) in relazione all'età.
*Sex-ratio of* Spondyliosoma cantharus *(L. 1758) related to age.*

Nella Tabella 1 sono riportati i valori medi di taglia-età riferiti ai sessi ed al totale del campione. L'applicazione dell'equazione di von Bertalanffy ai valori taglia età ha fornito i parametri di $L_\infty$, K e $t_0$ riportati in Tabella 2.

## Conclusioni

I risultati ottenuti, confermano che la specie *Spondyliosoma cantharus*, è ermafrodita proteroginica. Gli individui nascono ermafroditi e sviluppano la gonade femminile raggiungendo la prima maturità sessuale a partire da 18 cm LF (due anni).

Dopo il terzo anno d'età inizia l'inversione sessuale che si completa durante il quarto anno a 27 cm LF. Oltre tale taglia la popolazione è costituita da soli maschi che modificano la loro morfologia, assumendo uno spiccato dimorfismo sessuale (gibbosità frontale e colorazione azzurra della livrea).

Tab. 1 - Valori medi di taglia-età di *Spondyliosoma cantharus* (L. 1758).
*Mean value size-year of* Spondyliosoma cantharus *(L. 1758).*

| **Femmine N. 142** | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Età anni** | **% Ind.** | **LF** | **Dev. ST** | **LF max** | **LF min** |
| 0 | 5,67 | 5,06 | 0,98 | 6,70 | 4,00 |
| 1 | 34,75 | 13,64 | 1,69 | 15,50 | 10,20 |
| 2 | 56,73 | 18,97 | 2,15 | 23,50 | 15,50 |
| 3 | 2,83 | 24,28 | 0,92 | 25,60 | 23,60 |
| **Maschi N.60** | | | | | |
| **Età anni** | **% Ind.** | **LF** | **Dev. ST** | **LF max** | **LF min** |
| 3 | 30 | 22,93 | 1,33 | 25,50 | 20,70 |
| 4 | 18,33 | 26,74 | 1,68 | 29,00 | 23,80 |
| 5 | 13,33 | 30,09 | 1,95 | 32,60 | 27,50 |
| 6 | 8,33 | 33,16 | 1,57 | 34,30 | 30,40 |
| 7 | 8,33 | 35,18 | 0,91 | 36,50 | 34,00 |
| 8 | 6,66 | 36,58 | 0,69 | 37,50 | 36,00 |
| 9 | 3,33 | 39,15 | 0,49 | 39,50 | 38,80 |
| 10 | 3,33 | 41,50 | 2,12 | 43,00 | 40,00 |
| 11 | 1,66 | 42,50 | ---- | ---- | ---- |
| 12 | 3,33 | 43,50 | 0,71 | 44,00 | 43,00 |
| 13 | 1,66 | 44,50 | ---- | ---- | ---- |
| 14 | 1,66 | 46,00 | ---- | ---- | ---- |
| **Campione Totale N.232** | | | | | |
| **Età anni** | **% Ind.** | **LF** | **Dev. ST** | **LF max** | **LF min** |
| 0 | 30,44 | 5,06 | 0,98 | 6,70 | 4,00 |
| 1 | 21,55 | 14,50 | 1,29 | 12,96 | 10,20 |
| 2 | 41,37 | 19,40 | 1,42 | 16,35 | 14,00 |
| 3 | 15,51 | 22,30 | 1,57 | 19,79 | 16,50 |
| 4 | 4,74 | 26,00 | 1,99 | 22,58 | 18,40 |
| 5 | 3,44 | 29,60 | 2,79 | 25,07 | 22,00 |
| 6 | 2,15 | 34,30 | 3,73 | 26,09 | 23,50 |
| 7 | 2,15 | 36,10 | 3,54 | 31,81 | 25,00 |
| 8 | 1,72 | 36,70 | 0,81 | 35,73 | 34,80 |
| 9 | 0,86 | 39,50 | 2,12 | 38,00 | 36,50 |
| 10 | 0,86 | 41,50 | 2,59 | 39,60 | 37,50 |
| 11 | 0,43 | 42,50 | ---- | ---- | ---- |
| 12 | 0,86 | 43,50 | ---- | ---- | ---- |
| 13 | 0,43 | 44,50 | ---- | ---- | ---- |
| 14 | 0,43 | 46,00 | 1,06 | 45,25 | 44,50 |

Tab. 2 - Parametri dell'equazione di von Bertalanffy.
*Parameters of von Bertalanffy equation.*

| | Femmine | Maschi | Campioni Tot. |
|---|---|---|---|
| $L_\infty$ | 38,25859 | 56,85322 | 48,54477 |
| K | 0,286616 | 0,112818 | 0,182907 |
| $T_0$ | - 0,47978 | - 1,52224 | - 0,40214 |
| coeff. corr tra ($L_t$) e ($L_{t+1}$) | 0,989 | 0,994 | 0,995 |

## Bibliografia

BALGUERÍAS GUERRA E., QUINTERO PÉREZ M. E., GONZÁLEZ JIMÉNEZ J.F. (1993)- Características reproductivas de la chopa, *Spondyliosoma cantharus* (Linnaeus, 1758) del Banco Sahariano. *Bol. Inst. Esp. Oceanogr.*, **9** (1):185-201.

FARANDA F., GIUFFRE' G., LO PARO G., MANGANARO A. (1979) – Impiego di scarti di pesca per l'alimentazione di *Spondyliosoma cantharus* (L.1758). *Riv. Idrobiol.*: 97-113.

PERODOU J.B., NEDELEC D. (1982)- Croissance des dorades grises. Conseil International pour l'Exploration de la Mer. *C.M.* 1982/G:27.

SOLETCHNIK P. (1983) - Gestion de la dorade grise, elements de biologie. *Oceanis.*, **9** (1): 23-32.

TORTONESE E. (1975) - *Osteichthyes Pesci Ossei*. Fauna d'Italia, Edizioni Calderini, Bologna: 636 pp.

Biol. Mar. Medit. (1999), 6 (1): 561-565

L. A. CHESSA, A. PAIS, M. SCARDI *, S. SERRA

Dipartimento di Scienze Zootecniche dell'Università, Via E. De Nicola 07100 Sassari, Italia.
*Stazione Zoologica "A. Dohrn", Napoli, Italia.

# DISTRIBUZIONE DEI MOLLUSCHI BIVALVI DI FONDO MOBILE D'INTERESSE COMMERCIALE NEL COMPENDIO ITTICO DI CALICH (SARDEGNA NORD-OCCIDENTALE)

## *DISTRIBUTION OF SOFT BOTTOM MOLLUSCS OF ECONOMIC VALUE IN THE CALICH LAGOON (NW SARDINIA)*

***Abstract***

*In spite of its potential yielding and its economical role, the exploitation of soft bottom molluscs is not allowed in the Calich lagoon (Sardinia). Our study was aimed at gathering information about this resource in order to contribute to its valorisation. In this framework, species distribution and densities as well as the annual production of* Cerastoderma glaucum *have been taken into account.*

***Key-words:*** *lagoon, Molluscs, Sardinia.*

## Introduzione

La pesca dei Molluschi Bivalvi di fondo mobile nello Stagno di Calich (Alghero) non è autorizzata per motivi di carattere igienico sanitario. Ciò è causa di non pochi inconvenienti, considerate le notevoli potenzialità produttive ed il ruolo economico di questa risorsa (Chessa *et al.*, 1995). Questo studio è stato svolto al fine di disporre di dati scientifici utili alla sua valorizzazione. Esso si è posto due obiettivi: 1) definire la distribuzione delle popolazioni delle diverse specie, 2) stimare la produzione annua della specie più rappresentativa.

## Materiali e metodi

L'indagine è stata svolta in 2 fasi: durante la prima si è campionato su 35 stazioni disposte lungo tutto il perimetro dello stagno (Fig. 1), effettuando 4 repliche/stazione. Nella 2ª fase, avviata 3 mesi dopo, il campionamento è stato orientato verso una singola stazione (Fig. 1) ed alla specie più rappresentativa (*Cerastoderma glaucum*). Sono state

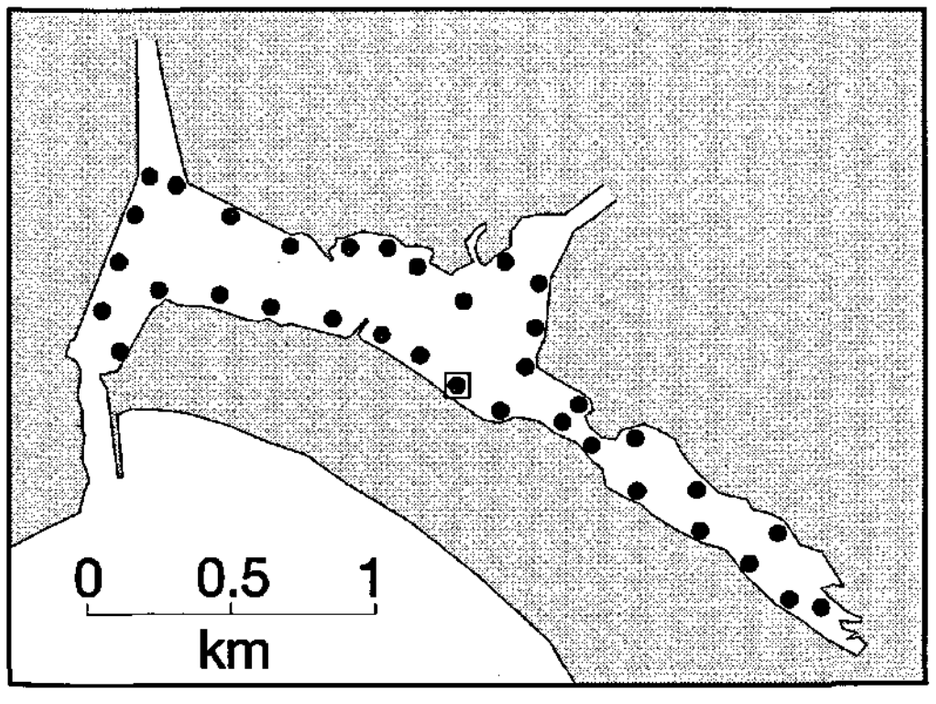



Fig. 1 - Stagno di Calich: stazioni di raccolta dei Molluschi Bivalvi della 1ª fase (n=35). La stazione entro il quadrato è quella considerata durante la 2ª fase (vedi testo).

*The Calich lagoon: the 35 samplig stations of molluscs (1st phase). The station inside the square was considered in the 2nd phase of the study.*

effettuate 40 raccolte/stazione/stagione nelle 4 stagioni allo scopo di disporre di un set di dati valido per definire al meglio la struttura della popolazione e la produzione annua.

In tutti i casi per le raccolte ci si è avvalsi di una vongolara da 10 $dm^3$ di tipo professionale su cui era stata montata una rete con maglie di 3 mm. Il materiale raccolto è stato setacciato, si è quindi provveduto alla determinazione tassonomica ed enumerazione. Per ciascuna variabile e per ciascuna specie considerata è stata testata la conformità ad una distribuzione normale delle frequenze mediante il test di Kolmogorov-Smirnov, modificato secondo Lilliefors (1967).

## Risultati e discussione

Nella prima fase sono stati globalmente raccolti 4640 individui appartenenti alle seguenti 4 specie e con queste abbondanze: *Scrobicularia plana* (3013); *Cerastoderma glaucum* (1537); *Tapes decussatus* (88); *Loripes lacteus* (2).

È stata determinata la struttura demografica delle popolazioni e le densità di ogni singola specie (Figg. 2, 3, 4). La ricerca di eventuali plurimodalità nelle distribuzioni delle frequenze della altezza della conchiglia ha dato esito favorevole solo per *Cerastoderma glaucum* (Fig. 5).

L'abbondanza delle singole specie nei campioni stagionali della stazione di riferimento è indicata in Tab. 1. Esaminando la distribuzione delle altezze della conchiglia di *C. glaucum* nei 4 periodi dell'anno, si è potuto notare come in tutti i casi, tranne che in primavera, sia di tipo unimodale (Fig. 6). In tutti i casi, il dato sor-

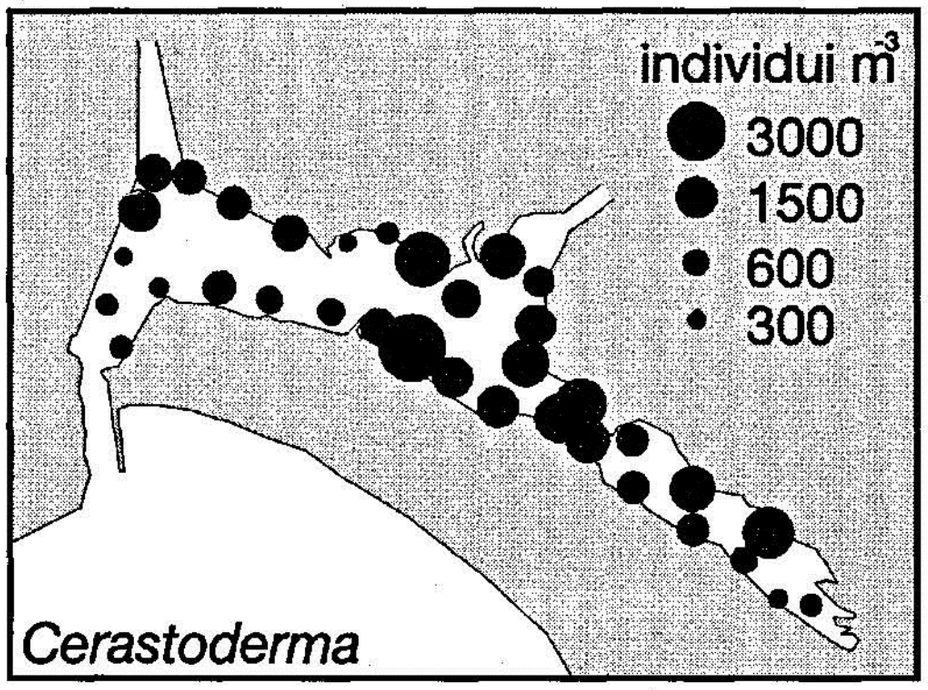



Fig. 2 - Densità degli individui/$m^3$ ($\delta$) di *Cerastoderma glaucum* (densità/$m^2=\delta/49$).

*Density of specimens/$m^3$ of the main species of* Cerastoderma glaucum *(density/$m^2=\delta/49$).*

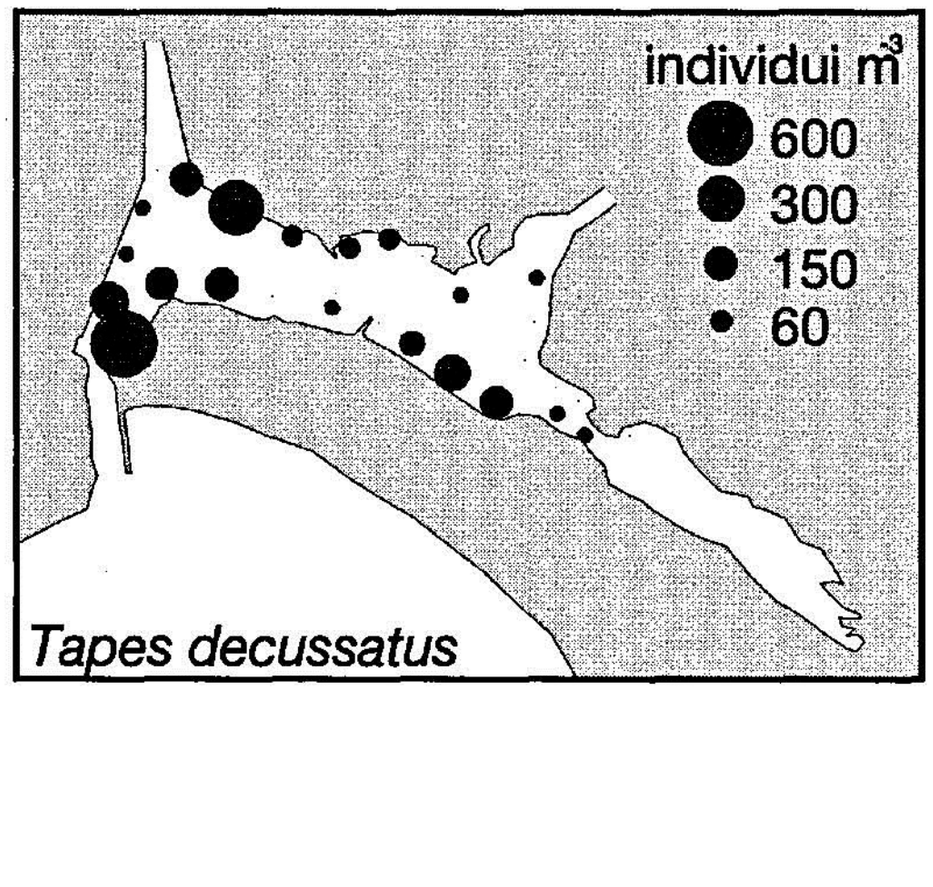



Fig. 3 - Densità degli individui/$m^3$ ($\delta$) di *Tapes decussatus* (densità/$m^2=\delta/49$).

*Density of specimens/$m^3$ of the main species of* Tapes decussatus *(density/$m^2=\delta/49$).*

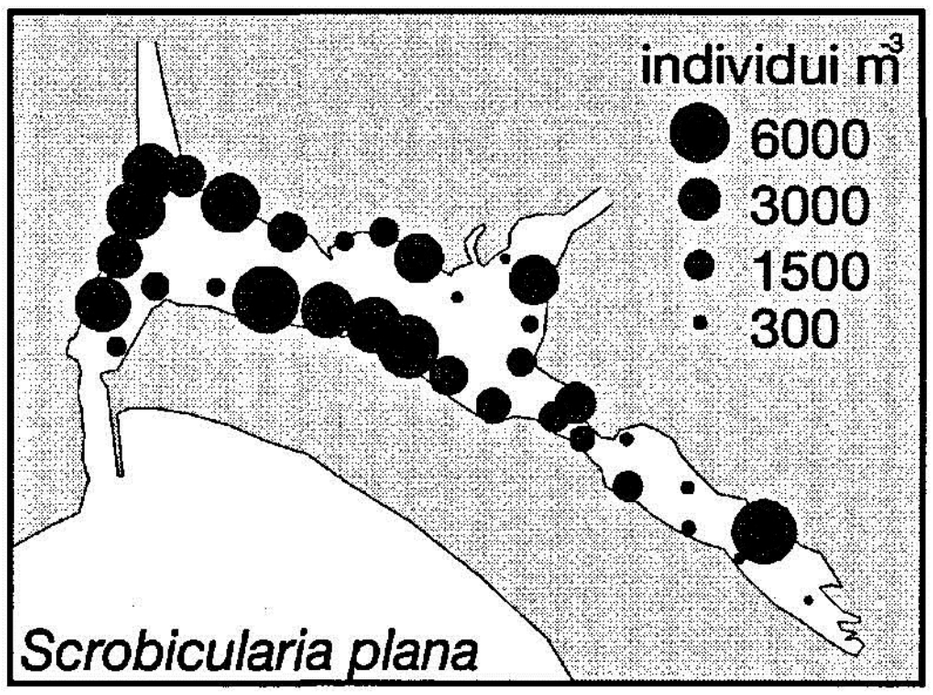



Fig. 4 - Densità degli individui/m³ (δ) di *Scrobicularia plana* (densità/m²=δ/49).
*Density of specimens/m³ of the main species of* Scrobicularia plana *(density/ m²=δ/49).*

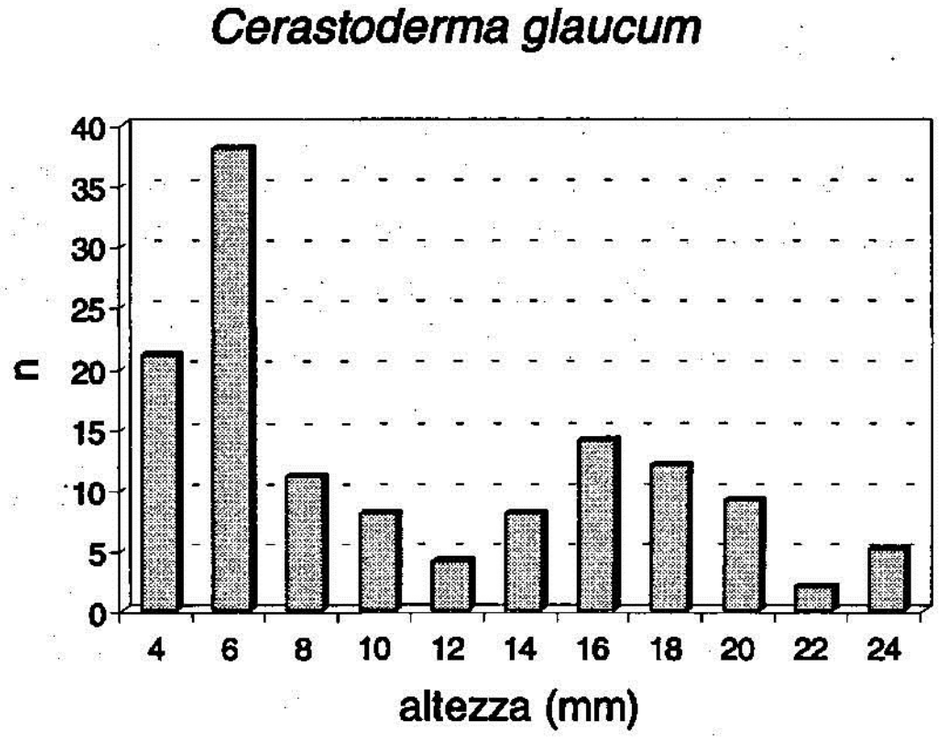



Fig. 5 - Distribuzione delle frequenze dell'altezza della conchiglia di *C. glaucum* (dati prima fase su 35 stazioni).
*Frequencies distribution of the height of* C. glaucum *shell (1st phase, 35 stations).*

Tab. 1 - Risultato delle raccolte stagionali dei Molluschi Bivalvi nella 2ª fase.
*Results of seasonal molluscs samplings in the 2nd phase.*

| | *C. glaucum* | *S. plana* | *T. decussatus* |
|---|---|---|---|
| Autunno (21/10/93) | 624 | 116 | 16 |
| Inverno (01/02/94) | 440 | 23 | 39 |
| Primavera (09/06/94) | 255 | 543 | 44 |
| Estate (09/09/94) | 303 | 356 | 27 |
| Totali | 1622 | 1038 | 126 |

prendente emerso è che la classe modale è compresa fra 18 e 20 mm (Fig. 6). In altre parole, non si nota alcuna evidenza di accrescimento degli individui di classe di età 0+, con la sola eccezione del campione primaverile: in questo caso, infatti, si è osservata tendenza alla bimodalità (Figg. 6, 7). Per ottenere delle stime indirette dell'accrescimento annuo di *C. glaucum* si è scelto pertanto di operare su questo campione. Le due componenti di Fig. 7 sono state arbitrariamente denominate 0+ e 1+, poiché è molto verosimile che esse corrispondano a tali classi di età. Per la stima dell'incremento della biomassa di *C. glaucum* di classe 1+, ci si è basati sulla relazione peso-altezza della conchiglia ($W=0{,}0013 \cdot h^{2{,}5495}$), che è risultata molto buona ($r=0{,}96$). Essa ha permesso di calcolare la distribuzione teorica dei pesi degli individui delle 2 classi d'età. Sempre in merito a tale relazione, è interessante notare come gli individui di taglia più piccola siano presenti soprattutto in primavera, a dimostrazione del fatto che il reclutamento avviene in questo periodo (Fig. 6). L'incremento di biomassa annua di *C. glaucum,* espresso in Fig. 8, deriva dal confronto tra la distribuzione della biomassa degli individui della classe 1+ con quella di una componente di pari numerosità ma con media e deviazione standard uguali a quelle stimate per la classe 0+. Ciò ha consentito di disporre di una valutazione anche spaziale della produzione secondaria relativa a questa importante specie.

Per quanto riguarda l'apparente staticità della struttura demografica della popolazione di *C. glaucum* è possibile formulare diverse ipotesi. La più verosimile, in mancanza di ulteriori elementi probanti, è quella di una diversa distribuzione spaziale delle classi di taglia.

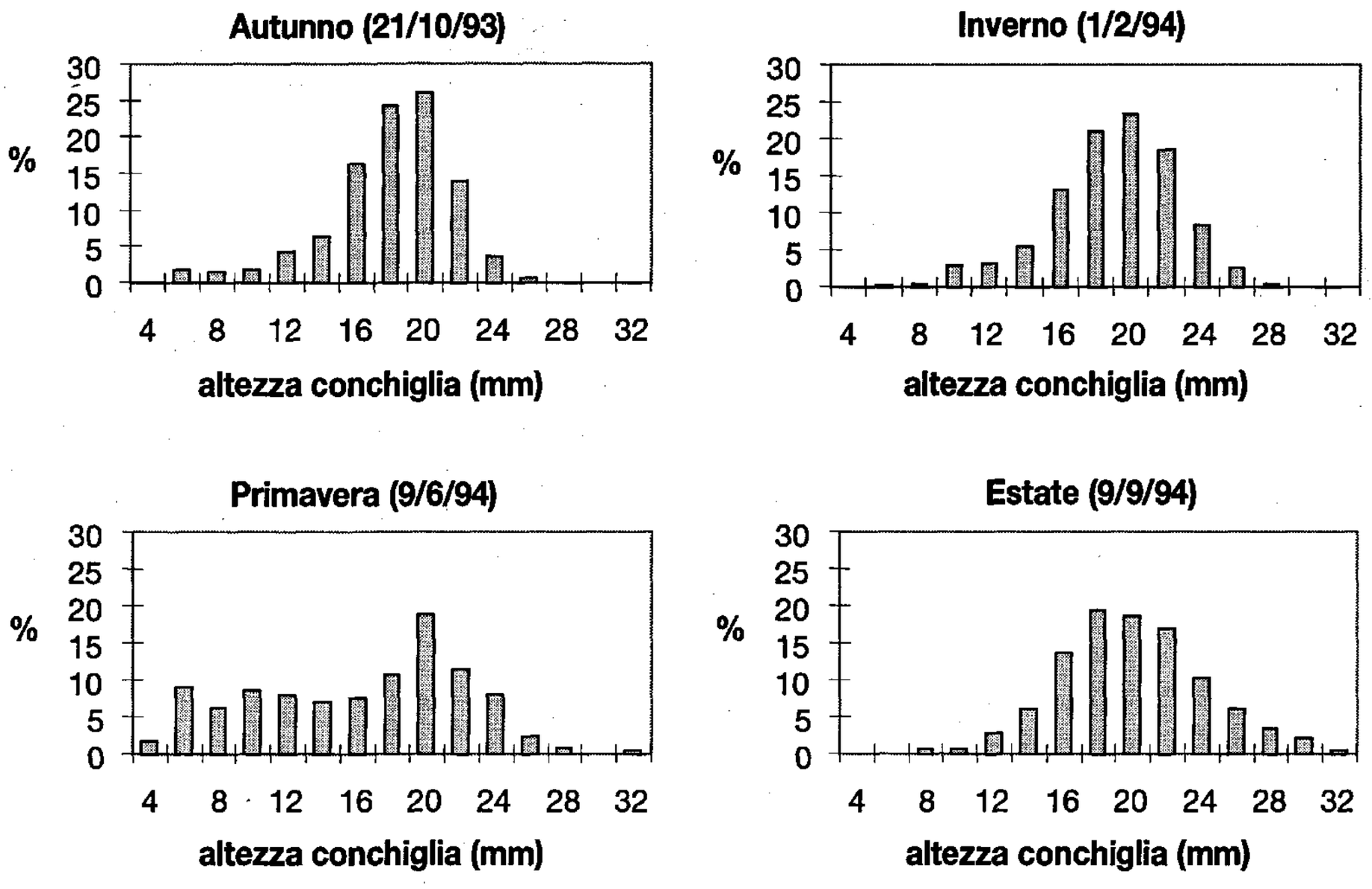



Fig. 6 - Distribuzione delle frequenze dell'altezza della conchiglia di *C. glaucum* nei 4 periodi dell'anno (2ª fase, una stazione).

*Frequencies distribution of the height of* C. glaucum *shell (2nd phase, single station).*

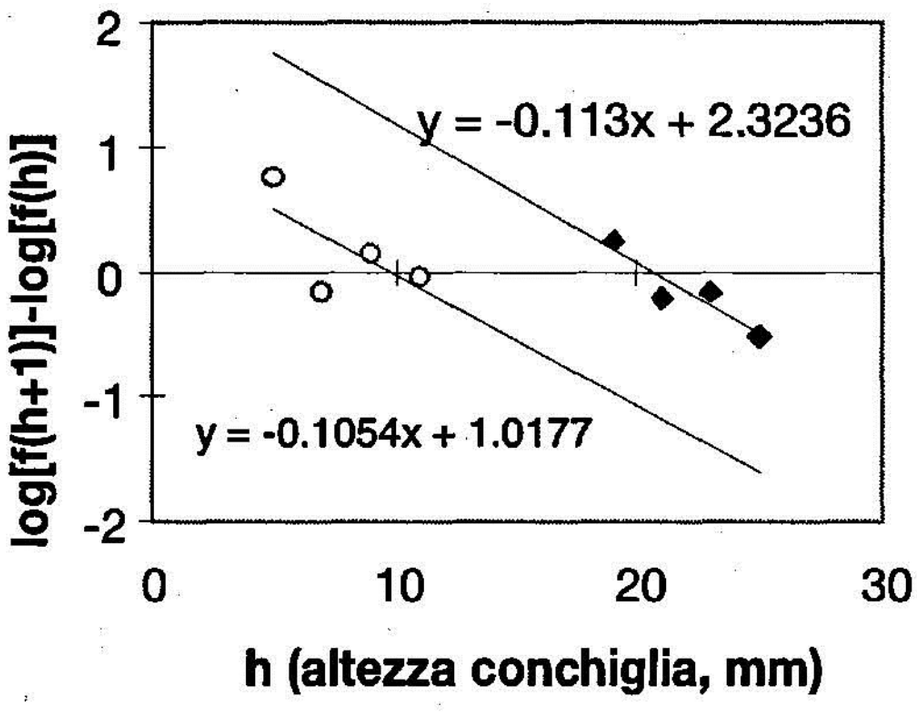



Fig. 7 - Differenze logaritmiche delle frequenze dell'altezza della conchiglia di *C. glaucum* (2ª fase, una stazione).
*Log differencies of the height of the* C. glaucum *shell (2nd phase, single station).*

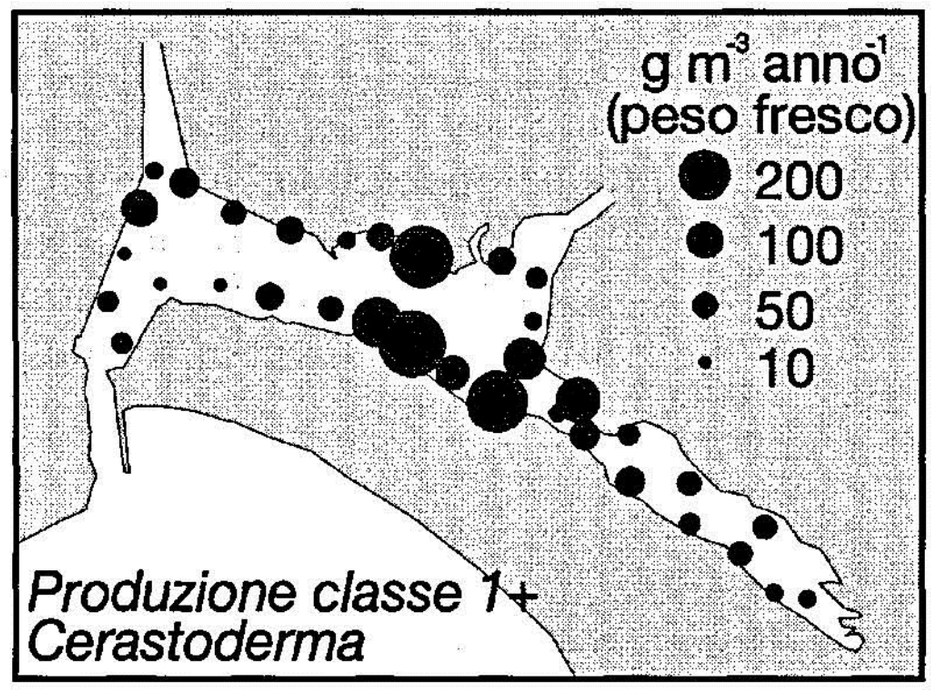



Fig. 8 - Incremento della biomassa annua di *C. glaucum*.
*Yearly biomass increasing of* C. glaucum.

## Conclusioni

La distribuzione spaziale delle tre principali specie di Molluschi Bivalvi, così come è emerso dai dati della campagna preliminare, presenta delle sostanziali differenze: la specie di gran lunga più abbondante e con la distribuzione più omogenea è *S. plana*. Anche *C. glaucum* è distribuito su tutto il bacino dello stagno ma con densità inferiori rispetto ad essa. Inoltre, la preferenza di *C. glaucum* per la zona centrale dello stagno è confermata anche dai più alti valori di incremento della biomassa. *T. decussatus* mostra densità molto basse ed una netta preferenza per la parte occidentale del bacino. A tal proposito le stime di produzione secondaria effettuate per *C. glaucum* sembrano indicare un basso livello di efficienza del trasferimento energetico dal livello dei produttori primari a quello dei consumatori bentonici (circa un terzo del valore atteso per un ambiente con caratteristiche similari allo Stagno di Calich). Per questo motivo è lecito supporre che un riassetto dell'ecosistema-stagno potrebbe favorire una più completa espressione del suo potenziale produttivo.

### Bibliografia

CHESSA L.A., PAIS A., SCARDI M., SERRA S. (1995) - Prospettive per la valorizzazione produttiva dello Stagno di Calich (Sardegna Nord-Occidentale). *Biol. Mar. Medit*, **2** (2): 43-48.

LILLIEFORS H.W. (1967) - On the Kolmogorov-Smirnov test for normality with mean and variance unknown. *Jour. of the American Statistical Association*, **62**: 399-402.

Lavoro eseguito con fondi dell'Assessorato alla Difesa dell'Ambiente (R.A.S.).

Biol. Mar. Medit. (1999), 6 (1): 566-568

A. CUTTITTA, G. BASILONE, B. PATTI, A. BONANNO, A. GARCIA*, S. MAZZOLA, G.B. GIUSTO

IRMA-CNR, Via L. Vaccara, 61 - 91026 Mazara del Vallo (Trapani), Italia.
E-mail: bpatti@irma.pa.cnr.it
*IEO, Puerto Pesquero - 29640 Fuengirola, Spagna.

# ANDAMENTO TEMPORALE DEL FATTORE DI CONDIZIONE E DELL'INDICE GONADO-SOMATICO DI *ENGRAULIS ENCRASICOLUS* NEL CANALE DI SICILIA

# *TRENDS OF ANCHOVY (*ENGRAULIS ENCRASICOLUS*) CONDITION FACTOR AND GONADOSOMATIC INDEX IN THE SICILIAN CHANNEL*

***Abstract***

*Time series of condition factor and gonadosomatic index (GSI) of anchovy* Engraulis encrasicolus *in the Sicilian Channel have been derived from the analysis of commercial landing samples obtained by means of two different fishing gears, i.e. epipelagic trawl and purse seine. Results showed a peak in gonadosomatic index at the end of July and a highly significant difference between gears in condition factor during the approximately one month long period that preceded the observation of maximum GSI values.*

***Key-words:*** Engraulis encrasicolus, *gonadosomatic index, condition factor, purse seine, epipelagic trawl, Sicilian Channel.*

## Introduzione

Nell'ambito dello svolgimento del progetto di ricerca comunitario MED 96-052, finalizzato alla valutazione dell'abbondanza di acciuga (*Engraulis encrasicolus*) nel Canale di Sicilia attraverso l'uso combinato di metodi acustici e del DEPM (Daily Eggs Production Method), sono stati effettuati presso la marineria di Sciacca (Sicilia meridionale) alcuni campionamenti di esemplari adulti. I dati raccolti si riferiscono a catture commerciali di entrambi gli attrezzi da pesca (rete pelagica e rete a circuizione) utilizzati in loco per la cattura di piccoli pesci pelagici. Gli esemplari campionati sono stati misurati in laboratorio, al fine di permettere il calcolo di alcuni parametri biologici, tra cui l'indice gonado-somatico (GSI) e il fattore di condizione (CF). L'analisi dell'evoluzione temporale del GSI è utile per l'individuazione del picco riproduttivo, mentre il CF può dare informazioni sul comportamento alimentare in prossimità del periodo di deposizione (Giraldez e Abad, 1995) e, in relazione alla disponibilità di dati raccolti in periodi del giorno differenti, anche sul ciclo giornaliero di alimentazione.

## Materiali e metodi

Il presente lavoro è basato sull'analisi di 18 campionamenti di acciughe ottenuti nella stessa zona di pesca (nel tratto di mare compreso tra Sciacca e Licata) e a profondità comprese tra 50 e 100 m da pescherecci appartenenti alla marineria di Sciacca. Il materiale biologico è stato raccolto approssimativamente ogni 15 giorni, dal 28 aprile al 30 settembre 1997, per un totale di 10103 esemplari. I due attrezzi utilizzati per il reperimento dei campioni (rete a circuizione e rete pelagica) si differenziano relativamente al momento della cattura, che avviene nel

corso della notte per la rete a circuizione ("cianciolo") e di giorno per la rete pelagica ("volante"). Gli esemplari campionati sono stati misurati in laboratorio alcune ore dopo lo sbarco. Il fattore di condizione è stato calcolato secondo l'equazione di Fulton (1911, in Tomasini *et al.*, 1989), $CF=W*100/L^3$, dove W è il peso in grammi ed L la lunghezza standard in cm, l'indice gonado-somatico, è stato calcolato secondo l'equazione GW/W (Bougis, 1952), dove GW è il peso gonadico e W il peso totale. I valori medi corrispondenti ad ogni combinazione di data, attrezzo e sesso sono stati calcolati e riportati in grafico, al fine di studiarne l'andamento.

## Risultati

L'analisi dei dati ha mostrato un'elevata sovrapposizione di tutte le serie relative al GSI, con un picco di maturità sessuale che per il 1997 si è verificato in corrispondenza della fine del mese di Luglio (Fig. 1), in accordo con quanto precedentemente osservato in Mediterraneo da altri autori (Casavola *et al.*, 1981; Palomera, 1992; Giraldez e Abad, 1995). Differenze più marcate sono state

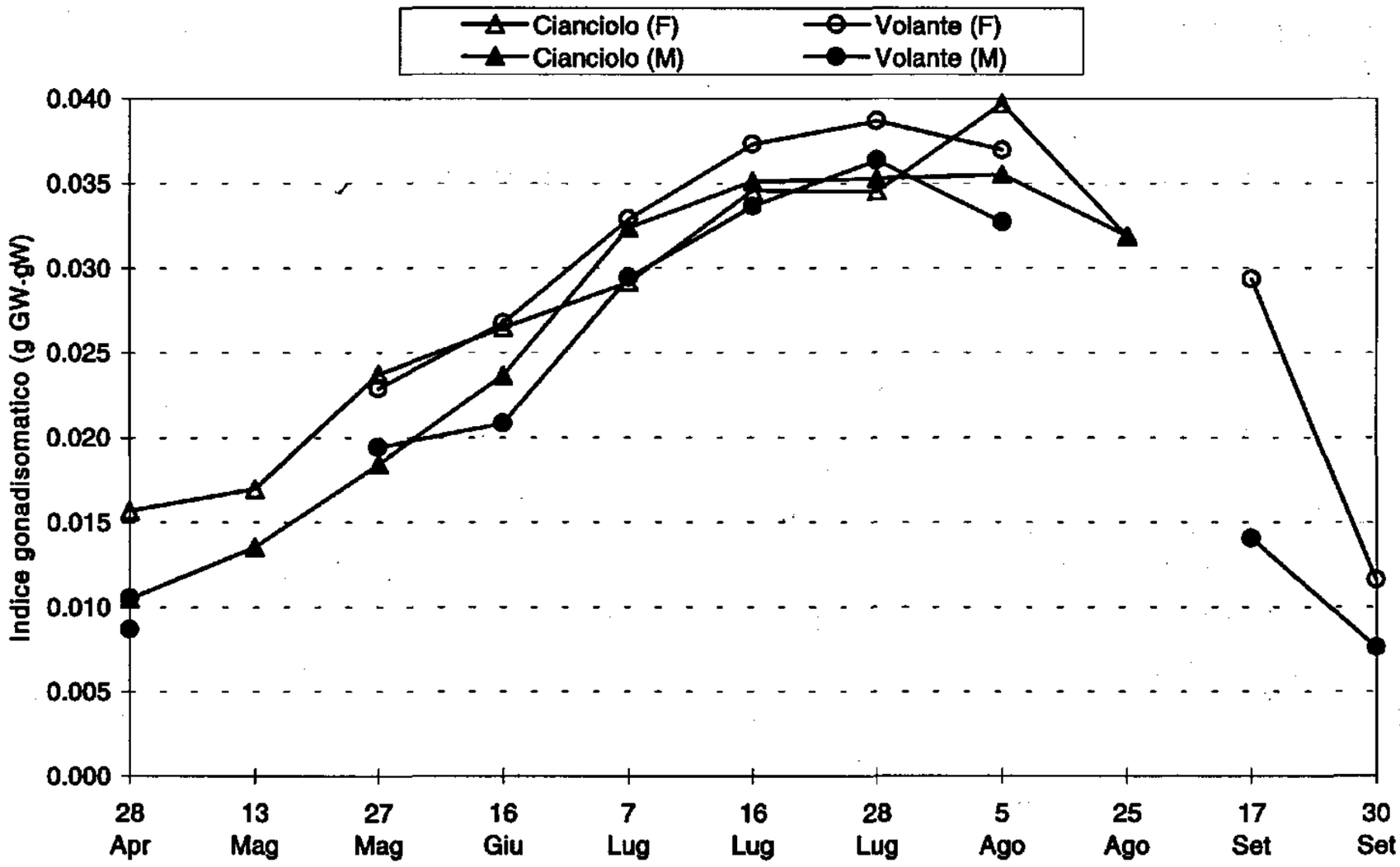



Fig. 1 - Evoluzione temporale dell'indice gonadosomatico per sesso e per tipo di attrezzo (F=femmina; M=maschio).

*Time series of gonadosomatic index by sex and fishing gear (Cianciolo=Purse seine; Volante= Epipelagic trawl; F=Female; M=Male).*

osservate nel CF, particolarmente in funzione del tipo di attrezzo e della data di campionamento (Fig. 2). Pur mostrando lo stesso andamento, le serie relative ai campioni ottenuti mediante rete pelagica sono caratterizzate da valori costantemente e significativamente (t-test, $p<0.05$) più elevati rispetto a quelli relativi alla rete a circuizione, soprattutto nel mese precedente al picco riproduttivo, quando le differenze riscontrate diventano altamente significative ($p<<0.01$).

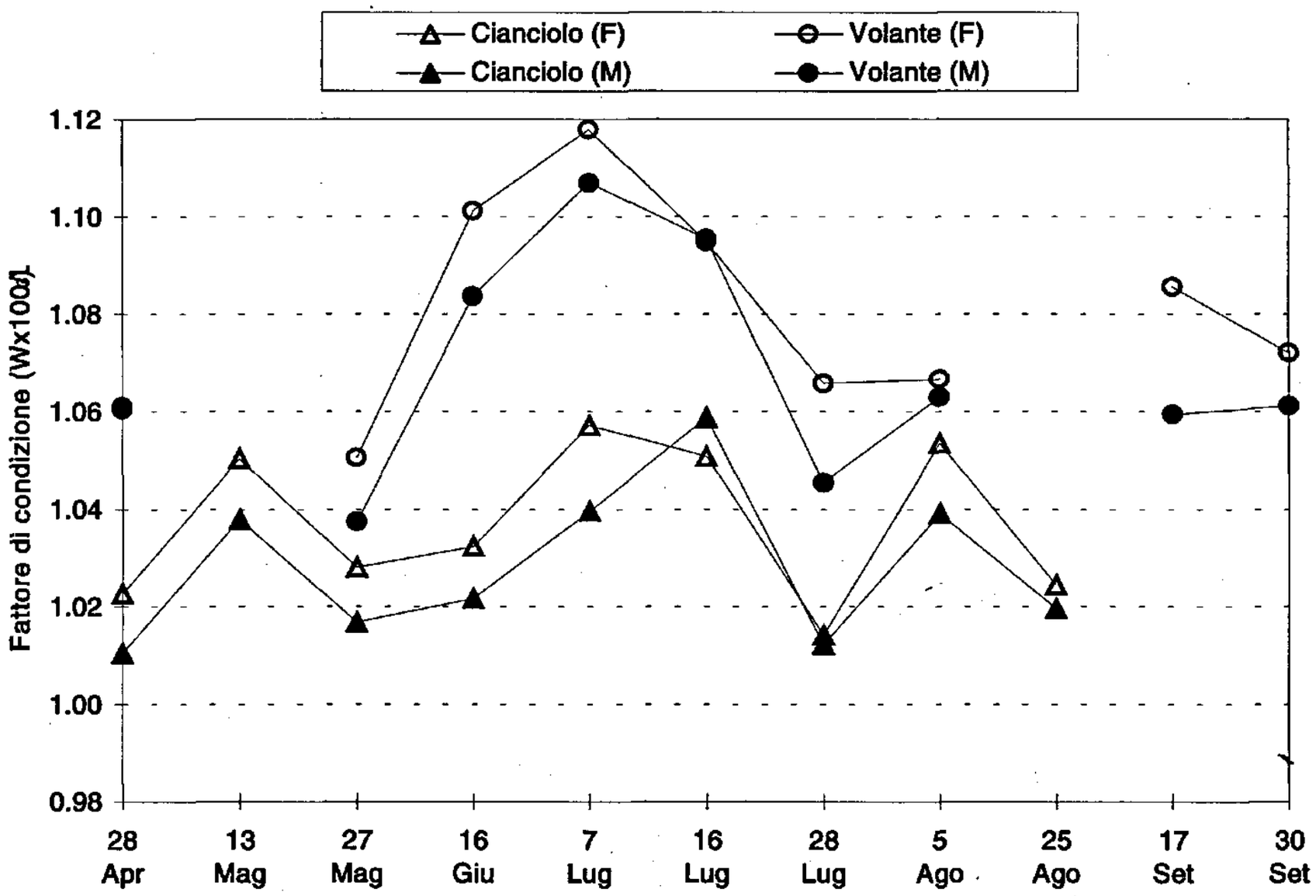



Fig. 2 - Evoluzione temporale del fattore di condizione per sesso e per tipo di attrezzo(F=femmina, M=maschio).

*Time series of condition factor by sex and fishing gear(Cianciolo= Purse seine; Volante= Epipelagic trawl; F=Female; M=Male).*

## Discussione

Tudela e Palomera (1995) hanno utilizzato l'indice di riempimento dello stomaco per studiare il ciclo giornaliero di alimentazione dell'acciuga europea, osservando valori crescenti durante le ore diurne, con un minimo intorno alle 04:00 GMT e un massimo intorno alle 17:00 GMT. Sulla base di tale osservazione, i più elevati valori del CF nei campioni ottenuti con rete pelagica (mediamente fino al 7% superiori rispetto alla rete a circuizione) sono quindi, molto probabilmente, da mettere in relazione alle abitudini alimentari dell'acciuga.

### Bibliografia

CASAVOLA N., MARANO G., SARACINO C., DE MARTINO L. (1981) - Osservazioni sulla pesca e ciclo riproduttivo dei clupeiformi nel Basso Adriatico, *Engraulis encrasicolus* (L.). *Oebalia*, **7**: 27-42.

GIRALDEZ A., ABAD R. (1995) - Aspects on the reproductive biology of the Western Mediterranean anchovy from the coasts of Malaga (Alboran Sea). *Sci. Mar.*, **59** (1): 15-23.

PALOMERA I. (1992) - Spawning of anchovy *Engraulis encrasicolus* in the Northwestern Mediterranean relative to idrographic features in the region. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **79**: 215-223.

TUDELA S. e PALOMERA I. (1995) - Diel feeding intensity and daily ration in the anchovy *Engraulis encrasicolus* in the northwest Mediterranean Sea during the spawning period. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **129**: 55-61.

Biol. Mar. Medit. (1999), 6 (1): 569-572

M. DEFLORIO, M. CACUCCI, L. SION, N. SANTAMARIA, G. DE METRIO

Dipartimento di Produzione Animale, Università di Bari, Via Amendola, 165/A - 70126 Bari, Italia.

# INCIDENZA DEL CIANCIOLO SULLE CATTURE DI DIVERSE SPECIE DI SCOMBRIDI NEI MARI MERIDIONALI ITALIANI - NOTA PRELIMINARE

## *CATCHES OF SCOMBRIDS CARRIED OUT BY CLUPEOID PURSE SEINE*

***Abstract***

*In the framework of the EU project N. 96/93 DG XIV/C1, the activity of the clupeoid purse seines was investigated, in the Southern Italian seas, with the aim to evaluate its incidence on the catches of scombrids. In the South Tyrrhenian Sea, most of the catches was represented by* Auxis *sp., in the Channel of Otranto by* E. alletteratus *and in the North Ionian Sea by* S. sarda. *Only one specimen of* T. thynnus *and one of* T. alalunga *were caught respectively in North Ionian Sea and South Adriatic Sea.*

*The data are related to 1997 and they are temporary.*

***Key-words:*** *scombridae, italian clupeoid purse seines.*

## Introduzione

La rete a circuizione, nota anche come "lampara" o "cianciolo", è uno degli attrezzi principalmente impiegato nei mari italiani (Cingolani *et al.*, 1996a, b), spagnoli e greci (Plouchart, 1987) per la pesca dei piccoli pelagici (specie elencate in tab. 2); questo attrezzo incide anche sulla cattura di diverse specie di grandi pelagici per lo più giovanili. Per studiare questa incidenza nel 1997 fu data vita ad un progetto comunitario (Grecia, Spagna e Italia) N. 96/93 DG XIV/C1, che intende determinare in quale misura il cianciolo incide sulle catture dei giovani scombridi nelle diverse aree dei paesi partner.

In questa nota vengono riportati i risultati preliminari ottenuti nei primi mesi d'indagine nei mari italiani.

## Materiali e metodi

Le indagini cominciarono il primo giugno 1997; mediante sopralluoghi diretti ed interviste furono localizzate le marinerie più rappresentative. L'indagine fu condotta per mezzo di sei osservatori a bordo, dall'inizio di agosto alla fine di novembre, nelle marinerie di Acitrezza (Tirreno meridionale), Taranto (Ionio settentrionale), Castro (Canale d'Otranto) e Molfetta (Adriatico meridionale), in ciascuna delle quali operò un osservatore, e Milazzo (Ionio meridionale), dove gli operatori furono due. A Milazzo furono seguite 24 cale di pesca, ad Acitrezza 5, a Taranto 53, a Castro 23 e a Molfetta 32. Gli osservatori rilevarono le caratteristiche dell'attrezzo, le coordinate geografiche delle cale di pesca. Raccolsero inoltre dati di cattura, identificarono le specie catturate e collezionarono campioni di by catch che furono portati in laboratorio per una più sicura identificazione delle specie e per la rilevazione di lunghezza (LF ed LT) e peso.

## Risultati

Le caratteristiche dimensionali delle barche e dell'attrezzo utilizzato sono riportate, per le differenti aree, nella tab. 1.

Tab. 1 - Caratteristiche delle barche e degli attrezzi.
*Boat and gear characteristics.*

| Porto | Lunghezza (m) | TSL | Hp | Lunghezza rete (m) | Altezza rete (m) | Maglia (mm) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Milazzo | 12 | 9 | 130 | 300 | 25 | 8 |
| Milazzo | 10 | 9 | 100 | 300 | 18 | 8 |
| Acitrezza | 17 | 15 | 150 | 350 | 30 | 8 |
| Taranto | 14 | 10 | 130 | 360 | 120 | 8 |
| Castro | 13 | 10 | 60 | 500 | 120 | 8 |
| Molfetta | 31 | 150 | 1012 | 500 | 150 | 9 |

I dati di cattura relativi alle specie bersaglio raggiunsero valori in biomassa oscillanti fra il 79,3%, nello Ionio meridionale, ed il 99.5%, nell'Adriatico meridionale (tab. 2). Gli scombridi catturati come by-catch furono: *Auxis* sp., *E. alletteratus*, *S. sarda*, *T. thynnus* e *T. alalunga* la cui presenza e quantità variarono, durante il periodo d'osservazione, nelle differenti aree esaminate. Catture di tonno rosso furono osservate solo a Taranto (un esemplare di 120 kg) ed a Milazzo dove questa specie rappresentò lo 0,94% del pescato totale. Le catture di alalunga furono costituite da un unico esemplare di 10 kg, pescato in Adriatico meridionale. Le maggiori catture furono registrate a Milazzo (6,38%) per il tombarello, a Castro per l'alletterato (4,63%) ed a Taranto per la palamita (5,22%). Non furono invece osservate catture di tombarello a Castro, di alletterato a Molfetta e di palamita a Milazzo ed ad Acitrezza (tab. 3).

Tab. 2 - Catture (% del peso) delle specie bersaglio per porto pilota.
*Catches (% of weight) of target species by pilot port.*

| | Milazzo | Acitrezza | Taranto | Castro | Molfetta |
|---|---|---|---|---|---|
| *E. encrasicolus* | 8,63 | 58,97 | 0,14 | 1,80 | 95,89 |
| *S. pilchardus* | | | 46,41 | | 1,50 |
| *S. aurita* | 5,41 | | | | |
| *A. fallax* | | | 0,59 | 1,32 | |
| *S. saurus* | 62,28 | | | | |
| *Scomber. sp* | 7,83 | 14,47 | 6,27 | 37,56 | 1,63 |
| *B. boops* | | | 6,06 | 23,68 | 0,44 |
| *M. cephalus* | | | 3,71 | 5,44 | |
| *Trachurus sp.* | 4,40 | 11,06 | 16,10 | 16,67 | |
| **Target totale (%)** | 88,55 | 84,50 | 79,28 | 86,47 | 99,46 |
| **Pescato totale (t)** | 14,4 t | 1,6 t | 22,2 t | 16,6 t | 81,6 t |

Tab. 3 - Catture degli scombridi, in peso ed in percentuale, per porto pilota.
*Scombrids catches, in biomass and pergentage, by pilot port.*

| | Milazzo | | Acitrezza | | Taranto | | Castro | | Molfetta | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Kg | % | kg | % | kg | % | kg | % | kg | % |
| *Auxis sp.* | 917 | 6,38 | 101 | 6,14 | 120 | 0,54 | | | 142 | 0,17 |
| *E. alletteratus* | 263 | 1,83 | 14 | 0,85 | 409 | 1,85 | 770 | 4,63 | | |
| *S. sarda* | | | | | 1158 | 5,22 | 450 | 2,70 | 127 | 0,16 |
| *T. thynnus* | 134 | 0,94 | | | 120 | 0,54 | | | | |
| *T. alalunga* | | | | | | | | | 10 | 0,01 |

In tab. 4 sono riportati, per area, i valori di minimo, massimo, media e dev. st. della lunghezza alla forca (cm) degli esemplari campionati.

Oltre agli scombridi, il by-catch fu costituito anche da altre specie i cui valori percentuali in biomassa oscillarono fra lo 0,20%, nell'Adriatico meridionale, ed il 12,6% nello Ionio settentrionale (tab. 5).

Tab. 4 - Minimo, massimo, media e dev. st. della lunghezza alla forca (cm) degli esemplari campionati nei porti pilota.

*Min, max, st. dev. of the fork length (cm) of sampled specimens by pilot port.*

| | Milazzo | | | | Acitrezza | | | | Taranto | | | | Castro | | | | Molfetta | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | min | ma | me | ds | min | ma | me | Ds | Min | ma | me | Ds | min | ma | me | ds | min | ma | me | ds |
| *Auxis sp.* | 9.7 | 32. | 19. | 4.5 | 9.5 | 28. | 23. | 3.3 | 16. | 22. | 20. | 2.6 | | | | | 8.8 | 42. | 17. | 6. |
| *E. alletteratus* | 31. | 33. | 32. | 1.0 | 10. | 26. | 13. | 4.8 | 14. | 35. | 21. | 5.9 | 18. | 28. | 23. | 2.7 | | | | |
| *S. sarda* | | | | | | | | | 18. | 38. | 31. | 7.2 | 40. | 65. | | | 9.4 | 80. | 35. | 20 |
| *T. thynnus* | 18. | 28. | 23. | 1.9 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| *T. alalunga* | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Tab. 5 - Elenco delle specie by-catch, loro presenza (*) e catture totali(% del peso) per porto pilota.

*List of by-catch species, their presence (*) and total catches(% of weight) by pilot port.*

| | Milazzo | Acitrezza | Taranto | Castro | Molfetta |
|---|---|---|---|---|---|
| *B. belone* | ✓ | | * | | |
| *C. hippurus* | * | * | * | | * |
| *D. annularis* | | | * | | |
| *D. puntazzo* | | | * | | |
| *L. caudatus* | | | | | * |
| *L. mormyrus* | | | * | * | |
| *M. barbatus* | | | * | | |
| *N. ductor* | * | | | | |
| *O. melanura* | | | * | * | |
| *P. acarne* | | | * | | |
| *S. aurata* | | | * | | |
| *S. dumerili* | * | * | * | * | |
| *S. salpa* | | * | * | | |
| *S. sphyraena* | | | * | | |
| *X. gladius* | | | | | * |
| Cefalopodi | | * | * | * | * |
| **Totale (%)** | 2,30% | 8,51% | 12,57% | 6,20% | 0,20% |

## Conclusioni

In quasi tutte le marinerie considerate, l'attività di pesca con la rete a circuizione per piccoli pelagici è di tipo artigianale ed è generalmente condotta non molto lontano dalla costa. Una pesca del tutto professionale è risultata, invece, quella della marineria di Molfetta dove operano imbarcazioni di grosse dimensioni e potenza, che si spingono anche oltre la batimetrica dei 100 metri. La percentuale di scombridi nel pescato totale fu circa il 7% in tutte le aree, con l'eccezione dell'Adriatico meridionale dove la percentuale raggiunse valori inferiori all'1%, anche se questo tratto di mare è considerato area spawning (Piccinetti *et al.*, 1981). Non è stata osservata presenza di giovanili di alalunga in tutte le aree considerate.

Questi risultati comunque sono da ritenersi provvisori in quanto relativi ad un breve periodo di indagine.

## Bibliografia

CINGOLANI N., GIANNETTI G., ARNERI E. (1996a) - Anchovy fisheries in the Adriatic Sea. *Sci. Mar.*, **60** (Suppl. 2): 269-277.

CINGOLANI N., KIRKWOOD G., GIANNETTI G., ARNERI E., LEVI D. (1996b) - Note on the stock assessmant of *Engraulis encrasicolus* (L.) and *Sardina pilchardus* (Walb.) of the northern and central Adriatic sea. FAO-GFCM 3rd Technical consultation on Stock Assessment in the Central Mediterranean, Tunis 8-12 November 1994. *FAO Fish. Rep.*, **553** (suppl.): 1-5.

MEGALOFONOU P., DE METRIO G., DE LA SERNA J.M. (1996) - Incidence of the clupeoids purse seine on small tunas and tunas. By catch quantification in the Mediterranean, biology and dynamics of their early life. European Community Founded Project N. 96/93 DG XIV/C1.

PICCINETTI C., PICCINETTI-MANFRIN G., DICENTA A. (1981) - Nouvelles donness sur la reproduction des thonides en Mediterranee. *Rapp. Comm. Int. Mer. Médit.*, **27** (5): 165-166.

PLOUCHART J. (1987) - Situation et perspectives de la commercialisation des petits pelagiques et des products derives. *FAO Fisheries Report,* **390:** 59-126.

Biol. Mar. Medit. (1999), 6 (1): 573-575

D. GIORDANO, P. CARBONARA*

Istituto Sperimentale Talassografico CNR, Spianata San Raineri, 86 98122 Messina, Italia.
*COISPA Tecnologia & Ricerca C.P. 62 – Mola di Bari (Bari), Italia.

# NOTA SULLA DISTRIBUZIONE DI MOLLUSCHI CEFALOPODI NEL TIRRENO CENTRO-MERIDIONALE

## *NOTE ON CEPHALOPODS DISTRIBUTION IN THE CENTRAL-SOUTHERN TYRRHENIAN SEA*

***Abstract***

*In the context of trawl surveys carried out from 1990 to 1995 a total of 39 cephalopod species were found in the study area. A list of the species is reported with notes on their bathymetric distribution.*

***Key-words:*** *Cephalopods, distribution, Central-Southern Tyrrhenian Sea.*

## Introduzione

L'obiettivo di questo lavoro consiste nel fornire un contributo alle conoscenze sulla teutofauna del Tirreno Centro-Meridionale. I dati utilizzati provengono da 13 campagne di pesca stagionali effettuate nell'ambito del programma: "Valutazione delle risorse demersali nei mari italiani" (Greco *et al.*, 1996).

## Materiali e metodi

L'area investigata si estende tra la foce del Fiume Garigliano (Campania) e Capo San Vito (Sicilia) e dalla linea di costa fino a 700 metri di profondità, per un totale di 16.208 km$^2$.

Lo schema di campionamento adottato è stato sistematico stratificato per gli anni '90,'91 e'92, random stratificato per gli anni 1994 e '95. Per i campionamenti è stata utilizzata una rete a strascico di tipo italiano con maglia stirata del sacco di 36 mm.

## Risultati

La lista faunistica compilata (Tab.1) comprende 39 specie. Nella tabella 1 viene riportata la distribuzione batimetrica delle specie catturate. Sedici appartengono all'Ordine Sepioidea e tra queste va segnalata la cattura di *Stoloteuthis leucoptera* (Orsi Relini e Massi, 1991) avvenuta nel Golfo di Napoli a 414 metri di profondità. Nove fanno parte dell'Ordine Octopoda e quattordici appartengono all'Ordine Teuthoidea.

## Discussione e conclusioni

Questo lavoro rappresenta un primo contributo allo studio dei molluschi cefalopodi nell'area oggetto di indagine.

L'elenco delle specie di Molluschi Cefalopodi è stato riportato da Bello (1986, 1992, 1995a) per il Mediterraneo e da altri Autori nel Mar Tirreno (Belcari e Sartor, 1993; Wurtz *et al.*, 1995).

Tab. 1 - Lista dei Cefalopodi rinvenuti nel Mar Tirreno centro-meridionale nei trawl surveys 1990-95.

*Cephalopod list in the central-southern Tyrrhenian Sea collected in 1990-95 trawl surveys.*

| **SPECIE** | | |
|---|---|---|
| **Profondità (m)** | **min** | **max** |
| **ORDINE SEPIOIDEA** | | |
| **Famiglia Sepiidae** | | |
| *Sepia officinalis* Linnaeus, 1758 | 8 | 95 |
| *Sepia orbignyana* Férussac in Orbigny, 1826 | 71 | 445 |
| *Sepia elegans* Blainville, 1827 | 23 | 393 |
| **Famiglia Sepiolidae** | | |
| *Sepiola rondeletii* Leach, 1817 | 16 | 324 |
| *Sepiola intermedia* Naef, 1912 | 20 | 180 |
| *Sepiola ligulata* Naef, 1912 | 63 | 260 |
| *Sepiola robusta* Naef, 1912 | 85 | 180 |
| *Sepiola affinis* Naef, 1912 | 85 | 178 |
| *Sepietta oweniana* (Orbigny in Férussac & Orbigny 1840) | 20 | 650 |
| *Sepietta neglecta* Naef, 1916 | 21 | 273 |
| *Sepietta obscura* Naef, 1916 | 22 | 22 |
| *Rondeletiola minor* (Naef, 1912) | 147 | 650 |
| *Heteroteuthis dispar* (Rüppell, 1844) | 378 | 510 |
| *Stoloteuthis leucoptera* Verril, 1881 | 414 | 414 |
| *Rossia macrosoma* (Delle Chiaje, 1830) | 429 | 610 |
| *Neorossia caroli* (Joubin, 1902) | 378 | 650 |
| **ORDINE TEUTHOIDEA** | | |
| **Famiglia Loliginidae** | | |
| *Loligo vulgaris* Lamarck, 1798 | 16 | 380 |
| *Loligo forbesi* Steenstrup, 1856 | 71 | 592 |
| *Alloteuthis media* (Linnaeus, 1758) | 8 | 251 |
| **Famiglia Enoploteuthidae** | | |
| *Abralia verany* (Rüppell, 1844) | 413 | 413 |
| *Pyroteuthis margaritifera* (Rüppell, 1848) | 225 | 225 |
| **Famiglia Onychoteuthidae** | | |
| *Onychoteuthis banksii* (Leach, 1817) | 240 | 240 |
| *Ancistroteuthis lichtensteinii*(Férussac in Férussac e Orbigny, 1839) | 324 | 648 |
| **Famiglia Histioteuthidae** | | |
| *Histioteuthis bonnellii* (Férussac, 1835) | 381 | 659 |
| *Histioteuthis reversa* (Verrill, 1880) | 293 | 620 |
| **Famiglia Ommastrephidae** | | |
| *Ommastrephes bartramii* (Lesueur,1821) | 378 | 510 |
| *Illex coindetii* (Verany, 1839) | 20 | 648 |
| *Todaropsis eblanae* (Ball, 1841) | 63 | 620 |
| *Todarodes sagittatus* Lamarck, 1798 | 91 | 661 |
| **Famiglia Chiroteuthidae** | | |
| *Chiroteuthis veranyi* (Férussac, 1835) | 648 | 648 |
| **ORDINE OCTOPODA** | | |
| **Famiglia Octopodidae** | | |
| *Octopus vulgaris* Cuvier, 1798 | 8 | 348 |
| *Octopus macropus* Risso, 1826 | 30 | 85 |
| *Octopus salutii* Verany, 1839 | 55 | 645 |
| *Octopus defilippi* Verany,1851 | 35 | 35 |
| *Scaeurgus unicirrhus* (Delle Chiaje in Férussac & Orbigny, 1840) | 147 | 593 |
| *Pteroctopus tetracirrhus* (Delle Chiaje, 1830) | 70 | 661 |
| *Eledone moschata* (Lamarck, 1798) | 16 | 310 |
| *Eledone cirrhosa* (Lamarck, 1798) | 24 | 632 |
| *Bathypolypus sponsalis* (P. & H. Fischer, 1829) | 251 | 593 |

Specie come *Octopus vulgaris* ed *Octopus macropus* sono presenti su substrati duri mentre *Rondeletiola minor*, *Sepietta obscura* ed *Alloteuthis media* si trovano spesso in fondi a prateria di Posidonia (Mangold-Wirz, 1963). Sui fanghi costieri sono stati pescati *Octopus vulgaris*, *Eledone moschata*, *Sepia officinalis*, *Sepia elegans*, *Loligo vulgaris*, *Alloteuthis media*, *Sepiola robusta*, *Sepietta oweniana*, *Illex coindetii* ed *Eledone cirrhosa*. Esclusivamente nella regione epibatiale sono state catturate *Heteroteuthis dispar*, *Stoloteuthis leucoptera*, *Ancistroteuthis lichtensteinii*, *Histioteuthis bonnellii*, *Histioteuthis reversa*, *Chiroteuthis veranyi*, *Rossia macrosoma*, *Neorossia caroli*, *Abralia verany* e *Ommastrephes bartramii*.

Va segnalato che almeno 25 tra le specie segnalate possono essere considerate di interesse commerciale a testimonianza dell'importanza della Teutofauna per la pesca a strascico nell'area oggetto di studio.

**Bibliografia**

BELCARI P., SARTOR P. (1993) - Bottom trawling teuthofauna of the Northern Tyrrhenian Sea. *Scientia Marina,* **57** (2-3): 145-52.

BELLO G. (1986) - Catalogo dei molluschi cefalopodi viventi nel Mediterraneo. *Boll. Malacol.* **22** (9-12): 197-214.

BELLO G. (1992) - Addenda al catalogo dei molluschi cefalopodi Viventi nel Mediterraneo. *Bollettino Malacologico,* **28** (1-4): 93-95.

BELLO G. (1995a) - Cephalopoda. In: Minelli A., Ruffo S. e S. La Posta (Eds.): *Checklist delle specie della fauna italiana* 18. Calderini, Bologna.

GRECO S., PERDICHIZZI F., CAPECCHI D., GIORDANO D., SPALLETTA B.(1996) - Valutazione delle risorse demersali nei Mari Italiani: Unità Operativa T6. Rapporto finale (Marzo 1994 - Febbraio 1996).

MANGOLD-WIRZ K. (1963) - Biologie des Céphalopodes benthiques et Nectoniques de la Mer Catalane. *Vie Milieu* (Suppl. 13): 1-285.

ORSI RELINI L., MASSI D. (1991) - The butterfly squid *Stoloteuthis leucoptera* in the Mediterranean. *J. mar. biol. Ass. U.K.*, **71**: 47-51.

WURTZ M., MATRICARDI G., REPETTO N. (1995) - Sepiolidae (Mollusca, Cephalopoda) from the lower Tyrrhenian Sea, Central Mediterranean. *Bulletin De L'Institut Oceanographique, Monaco,* N. Special **16**: 35-39.

Biol. Mar. Medit. (1999), 6 (1): 576-578

D. Giordano, N. Spanò*, F. Perdichizzi, P. Rinelli, S. Greco

Istituto Sperimentale Talassografico CNR, Spianata San Raineri, 86 - 98122 Messina, Italia.
*Dip. Biol. Anim. Ecol. Mar., Università di Messina, Italia.

# DISTRIBUZIONE BATIMETRICA DI CROSTACEI DECAPODI IN UN'AREA DEL BASSO TIRRENO

## *BATHYMETRIC DISTRIBUTION OF DECAPOD CRUSTACEANS IN THE SOUTHERN TYRRHENIAN SEA*

***Abstract***

*The aim of this work is to contribute to the knowledge on bathymetric distribution of decapod crustaceans on trawlable bottoms in an area of the Southern Tyrrhenian Sea. Fourty-five species (14 Natantia, 2 Macrura, 8 Anomura, 21 Brachyura) were collected.*

***Key-words:*** *decapod crustaceans, trawlable bottom, Southern Tyrrhenian Sea.*

## Introduzione

Il presente lavoro fornisce un contributo alla conoscenza della composizione specifica della carcinofauna dei fondi strascicabili del Tirreno meridionale. Nell'area oggetto di studio, che si estende da Capo Suvero (Calabria) a Capo San Vito (Sicilia), i dati disponibili dalla letteratura sono infatti a tutt'oggi scarsi e frammentari (Rinelli *et al.*, 1998; Spanò, 1998a). Viene fornita una lista faunistica dei crostacei decapodi rinvenuti con il relativo intervallo batimetrico.

## Materiali e metodi

I dati utilizzati provengono da quattro campagne annuali di pesca a strascico, eseguite nei mesi di giugno dal 1994 al 1997, nell'ambito del progetto: "International bottom trawl survey in the Mediterranean Sea", finanziato dalla Comunità Europea.

In totale sono state condotte 111 cale, in un'area strascicabile totale di 7256 km$^2$, allocate secondo un metodo random stratificato in cinque differenti strati batimetrici compresi fra 10 e 800 m di profondità (Bertrand *et al.*, 1997). Per i campionamenti è stato utilizzato un motopeschereccio attrezzato con rete disegnata ad hoc avente maglia stirata al sacco di 20 mm.

## Risultati e discussione

In totale sono state rinvenute 45 specie di crostacei decapodi di cui 14 Natantia, 2 Macrura, 8 Anomura e 21 Brachyura. L'elenco faunistico completo è riportato in tab. 1.

Fra le specie riscontrate, la maggior parte sono state trovate in un ampio range batimetrico, mentre solo 10 sono risultate quelle a distribuzione infra-circalitorale (0-120 m). Le specie più strettamente batiali sono 17.

Degna di nota è la presenza di *Pilumnus inermis* A. Milne Edwards e Bouvier, 1894, considerata per molti anni specie atlantica (Manning e Holthuis, 1981),

Tab. 1 - Lista delle specie di crostacei decapodi riscontrate con i relativi range batimetrici.
*List of decapod crustacean species with the relative bathymetrical distribution.*

| SPECIE | Profondità (m) min | max |
|---|---|---|
| ***NATANTIA*** | | |
| **Superfamiglia PENAEIDEA** | | |
| **Famiglia Solenoceridae** | | |
| *Solenocera membranacea* (Risso, 1816) | 380 | 570 |
| **Famiglia Aristeidae** | | |
| *Aristaeomorpha foliacea* (Risso, 1827) | 500 | 800 |
| *Aristeus antennatus* (Risso, 1816) | 500 | 800 |
| **Famiglia Penaeidae** | | |
| *Parapenaeus longirostris* (H. Lucas, 1847) | 100 | 800 |
| **Superfamiglia CARIDEA** | | |
| **Famiglia Pasiphaeidae** | | |
| *Pasiphaea multidentata* Esmark, 1866 | 550 | 560 |
| *Pasiphaea sivado* (Risso, 1816) | 550 | 800 |
| **Famiglia Alpheidae** | | |
| *Alpheus glaber* (Olivi, 1792) | 100 | 110 |
| **Famiglia Pandalidae** | | |
| *Plesionika heterocarpus* (Costa, 1871) | 380 | 400 |
| *Plesionika antigai* Zariquiey-Alvarez, 1955 | 440 | 460 |
| *Plesionika giglioli* (Senna, 1903) | 350 | 350 |
| *Plesionika martia* (A. Milne Edwards, 1883) | 550 | 560 |
| *Plesionika edwardsii* (Brandt, 1851) | 200 | 800 |
| **Famiglia Crangonidae** | | |
| *Pontocaris cataphracta* (Olivi, 1792) | 20 | 30 |
| *Pontocaris lacazei* (Gourret, 1887) | 200 | 350 |
| ***MACRURA*** | | |
| **Superfamiglia PALINURIDEA** | | |
| **Famiglia Polychelidae** | | |
| *Polycheles typhlops* Heller, 1862 | 440 | 650 |
| **Superfamiglia ASTACIDEA** | | |
| **Famiglia Nephropidae** | | |
| *Nephrops norvegicus* (L., 1758) | 200 | 800 |
| ***ANOMURA*** | | |
| **Superfamiglia GALATHEIDEA** | | |
| **Famiglia Galatheidae** | | |
| *Munida intermedia* A. M. Edw. & Bouvier, 1894 | 350 | 380 |
| **Superfamiglia PAGURIDEA** | | |
| **Famiglia Diogenidae** | | |
| *Paguristes eremita* (L., 1767) | 60 | 70 |
| *Dardanus arrosor* (Herbst, 1796) | 30 | 60 |
| **Famiglia Paguridae** | | |
| *Anapagurus laevis* (Bell, 1846) | 30 | 600 |
| *Pagurus alatus* Fabricius, 1775 | 540 | 550 |
| *Pagurus excavatus* (Herbst, 1791) | 20 | 550 |
| *Pagurus excavatus* var. meticolosus Roux, 1830 | 20 | 360 |
| *Pagurus prideaux* Leach, 1815 | 110 | 350 |
| ***BRACHYURA*** | | |
| **Superfamiglia OXYSTOMATA** | | |
| **Famiglia Dorippidae** | | |
| *Medorippe lanata* (L., 1767) | 30 | 350 |
| **Famiglia Calappidae** | | |
| *Calappa granulata* (L., 1767) | 50 | 200 |
| **Superfamiglia DROMIACEA** | | |
| **Famiglia Latreilliidae** | | |
| *Latreillia elegans* Roux, 1830 | 80 | 260 |
| **Famiglia Homolidae** | | |
| *Homola barbata* (Fabricius, 1793) | 110 | 125 |
| **Superfamiglia BRACHYRHYNCHA** | | |
| **Famiglia Portunidae** | | |
| *Bathynectes longipes* (Risso, 1816) | 110 | 120 |
| *Bathynectes maravigna* (Prestandrea, 1839) | 550 | 560 |
| *Liocarcinus maculatus* (Risso, 1827) | 90 | 110 |
| *Liocarcinus bolivari* (Zariquiey Alvarez, 1948) | 60 | 70 |
| *Liocarcinus depurator* (L., 1758) | 30 | 280 |
| *Macropipus tuberculatus* (Roux, 1830) | 140 | 540 |
| **Famiglia Geryonidae** | | |
| *Geryon longipes* A. Milne Edwards, 1881 | 530 | 630 |
| **Famiglia Xanthidae** | | |
| *Pilumnus inermis* A. M. Edw. & Bouvier, 1894 | 75 | 80 |
| *Pilumnus spinifer* H. Milne Edwards, 1834 | 60 | 70 |
| **Famiglia Goneplacidae** | | |
| *Goneplax rhomboides* (L., 1758) | 70 | 540 |
| **Superfamiglia OXYRHYNCHA** | | |
| **Famiglia Parthenopidae** | | |
| *Parthenope macrochelos* (Herbst, 1790) | 120 | 300 |
| **Famiglia Majidae** | | |
| *Maja goltziana* d'Oliveira, 1888 | 180 | 300 |
| *Maja crispata* Risso, 1827 | 80 | 90 |
| *Pisa nodipes* (Leach, 1815) | 80 | 650 |
| *Anamathia rissoana* (Roux, 1828) | 540 | 550 |
| *Inachus dorsettensis* (Pennant, 1777) | 90 | 100 |
| *Macropodia longipes* (A.M.Edw. & Bouvier, 1899) | 40 | 540 |

segnalata per la prima volta nel Mediterraneo da Di Geronimo e Fredj (1987) e da noi riscontrata in diversi siti (Giacobbe *et al.*, 1996; Spanò, 1998a; Spanò 1998b).

Infine, è da segnalare la presenza di due specie indicate in letteratura come "molto rare" (Zariquiey Alvarez, 1968; Falciai e Minervini, 1992): *Latreillia elegans* Roux, 1830 ritrovata in 3 cale su fondi fangosi fra 80 e 260 metri, e *Maja goltziana* d'Oliveira, 1888, campionata in due stazioni fra 180 e 300 metri di profondità. A proposito di quest'ultima specie sono da sottolineare le grandi dimensioni (10 cm di lunghezza carapace) dei due esemplari campionati (entrambi femmine ovigere).

**Bibliografia**

BERTRAND J., GIL DE SOLA L., PAPACOSTANTINOU C., RELINI G., SOUPLET A. (1997) - An international bottom trawl survey in the Mediterranean: the Medits programme. 1997 ICES Annual Conference, CM 1997/y:03: 16 pp.

DI GERONIMO S.I., FREDJ G. (1987) - Les fonds à *Errina aspera* et *Pachylasma giganteum*. Doc et Trav. IGAL, **11**: 243-247.

FALCIAI L., MINERVINI R. (1992) - *Guida dei crostacei decapodi d'Europa*. Franco Muzzio (eds), Padova: 282 pp.

GIACOBBE S., RINELLI P., SPANÒ N. (1996) - Echinodermi e Crostacei decapodi in fondi mobili del versante calabro dello stretto di Messina. *Biol Mar. Medit.*, **3** (1): 72-77.

MANNING R.B., HOLTHUIS L.B. (1981) - West African Brachyuran crabs (Crustacea: Decaopoda). *Smithsonian Contrib. Zool.*, **306**: 1-379.

RINELLI P., SPANÒ N., GRECO S. (1998) - Distribuzione di crostacei decapodi ed echinodermi dei fondi strascicabili del Mar Tirreno. *Biol. Mar. Medit.* **5** (2): 211-217.

SPANO' N. (1998a) - Decapod Crustacea in the Southern Tyrrhenian Sea - five years of research. *Rapp. Comm. int. Mer Médit.*, **35**: 488-489.

SPANO' N. (1998b) - Distribution of Crustacea Decapoda (Anomura and Brachyura) in the Strait of Messina. *Journ. Nat. Hist.* **6**: in stampa.

ZARIQUIEY ALVAREZ (1968) - Crustaceos decapodos ibericos. *Inv. Pesq.*, **32**: 1-510.

Biol. Mar. Medit. (1999), 6 (1): 579-583

P. MAIORANO, F. MASTROTOTARO, F. CASAMASSIMA, P. PANETTA

Dipartimento di Zoologia, Università di Bari, - Via Orabona, 4 - 70126 Bari, Italia.

# ANALISI COMPARATIVA DELLA TEUTOFAUNA CATTURATA CON DUE DIFFERENTI RETI A STRASCICO

## *COMPARATIVE ANALYSIS OF TEUTOFAUNA CAUGHT BY TWO DIFFERENT TRAWL NETS*

***Abstract***

*Four trawl surveys were carried out between 10 and 800 m of depth in the Ionian Sea, in the context of two research projects using two different trawl nets. A higher number of cephalopod species was caught by experimental trawl (20 mm mesh size in codend and 3.7 m maximum vertical opening), while the higher index of abundance was obtained by the commercial trawl (40 mm mesh size and 0.9 m maximum vertical opening).*

***Key-words:*** *Cephalopods, trawl net, diversity, Ionian Sea.*

## Introduzione

La grande complessità comportamentale dei Molluschi Cefalopodi richiederebbe l'utilizzo di diversi tipi di campionatori necessari a chiarire la loro diversità in termini di specie e di abbondanza (Rathjen, 1991). Al fine di aumentare le conoscenze sulla diversità della teutofauna presente nel Mar Ionio settentrionale, in questa nota si riportano alcune informazioni sulle catture ottenute utilizzando due differenti tipologie di reti a strascico.

## Materiali e metodi

Sono stati utilizzati i dati relativi a due campagne annuali (1996 e 1997) condotte nel contesto dei progetti "Valutazione delle Risorse Demersali" (GRUND) e "International Bottom Trawl Survey in the Mediterranean" (MEDITS). Per ciascuna campagna è stato effettuato un numero uguale di cale (74), localizzate tra Capo d'Otranto (LE) e Capo Passero (SR), da 10 a 800 m di profondità. Le reti utilizzate, nell'ambito di ciascun trawl survey, sono di differente tipologia: quella GRUND, di tipo commerciale, con maglia stirata al sacco di 40 mm, l'altra, utilizzata per il MEDITS, di tipo sperimentale, con maglia stirata di 20 mm. Le due reti presentano inoltre differente apertura verticale, raggiungendo rispettivamente un'altezza massima di circa 0,9 m la commerciale e 3,7 m la sperimentale, misurate mediante l'utilizzo di SCANMAR (Fiorentini *et al.*, 1994).

Per le singole specie e per ciascuna campagna, sono stati calcolati i valori medi di abbondanza (kg/km$^2$) e di densità (N/km$^2$), rispettivamente nel piano litorale (10-200 m) e batiale (200-800 m).

Considerando il numero di specie catturate dalle singole reti (A e B) e il numero delle specie catturate da entrambe (C) sono stati inoltre calcolati l'indice di similarità di Sorensen (S=2C/A+B) e il coefficiente di Jaccard (cc=C/A+B-C)*100.

## Risultati

Nell'ambito dei due progetti di ricerca sono state rinvenute in totale 35 specie di cefalopodi; di queste, 26 durante le due campagne GRUND (Novembre-Dicembre 1996 e Settembre-Ottobre 1997) e 32 specie durante le campagne MEDITS di Giugno 1996 e 1997. In particolare, delle specie rinvenute con la rete commerciale, 10 appartenevano all'ordine Sepioidea, 10 all'ordine Teuthoidea e 6 all'ordine Octopoda; la rete di tipo sperimentale ha consentito la cattura totale di 9 sepioidei, 16 teutoidei e 7 ottopodi (Tab. 1). In totale soltanto 23 specie

Tab. 1 - Lista delle specie di Molluschi Cefalopodi catturati, nell'ambito dei due progetti GRUND e MEDITS, nel Mar Ionio (1996-1997).

*List of cephalopods caught, in the context of the GRUND and MEDITS projects, in the Ionian Sea (1996-1997).*

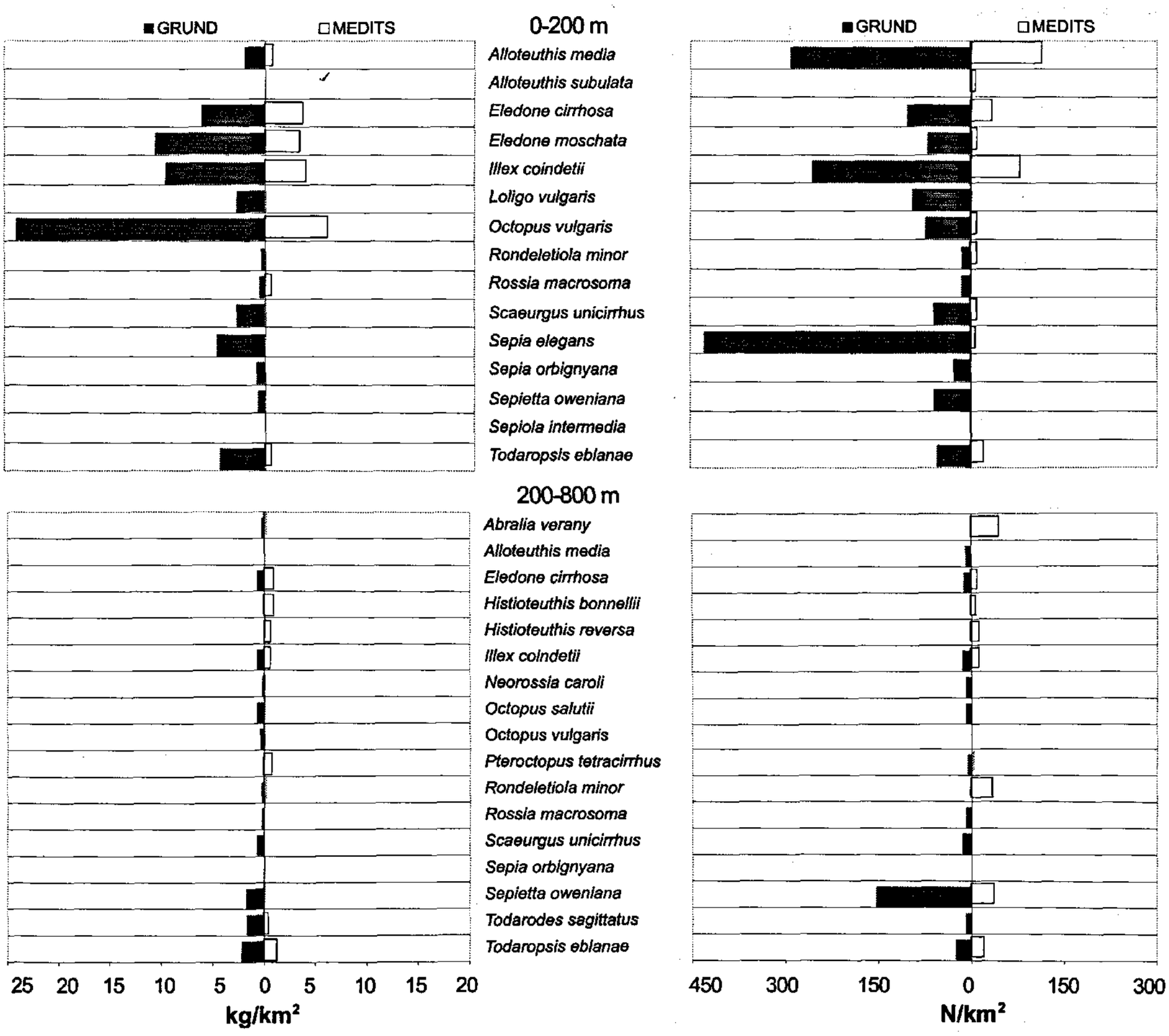
| SPECIE | GRUND | MEDITS |
|---|---|---|
| Ordine **SEPIOIDEA** | | |
| ***Sepia elegans*** | * | * |
| ***Sepia officinalis*** | * | |
| ***Sepia orbignyana*** | * | * |
| ***Sepiola intermedia*** | * | * |
| ***Sepiola ligulata*** | * | * |
| ***Sepiola robusta*** | * | |
| ***Sepietta oweniana*** | * | * |
| ***Rondeletiola minor*** | * | * |
| ***Heteroteuthis dispar*** | | * |
| ***Rossia macrosoma*** | * | * |
| ***Neorossia caroli*** | * | * |
| | | |
| Ordine **TEUTHOIDEA** | | |
| ***Loligo forbesii*** | * | |
| ***Loligo vulgaris*** | * | * |
| ***Alloteuthis media*** | * | * |
| ***Alloteuthis subulata*** | * | * |
| ***Chtenopteryx sicula*** | | * |
| ***Brachioteuthis riisei*** | | * |
| ***Abralia verany*** | * | * |
| ***Onychoteuthis banksii*** | | * |
| ***Ancistroteuthis lichtensteinii*** | | * |
| ***Illex coindetii*** | * | * |
| ***Todaropsis eblanae*** | * | * |
| ***Todarodes sagittatus*** | * | * |
| ***Histioteuthis bonnellii*** | * | * |
| ***Histioteuthis reversa*** | * | * |
| ***Ancistrocheirus lesueurii*** | | * |
| ***Octopoteuthis sicula*** | | * |
| ***Chiroteuthis veranii*** | | * |
| | | |
| **Ordine OCTOPODA** | | |
| ***Octopus macropus*** | | * |
| ***Octopus salutii*** | * | * |
| ***Octopus vulgaris*** | * | * |
| ***Scaeurgus unicirrhus*** | * | * |
| ***Pteroctopus tetracirrhus*** | * | * |
| ***Eledone cirrhosa*** | * | * |
| ***Eledone moschata*** | * | * |

sono state catturate con entrambe le reti. Infatti, *Sepia officinalis, Sepiola robusta* e *Loligo forbesii* sono state catturate soltanto dalla rete commerciale, mentre alcune specie ad habitus più batipelagico, come *Ancistroteuthis lichteinsteinii, Chiroteuthis veranii, Ancistrocheirus lesueurii, Octopoteuthys sicula* ed *Heteroteuthis dispar* sono state catturate soltanto dalla rete MEDITS (D'Onghia *et al.*, 1996; 1997).

Analizzando gli indici di abbondanza, considerando insieme i dati delle due campagne d'indagine, i valori medi più elevati sono stati ottenuti nel piano litorale con la rete GRUND (Fig. 1). In questo intervallo batimetrico, *Octopus vulgaris* ha fornito il contributo maggiore in termini di peso con entrambe le reti, sebbene con valori molto più elevati con la rete di tipo commerciale (23,4 kg/km²) rispetto a quella sperimentale (6,3 kg/km²); anche altre specie abbondan-

Fig. 1 - Valori medi di abbondanza (kg/km²) e densità (N/km²), calcolati nelle due fasce batimetriche (0-200 m; 200-800 m), per le specie di cefalopodi catturate in entrambi i progetti durante il 1996 e 1997, nel Mar Ionio.

*Mean value of abundance (kg/km²) and density (N/km²), computed in the two bathymetric zones (0-200 m; 200-800 m), for the species of cephalopods caught in both project during 1996 and 1997, in the Ionian Sea.*



ti in questo strato, come *Eledone cirrhosa*, *Eledone moschata* e *Illex coindetii*, sono state catturate in maggiore quantità dalla rete commerciale. Anche in termini di densità questo attrezzo ha fornito valori notevolmente superiori a quelli ottenuti dalla rete sperimentale, soprattutto per *Sepia elegans* e *Alloteuthis media*, pari rispettivamente a 400,8 e 267,23 N/km² (Fig. 1).

Nel piano batiale (200-800 m) le catture sono risultate generalmente inferiori sia in numero sia in peso rispetto al litorale e quindi, sebbene la diversa composizione specifica tra le catture delle due reti sia più evidente, appare invece meno marcata la differenza tra i due campionatori in termini di abbondanza (Tab. 1).

Comunque, le catture maggiori sono state ottenute dalla rete commerciale per *Todaropsis eblanae* (1,73 kg/km²) e *Sepietta oweniana* (148,7 N/km²); le specie *Abralia verany, Rondeletiola minor* e *Histioteuthis bonnelli* sono state invece catturate in maggiore quantità dalla rete MEDITS (Fig. 1).

Considerando soltanto il numero delle specie rinvenute, sull'intero range batimetrico investigato, con ciascuna delle reti (A=26; B=32) e il numero delle specie comuni (C=23), l'indice di similarità di Sorensen e il coefficiente di Jaccard sono risultati pari rispettivamente a 79% e 65,7%, mostrando così, soltanto in termini di numero di specie catturate, una buona affinità tra i due campionatori. Analizzando separatamente il numero delle specie rinvenute nelle due fasce batimetriche considerate, i valori degli indici di Sorensen e Jaccard sono risultati rispettivamente pari a 81,1% e 68,2% nel piano litorale e 79,2% e 65,5% in quello batiale, evidenziando così in quest'ultimo una minore affinità, in termini qualitativi, tra le due reti.

## Discussioni e co'nclusioni

L'utilizzo di due reti a strascico differenti ha fornito, in relazione ai diversi poteri di cattura, ulteriori informazioni sulla teutofauna del Mar Ionio, aumentando anche il numero delle specie segnalate per la zona (Tursi e D'Onghia, 1992).

Infatti la rete sperimentale ha consentito la cattura di un numero di specie maggiore rispetto a quella di tipo tradizionale; l'elevata apertura verticale dell'attrezzo consentirebbe una efficienza maggiore nei confronti delle specie con un habitus batipelagico, soprattutto teutoidei (Tursi *et al.*, 1994; D'Onghia *et al.*, 1996; 1997). Comunque, la cattura occasionale di queste specie potrebbe influenzare il grado di similarità tra i due attrezzi, evidenziato dagli indici di Sorensen e Jaccard, risultati inferiori nel piano batiale rispetto al litorale (Roper, 1977).

D'altro canto la rete commerciale GRUND ha fornito rendimenti maggiori di quella MEDITS, soprattutto sul piano litorale. A questo livello la cattura esclusiva di *Sepia officinalis* e i rendimenti elevati maggiori ottenuti, dalla rete commerciale, per specie a marcato carattere bentonico, soprattutto ottopodi, evidenziano una maggiore catturabilità di questo attrezzo nei confronti delle specie con un più stretto rapporto con il fondo. In definitiva, i due campionatori mostrano una maggiore affinità in termini qualitativi e soprattutto sul piano litorale, ove però più marcate risultano le differenze in termini quantitativi.

## Bibliografia

D'ONGHIA G., MAIORANO P., PANETTA P. (1996) - *Octopoteuthis sicula* (Rüppel, 1844) and *Brachioteuthis riisei* (Steenstrup, 1882) (Cephalopoda, Teuthoidea) from the north-western Ionian Sea. *Boll. Malac.*, **31** (5-8): 137-142.

D'ONGHIA G., MAIORANO P., TURSI A. (1997) - Morphometric and Biological data on *Ancistrocheirus lesueurii* (Orbigny, 1842) from the middle-eastern Mediterranean Sea. *Scientia Marina*, **61** (3): 389-396.

FIORENTINI L., COSIMI G., SALA A., PALUMBO V. (1994) - Caratteristiche e prestazioni delle attrezzature a strascico impiegate per la valutazione delle risorse demersali in Italia. *Biol. Mar. Medit.*, **1**: 115-134.

RATJEN W.F. (1991) - Cephalopod capture methods: an overwiew. *Bulletin of Marine Science*, **491** (1-2): 494-505.

ROPER C.F.E. (1977) - Comparative captures of pelagic cephalopods by midwater trawls. *The Biology of Cephalopods* (ed. by M. Nixon and J.B. Messenger), **38**: 61-87.

TURSI A., D'ONGHIA G. (1992) - Cephalopods of the Ionian Sea (Mediterranean Sea). *Oebalia*, **18** N.S.: 25-43.

TURSI A., D'ONGHIA G., MATARRESE A., MAIORANO P., PANETTA P. (1994) - Finding of uncommon cephalopods (*Ancistroteuthis lichteinsteinii, Histioteuthis bonnellii* and *Histioteuthis reversa*) and first record of *Chiroteuthis veranyi*. *Cah. Biol. Mar.*, **35**: 339-345.

Biol. Mar. Medit. (1999), 6 (1): 584-586

C. A. MARANO, R. MARSAN, M. C. MARZANO, N. UNGARO

Laboratorio Provinciale di Biologia Marina, Molo Pizzoli (Porto) - 70123 Bari, Italia.

# NOTE SULL'ACCRESCIMENTO DI *LEPIDOTRIGLA CAVILLONE* (LACEPÈDE, 1802) - OSTEICHTHYES, TRIGLIDAE - NELLE ACQUE DEL BASSO ADRIATICO

## *ABOUT GROWTH OF* LEPIDOTRIGLA CAVILLONE *(LACEPÈDE, 1802) - OSTEICHTHYES, TRIGLIDAE - IN SOUTH ADRIATIC SEA*

***Abstract***

*The growth of large-scaled gurnard (*Lepidotrigla cavillone - Osteichthyes, Triglidae *-) of south Adriatic trawlable bottoms has been studied by means of ageing techniques (otolith readings). The estimated von Bertalanffy's growth parameters are the following: male L∞ (cm) = 16.76; K=0.37; female L∞ (cm)=20.16; K=0.20.*

***Key-words:*** Lepidotrigla cavillone, *growth, South Adriatic Sea.*

## Introduzione

Il caviglione, *Lepidotrigla cavillone* (Lacepede, 1802) è uno dei triglidi più comunemente catturati dalla pesca a strascico nel Basso Adriatico ma, allo stesso tempo, risulta di scarsissimo valore commerciale (solitamente viene rigettato in mare); la sua incidenza ponderale sul pescato è inferiore al 2% (AA.VV., 1996), pur essendo il più abbondante tra le varie specie di triglidi (Rizzi e Bello, 1986).

Nel presente lavoro si descrive l'accrescimento del caviglione, specie la cui biologia è ancora poco conosciuta nell'area di studio menzionata.

## Materiali e metodi

Gli individui esaminati provengono da tre diverse campagne sperimentali di pesca a strascico; due di queste, sono state svolte nelle stagioni autunnali del 1996 e 1997 sui fondali dell'Adriatico sud-occidentale utilizzando una rete di tipo italiano (maglia stirata al sacco di 36 mm), la terza è stata svolta nell'estate 1997 nell'Adriatico Meridionale (acque italiane ed albanesi) utilizzando una rete a strascico con maglia stirata al sacco pari a 20 mm.

Sono stati esaminati 594 esemplari, di cui 99 maschi, 221 femmine, 274 indeterminati (campione totale raccolto per cala o sub-campione a seconda dell'abbondanza della cattura); tutti gli individui sono stati misurati (Lunghezza Totale; LT cm) e sono state elaborate le distribuzioni lunghezza-frequenza. Inoltre sono state estratte 242 coppie di otoliti (sagitte), 115 da individui di sesso femminile, 44 da individui maschi e 83 da individui indeterminati.

Gli otoliti integri, immersi in alcool etilico, sono stati letti allo stereomicroscopio (da quattro differenti osservatori) valutando il numero degli anelli d'apposizione (ialini ed opachi) e misurando i raggi (mm) relativamente alle fasi di crescita (è stato attribuito un anno di età alle sagitte che presentavano il nucleo opaco e una banda ialina); le stime non coincidenti tra gli osservatori sono state scartate.

I dati di lettura sono stati elaborati così da poter stimare i parametri di accrescimento dell'equazione di von Bertalanffy mediante l'uso di algoritmi inseriti nel Software FISAT (Gayanilo *et al.*, 1994); le curve risultanti ottenute per sesso sono state comparate mediante il calcolo dell'indice φ' (Pauly e Munro, 1984).

Inoltre la misura dei raggi degli otoliti (mm) è stata utilizzata per ottenere i parametri della regressione lineare in relazione alle taglie (LT) degli individui; questa stessa relazione ha permesso il retrocalcolo delle taglie medie per età (Lee, 1920).

## Risultati

La specie, nell'areale esaminato, è stata catturata tra i 30 ed i 300 m di profondità.

L'esame della distribuzione lunghezza (LT cm)-frequenza ha evidenziato una taglia massima di 15,5 cm nei maschi e di 15 cm nelle femmine.

Dall'analisi della distribuzione di taglia relativa alla campagna estiva 1997 (progetto MEDITS), che comprende l'intero areale del Basso Adriatico, si nota una moda della popolazione tra 10 e 11 cm.

La lettura delle sagitte ha permesso di assegnare l'età a 102 individui di sesso femminile (su un totale di 115), 41 di sesso maschile (su un totale di 44) e 77 indeterminati (o non determinati, su un totale di 83); il numero totale delle coppie di otoliti scartati è risultato pari a 22 (9%).

I dati ottenuti dalla lettura degli otoliti hanno permesso di elaborare una curva di crescita tipo von Bertalanffy; i parametri della stessa curva (ottenuta mediante metodo iterativo) sono riportati nella tabella 1:

Le regressioni raggio-otolite (R, mm)/lunghezza totale (LT, cm), riferite ai due sessi (maschi: LT=0,286+7,507*R; femmine: LT=0,621+7,163*R), non sono risultate statisticamente differenti (test di parallelismo, a=0,01); la regressione, riferita all'intera popolazione, ha fornito i seguenti valori: a=-5,743; b=7,914. Le taglie retrocalcolate sono illustrate nella tabella 2.

Tab. 1 - Parametri della curva di crescita tipo von Bertalanffy.
*Von Bertalanffy growth curve parameters.*

| | L∞ (cm) | C.V.% | K | C.V.% | $t_0$ | C.V.% | ϕ' |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| femmine | 20,16 | 15 | 0,20 | 32 | -1,15 | 28 | 1,92 |
| maschi | 16,76 | 11 | 0,37 | 29 | -0,50 | 53 | 2,02 |
| totali | 19,36 | 15 | 0,24 | 30 | -0,79 | 33 | 1,95 |

Tab. 2 - Taglie retrocalcolate utilizzando le regressioni raggio-otolite/Lunghezza totale (per ogni esemplare).
*Back calculated sizes by otholit ray / total length regression (specimens total number).*

| Età (anni) | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|
| LT (cm) | 5,07 | 7,68 | 10,07 | 12,92 |
| Dev. St. | 0,91 | 1,10 | 1,18 | 0,84 |

## Discussione e conclusioni

L'areale di distribuzione del caviglione è in accordo con quanto riportato da altri autori (Rizzi e Bello, 1986, Serena *et al.*, 1990, Tsimenides *et al.*, 1992).

La moda nelle distribuzioni di taglie della primavera 1997 è simile a quanto riportato da Serena *et al.* (1990) per l'Alto Tirreno (intervallo batimetrico 50-200 m).

Le due curve di crescita relative ai sessi non appaiono distinte (φ' comparabile), come già riportato in letteratura per altri bacini (Papacostantinou, 1982; Colloca *et al.*, 1997). Il valore dei parametri biologici non è direttamente confrontabile con quanto ottenuto dagli Autori appena menzionati (in quanto gli stessi utilizzano la lunghezza standard) e risulta leggermente differente rispetto al lavoro di Campillo (1992) (Golfo del Leone); comunque nella struttura demografica osservata per il Basso Adriatico sono presenti esemplari con età massima più alta rispetto alla popolazione tirrenica (Colloca *et al.*, 1997).

Infine, considerando la taglia di prima maturità riportata in letteratura, pari a 7-8 cm (LS) (Colloca *et al.*, 1997), e le taglie modali verificate per il Basso Adriatico, si può dunque ipotizzare uno sfruttamento da parte della pesca indirizzato verso esemplari con taglie (età) prevalentemente postriproduttive; ciò potrebbe essere messo in relazione alla vulnerabilità della specie rispetto all'attrezzo di prelievo, oltre che allo scarso sforzo di pesca applicato nei confronti di tale risorsa (considerata di scarso valore commerciale).

### Bibliografia

AA.VV. (1996) - Valutazione delle risorse demersali nell'Adriatico Meridionale dal Promontorio del Gargano al Capo d'Otranto. Relazione finale triennio '94-'96. M.R.A.A.F., Roma.

CAMPILLO A. (1992) - Les pecheries francaises de Mediterranee: synthese des connaissances. Rapports Internes de la Direction des Ressources Vivantes de l'Ifremer. *IFREMER, DRV92/ 019-RH/Sète*: 206 pp.

COLLOCA F., CARDINALE M., ARDIZZONE G.D. (1997) - Biology, spatial distribution and population dynamics of *Lepidotrigla cavillone* (Pisces: Triglidae) in the Central Tyrrhenian Sea. *Fish. Res.*, **32**: 21-32.

GAJANILO F. C., SPARRE P., PAULY D. (1994) - The FAO-ICLARM Stock Assessment Tools (FISAT). User's Guide. FAO Computerized Information Series (Fisheries). N° 6, Rome, FAO: 186 pp.

LEE R.M. (1920) - A rewiew of the methods of age and growth determination in fishes by means of scales. *Fish. Invest. Series II, Mar. Fish. of Great Britain, Ministry of Agric., Fisheries and Food,* **4** (2): 32.

PAPACONSTANTINOU C. (1982) - On the biology of *Lepidotrigla cavillone* (Fam. Triglidae) of the Greek Seas. *Thalassographica*, **5** (1): 33-59.

PAULY , MUNRO (1984) - Once more on the comparison of growth in fish and invertebrates. *ICLARM Fishbyte*, **2** (1): 21.

RIZZI E., BELLO G. (1986) - Triglidi (Osteichthyes) del Basso Adriatico. *Nova Thalassia,* **8** (Suppl. 3): 665-666.

SERENA F., BAINO R., VOLIANI A. (1990) - Distribuzione dei Triglidi (Osteichthyes, Scorpaeniformes) nell'Alto Tirreno. *Oebalia*, Suppl. **16** (1): 269-278.

TSIMENIDES N., MACHIAS A., KALLIANOTIS A. (1992) - Distribution pattern of triglids (Pisces: Triglidae) on the Cretan shelf (Greece), and their interspecific associations. *Fish. Res.*, **15**: 83-103.

Il presente lavoro è stato reso possibile grazie ai finanziamenti ottenuti dal Ministero Italiano delle Risorse Agricole Alimentari e Forestali nell'ambito del progetto nazionale "Valutazione delle Risorse Demersali" e dalla Comunità Europea (Progetto E.C. DG XIV MEDITS).

Biol. Mar. Medit. (1999), 6 (1): 587-590

G. MARINO, A. MASSARI*, P. DI MARCO, E. AZZURRO, M. G. FINOIA, A. MANDICH*

ICRAM, Via di Casalotti, 300 - 00166, Roma, Italy.
*Dip. di Biologia Sperimentale Ambientale ed Applicata, Università di Genova, Italy.

# SEX RATIO, SEXUAL MATURITY AND SEX CHANGE IN *EPINEPHELUS MARGINATUS* (LOWE, 1834)

## *SEX RATIO, MATURITÀ SESSUALE E CAMBIAMENTO DEL SESSO IN* EPINEPHELUS MARGINATUS *(LOWE, 1834)*

***Abstract***

*Sex ratio, size of first sexual maturity for female and male and size range of sex change were analysed in wild* Epinephelus marginatus *(Perciformes: Serranidae) caught off Pelagie Islands (n = 323). Histological analyses of the gonads and size-frequency distributions of males and females indicated* E. marginatus *as a monandric protogynous species. Sex change occurs in a narrow range of size. This reproductive pattern makes this species particularly vulnerable to overexploitation for reproductive failure.*

***Key-words:*** Epinephelus marginatus, *protogyny, sexual maturity, sex change, endangered species.*

## Introduction

The dusky grouper, (*Epinephelus marginatus*) is a protogynous hermaphrodite teleost (Bruslè and Bruslè, 1976; Bruslè, 1985) recently included among the species for which management measures must be taken to reduce the fishing effort (Appendix 3 to the Bern Convention on Conservation of European Wild Life and Natural Habitat). Fish protogynous populations are far more vulnerable to fishing than gonochoric ones. Increased fishing mortality in protogynous stocks might reduce the relative abundance of males and diminish the probability that eggs will be fertilised (Huntsman and Schaaf, 1994). Basic knowledge about the reproductive biology of dusky grouper is today required in order to develop simulation models of the impact of fishing as well as controlled reproduction techniques to obtain suitable seed for restocking action.

## Materials and methods

A total of 323 specimens was caught from April 1994 to March 1997 off Pelagie Islands using bottom long line, at depths ranging from 25 to 70 m. Sex and biometrics parameters of the fishes were recorded. Gonads were removed, weighed and fixed for later histological analysis. Evidence of protogyny was considered following the criteria of Sadovy and Shapiro (1987). Size structure was examined using the Q-Q correlation test. Mean standard length (SL) at first maturity ($Mat_{50}$) was defined as the smallest predicted length interval (10 cm) in which 50% of individuals were sexually mature (Saila *et al.*, 1988). In agreement with Shapiro (1987) and Ferreira (1993), size of sexual transition was taken as the range over which the length distribution of males overlapped on that of females:

overlap = (maximum female size) - (minimum male size)

The median value and the confidence limits of this range were considered to be representative of the size at which sex inversion commonly occurs. The extent of overlap of the sexes was calculated as a percentage of the maximum size:

extent of overlap = (range of overlap)/(maximum size) x 100

## Results and discussion

Frequency distribution of standard lengths did not differs from normal (rq = 0.987, n.s.). Out of 323 individuals analysed histologically, 12.1% was accounted by juveniles, 58.8% by females, 19.2% by males and 9.9% by sex-changing fish. Female biased sex ratio of F: M 3.06:1 was found and it is compatible with the hypothesis of a polygamous social structure, according to the interpretation of Shapiro (1987) and Siau (1994). Histological analyses showed that all male gonads have gone through a functional female stage and confirmed the monandric protogynous pattern. All small and medium fish were females but large females occurred rarely (Fig. 1). Unlike Bruslè and Bruslè's findings (1976), no males smaller in size than the minimum functional female size have been observed.

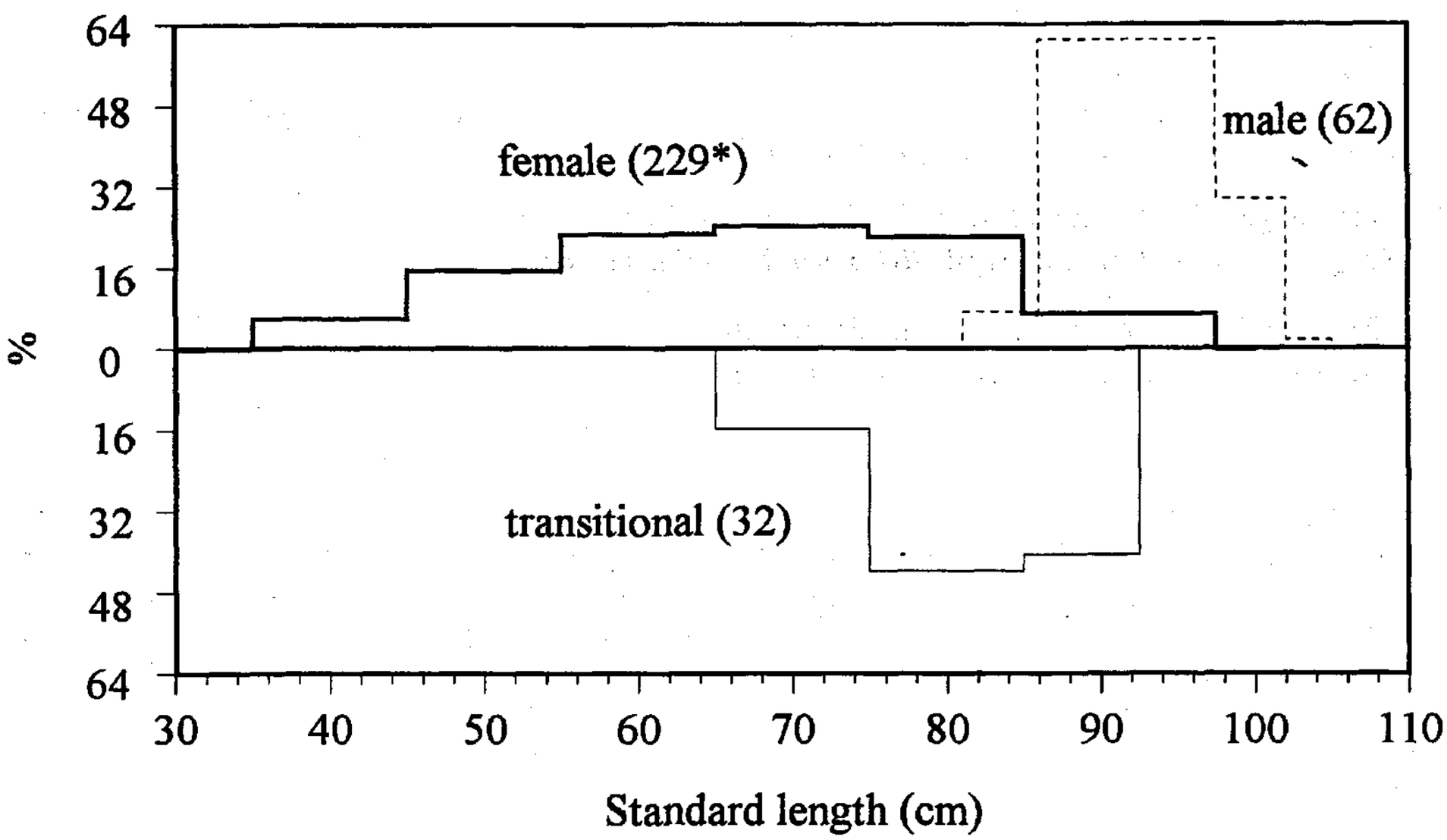



Fig.1 - Size-frequency distributions for females, males and transitionals of *Epinephelus marginatus*. Data from 1994-1997 are pooled. * (including juveniles).

*Distribuzione di frequenza delle classi di taglia in femmine, maschi ed intersessi di* Epinephelus marginatus. *I dati dal 1994-1997 sono presentati insieme. * (include i giovanili).*

The minimum size of sexual maturation was 36.7 cm SL for females, corresponding to 5th year of age (Chauvet, 1988) and 81 cm SL for males, corresponding to 14th year of age. These data are in agreement with the reports of Bouain (1980) and Chauvet (1981, 1988), on dusky groupers from the African shelf. $Mat_{50}$ was found to be 43.8 cm SL in females and 81.3 cm SL in males.

Size range of sex change was 81-97 cm SL and the extent of overlap was 15.2% (Tab. 1). The median value is 89.3 cm SL and may be considered as the mean size of sex inversion (estimated age: 13-14 years).

Tab.1 - Overlap of size distributions (SL) of male and female of *E. marginatus*.
*Sovrapposizione nelle distribuzioni di LS di maschi e femmine di* E. marginatus.

| | female | male | overlap* | ratio 1** (%) | overlap*** (%) |
|---|---|---|---|---|---|
| SL (cm) min. | 36.7 | 81 | 81 | 26.7 | 15.2 |
| SL (cm) max. | 97 | 105 | 97 | | |
| SL (cm) mean. | 68.8 | 90.5 | 89.1 | | |
| std.err. | 0.92 | 0.64 | 0.46 | | |
| N | 190 | 62 | 121 | | |

* Size of sexual transition as range over which length distribution of males overlapped with the length distribution of females.
*Range di taglia del cambiamento di sesso considerato come range di taglia in cui la distribuzione di lunghezza dei maschi si sovrappone a quella delle femmine.*

** Size range of transitional fish divided by maximum size.
*Range di taglia degli intersessi diviso per la taglia massima.*

*** Range of overlap divided by maximum size.
*Range of overlap diviso per la taglia massima.*

In most grouper species, sex inversion occurs over wide ranges of sizes and seems to be mainly induced by social factors (Shapiro, 1984; Ferreira, 1993). Differently, in the studied population of *E. marginatus*, the extent of overlap is very narrow and, therefore, unlikely concilable with the hypotesis of a compensated protogyny model (Huntsman and Shaaf, 1994).

## Conclusions

*E. marginatus* is a monandric protogynous species. First sexual maturity is attained late, at the age of 5 years for females, and sex inversion occurs around a mean size of 89.3 cm SL, over a very narrow size range. Sex ratio indicates a polygamous social structure. This reproductive pattern makes dusky grouper, among protogynous species, particularly vulnerable to overexploitation for reproductive failure.

**Acknowledgements**

This research is funded by the Italian Ministry for Agricultural Policies. Law 41/82.
The authors wish to thank Prof. S. Cataudella for encouraging and supporting this research.

**References**

BOUAIN A. (1980) - Sexualité et cycle sexuel des mérous (Poissons, Téléostéens, Serranidés) des côtes du Sud tunisien. *Bull. Off. Ntn. Péches Tunisie*, **4** (2): 215-229

BRUSLÉ J. (1985) - Expose synoptique des données biologiques sur les mérous *Epinephelus aeneus* (Geoffroy Saint Hilaire, 1809) et *Epinephelus guaza* (Linnaeus, 1758) de océan Atlantique et de la Mediterranée. *FAO Synopsis sur les pêches,* **129**: 64 pp.

BRUSLÉ J., BRUSLÉ S. (1976) - Contribution à l'étude de la reproduction de deux espèces de merous (*Epinephelus aeneus* and *Epinephelus guaza*) des côtes de Tunisie. *Rev. Trav. Inst. Pêches Marit., Nantes*, **39**: 313-320.

CHAUVET C. (1981) - Calcul par otolimetrie de la relation Long.T-Age d' *Epinephelus guaza* (L. 1758) de la côte nord de la Tunisie. *Rapp. Comm. Int. Mer. Medit.*, **27** (5): 103-106.

CHAUVET C. (1988) - Etude de la croissance du merou *Epinephelus guaza* des côtes tunisiennes. *Aquat. Living Resour.*, **1**: 277-288.

FERREIRA B. P. (1993) - Reproduction of the inshore coral trout *Plectropomus maculatus* (Perciformes: Serranidae) from the central Great Barrier Reef, Australia. *J. Fish. Biol.*, **42** (6): 831-844.

HUNTSMAN G. R., SCHAAF W. E. (1994) - Simulation of the impact of fishing on reproduction of a protogynous grouper, the graysby. *North American J. Fish Management*, **14**: 41-52.

SADOVY Y., SHAPIRO D.Y. (1987) - Criteria for diagnosis of hermaphroditism in fishes. *Copeia*, **1**: 136-156.

SAILA S.B., RECKSIECK C.W., PRAGER M.H. (1988) - *Basic Fisheries Sciences Programs*. New York Elsevier.

SHAPIRO D. Y. (1984) - Sex reversal and sociodemographic processes in coral reef fishes. In *Fish Reproduction: Strategies and Tactics*. Academic Press, London: 103-118.

SHAPIRO D. Y. (1987) - Reproduction in groupers. In: Polovina J. J. & Ralston S. (eds), *Tropical Snappers and Groupers: Biology and Fishery Management*, Boulder Westview Press: 295-327.

SIAU Y. (1994) - Population structure, reproduction and sex change in a tropical East Atlantic grouper. *J. Fish Biol.*, **44**: 205-211.

Biol. Mar. Medit. (1999), 6 (1): 591-594

A. Pais, L. A. Chessa, S. Serra, F. Mura, L. Ligios

Dipartimento di Scienze Zootecniche, Università di Sassari,
Via E. De Nicola, 9 - 07100 Sassari, Italia.

# ITTIOFAUNA DI UNA PRATERIA A *POSIDONIA OCEANICA* NELLA RISERVA MARINA DI TAVOLARA-CAPO CODA CAVALLO (SARDEGNA NORD-ORIENTALE)

# *FISH FAUNA OF A* POSIDONIA OCEANICA *SEAGRASS BED IN THE MARINE RESERVE OF TAVOLARA-CAPO CODA CAVALLO (NE SARDINIA)*

***Abstract***

*Fish fauna of a* Posidonia oceanica *seagrass bed in the marine reserve of Tavolara-Capo Coda Cavallo was sampled by skid trawl night and day during the four seasons. Labridae was the most represented family in terms of species richness, while Scorpaenidae and Pomacentridae were more abundant in biomass and number of specimens respectively.*

***Key-words:*** *fish fauna,* Posidonia oceanica, *marine reserves, Sardinia.*

## Introduzione

Da un punto di vista alieutico, l'importanza delle praterie a *Posidonia oceanica* è strettamente legata alle peculiari caratteristiche ambientali che numerose specie ittiche vi trovano per rifugiarsi, nutrirsi e riprodursi (Bell e Harmelin-Vivien, 1982). Tutto ciò appare ancor più evidente nelle aree marine protette, laddove sono proprio i pesci a beneficiare in modo particolare del cosiddetto "effetto riserva" (Harmelin, 1984).

In questo lavoro è stata analizzata la composizione del popolamento ittico di una prateria a *P. oceanica* situata nella riserva marina di Tavolara-Capo Coda Cavallo.

## Materiali e metodi

Le indagini sono state condotte con cadenza stagionale tra il luglio 1996 ed il settembre 1997 (periodo durante il quale il sito in questione non era ancora sottoposto a tutela). Al fine di calibrare le metodologie impiegate è stata effettuata un'uscita di prova per verificare, attraverso l'analisi di curve cumulative di ricchezza specifica, sia i tempi di raccolta, sia il numero di repliche necessario a garantire la bontà del campionamento (Harmelin-Vivien, 1982).

I prelievi sono sempre stati compiuti ad una profondità compresa tra i 10 ed i 20 metri avvalendosi di una piccola imbarcazione che trainava un *gangano*, un attrezzo a strascico di modeste dimensioni della bocca (1,2x0,6 m) e del peso di circa 20 kg, alla velocità costante di 2 nodi. Ciascuna cala ha avuto la durata media di 10 minuti ed ha interessato una superficie di circa 740 $m^2$. Il campionamento è stato effettuato sia nel corso delle ore diurne che di quelle notturne (4 repliche di giorno e 4 di notte per singola stagione campionata). Tutti gli esemplari catturati sono stati classificati e di ognuno di essi sono stati rilevati peso e lunghezza.

## Risultati

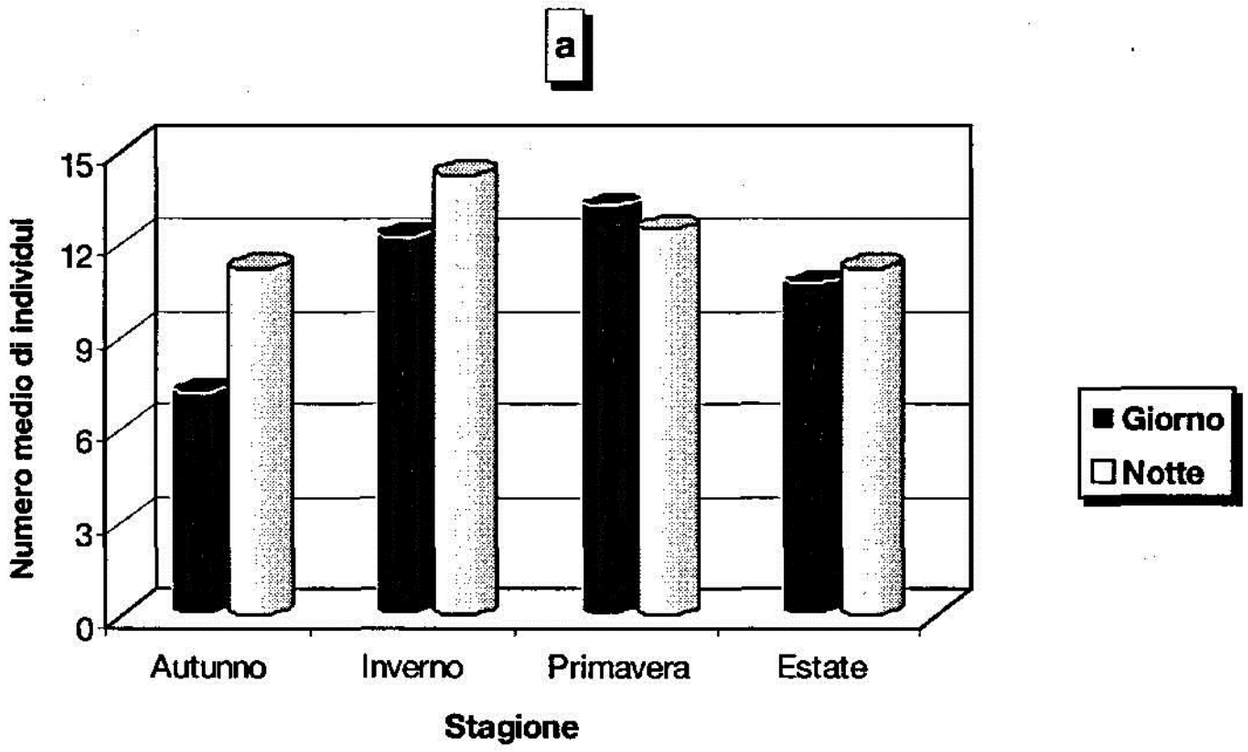
Globalmente sono state pescate 27 specie di Teleostei appartenenti a 13 famiglie (Tab. 1), per un ammontare complessivo di 2592 individui ed una biomassa di circa 28,3 kg. La composizione dell'ittiofauna è sempre risultata più ricca e varia durante i prelievi notturni che in quelli diurni (Fig. 1a, 1b, 1c). Durante la notte infatti alcune specie trovano rifugio nella prateria, altre, attive soprattutto dopo il crepuscolo, sono più facilmente pescabili.

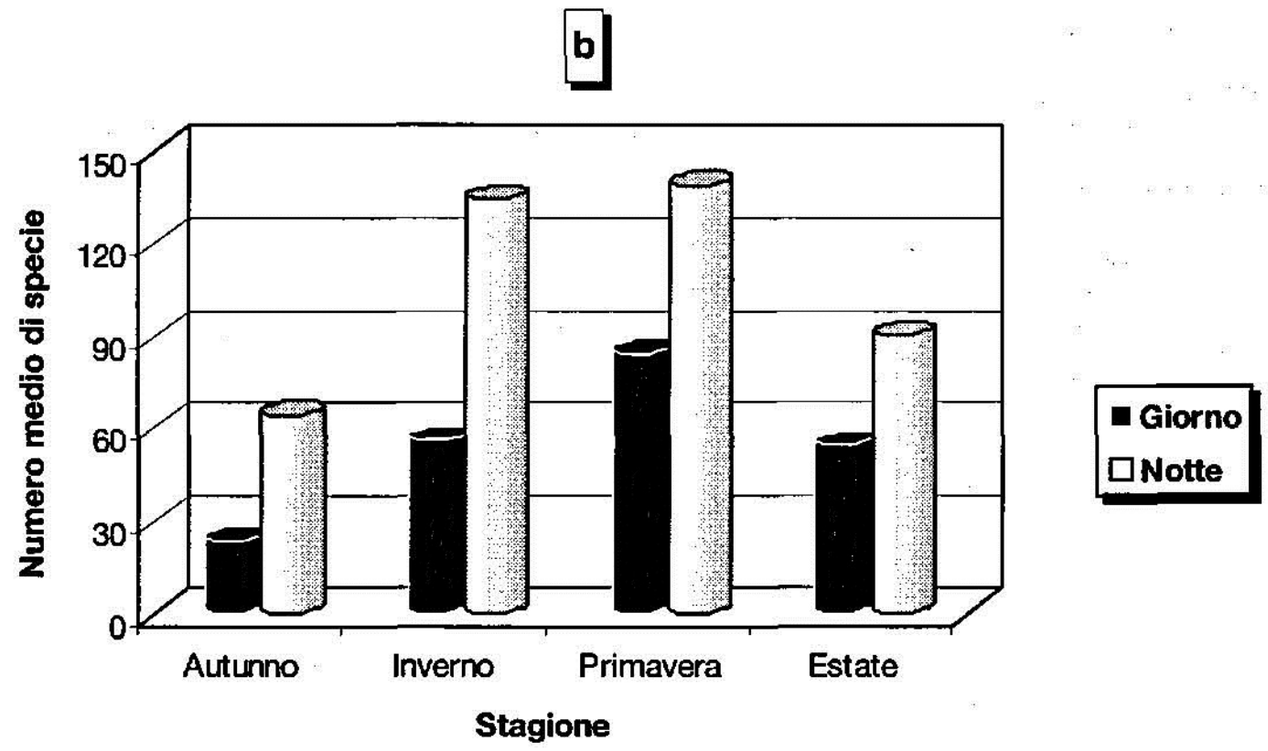
Tab. 1 - Peso medio per cala (in g) delle specie catturate.
*Mean weight (g) of species collected in each sample.*

| FAMIGLIA | Specie | Autunno | | Inverno | | Primavera | | Estate | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Giorno | Notte | Giorno | Notte | Giorno | Notte | Giorno | Notte |
| SYNGNATHIDAE | *Hippocampus ramulosus* Leach, 1814 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1,28 | 0 | 0 |
| | *Syngnathus acus* Linnaeus, 1758 | 0 | 0 | 1,13 | 3,20 | 0 | 3,15 | 0,95 | 1,45 |
| | *Syngnathus typhle* Linnaeus, 1758 | 0 | 0 | 1,50 | 0,08 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| GADIDAE | *Gaidropsaurus mediterraneus* (Linnaeus, 1758) | 0 | 0 | 0 | 3,83 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SERRANIDAE | *Serranus cabrilla* (Linnaeus, 1758) | 1,48 | 19,53 | 15,48 | 29,63 | 12,63 | 27,53 | 0 | 12,45 |
| | *Serranus scriba* (Linnaeus, 1758) | 172,95 | 144,40 | 159,85 | 260,35 | 225,55 | 367,55 | 324,18 | 217,75 |
| APOGONIDAE | *Apogon imberbis* (Linnaeus, 1758) | 0 | 0,50 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| MULLIDAE | *Mullus surmuletus* Linnaeus, 1758 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5,43 | 3,43 |
| SPARIDAE | *Diplodus annularis* (Linnaeus, 1758) | 0,55 | 4,63 | 0,48 | 1,53 | 4,58 | 0,83 | 0 | 4,43 |
| | *Diplodus vulgaris* (E. Geoffrey Saint-Hilaire, 1817) | 0 | 0 | 0 | 1,65 | 24,80 | 0 | 1,55 | 0 |
| CENTRACANTHIDAE | *Spicara maena* (Linnaeus, 1758) | 0 | 20,25 | 2,33 | 118,15 | 5,48 | 565,28 | 0 | 186,15 |
| POMACENTRIDAE | *Chromis chromis* (Linnaeus, 1758) | 3,83 | 88,70 | 24,18 | 172,38 | 12,25 | 271,50 | 7,98 | 206,95 |
| LABRIDAE | *Coris julis* (Linnaeus, 1758) | 12,65 | 0,55 | 17,45 | 23,43 | 49,78 | 7,10 | 32,73 | 3,93 |
| | *Symphodus cinereus* (Bonaterre, 1788) | 0 | 0 | 0 | 0,35 | 0 | 0,85 | 0,95 | 0 |
| | *Symphodus doderleini* Jordan, 1891 | 0 | 0 | 1,40 | 0 | 0 | 0 | 0,90 | 0 |
| | *Symphodus mediterraneus* (Linnaeus, 1758) | 3,78 | 0 | 19,28 | 1,80 | 19,50 | 18,20 | 18,30 | 19,15 |
| | *Symphodus ocellatus* Forsskål, 1775 | 5,48 | 2,88 | 18,10 | 12,93 | 104,55 | 21,20 | 30,50 | 8,58 |
| | *Symphodus roissali* (Risso, 1810) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,95 | 0 | 0 | 0 |
| | *Symphodus rostratus* (Bloch, 1797) | 5,70 | 12,28 | 20,75 | 58,38 | 18,68 | 19,70 | 17,03 | 13,95 |
| | *Symphodus tinca* (Linnaeus, 1758) | 6,38 | 2,10 | 31,38 | 0 | 41,78 | 10,70 | 106,38 | 37,23 |
| GOBIIDAE | *Gobius cruentatus* Gmelin, 1789 | 2,28 | 12,03 | 19,05 | 22,03 | 17,38 | 5,98 | 18,15 | 28,43 |
| | *Gobius fallax* Sarato, 1889 | 1,13 | 6,20 | 1,83 | 20,80 | 3,58 | 11,93 | 1,63 | 6,73 |
| | *Odondebuenia balearica* (Pellegrin & Fage, 1907) | 0 | 0 | 0,03 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| BLENNIIDAE | *Parablennius tentacularis* (Brünnich, 1768) | 0 | 1,98 | 6,70 | 0 | 3,20 | 0,30 | 3,18 | 1,65 |
| SCORPAENIDAE | *Scorpaena porcus* Linnaeus, 1758 | 54,18 | 149,50 | 178,85 | 242,48 | 193,10 | 215,35 | 259,95 | 184,98 |
| | *Scorpaena scrofa* Linnaeus, 1758 | 0 | 181,63 | 0 | 65,23 | 24,00 | 391,18 | 110,95 | 24,20 |
| SOLEIDAE | *Monochirus hispidus* Rafinesque, 1814 | 0 | 0,53 | 0 | 3,28 | 0 | 0 | 0 | 0 |

La consistenza delle catture, sia in termini di individui che di specie, ha fatto registrare un massimo nelle raccolte invernali e primaverili ed un minimo in quelle estive ed autunnali. Da un punto di vista numerico la famiglia che ha prevalso è stata quella dei Pomacentridi con 669 esemplari pescati, mentre gli Scorpenidi hanno primeggiato in termini di biomassa con un peso complessivo di circa 9,1 kg. Per quanto concerne la ricchezza specifica, infine, sono stati sicuramente i Labridi ad essere maggiormente rappresentati, con un totale di 8 specie.

È interessante sottolineare la cattura, durante i prelievi autunnali, di un esemplare di *Odondebuenia balearica* (Pellegrin e Fage, 1907), un piccolo Gobide piuttosto raro, la cui presenza in questo tipo di ambiente non era stata finora mai segnalata.



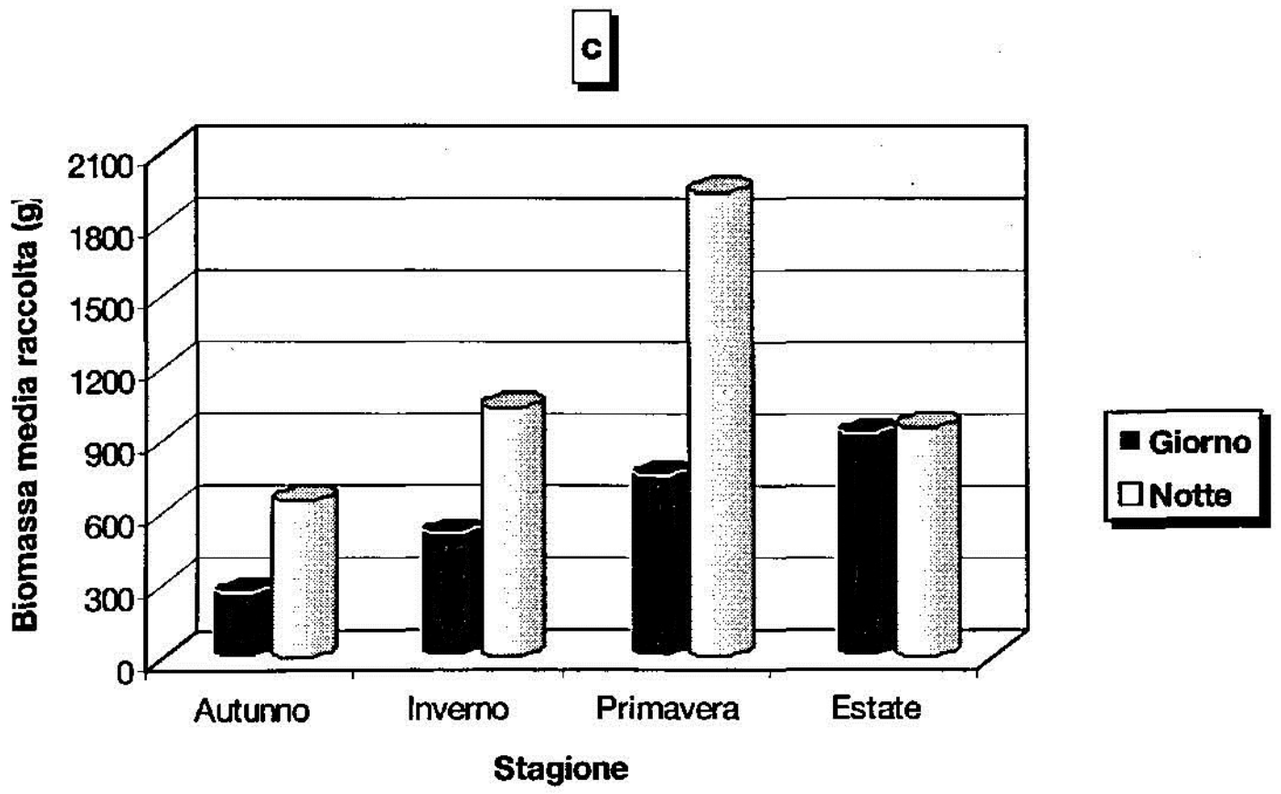




Fig. 1 - Numero medio di individui (a), di specie (b) e biomassa media (c) raccolta nelle diverse stagioni.

*Mean number of specimens (a), species (b) and mean biomass (c) sampled during the different seasons.*

## Conclusioni

La composizione specifica dell'ittiofauna raccolta appare quella tipica della prateria a *P. oceanica*. Il popolamento della zona studiata, sebbene non comparabile a quello di alcune aree mediterranee già protette da alcuni anni (Harmelin-Vivien, 1982; 1984), appare abbastanza ricco e diversificato. L'azione di tutela esercitata dalla riserva marina, tuttavia, contribuirà in maniera determinante ad un suo futuro incremento.

## Bibliografia

BELL J.D., HARMELIN-VIVIEN M.L. (1982) - Fish fauna of French Mediterranean *Posidonia oceanica* seagrass meadows. 1. Community structure. *Téthys,* Fr., **11** (1): 1-14.

HARMELIN J.G. (1984) - Suivi des peuplements ichtyologiques du Parc National de Port-Cros (Méditerranée, France). Mise en place d'un inventaire périodique. *Trav. Sci. Parc nation. Port-Cros, Fr., Notes brèves,* **10**: 165-168.

HARMELIN-VIVIEN M.L. (1982) - Ichtyofaune des herbiers de posidonies du Parc National de Port-Cros: 1. Composition et variation spatio-temporelles. *Trav. Sci. Parc nation. Port-Cros*, Fr., **8**: 69-92.

HARMELIN-VIVIEN M.L. (1984) - Ichtyofaune des herbiers de posidonies du Parc Naturel Régional de Corse. *International Workshop on* Posidonia oceanica *beds*, Boudouresque C.F., Jeudy de Grissac A. et Olivier J. edit., GIS Posidonie, Fr., **1**: 291-301.

Lavoro eseguito con contributo MURST 40%.

Biol. Mar. Medit. (1999), 6 (1): 595-598

S. RAGONESE, D. LEVI, M.G. ANDREOLI*

Istituto di Ricerche sulle Risorse Marine e l'Ambiente (IRMA-CNR),
Via Vaccara, 61 - 91026, Mazara, Italia.
*Ist. di Istologia ed Embriologia, Università di Palermo, Italia.

# LE INVARIANTI DI BEVERTON E HOLT E LA STIMA DEI PARAMETRI POPOLAZIONISTICI DELLE RISORSE DEMERSALI ITALIANE

## *APPLICATION OF THE BEVERTON AND HOLT LIFE HISTORY INVARIANTS IN ASSESSING THE ITALIAN DEMERSAL RESOURCES*

***Abstract***

*Potentiality of the Beverton and Holt life history relationships between natural mortality (M), age at maturity ($x_m$), and von Bertalanffy growth parameters ($L_\infty$, K and $t_0$), for the assessment of the Italian demersal resources is illustrated by using data on red mullet (*Mullus barbatus*) of the Strait of Sicily.*

***Key-words**: life history parameters, demersal resources, Italy.*

## Introduzione

Nella valutazione delle risorse alieutiche è diffusa l'utilizzazione di modelli empirici che correlano i principali parametri demografici di uno stock (mortalità naturale, crescita e maturità sessuale) fra di loro o con variabili ambientali quali la temperatura (Brêthes e O'Boyle, 1990; Beverton, 1992).

Oltre che da studi empirici, tuttavia, negli ultimi anni è stato dimostrato come analoghe relazioni "semplici" si possano derivare da presupposti ecologici. Fra queste spiccano le equazioni che sono conosciute genericamente (Jensen, 1996) come le "Invarianti di Beverton e Holt" (di seguito IBH).

Lo sviluppo teorico delle IBH deriva dalla constatazione che se il tasso netto riproduttivo ($R_0$, cioè la fertilità cumulata individuale in una popolazione stazionaria) è una misura della fitness Darwiniana, allora l'età in cui viene raggiunta la maturità sessuale ($x_m$) coincide con il valore che massimizza $R_0$.

Nel caso delle specie marine, di cui è difficile stimare la fertilità, una procedura equivalente è consistita nel trovare il valore di massimo della funzione che combini fecondità e sopravvivenza di una classe annuale (Jensen, 1996).

In questa nota, si propone di applicare le IBH e le formule da cui le stesse derivano, nell'ambito dei programmi di valutazione delle risorse demersali italiane al fine di confrontare i risultati attesi sulla base di presupposti teorici con quelli ottenuti tramite osservazioni biologiche (come la taglia o età di maturità) o relazioni empiriche.

## Materiali e metodi

Per esemplificare la metodologia proposta sono state utilizzate le informazioni disponibili (crescita e mortalità naturale) relative alla triglia di fango (*Mullus barbatus* L. 1758) dello Stretto di Sicilia (Andaloro e Prestipino Giarritta, 1985; Levi *et al.*, 1993; Ben Meriem *et al.*, 1995) e 5 equazioni. La prima dà il valore

di massimo della funzione fecondità - sopravvivenza di una classe annuale e si basa sulle ipotesi di una fecondità proporzionale al peso corporeo, un modello di crescita di von Bertalanffy (con i parametri $L_\infty$, K/anno e $t_0$), una funzione esponenziale negativa per la mortalità naturale (M/anno), una relazione lunghezza (L) – peso (P) isometrica ($P=aL^3$) ed una situazione di equilibrio (Jensen, 1996) si ha (nel caso generale di un $t_0$ diverso da 0; Beverton, 1992):

$$1) \quad x_m = t_0 + \frac{1}{K} * \log_e\left(\frac{3*K+M}{M}\right)$$

la 1) è equivalente (tranne l'inclusione del $t_0$) a quella derivata da Alverson e Carney (1975) per determinare l'età ("taglia") critica alla quale una coorte massimizza la sua biomassa.

Ipotizzando che l'età di maturità ($x_m$) corrisponda al punto di flesso del modello di von Bertalanffy in peso (Jensen, 1996), si ha:

$$2) \quad x_m = t_0 + \frac{\log_e(3)}{K}$$

sostituendo la (2) in (1) si ottiene la prima invariante di Beverton e Holt (IBH):

$$3) \quad M*(x_m - t_0) = 1.65$$

sostituendo la (3) in (2) si ottiene la seconda IBH:

$$4) \quad \frac{M}{K} = 1.50$$

mentre esprimendo il modello di von Bertalanffy in funzione della lunghezza e tenendo conto della (2) si ottiene la terza IBH:

$$5) \quad l_{x_m} = L_\infty * (1 - \exp - (\log_e(3))) = L_\infty * 0.66$$

Da notare che la 5) coincide con l'equazione proposta da Alverson e Carney (1975) per stimare la lunghezza "critica" di una coorte quando si consideri la 4): $l_{opt} = L_\infty*(3*K/(M+3*K) = L_\infty*0.66$.

Compatibilmente con i dati disponibili, le equazioni (1-5) sono state applicate evitando la "circolarità" (effetto a "cascata"), cioè i singoli parametri sono stati stimati solo una volta e non utilizzati per la stima dei valori mancanti.

I risultati sono stati confrontati, per semplicità, con quanto riportato per la triglia di fango nell'Atlante delle Risorse Ittiche Demersali Italiane (Ardizzone e Corsi, 1997), in particolare, la taglia di maturità pari a 11-14 cm (lunghezza totale, LT) dove i limiti inferiori e superiori si riferiscono ai maschi ed alle femmine, rispettivamente.

## Risultati

I dati utilizzati e le stime dei parametri ricavate applicando le equazioni (1-5) sono riportate in Tab. 1. Per la mortalità naturale, risultati simili sono stati ottenuti solo per il versante italiano dello Stretto di Sicilia (0.23-0.29 vs. 0.25), mentre il valore riportato per il versante africano (0.54) è sostanzialmente inferiore a quello atteso (0.77).

Le stime IBH relative all'età e taglia di maturità sessuale (2.6-4.2 anni per 16-18.4 cm, LT) risultano comparabili da un lato, ma di gran lunga superiori a quelle generalmente riportate per le popolazioni mediterranee di triglia di fango.

Tab. 1 - Applicazione delle invarianti di Beverton e Holt (IBH) ai dati per la triglia di fango (*Mullus barbatus*) dello Stretto di Sicilia. I sessi sono stati considerati uniti. $L_\infty$, K e $t_0$ sono i parametri del modello di von Bertalanffy, M è la mortalità naturale, $x_m$ e $l_m$ l'età e la lunghezza di maturità. Le lunghezze sono totali. "nd" e "nc" denotano i parametri non disponibili e non calcolabili, rispettivamente. Il numero fra parentesi nella colonna "Formule utilizzate" indica quale delle IBH è stata utilizzata per il parametro specifico secondo la numerazione riportata nel testo.

*Application of the Beverton and Holt invariants (BHI) to data related to the red mullet (*Mullus barbatus*) of the Strait of Sicily. Sexes were combined.* $L_\infty$ *K and* $t_0$ *are the parameters of the von Bertalanffy growth model, M is the natural mortality,* $x_m$ *and* $l_m$ *are the age and length at maturity. Lengths are referred to Total length. "nd" and "nc" denote the parameters not available and not computable, respectively. The numbers in brackets indicate which BHI was used for the specified parameter according to the enumeration in the text.*

| Parametri disponibili | | | | | | **Stimati via IBH** | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $L_\infty$ (cm) | K (anno) | $t_0$ (anno) | M (anno) | $x_m$ (anno) | $l_m$ (cm) | **M** | **$x_m$(A)** | **$x_m$(B)** | **$l_m$** | Equazioni utilizzate |
| Ben Meriem *et al.* (1995) | | | | | | | | | | |
| 26.7 | 0.51 | 0.00 | 0.54 | 1.2 | 14.5 | **0.77** | **2.6** | **3.1** | **17.8** | M(4); $x_m$(A)(1); $x_m$(B)(3); $l_m$(5) |
| Andaloro e Prestipino Giarritta (1985) | | | | | | | | | | |
| 24.0 | 0.19 | -2.42 | nd | nd | nd | **0.29** | **nc** | **3.4** | **16.0** | M(4); $x_m$(B)(2); $l_m$(5) |
| Levi *et al.* (1993) | | | | | | | | | | |
| 27.6 | 0.15 | -2.64 | 0.25 | nd | nd | **0.23** | **4.2** | **4.0** | **18.4** | M(4); $x_m$(A)(1); $x_m$(B)(3); $l_m$(5) |

## Discussione e conclusioni

Da un esame della letteratura specifica emerge un quadro non omogeneo della crescita, mortalità e riproduzione della triglia di fango nel Mediterraneo, con diversità nei parametri secondo le zone geografiche e le metodologie impiegate (Ardizzone e Corsi, 1997). Differenze sostanziali fra le stime attese sulla base delle IBH e quelle riportate, se non imputabili a problemi metodologici, potrebbero riflettere risposte adattative allo sfruttamento (densità dipendenti) come una precoce maturità sessuale (Jensen, 1996).

Proprio perché fondate su una base teorica e non empirica, le formule "invarianti" possono costituire un utile strumento analitico per una stima certamente più rigorosa dei parametri ignoti, anche se non può trascurarsi l'errore associato al valore ottenuto (le formulazioni empiriche comunemente utilizzate presentano, tuttavia, lo stesso problema; cfr. Pascual e Iribarne, 1993).

## Bibliografia

ALVERSON D.L., CARNEY M.J. (1975) – A graphic review of the growth and decay of population cohorts. *J. Cons. int. Explor. Mer.*, **36** (2): 133-143.

ANDALORO F., PRESTIPINO GIARRITTA S. (1985) – Contribution to the knowledge of the age and growth of striped mullet, *Mullus surmuletus* (L. 1758) and red mullet, *Mullus barbatus* (L. 1758) in the Sicilian Channel. *FAO Fish. Rep.*, **336**: 89-92.

ARDIZZONE G.D., CORSI F. (Eds.) (1997) - Atlante delle Risorse Ittiche Demersali Italiane - Trawl surveys 1985-1987. *Biol. Mar. Medit.*, **4** (2): 568 pp.

BEN MARIEM S., GHARBI H., EZZEDINE-NAJAI S. (1995) – Mortalité par peche et rendement par recrue du rouget de vase (*Mullus barbatus* Linnaeus, 1758) de Tunisie. *Marine Life*, **5** (2): 35-46.

BEVERTON, R.J.H. (1992) - Patterns of reproductive strategy parameters in some marine teleost fishes. *Journal of Fish Biology*, **41** (Suppl. B): 137-160.

BRÊTHES, J.C., O'BOYLE R.N. (éd.) (1990) - *Mèthodes d'évaluation des stocks halieutiques.* Projet CIEO-860060, Centre international d'exploitation des océans, Halifax (Canada): 963 pp.

JENSEN A.L. (1996) – Beverton and Holt life history invariants result from optimal trade-off of reproduction and survival. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, **53**: 820-822.

LEVI D., ANDREOLI M.G., GIUSTO G.B. (1993) - An analysis based on trawl-survey data of the state of the 'Italian' stock of *Mullus barbatus* in the Sicilian Channel, including management advice. *Fish. Res.*, **17**: 334-341.

PASCUAL M., IRIBARNE O.O. (1993) - How good are empirical predictions of natural mortality? *Fish. Res.*, **16**: 17-24.

Biol. Mar. Medit. (1999), 6 (1): 599-601

S. RAGONESE, G.B. GIUSTO

Istituto di Ricerche sulle Risorse Marine e l'Ambiente (IRMA-CNR),
Via Vaccara, 61 - 91026 Mazara, Italia.

# SU UN ESEMPLARE DI SCORFANO SPINOSO, *TRACHYSCORPIA CRISTULATA ECHINATA* (PISCES - SCORPAENIDAE), CATTURATO NEL MEDITERRANEO OCCIDENTALE

# *ON A RARE SCORPIONFISH,* TRACHYSCORPIA CRISTULATA ECHINATA *(PISCES - SCORPAENIDAE), TRAWLED IN THE WESTERN MEDITERRANEAN SEA*

***Abstract***

*The finding of a small size Spiny scorpionfish,* Trachyscorpia cristulata echinata *(Koehler, 1896) (Pisces - Scorpaenidae), 144 mm total length and 56.0 g body weight, a rare fish coming from the deep bottoms of the Western Mediterranean Sea, is described.*

***Key-words:*** *Scorpaenidae,* Trachyscorpia cristulata echinata, *trawling, Mediterranean Sea.*

## Introduzione

Gli scorfani rappresentano una componente faunistica comune per i fondali del Mediterraneo e familiare anche ai non specialisti. Alle specie tradizionalmente riportate come più frequenti per questo mare, se ne sono aggiunte diverse altre di rara occorrenza (come *Scorpaenodes arenai* Torchio, 1962) o "esotiche"; queste ultime sono il risultato di migrazioni o dal Canale di Suez, come le Lessepsiane *Sebastapistes nuchalis* (Gunther 1874) o *Pterois miles* (Bennett, 1828), o dallo Stretto di Gibilterra (Fredj e Maurin, 1987; Hureau e Litvinenko, 1987; Eschmeyer e Dempster, 1990; Golani, 1996).

Fra le immigranti occidentali, spicca lo scorfano spinoso, *Trachyscorpia cristulata echinata* (Koehler, 1896), originario dell'Oceano Atlantico, dove predilige i fondali melmosi della scarpata continentale vivendo, probabilmente infossato, da poche centinaia di metri sino a più di 2500 m (Hureau e Litvinenko, 1987). Lo scorfano spinoso è riuscito ad introdursi nel Mediterraneo attraverso lo Stretto di Gibilterra e sembra si stia diffondendo verso il bacino orientale, sempre prediligendo i fondali profondi oltre i 400 m (Massuti *et al.*, 1993).

In questa nota viene descritto un esemplare di *Trachyscorpia cristulata echinata* catturato nel Mediterraneo occidentale che, per quanto noto, rappresenta la segnalazione più orientale di questo animale (Fredj e Maurin, 1987; Massuti *et al.*, 1993).

## Materiali e metodi

L'esemplare è stato catturato in Aprile 1997, durante una battuta di pesca a strascico notturna a gamberi rossi sui fondali mesobatiali (600 m) a sud del Banco delle Sentinelle (Mediterraneo occidentale; coordinate GPS: 37°40'00" N; 09°42'00" E).

Dopo lo scongelamento, l'animale si presentava in buono stato (tranne la parte superiore della pinna caudale); è stato quindi fotografato, pesato (0.1 g) e misurato (0.1 mm) tramite calibro ad orologio ed ittiometro. Per il riconoscimento,

le misure morfologiche ed i caratteri meristici si è fatto riferimento alle descrizioni riportate in letteratura (Hureau e Litvinenko, 1987; Eschmeyer e Dempster, 1990; Massuti *et al.*, 1993). L'esemplare è conservato, fissato in formalina, presso l'Istituto di Mazara con l'etichetta ITPP/c/40.

## Risultati

La cresta ossea sotto orbitale, la depressione nella zona occipitale, le scaglie ctenoidi, i denti caniniformi (palatini e vomerini), la pettorale bilobata, con i raggi superiori più lunghi di quelli inferiori e il peritoneo nero sono i principali caratteri che, nel loro insieme, permettono una sicura distinzione dagli altri scorpeniformi presenti nel Mediterraneo (Hureau e Litvinenko, 1987).

Tab. 1 - Principali dati biometrici e meristici dell'esemplare di *Trachyscorpia cristulata echinata* catturato nel Mediterraneo occidentale.

*Basic measures of the specimen of* Trachyscorpia cristulata echinata *trawled in the Western Mediterranean.*

| Misura (mm) o conteggio | Valore assoluto | Indice (%LS) | |
|---|---|---|---|
| | Presente nota | | Massuti *et al.*, '93 |
| Lunghezza totale | 144 | - | - |
| Lunghezza standard | 118 | 100 | 100 |
| Lunghezza testa | 54.2 | 45.9 | 45.3 |
| Distanza preorbitale | 11.9 | 10.1 | 10.8 |
| Distanza postorbitale | 25.0 | 21.2 | 22.4 |
| Lunghezza mandibola | 28.0 | 23.7 | 21.9 |
| Distanza interorbitale | 5.3 | 4.5 | 4.6 |
| Diametro oculare orizzontale | 14.7 | 12.4 | 13.9 |
| Distanza predorsale | 49.0 | 41.5 | 42.1 |
| Distanza preanale | 85.0 | 72.0 | 72.6 |
| Distanza prepettorale | 50.4 | 42.7 | 44.5 |
| Distanza prepelviche | 50.7 | 43.0 | 43.2 |
| Raggi dorsale | XII-9 | - | - |
| Altezza dorsale | 20.2 | 17.1 | 16.2 |
| Lunghezza base dorsale | 58.5 | 49.6 | 54.7 |
| Raggi pettorale | 22 | - | - |
| Lunghezza pettorale | 32.6 | 27.6 | 25.6 |
| Lunghezza base pettorale | 16.9 | 14.3 | 16.7 |
| Raggi pelvica | I-5 | - | - |
| Lunghezza pelvica | 28 | 23.7 | 22.1 |
| Raggi anale | III-5 | | - |
| Lunghezza anale | 29.8 | | 23.9 |
| Lunghezza base anale | 17.3 | | 14.2 |
| Raggi caudale | 19 | | - |
| Lunghezza caudale | 20.3 | | - |

L'esemplare scongelato presentava una colorazione sbiadita del corpo, tranne una parte ventrale rossastra compresa fra le pettorali e le pelviche; di contro, le tipiche ombreggiature scure nelle pinne e nella testa erano ancora evidenti.

Le biometrie (sia in valore assoluto che come rapporto con la lunghezza standard) ed i caratteri meristici dell'esemplare, insieme a quelli forniti da Massuti *et al.* (1993), sono riportati in tabella 1. Sulla base della taglia massima riportata in letteratura (500 mm lunghezza standard), l'esemplare esaminato si può considerare di piccola taglia, misurando 118 mm di lunghezza standard (144 mm di lunghezza totale) per un peso complessivo, dopo scongelamento, pari a 56.0 g.

## Discussione e conclusioni

Tradizionalmente, gli scorfani spinosi vengono distinti in tre tipi: due sottospecie, *Trachyscorpia cristulata echinata* (Koehler, 1896) e *Trachyscorpia c. cristulata* (Goode e Bean, 1896), rispettivamente per il versante orientale ed occidentale dell'Atlantico e una specie, *Trachyscorpia capensis* (Gilchrist e Von Bonde, 1924), conosciuta solo per il Sud Africa (Hureau e Litvinenko, 1987; Eschmeyer e Dempster, 1990; FISHBASE, 1995). Le due conspecifiche si differenziano principalmente per le dimensioni relative della testa e delle sue parti e per il numero di raggi della pettorale. L'assenza delle spine timpaniche, un raggio spinoso ed una vertebra in più sono i caratteri principali sulla base dei quali si distingue l'altra specie (*T. capensis*).

La cattura di uno scorfano spinoso ad oriente di quelle descritte in letteratura tende a suggerire che sia in atto una graduale diffusione della specie sui fondali mesobatiali del Mediterraneo.

**Ringraziamenti**

All'equipaggio del M/p "Capitano Ciccio" di Mazara che ha fornito informazioni sulla cattura di questo esemplare.

## Bibliografia

ESCHMEYER W.N., DEMPSTER L.J. (1990) - Scorpaenidae. In: Quero J.C., Hureau J.C., Karrer C., Post A., Saldhana L. (eds.), *Check-list of the fishes of the eastern tropical Atlantic (CLOFETA)*. Junta Nacional de Investigaçao Cientifica e Tecnologic, Lisbon, Portugal. 2: 665-679.

FISHBASE (1995) - FishBase: a biological database on fish. Ver. 1.2 CD - ROM, ICLARM, Manila.

FREDJ G., MAURIN C. (1987) - Les poissons dans la banque de données MEDI-FAUNE. Application à l'étude des caratéristiques de la faune ichthyologique méditerranéenne. *Cybium,* **11**, 3: 217-299.

GOLANI D. (1996) - The marine Ichthyofauna of the Eastern Levant - History, Inventory and Characterisation. *Israel Journal of Zoology*, **42**: 15-55.

HUREAU J.C., LITVINENKO N.I. (1987) - Scorpaenidae. In: Whitehead P.J.P., Bauchot M.L., Hureau J.C., Nielsen J., Tortonese E. (eds.), *Fishes of the North-eastern Atlantic and the Mediterranean,* Unesco, Paris: 1211-1229.

MASSUTI E., RENONES O., CARBONELL A. (1993) - A propos de la présence de *Trachyscorpia cristulata echinata* (Koehler, 1896) en Méditerranée nord-occidentale. *Cybium*, **17** (3): 223 228.

NELSON, J.S. (1994) - *Fishes of the world.* 3rd ed. J. Wiley and Sons, Inc.: 600 pp.

Biol. Mar. Medit. (1999), 6 (1): 602-604

G. Russo, P. Gianguzza*, B. Zava

Wilderness - Studi ambientali, Via Cruillas 27 - 90146 Palermo, Italia.
*Dip. Biol. Anim. Univ., Lab. Biol. Mar., Via Archirafi 18 - 90123 Palermo, Italia.

# OSSERVAZIONI SULLA DIETA DI *CARETTA CARETTA* (LINNAEUS, 1758) IN MEDITERRANEO

## *OBSERVATIONS ON THE DIET OF* CARETTA CARETTA *(LINNAEUS, 1758) IN THE MEDITERRANEAN SEA*

***Abstract***

*The authors have examined the food remains contained in four out of 16* Caretta caretta *(Reptilia, Cheloniidae) stranded along the coasts of W Sicily during 1996/97. The age determination of the sea turtles has been obtained by scheletochronological analysis on humerus section according to Zug (1991). Among the preys the finding of 87* Trachurus picturatus *and a juvenile* Caranx crysos *are particularly interesting; other food items include Polychaeta, Cirripedia, Cephalopoda, Bivalvia and Tunicata.*

***Key-words:*** Caretta caretta, *diet, Sicily, Mediterranean Sea.*

## Introduzione

Le informazioni sulle abitudini alimentari di *Caretta caretta* sono estremamente carenti (Mortimer, 1981; Lutz e Musick, 1997). In particolare i dati raccolti in Mediterraneo si riferiscono soltanto a pochi esemplari (Salvador, 1978; Laurent e Lescure, 1994; Godley, 1997). I contenuti stomacali delle *C. caretta* raccolte in acque italiane hanno rivelato la presenza di poriferi e briozoi per l'Adriatico (Steuer, 1905) e di resti di *Zeus faber* L. e *Scomber scombrus* L. per le coste pugliesi (Basso e Cocco, 1986).

## Materiali e metodi

Sono state effettuate indagini su 16 carcasse di *C. caretta*, raccolte lungo le coste della Sicilia occidentale durante il biennio 1996/97, allo scopo di analizzarne il contentuto stomacale. La determinazione dell'età degli esemplari è stata effettuata mediante analisi scheletrocronologica su sezioni di omero secondo la metodica proposta da Zug (1991).

## Risultati e considerazioni

Quattro dei 16 cheloni esaminati sono risultati utili alle nostre osservazioni; i rimanenti 12 presentavano l'apparato digerente vuoto (9 es.) o un avanzato stato di decomposizione (3 es.). In Tabella 1 vengono riportati i dati relativi ai quattro individui considerati, tutti subadulti di età compresa tra i 6 e gli 8 anni. I resti di pasto rinvenuti (Tabella 2) sono stati suddivisi in tre categorie: (A) materiali non utili all'alimentazione, assunti accidentalmente durante la ricerca del cibo (pomice, plastica, catrame, legno e frammenti di conchiglie e briozoi), (B) prede bentoniche, (C) prede pelagiche o flottanti. Fra queste ultime di notevole interesse è il ritrovamento di numerosi *Trachurus picturatus* (Bowdich) (n=87; LT media = 5.3 cm, peso totale = 668.29 g) rinvenuti nello stomaco dell'esemplare

Tab. 1 - Dati relativi a quattro esemplari di *C. caretta* raccolti lungo le coste della Sicilia occidentale. LTCL = Lunghezza totale curve-line.

*Data concerning four individuals of* C. caretta *collected along the coasts of W Sicily. LTCL = Total length curve-line.*

| Esemplare | Località | Data | LTCL | Età (anni) | Note |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Addaura, Palermo | 30.VI.1996 | 60 | 7 | raccolto agonizzante in seguito a collisione con un natante da diporto |
| 2 | Spiaggia Tonnarella, Mazara del Vallo (TP) | 6. I. 1997 | 68 | 6 | spiaggiato |
| 3 | Olivella, Porticello (PA) | 15.III.1997 | 71.5 | 7 | spiaggiato, un amo estratto dalla faringe |
| 4 | Saline di Nubia (TP) | 5.IX.1997 | 72.2 | 8 | spiaggiato |

Tab. 2 - Avanzi di pasto rinvenuti nei quattro esemplari di *C. caretta* esaminati e distinti in tre categorie. A = materiali non utili all'alimentazione; B = prede bentoniche; C = prede pelagiche o flottanti.

*Food remains found in the four examined specimens of* C. caretta *divided into three categories: A = inedible material; B = benthonic preys; C = pelagic or floating preys.*

| Esemplare | CATEGORIE DI PASTO | | |
|---|---|---|---|
| | A | B | C |
| 1 | frammenti di plastica e legno | | Crostacei: *Lepas anatifera* (placche calcaree e cirri) Pesci: 87 *Trachurus picturatus* |
| 2 | pomice, plastica, catrame, legno, frammenti di foglie di *Posidonia oceanica* e frammenti di conchiglie e briozoi riferibili a tanatocenosi | Molluschi: 2 *Clio* sp. | Crostacei: *Lepas anatifera* (placche calcaree) |
| 3 | plastica e legno | | Molluschi: 1 becco inferiore di Cefalopode Teutoideo (cfr. *Chaunoteuthis mollis* o *Onychoteuthis banksi*) |
| 4 | pomice, plastica, legno | Policheti: *Ditrupa arietina,* Tunicati: *Phallusia depressicula, Salpa* sp., *Ciona* sp. | Tunicati: *Pyrosoma atlanticum*, Pesci: 1 *Caranx crysos* |

1 e di un giovane *Caranx crysos* (Mitchill) (LT=3.1 cm) rinvenuto fra le spine esofagee dell'esemplare 4. Questi dati costituiscono certamente un ulteriore contributo alle dibattute argomentazioni sulla predazione attiva di *C. caretta* sui teleostei, precedentemente sollevate da Brongersma (1972) e tuttora non risolte. Tra i materiali ingeriti privi di valore alimentare e assunti accidentalmente sono molto frequenti: la pomice, i pezzi di plastica, cellophane e legno (questi sono stati riscontrati, oltre che nei quattro esemplari esaminati, nei contenuti stomacali ed intestinali di altre 7 tartarughe). Ingerite accidentalmente sembrano anche le tanatocenosi a molluschi e briozoi comprendenti: *Turritella communis*, *Clausiella fasciata*, *Corbula gibba*, *Timoclea ovata*, *Chlamys opercularis*, *Myriapora truncata*, *Collepora pumicosa*.

**Ringraziamenti**

Siamo grati per la cordiale collaborazione a: Giambattista Bello (Bari); Renato Chemello, Calogero Di Bella, Gabriella di Palma, Sergio Lapis, Guido Loria, Alfonso Modica, Eleonora Patricolo, Guido Visconti (Palermo); Vanessa Marino (Mazara del Vallo) e Carlo Violani (Pavia). Un doveroso ringraziamento va infine all'Istituto Zooprofilattico Sperimentale della Sicilia "A. Mirri" e alle Capitanerie di Porto di Palermo, Trapani e Mazara del Vallo che hanno permesso il reperimento del materiale.

**Bibliografia**

BASSO R., COCCO M. (1986) - Il Progetto Nazionale Tartarughe Marine. *Thalassa Salentina*, **16**: 65-72.

BRONGERSMA L. D. (1972) - European Atlantic Turtles. *Zoologische Verhandelingen*, **121**, Leiden.

GODLEY B. J., SMITH S. M., CLARK P. F., TAYLOR J. D. (1997) - Molluscan and crustacean items in the diet of the loggerhead turtle, *Caretta caretta* (Linnaeus, 1758) (Testudines: Chelonidae) in the Eastern Mediterranean. *J. Moll. Stud.*, **63**: 474-476.

MORTIMER A. J. (1981) - Feeding ecology of sea turtles. In: K. A. Bjorndal Ed., *Biology and Conservation of Sea Turtles*, Smithsonian Institution in collaboration with World Wildlife Fund Inc.: 103-109.

LAURENT L., LESCURE J. (1994) - L'hivernage des tortues caouannes *Caretta caretta* (L.) dans le sud tunisien. *Rev. Ecol. (Terre Vie)*, **49**: 63-86.

LUNZ P. L., MUSICK J. A. (eds.) (1997) - The Biology of Sea Turtles. Marine Science Series, CRC Press, Inc.: 1-432.

STEUER A. (1905) - Uber das Kiemenfilter und die Nahrung adriatischer Fische. *Verh. K. K. Zool. Bot. Ges. Wien*, **55**: 275-299.

ZUG G. R. (1991) - Age determination in Turtles. Society for the study of Amphibian and Reptiles. Herpetological circular, 20. J. T. Collins Editor, Lawrence, Kansas, U.S.A.: 1-28 pp.

Biol. Mar. Medit. (1999), 6 (1): 605-608

P. SARTOR, F. BIAGI*, M. MORI**, M. SBRANA

Centro Interuniversitario di Biologia Marina ed Ecologia Applicata
Piazzale Mascagni 1 - 57127 Livorno, Italia.
*Dipartimento Scienze Uomo e Ambiente, Università di Pisa, Italia.
**Istituto di Anatomia Comparata, Università di Genova, Italia.

# ANALISI DELLO SCARTO DI IMPORTANTI SPECIE ITTICHE NELLA PESCA A STRASCICO DEL MAR TIRRENO SETTENTRIONALE

## *ANALYSIS OF THE DISCARD OF SOME IMPORTANT DEMERSAL SPECIES IN THE TRAWL FISHERY OF THE NORTHERN TYRRHENIAN SEA*

***Abstract***

*The importance of the discards in the trawl fishery of* Merluccius merluccius, Phycis blennoides *and* Trisopterus minutus capelanus *was studied in the northern Tyrrhenian Sea during a one year period. Catch per unit effort (kg/fishing hour) and size structure both of the commercialised and the discarded fractions were analysed, according to season, depth stratum and type of trawl net.*

***Key-words:*** *discards, bottom trawl fishery, Tyrrhenian Sea, Western Mediterranean.*

## Introduzione

La conoscenza della frazione biologica scartata in un'attività di pesca rappresenta un aspetto fondamentale, soprattutto per alcuni tipi di modellizzazione, nella stima della mortalità da pesca a cui è effettivamente sottoposta una popolazione sfruttata.

In questi ultimi anni gli studi sugli scarti della pesca commerciale stanno acquisendo importanza anche nell'ambito della realtà mediterranea. Questa nota prende spunto da una ricerca finanziata dall'Unione Europea (DG14-MED/94/027), svolta in collaborazione con Istituti Spagnoli (I.E.O. e I.C.M.-C.S.I.C.), finalizzata alla caratterizzazione qualitativa e quantitativa degli scarti nella pesca a strascico del Mediterraneo occidentale (Carbonell *et al.*, 1997).

## Materiali e metodi

I dati provengono da quattro campagne stagionali effettuate nel Mar Tirreno settentrionale dall'estate '95 alla primavera '96. Sono stati realizzati imbarchi di personale scientifico, secondo un disegno di campionamento stratificato, su imbarcazioni professionali a strascico di Porto Santo Stefano (GR). La stratificazione è stata adottata rispetto a due variabili, il tipo di rete a strascico e la profondità. Sono stati considerati due tipi di rete a strascico, la volantina tradizionale e la rete "francese" ad ampia apertura verticale, le cui operatività differiscono in relazione alla profondità di esercizio (la prima è utilizzata fino a 600-700 m, la seconda non oltre 150-180 m). Sono stati utilizzati 6 motopescherecci, scelti in base a caratteristiche strutturali ed operative che rispecchiassero il più possibile quelle della marineria. Nella stratificazione sono state considerate anche tre fasce batimetriche, in base alle caratteristiche operative della marineria: A, <150 m; B, 150-350 m; C, >350 m.

Per ogni combinazione di strati (tipo di rete e fascia batimetrica) sono state realizzate almeno 3 cale commerciali per ogni stagione. In totale sono stati raccolti dati di 99 cale, corrispondenti a circa 300 ore di strascico, le cui caratteristiche (allocazione, profondità, durata) sono state decise dai capopesca, secondo le abituali consuetudini operative, senza alcuna "interferenza" da parte dei ricercatori presenti a bordo.

Per ogni cala sono state studiate le caratteristiche faunistiche e la struttura in taglia del materiale raccolto, suddiviso nella frazione destinata alla commercializzazione ed in quella scartata. La cernita della cattura è stata effettuata esclusivamente dall'equipaggio, secondo le modalità in uso presso la marineria di Porto Santo Stefano.

## Risultati e discussione

In questa nota si riportano i risultati relativi a tre specie ittiche di particolare interesse commerciale: il nasello (*Merluccius merluccius*), la mostella di fondale (*Phycis blennoides*) ed il merluzzetto cappellano (*Trisopterus minutus capelanus).*

Nel nasello la biomassa scartata ha fatto registrare valori piuttosto modesti, inferiori al 15% della cattura totale della specie. In un solo caso (estate 1995, strato B, rete tradizionale) sono stati registrati elevati valori di scarto, di quasi 8 kg per ora di cala, corrispondenti a circa 1/3 della cattura totale (Tab. 1); questo è imputabile essenzialmente a catture abbondanti di esemplari di piccole dimensioni (< 12 cm LT), che sono stati in gran parte scartati.

Tab. 1 - Rendimenti orari medi (kg/h) delle frazioni commercializzate e scartate per stagione, strato batimetrico e tipo di rete.

*Catch per unit effort (kg/h) of the commercialised and discarded fractions, for each season, bathymetric stratum and type of trawl net.*

| Prof. | Rete | | *M. merluccius* | | | | *P. blennoides* | | | | *T. minutus capelanus* | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Est '95 | Aut '95 | Inv '96 | Prim '96 | Est '95 | Aut '95 | Inv '96 | Prim '96 | Est '95 | Aut '95 | Inv '96 | Prim '96 |
| < 150 m | Tradizionale | kg/h comm. | | 6,11 | 4,19 | | | 0,027 | 0,007 | | | 1,66 | 2,64 | |
| | | kg/h scarto | | 0,31 | 0,70 | | | 0,003 | 0,000 | | | 1,06 | 0,25 | |
| | | % scarto | | 4,8 | 14,3 | | | 10,0 | 0,0 | | | 39,0 | 8,7 | |
| | | ore di pesca | - | 19 | 9 | - | - | 19 | 9 | - | - | 19 | 9 | - |
| | Francese | kg/h comm. | 7,90 | 12,90 | 8,38 | 4,49 | 0,000 | 0,015 | 0,007 | 0,020 | 2,58 | 2,12 | 1,47 | 0,78 |
| | | kg/h scarto | 1,14 | 0,32 | 0,22 | 0,14 | 0,005 | 0,000 | 0,015 | 0,001 | 0,29 | 0,28 | 0,03 | 0,08 |
| | | % scarto | 12,6 | 2,4 | 2,6 | 3,0 | 100,0 | 0,0 | 68,2 | 4,8 | 10,1 | 11,7 | 2,2 | 9,0 |
| | | ore di pesca | 35 | 18 | 19 | 26 | 35 | 18 | 19 | 26 | 35 | 18 | 19 | 26 |
| 150 - 350 m | Tradizionale | kg/h comm. | 15,40 | 14,96 | 6,12 | 8,46 | 0,744 | 0,141 | 0,740 | 0,220 | 0,40 | 0,84 | 0,72 | 0,35 |
| | | kg/h scarto | 7,98 | 0,85 | 0,18 | 0,54 | 0,168 | 0,098 | 0,360 | 0,025 | 0,47 | 0,42 | 0,08 | 0,05 |
| | | % scarto | 34,1 | 5,4 | 2,9 | 6,0 | 18,42 | 41,0 | 32,7 | 10,2 | 54,0 | 33,3 | 10,2 | 11,4 |
| | | ore di pesca | 28 | 25 | 27 | 17 | 28 | 25 | 27 | 17 | 28 | 25 | 27 | 17 |
| | Francese | kg/h comm. | 33,80 | | | | 0,073 | | | | 2,33 | | | |
| | | kg/h scarto | 2,62 | | | | 0,018 | | | | 0,18 | | | |
| | | % scarto | 7,2 | | | | 19,8 | | | | 7,2 | | | |
| | | ore di pesca | 8 | - | - | - | 8 | - | - | - | 8 | - | - | - |
| > 350 m | Tradizionale | kg/h comm. | 1,16 | 2,04 | 2,29 | 1,35 | 2,620 | 2,340 | 1,320 | 2,130 | 0,06 | | 0,05 | |
| | | kg/h scarto | 0,12 | 0,14 | 0,09 | 0,04 | 0,530 | 1,490 | 0,390 | 0,130 | 0,06 | | 0,01 | |
| | | % scarto | 9,4 | 6,4 | 3,8 | 2,9 | 16,8 | 38,9 | 22,8 | 5,8 | 51,3 | | 19,7 | |
| | | ore di pesca | 22 | 8 | 19 | 28 | 22 | 8 | 19 | 28 | 22 | 8 | 19 | 28 |
| | Francese | kg/h comm. | | | | | | | | | | | | |
| | | kg/h scarto | | | | | | | | | | | | |
| | | % scarto | | | | | | | | | | | | |
| | | ore di pesca | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |

*P. blennoides,* presente essenzialmente oltre 150 m di profondità, viene catturata quasi esclusivamente con lo strascico tradizionale. In questa specie lo scarto riveste un'importanza non trascurabile ed ha fatto registrare i valori massimi in autunno (circa 1.5 kg/h oltre 350 m, intorno al 40% della cattura totale della specie) ed i valori minimi in primavera (6-10% della cattura totale) (Tab. 1).

Anche in *T. minutus capelanus* è stato rilevato uno scarto significativo, specialmente per quanto riguarda le catture della rete tradizionale; i valori massimi sono stati raggiunti in autunno a profondità inferiori a 150 m, con circa 1 kg/h di scarto, pari a circa il 40% della cattura totale della specie (Tab. 1).

Lo scarto delle tre specie è costituito dagli esemplari di piccola taglia, per cui risulta nettamente più importante in numero che non in peso. Questo è particolarmente evidente nelle catture della rete tradizionale che è stata impiegata maggiormente nelle zone ad alta concentrazione di giovani delle tre specie: nell'anno di studio le catture con rete tradizionale hanno fatto registrare il 39% di individui scartati in *M. merluccius,* il 57% in *T. m. capelanus* ed il 64% in *P. blennoides.*

E' stato possibile individuare in ciascuna specie una taglia al di sotto della quale le catture vengono prevalentemente scartate, essendo lo scarto determinato principalmente in base alle dimensioni degli esemplari. Nel nasello e nel merluzzetto cappellano lo scarto, per entrambe le reti, ha interessato quasi tutti gli individui al di sotto di 10 cm LT, mentre nella mostella di fondale sono stati scartati quasi tutti gli esemplari fino a 12 cm LT (Figg. 1, 2, 3).

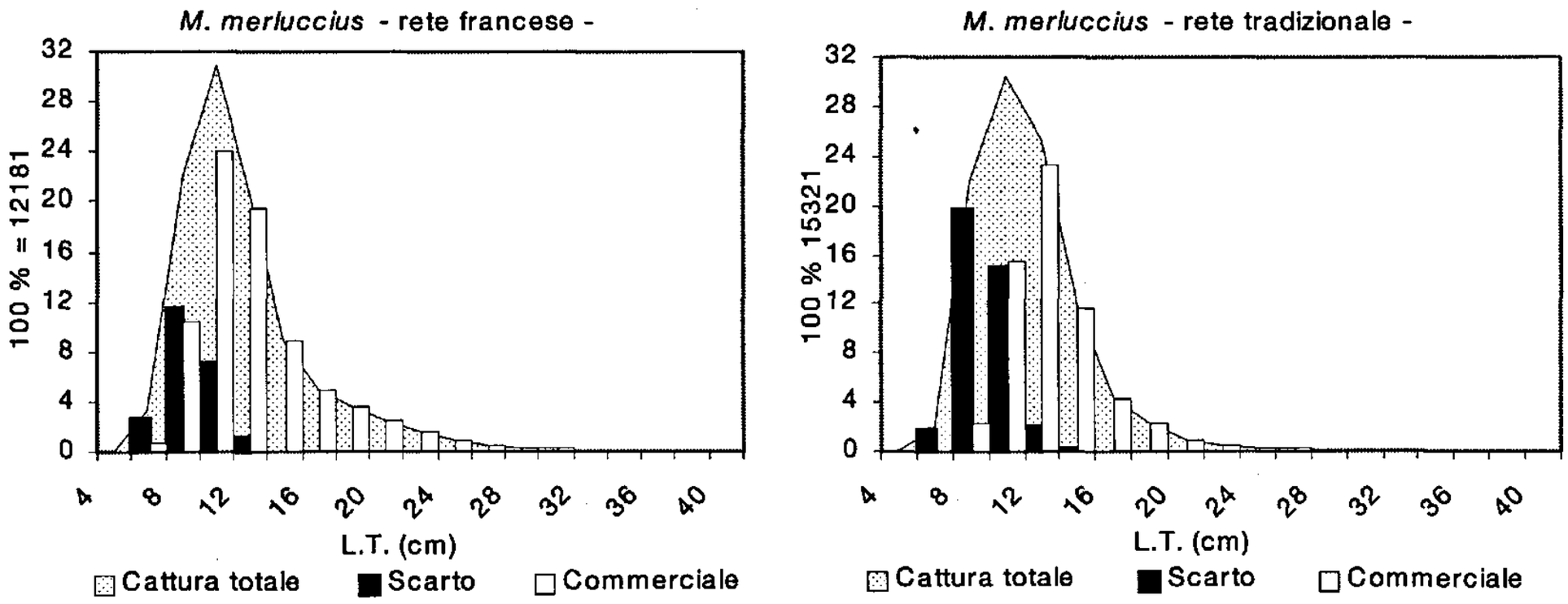



Fig. 1 - *M. merluccius*: distribuzioni taglia-frequenza della cattura totale, suddivisa nella frazione scartata ed in quella commercializzata. Per una migliore lettura gli istogrammi sono stati "tagliati" a 40 cm LT (entro questa taglia è compreso circa il 99% della cattura di entrambe le reti, anche se la taglia massima è stata di 80 cm per la rete tradizionale e di 64 cm per quella francese).

M. merluccius*: length frequency distributions of the total catch, subdivided in the discarded and in the commercialised fractions.*

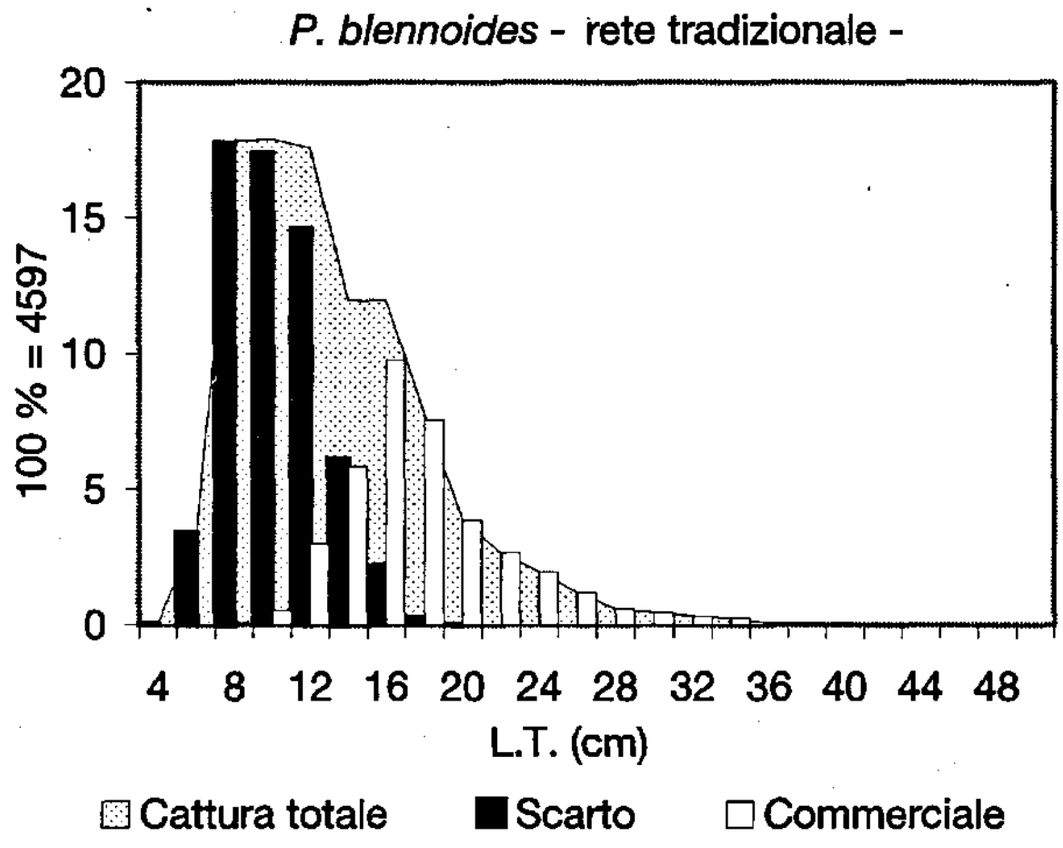



Fig. 2 - *P. blennoides*: distribuzioni taglia-frequenza della cattura totale, suddivisa nella frazione scartata ed in quella commercializzata.

P. blennoides*: length frequency distributions of the total catch, subdivided in the discarded and in the commercialised fractions.*

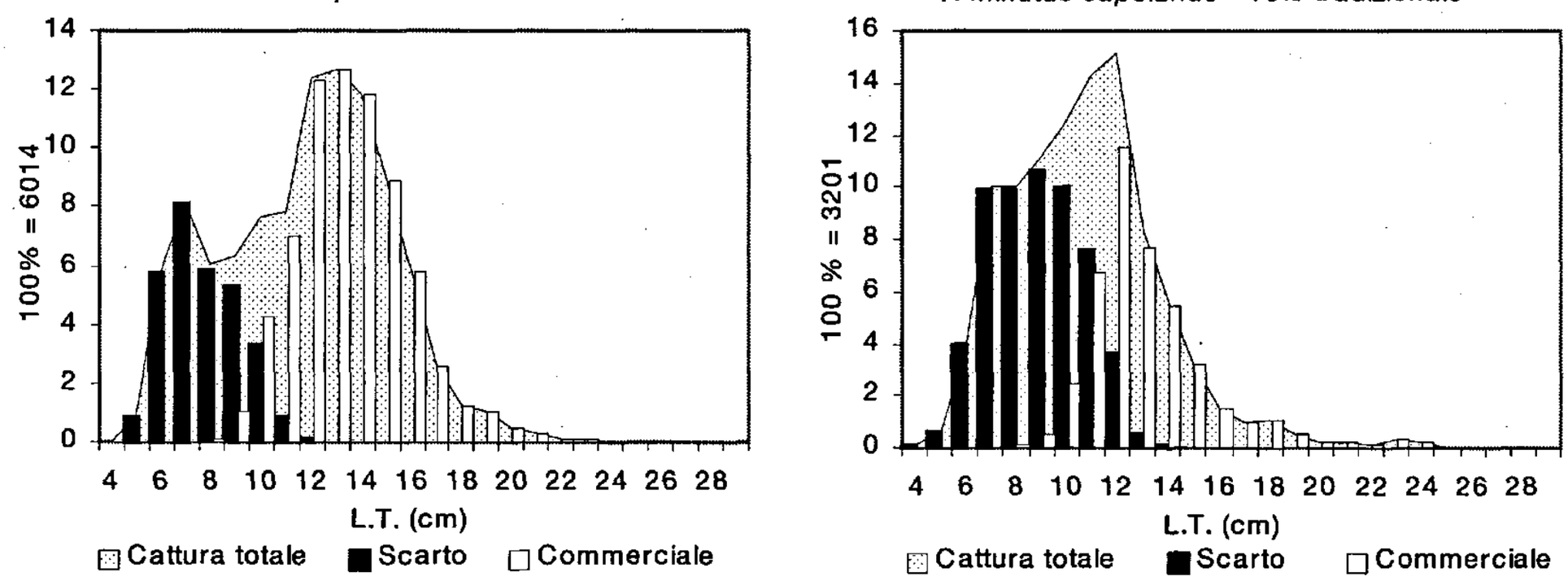



Fig. 3 - *T. minutus capelanus*: distribuzioni taglia-frequenza della cattura totale, suddivisa nella frazione scartata ed in quella commercializzata.

T. minutus capelanus*: length frequency distributions of the total catch, subdivided in the discarded and in the commercialised fractions.*

**Bibliografia**

CARBONELL A., DE RANIERI S., MARTIN P. (1997) - Discards of the western Mediterranean trawl fleets. Final report (Contract n° MED 94/027): 142 pp + annexes.

Biol. Mar. Medit. (1999), 6 (1): 609-613

M. SBRANA, P. SARTOR, B. REALE, F. BIAGI*

Centro Interuniversitario di Biologia Marina ed Ecologia Applicata
Piazzale Mascagni 1 - 57127 Livorno, Italy.
*Dipartimento Scienze Uomo e Ambiente, Università di Pisa, Italy.

# INTER-SPECIFIC SELECTIVITY OF EXPERIMENTAL SET NETS ALONG THE TUSCANY COAST

## *SELETTIVITÀ INTERSPECIFICA DI RETI DA POSTA SPERIMENTALI LUNGO IL LITORALE TOSCANO*

***Abstract***

*In this study the inter-specific selectivity of three types of set nets was evaluated: gill net (GN), monofilament trammel net (MT) and standard trammel net (ST). A decrease of the number of species caught was observed increasing the mesh size; in addition, the presence of more panels (MT and ST) and the structure of the inner panel (multifilament in ST) contributed to increase the number of species caught.*

***Key-words:*** *trammel net, gill net, inter-specific selectivity, Tyrrhenian Sea, Western Mediterranean.*

## Introduction

Set nets are considered highly selective gears, because the size selection range of the catches for each species is more restricted than that of the populations present at sea (intra-specific selectivity). In addition to produce a selection on the dimension of the specimens, the set nets show also a inter-specific selectivity expressed by the number and variety of the species caught. Although the mesh size utilised is the most important factor affecting the selectivity (Stergiou *et al.*, 1996), also the structural and constructive characteristics of the different set nets could influence considerably both the two types of selectivity.

## Materials and methods

From January 1996 to May 1997 a study was carried out, in collaboration with IRPEM-CNR of Ancona (Fabi & De Ranieri, 1998), to evaluate the selectivity of three types of set nets. Gill net (GN) constituted of a single monofilament panel, monofilament trammel net (MT) characterised by one inner monofilament panel and by two external multifilament panels and standard trammel net (ST) constituted of inner and external multifilament panels. For each type of net, inner panels of three different stretched mesh sizes were utilised: 45 mm, 70 mm e 90 mm. The external panels of both trammel nets were of 340 mm stretched mesh size. Twenty-one sheets of 50 m length for each combination of mesh size and type of net were alternate along each type of net. The overall length of sampling gear was 3150 m. At the same time of the sampling with set nets, some hauls with bottom trawl (BT) with 32 mm codend stretched mesh size, were carried out. This last gear was utilised to obtain a more accurate picture of the fish populations present in the studied area. Globally, a total of 43 trials with set nets (average fishing time of 12 hours, from dusk to dawn) and a total of 35 hauls with trawl net (each haul, nocturnal, lasting about 45') were carried out. The sampling was performed along the coasts near Leghorn, Ligurian Sea, on sandy-muddy bottoms, at an average depth of 8 m.

Tab. 1 - List of the species collected by gear and mesh size. #: 1-10 individuals, # #: 10-100 individuals, # # #: >100 individuals.

*Lista delle specie catturate per ciascuna combinazione attrezzo-maglia. #: 1-10 individui, # #: 11-100 individui, # # #: >100 individui.*

| | GN45 | GN70 | GN90 | MT45 | MT70 | MT90 | ST45 | ST70 | ST90 | BT32 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| OSTEICHTHYES | | | | | | | | | | |
| *Alosa fallax nilotica* | | | | | # | | # | # | | |
| *Arnoglossus laterna* | ## | | | ## | # | | ## | | # | ### |
| *Aspitrigla obscura* | # | # | # | # | # | # | ## | # | # | ### |
| *Balistes carolinensis* | | | | | # | | # | # | # | |
| *Boops boops* | ## | # | # | ## | # | # | ## | # | # | ### |
| *Bothus podas podas* | | # | | | | | # | # | | |
| *Buglossidium luteum* | # | | | | | | | | | # |
| *Callionymus maculatus* | | | | # | | | | | | # |
| *Callionymus risso* | | | | | | | | | | # |
| *Carapus acus* | | | | | | | | | | # |
| *Citharus linguatula* | # | | | | | | | | | # |
| *Conger conger* | # | | | # | | | # | | # | ### |
| *Deltentosteus quadrimaculatus* | | | | | | | | | | ### |
| *Dentex dentex* | # | # | | # | | | ## | # | # | # |
| *Dicentrarchus labrax* | # | | | | # | # | | # | | |
| *Diplodus annularis* | ### | ## | # | ### | ## | # | ### | ## | ## | ### |
| *Diplodus puntazzo* | | | | | | | | | # | |
| *Diplodus sargus sargus* | # | # | | # | # | # | # | # | # | # |
| *Diplodus vulgaris* | | # | | # | # | # | | # | | # |
| *Echelus myrus* | | | | # | | | # | | | # |
| *Engraulis encrasicholus* | ## | ## | # | ## | ## | # | ### | ## | ## | ### |
| *Gobius geniporus* | # | | | | | | | | | ### |
| *Gobius niger* | # | | | # | | | # | | | ### |
| *Lepidopus caudatus* | | | | | | | | | | # |
| *Lepidotrigla cavillone* | | | | | | | | | | # |
| *Lichia amia* | | # | | # | | | | | | |
| *Lithognathus mormyrus* | ## | ## | # | ### | ## | ## | ### | ## | ## | ## |
| *Liza aurata* | ## | # | | ## | # | # | ## | # | | # |
| *Liza ramada* | # | # | # | # | ## | # | # | # | | |
| *Lophius piscatorius* | | # | | | # | | # | | | |
| *Merluccius merluccius* | ### | ## | ## | ### | ## | ## | ### | ## | # | ### |
| *Microchirus variegatus* | ## | # | | # | | | ## | # | | ## |
| *Mugil cephalus* | | # | | | | | | | | |
| Mugilidae indet. | | | | | # | | # | # | # | |
| *Mullus barbatus* | ### | ## | # | ### | ## | # | ### | ## | # | ### |
| *Mullus surmuletus* | ## | # | | ## | # | | ## | # | # | |
| *Oblada melanura* | # | | | # | | | # | # | | # |
| *Ophidion barbatum* | | | | | | | | | | # |
| *Pagellus acarne* | ### | # | # | ### | ## | # | ### | ## | # | ### |
| *Pagellus bogaraveo* | # | | | # | # | | # | | | ## |
| *Pagellus erythrinus* | ### | ## | # | ### | ## | ## | ### | ## | ## | ### |
| *Pagrus pagrus pagrus* | | | | | # | | | | | |
| *Psetta maxima* | | # | | | | | | | | |
| *Sardina pilchardus* | ## | ## | # | ## | ## | ## | ## | ## | ## | ### |
| *Sardinella aurita* | ### | ### | ## | ### | ## | ## | ### | ## | ## | ## |
| *Sarpa salpa* | ## | # | # | ## | # | # | ## | ## | # | |
| *Sciaena umbra* | | | | # | | | # | | | |
| *Scomber scombrus* | # | # | # | ## | # | | # | | # | # |
| *Scophthalmus rhombus* | | # | | # | ## | # | # | ## | ## | # |
| *Scorpaena notata* | # | | | # | | | ## | # | | ## |
| *Scorpaena porcus* | ## | # | # | # | # | # | ## | ## | # | ## |
| *Scorpaena scrofa* | # | # | | # | | | | | | |
| *Seriola dumerili* | | # | # | # | # | # | # | # | | # |
| *Serranus cabrilla* | # | | | | | | # | # | | # |
| *Serranus hepatus* | # | | | | | | # | | | ## |
| *Serranus scriba* | | | | | | | | | | # |
| *Solea vulgaris vulgaris* | ## | ## | # | ## | ## | # | ## | ## | ## | ### |
| *Sparus aurata* | | # | ## | # | # | # | # | # | # | # |
| *Sphyraena sphyraena* | ## | # | | ## | | | ## | | | # |
| *Spicara flexuosa* | ## | | | ## | # | | ## | | # | ## |
| *Spicara maena* | # | | | # | | | ## | | | |
| *Spicara smaris* | | | | | | | | | | # |
| *Spondyliosoma cantharus* | # | | | # | | | # | # | | # |
| *Stromateus fiatola* | # | | | # | # | | # | # | | # |
| *Symphodus ocellatus* | | | | | | | # | | | |
| *Symphodus roissali* | | | | | | | | # | | |
| *Symphurus nigrescens* | | | | | | | | | | # |
| *Trachinotus ovatus* | | | | # | | # | # | | # | |
| *Trachinus araneus* | # | # | | # | | | # | | | |
| *Trachinus draco* | # | | | # | # | | # | | | ## |
| *Trachinus radiatus* | | | | | | | | # | | |
| *Trachurus m. mediterraneus* | ### | ## | ## | ### | ## | # | ### | ## | # | ### |
| *Trachurus trachurus* | | | | | | | | # | # | ## |
| *Trigla lucerna* | ## | # | # | ## | ## | # | ## | ## | ## | ### |
| *Umbrina cirrosa* | ## | # | # | ## | # | | ## | ## | | ### |
| *Uranoscopus scaber* | # | # | # | ## | # | # | ## | # | # | # |
| *Zeus faber* | | | | | | | | # | | # |
| SELACHII | | | | | | | | | | |
| *Dasyatis pastinaca* | | | | | # | # | | # | | |
| *Mustelus asterias* | # | | | | | | | | | |
| *Myliobatis aquila* | | | | | # | | | # | | |
| *Raja asterias* | # | # | | # | # | # | # | # | # | ## |
| *Raja clavata* | | | | | | | | | | # |
| *Raja miraletus* | | | | | | | | | | # |
| *Raja ondulata* | | | | | | # | | | | |
| *Raja sp.* | | | | | # | | | | | # |
| *Torpedo marmorata* | | | | | # | | # | | # | # |
| MOLLUSCA | | | | | | | | | | |
| *Alloteuthis sp.* | | | | | | | # | | | ### |
| *Loligo vulgaris* | | | | ## | # | # | ## | # | # | ### |
| *Eledone cirrhosa* | | | | | | | | | | # |
| *Eledone moschata* | # | # | | # | # | | # | # | # | ## |
| *Sepia officinalis* | ## | # | # | ## | ## | ## | ### | ### | ## | ### |
| Sepiolidae indet. | | | | | | | | | | ## |
| *Sepietta oweniana* | | | | | | | | | | # |
| *Sepiola intermedia* | | | | | | | | | | # |
| *Octopus macropus* | | | | | | | | | | # |
| *Octopus vulgaris* | # | # | | # | # | # | # | # | # | ## |
| CRUSTACEA | | | | | | | | | | |
| *Galatea strigosa* | | | | | | | # | | | |
| *Maja crispata* | # | | | | | | ## | # | | |
| *Maja sp.* | | | | | | | | | # | |
| *Palaemon serratus* | | | | | | | | | | # |
| *Palinurus elephas* | | # | # | # | # | # | # | # | # | # |
| *Penaeus kerathurus* | ## | # | | ## | # | # | ## | # | # | ## |
| *Processa canaliculata* | | | | | | | | | | # |
| *Scyllarus arctus* | | | | | # | | # | | | |
| *Solenocera membranacea* | | | | | | | | | | # |
| *Squilla mantis* | ## | ## | # | ### | ## | ## | ### | ### | ## | ### |
| Number of species | 53 | 44 | 25 | 56 | 51 | 35 | 65 | 53 | 41 | 77 |

## Results and discussion

During the study a total of 106 species was collected with the different types of gears (Tab. 1). The number of species caught with set nets is negatively correlated with the mesh size (Fig. 1), while, at the same mesh size, the inter-specific selectivity decreases from the gear with a single panel (GN) to the trammel net with the three multifilament panels (ST). In Fig. 2 the values of the diversity indexes are shown. The specific richness (R) shows very similar levels independently from mesh size and type of net, except in the GN90 in which it results notably lowest. The Shannon index (H') presents similar values for the three set nets, while values lightly low are evidenced for BT. The equitability index (J) shows clearly that with the increase of the mesh size increase the equi-distribution of the abundance among the species. Worthy of note is the high value of dominance recorded in the catches of the trawl net. The classification analysis on presence/absence data (Clifford & Stephenson, 1975) (Fig. 3) allows to identify three different clusters of set nets: one group characterised by the 45 mm mesh size, a second one including MT70, ST70 e ST90, and the third one constituted by GN70, GN90 and MT90.

Although the inter-specific selectivity is particularly due to the mesh size, also the structure and the material of the nets may influence the number of species caught. In fact, from the experimental trials resulted that the presence of three panels in MT and ST reduce the inter-specific selectivity respect to the GN; moreover the multifilament inner panel of the ST makes this one the less selective among the three set nets utilised in this study.

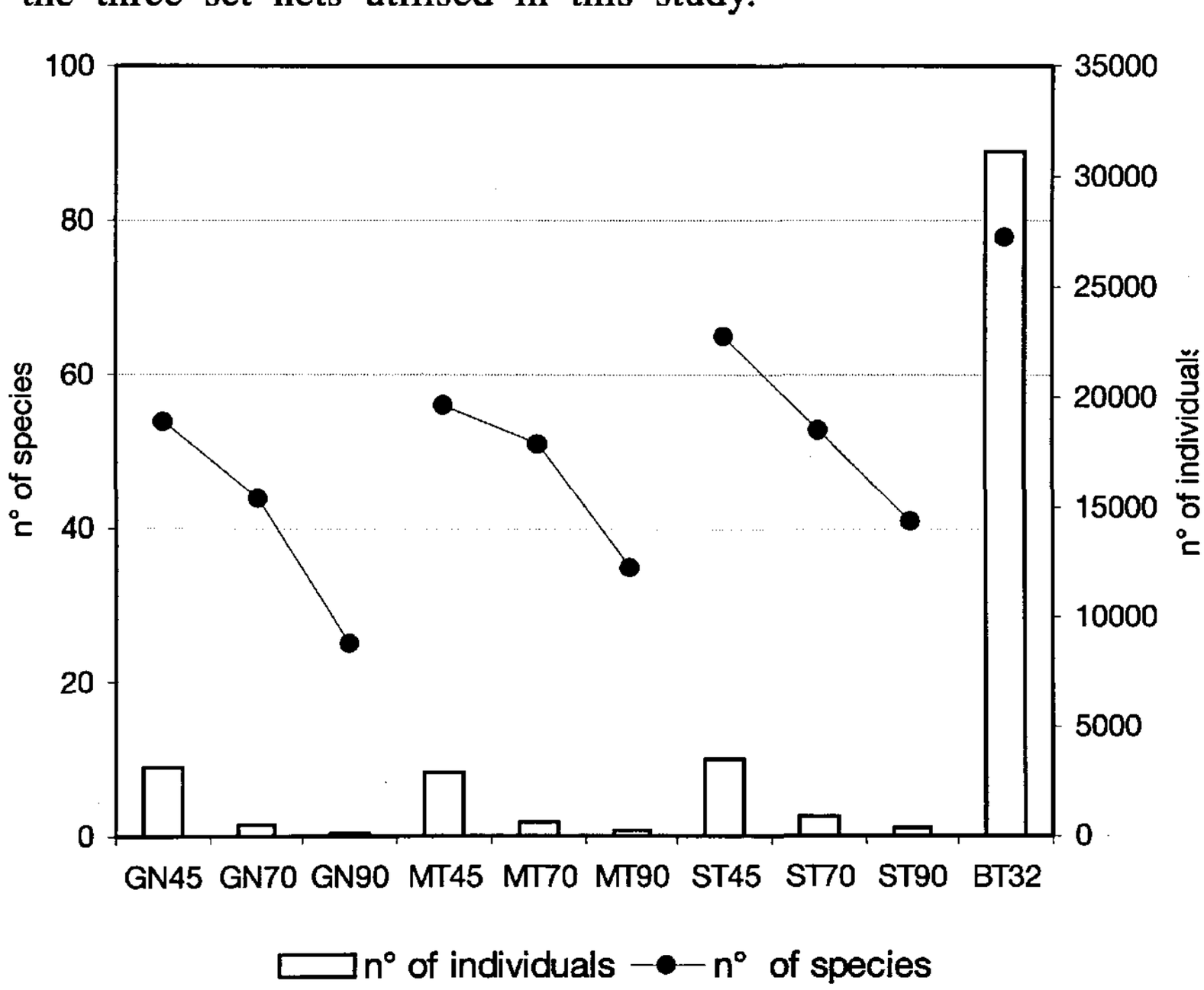



Fig. 1 - Number of species and number of sampled individuals during the study for each type of gear.

*Numero di specie e di individui campionati nel corso della ricerca.*

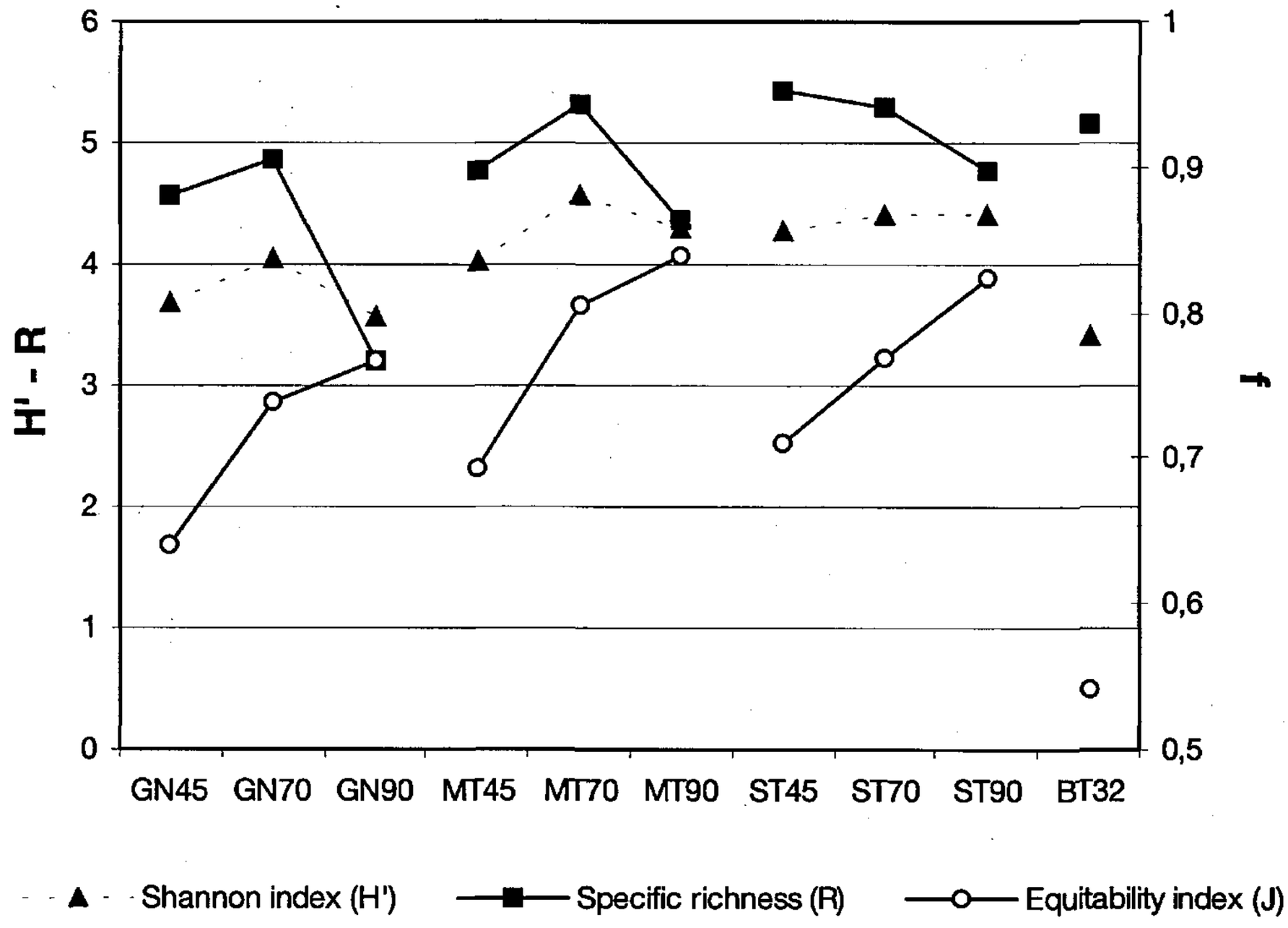



Fig. 2 - Descriptors of the species diversity for each type of gear.
*Componenti della diversità specifica per ogni tipo di attrezzo.*

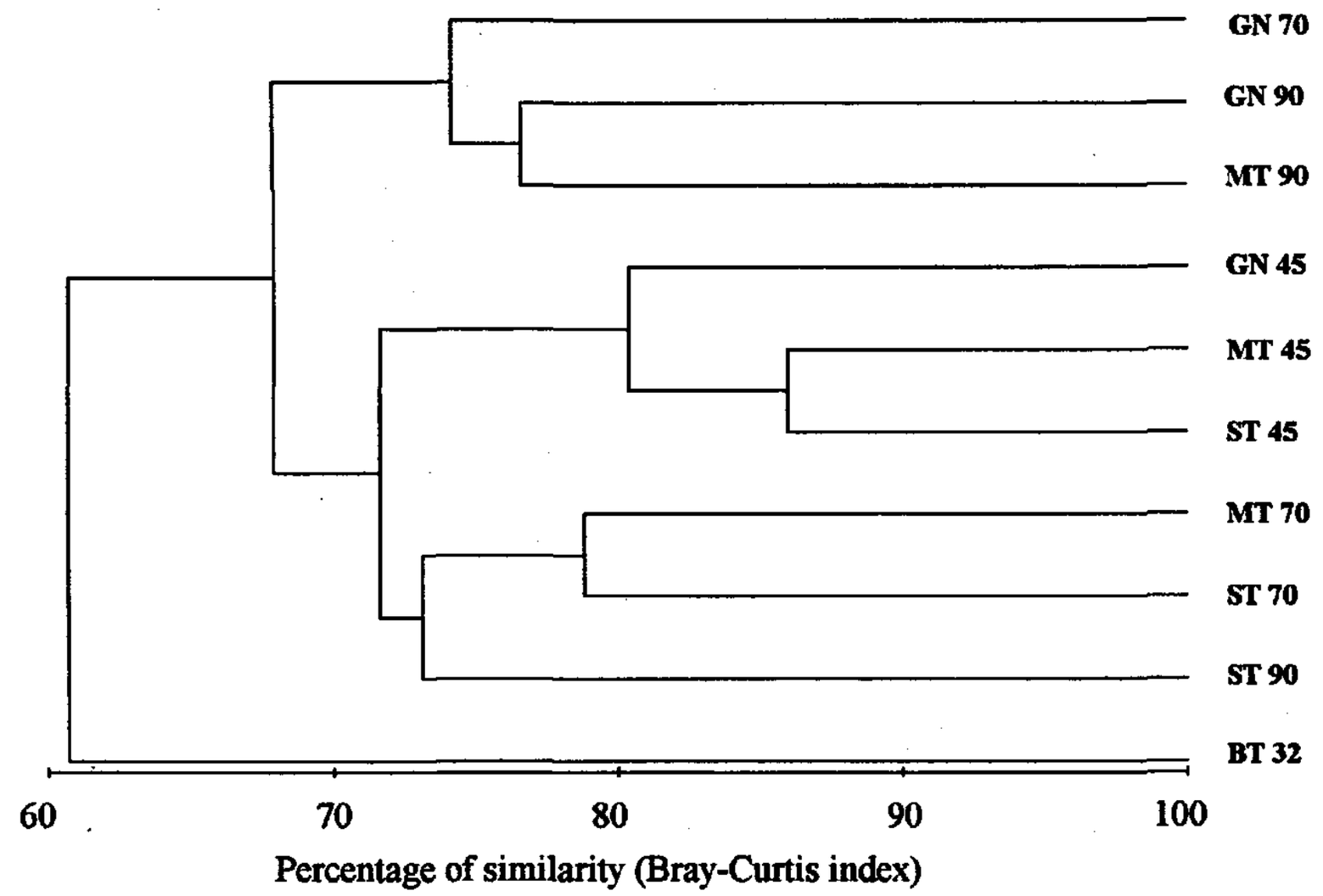



Fig. 3 - Dendrogram of the similarity level of the catch composition of each type of gear (presence/absence data).
*Analisi del livello di similarità della composizione specifica della cattura dei diversi tipi di attrezzo (dati di presenza/assenza).*

## References

CLIFFORD H.T., STEPHENSON W. (1975) - *An introduction to numerical classification.* Academic Press, New York: 229 pp.

FABI G., DE RANIERI S. (1998) – Trammel and gill net selectivity in the Adriatic and Tyrrhenian Sea. Final Report, Study contract U.E. n° 94/086: 159 pp.

STERGIOU K. I., PETRAKIS G., POLITOU C.-Y. (1996) – Small-scale fisheries in the South Euboikos Gulf (Greece): species composition and gear competition. *Fisheries Research*, **26**: 325-336.

Biol. Mar. Medit. (1999), 6 (1): 614-616

E. Secci, D. Cuccu, M. C. Follesa, A. Sabatini, A. Cau

Dipartimento di Biologia Animale ed Ecologia,
Università di Cagliari, Viale Poetto, 1 - 09126 Cagliari, Italia.

# RIPOPOLAMENTO DI *PALINURUS ELEPHAS* (FABR. 1787) IN UN'AREA DELLA SARDEGNA CENTRO-OCCIDENTALE

## *RESTOCKING OF* PALINURUS ELEPHAS *(FABR. 1787) IN A WESTERN CENTRAL SARDINIAN AREA*

***Abstract***

*A protected area of 400 ha off the Sinis Peninsula (Western Sardinia) was destined to restocking trials and biological studies on spiny lobster* Palinurus elephas *(Fabr. 1787). A total 1066 tagged lobsters were released in the area, four of these were recaptured.*

***Key-words:*** *tagging, restocking, crustacean decapod,* Palinurus elephas.

## Introduzione

Il continuo aumento dello sforzo di pesca a carico dell'aragosta rossa *Palinurus elephas* (Fabr. 1787) registrato negli ultimi quarant'anni ha gradualmente condotto ad un impoverimento della risorsa già evidenziato da Cottiglia *et al.* (1976, 1977), Secci *et al.* (1995) e Secci e Cau (1996 a, b). Per cercare di ovviare a queste difficoltà è in atto un programma di ripopolamento di *P. elephas* dal 1997 in un'area della Sardegna centro-occidentale. Ciò è in linea con una nuova politica gestionale proposta per rimediare all'eccessivo sfruttamento di una risorsa di così grande importanza socio-economica. In questa nota ci si propone di ampliare, tramite rilevamento biometrico, marcatura e ricattura di un campione significativo di aragoste, le conoscenze riguardanti la dinamica di popolazione, la biologia riproduttiva, l'accrescimento e gli spostamenti, come effettuato in passato per le aragoste delle acque corse e della Cornovaglia (Marin, 1981, 1985; Campillo e Amedei, 1978; Hepper, 1977).

## Materiali e metodi

Al largo della Penisola del Sinis è stata istituita un'area di ripopolamento dell'aragosta rossa con estensione di 400 ha tra la batimetrica dei 50 e 100 m. Tale area è interdetta alla pesca secondo il D.P.R. 06.05.1998 n. 776. Tutti gli esemplari censiti all'interno dell'area (115 aragoste) ed un campione di 951 individui di lunghezza totale (LT) inferiore alla taglia commerciale (24 cm di lunghezza totale), catturati in aree confinanti, sono stati marcati, con marche del tipo Plastic T-BAR, e successivamente rilasciati. Il rilevamento biometrico è stato effettuato seguendo la metodica descritta da Hepper (1966). Le marche sono state inserite tra il carapace ed il primo segmento addominale e tra il primo ed il secondo segmento addominale negli esemplari di LT rispettivamente minore e maggiore a 15 cm (Campillo e Amadei, 1978). Lo stoccaggio in vasche di mantenimento, tre giorni prima e tre giorni dopo la marcatura, ha permesso di rilevare una mortalità del 3 % in ambedue le fasi.

## Risultati e discussione

Tra il 1997 ed il 1998 sono state liberate nell'area interdetta alla pesca complessivamente 1066 aragoste marcate, precisamente 579 maschi e 487 femmine (Figg. 1-2).

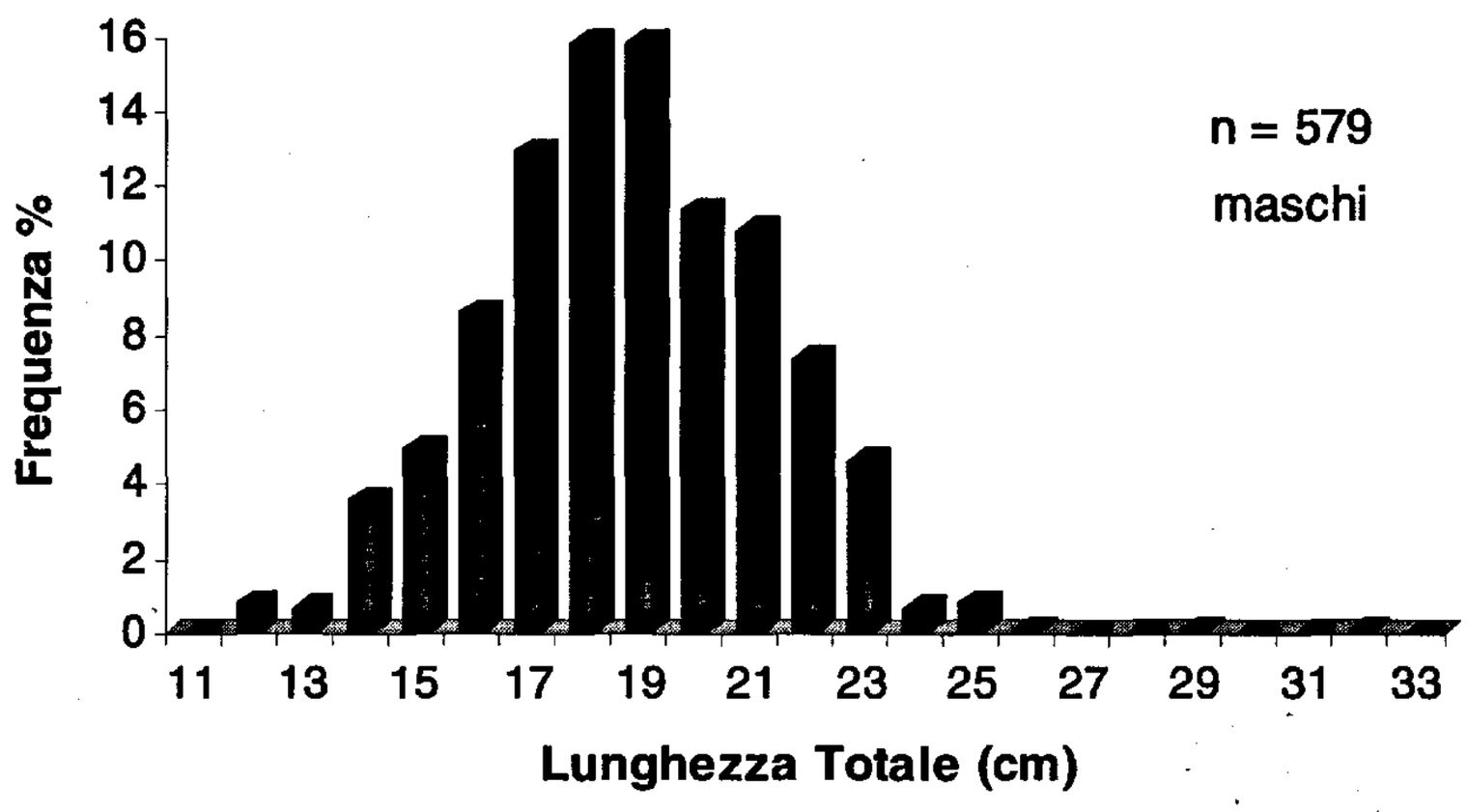



Fig. 1 - Esemplari maschi di *Palinurus elephas* (Fabr. 1787) marcati e liberati nell'area di ripopolamento.
*Males of* Palinurus elephas *(Fabr. 1787) tagged and released in the restocking area.*

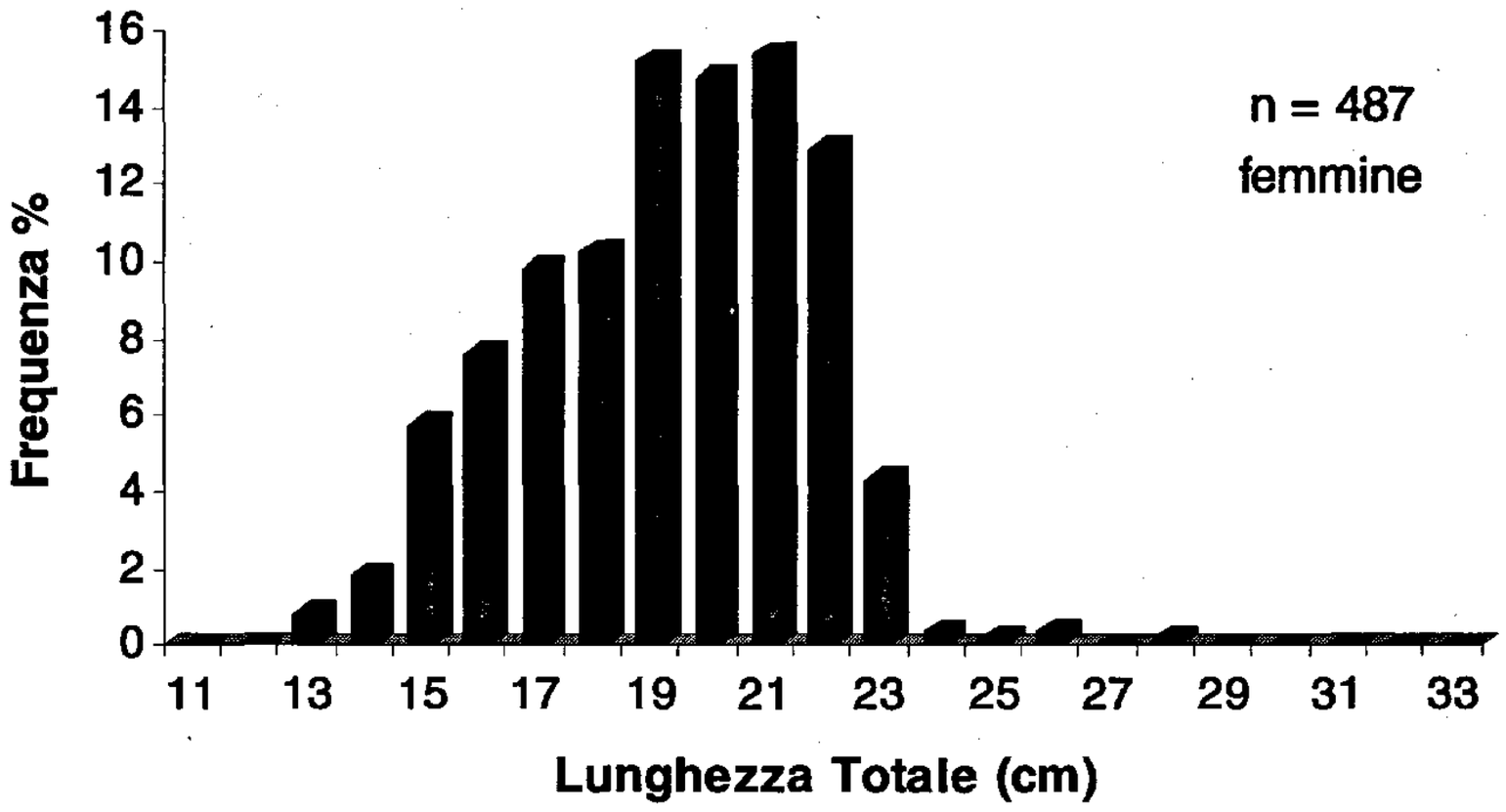



Fig. 2 - Esemplari femmine di *Palinurus elephas* (Fabr. 1787) marcati e liberati nell'area di ripopolamento.
*Females of* Palinurus elephas *(Fabr. 1787) tagged and released in the restocking area.*

Di queste, quattro sono state ricatturate da operatori della zona che hanno provveduto a rilevare il punto di rinvenimento tramite GSM, rispettivamente dopo 28, 39, 340 e 394 giorni di libertà. Dai rilevamenti cartografici si è potuto constatare che il primo ed il secondo esemplare, marcati nel marzo e nell'aprile del 1998, si sono spostati, supponendo una traiettoria rettilinea, circa 3.8 e 3.6

km dal punto di rilascio all'interno dell'area. Il terzo e l'ultimo, marcati entrambi nel maggio del 1997, sono stati, invece, rinvenuti a circa 50 e 3 km dalla riserva. Se si considera eccezionale il ritrovamento avvenuto a 50 km di distanza, si può calcolare che le rimanenti tre aragoste rinvenute si siano spostate mediamente 0.56 km alla settimana. Tali spostamenti risultano significativi soprattutto se confrontati con i dati riportati in bibliografia. Hepper (1977) evidenzia infatti, nelle aragoste marcate nelle acque della Cornovaglia, una velocità media di spostamento di 0.005 km alla settimana.

**Bibliografia**

CAMPILLO A., AMADEI J. (1978) - Premiéres données biologiques sur la langouste de Corse, *Palinurus elephas* Fabricius. *Rev. Trav. Inst. Peches marit.*, Paris, **42** (4): 347-373.

COTTIGLIA M., IONTA G., MASALA B., SERRA E., TAGLIASACCHI MASALA M.L. (1976) - La pesca di *Palinurus elephas* Fabr. in Sardegna. Ecologia, etologia, produzione e sforzo di pesca. *La programmazione in Sardegna,* **59**: 14 pp.

COTTIGLIA M., GIGLIO M.B., IONTA G., MASALA B., SERRA E., TAGLIASACCHI MASALA M.L. (1977) - La biologia di *Palinurus elephas* Fabr. nelle acque sarde. Proposte per una nuova normativa regionale di pesca. *La programmazione in Sardegna,* **61-62**: 11 pp.

HEPPER B.T. (1966) - Measurement of carapace length and total length in the crawfish, *Palinurus vulgaris. J. Cons. perm. int. Explor. Mer*, **30** (3): 316-323.

HEPPER B.T. (1977) - The fishery for crawfish, *Palinurus elephas,* off the coast of Cornwall. *J. mar. biol. Ass. U.K.*, **57**: 925-941.

MARIN J. (1981) - Données préliminaires sur la croissance de la langouste rouge, *Palinurus elephas* Fabr. en Corse. *Rapp. Comm. Int. Mer Médit.*, **27** (2): 173-174.

MARIN J. (1985) - Etude de la croissance des crustacés à partir des données de marquages - recaptures. Application à la langouste rouge de Corse, *Palinurus elephas* Fabricius. *Cons. int. explor. Mer.*, **26:** 1-17.

SECCI E., ADDIS P., STEFANI M., CAU A. (1995) - La pesca di *Palinurus elephas* (Fabricius, 1787) nei mari circostanti la Sardegna. *Biol. Mar. Medit.*, **2** (2): 455-457.

SECCI E., CAU A. (1996a) - Catches of *Palinurus elephas* Fabr. 1787 (Crustacea, Decapoda) in Sardinian seas. 2nd European Crustacean Conference, Liege: 111.

SECCI E., CAU A. (1996b) - Spiny lobster (*Palinurus elephas* Fabricius, 1787) fishing around Sardinia. 6th Colloquium Crustacea Decapoda Mediterranea, Florence: 81-82.

Biol. Mar. Medit. (1999), 6 (1): 617-618

F. SERENA, R. SILVESTRI, A. VOLIANI

Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale della Toscana - GEA,
Via dell'Ambrogiana, 2 - 57100 Livorno, Italia.

# SU UNA CATTURA ACCIDENTALE DI *TAENIURA GRABATA* (E. GEOFFROY SAINT-HILAIRE, 1817) (CHONDRICHTHYES, DASYATIDAE)

# *INCIDENTAL CAPTURE OF* TAENIURA GRABATA *(E. GEOFFROY SAINT-HILAIRE, 1817) (CHONDRICHTHYES, DASYATIDAE)*

***Abstract***

*The first record of* Taeniura grabata *(Chondrichthyes, Dasyatidae) in the Italian Seas is presented. The specimen was captured by a gill net off Livorno (Tuscany coast). The geographical distribution of the species is reported and the morphology of the specimen (TL = 180 cm; weight = 50 Kg) is described.*

***Key-words:*** *Dasyatidae, geographical distribution, Mediterranean Sea.*

## Introduzione

Nell'alto Tirreno e nel Mar Ligure, come anche negli altri mari italiani, le catture di grandi pesci cartilaginei sono da ritenersi accidentali in quanto non esiste una pesca professionale mirata; tali catture quindi non sono molto frequenti, come può essere verificato dalla lettura dei dati raccolti nell'ambito del programma di monitoraggio LEM (Serena e Vacchi, in stampa). Più abitualmente, questi pesci, soprattutto alcune specie di squali pelagici, sono catturati dalla pesca sportiva d'altura.

Il grosso esemplare di *Taeniura grabata* descritto in questa nota è un dasiatide rimasto intrappolato in una rete da posta calata poco distante dalla costa.

La famiglia Dasyatidae appartiene all'ordine Rajiformes (*sensu* Nelson, 1994) ed è composta di 9 generi, suddivisi in 2 subfamiglie con circa 70 specie. Soltanto tre generi sono rappresentati nell'area CLOFNAM (Krefft e Stehman, 1979): *Dasyatis*, *Himantura* e *Taeniura*. Al genere *Taeniura* appartengono quattro specie (Fish-Base 96), tre delle quali distribuite fondamentalmente nell'area indo-pacifica. La quarta, *T. grabata*, ha una ripartizione geografica limitata alle coste atlantiche dell'Africa Occidentale, tra l'Angola a sud (Whitehead *et al.*, 1984) e Madeira a nord (Biscoito e Wirtz, 1994), ed al Mediterraneo meridionale (Tortonese, 1956), dove è relativamente abbondante nelle acque tunisine e nel Golfo di Gabès (Capapé, 1983). La sua presenza in Mar Rosso, secondo Tortonese (1956), sarebbe da escludere in quanto è da considerarsi soltanto specie atlantico-mediterranea.

## Materiali e metodi

L'esemplare descritto è stato catturato da un pescatore professionista nell'ottobre 1997 a circa 10 km a sud di Livorno, su un fondale sabbioso di 25 m e a 150 m dalla costa. La rete era una "schietta" alta 16 m, con maglia di 100 mm d'apertura e filo di nylon di 0.3 mm. Quando l'attrezzo è stato salpato, alle ore 12.30, dopo aver pescato tutta la notte, il pesce era in vita; per tale motivo è molto probabile sia finito nella rete alle prime ore del mattino. Il pesce è rimasto agganciato per il rostro e poi si è avvolto su se stesso, come generalmente accade per le razze.

## Risultati

L'esemplare in esame è una femmina adulta di 50 Kg di peso e 180 cm di lunghezza totale. Il disco, subcircolare, misura 108 cm di larghezza e 94 cm di lunghezza. Il lato dorsale dell'esemplare è bruno scuro, con riflessi violacei, mentre il lato ventrale è biancastro con i bordi esterni tendenti al grigio. Il rostro, benché non molto accentuato, è ben visibile; esso appare arrotondato, globoso e sporge leggermente dalla linea del corpo. Le pinne pelviche sono quadrangolari e, relativamente alle dimensioni del disco, poco sviluppate. Le pinne dorsali e quella caudale sono assenti. L'occhio, globoso e piccolo, ha il diametro longitudinale compreso 7.2 volte nella distanza interorbitaria. La coda, corta, robusta e dotata di due aculei, si presenta di spessore variabile: nella parte prossimale, dalla cloaca agli aculei, è compressa dorso-ventralmente, con ai lati una sorta di piccola carena che decorre lungo tutto il bordo; dagli aculei fino al termine è invece compressa lateralmente e, sul lato ventrale, presenta una cresta cutanea che giunge fino alla sua estremità distale.

## Conclusioni

La cattura di *T. grabata* nelle acque di Livorno costituisce la prima segnalazione per i mari italiani. Questo ritrovamento, così come altri avvenuti recentemente (Serena *et al.*, 1998), è anch'esso testimonianza a favore di una progressiva meridionalizzazione del settore settentrionale del bacino mediterraneo (Andaloro *et al.*, in stampa).

**Ringraziamenti**

Gli autori ringraziano il dott. Stefano Martinucci proprietario della M/b 11LI1201P per la sua preziosa collaborazione.

**Bibliografia**

ANDALORO F., KALLIANOTIS A., CAMINAS J. A., TITONE G., POTOSCHI A. (in stampa) - La biodiversità interspecifica della fauna ittica mediterranea e la sua variabilità quale bioindicatore del fenomeno di tropicalizzazione del mare settentrionale. *Proceedings of Ninth International Congress of European Ichthyologists (CEI9) "Fish Biodiversity"*. Trieste 1997.

BISCOITO M. J., WIRTZ P. (1994) - Two new records of stingray (Pisces: Dasyatidae) from the Archipelago of Madeira (NE Atlantic). *Bocagiana*, **169**: 1-4.

CAPAPE C. (1983) - Données nouvelles sur la morphologie des Dasyatidae (Pisces, Rajiformes) des côtes tunisiennes. *Bull. Inst. natn. scient. tech. océanogr.* Pêche Salammbò, **10**: 69-98.

FISH-BASE (1996) - *FishBase 96.* CD-ROM. ICLARM, Manila.

KREFFT G., STEHMAN M (1979) - Dasyatidae. In: Hureau J. C., Monod Th. (eds). *Check-list of the fishes of the north-eastern Atlantic and of the Mediterranean (CLOFNAM).* UNESCO, Paris. **1**: 70-73.

NELSON J.S. (1994) - *Fishes of the world.* (3rd edition). Wiley and Sons, New York: 600 pp.

SERENA F., SILVESTRI R. (1996) - First record of *Pomadasys incisus* (Haemulidae) in the Northern Tyrrhenian Sea. *Cybium*, **20** (4): 409-411.

SERENA F, VACCHI M. (in stampa) - Research work on the large cartilagineus fishes in the North Tyrrhenian and Ligurian Sea, inside the program L.E.M. (Large Elasmobranchs Monitoring). *Atti del Convegno "Incontro sugli Elasmobranchi"*. Tethys Research Institute, Acquario e Civica Stazione Idrobiologica. Milano 2 dicembre 1995.

TORTONESE E. (1956) - *Fauna d'Italia. Leptocardia, Ciclostomata, Selachii.* Calderini, Bologna: 334 pp.

WHITEHEAD P.J.P., BAUCHOT M.-L., HUREAU J.CV., NIELSEN J., TORTONESE E. (1984) - *Fishes of the North-eastern Atlantic and the Mediterranean (FNAM).* UNESCO, Paris. 510 pp.

Biol. Mar. Medit. (1999), 6 (1): 619-622

L. M. TRINGALI, G. CALTAVUTURO, G. GURRIERI, V. DI MARTINO*

KETOS Corso Italia, 58 - 95129 Catania, Italia.
*Dipartimento di Botanica dell'Università; Via Antonino Longo, 19 - 95125 Catania, Italia.

# OSSERVAZIONI PRELIMINARI SULLA PRESENZA ESTIVA DI BALENOTTERA COMUNE (*BALAENOPTERA PHYSALUS*) E TURSIOPE (*TURSIOPS TRUNCATUS*) NELLE ACQUE DELLO STRETTO DI MESSINA

## *PRELIMINARY OBSERVATION ON SUMMER PRESENCES OF* BALAENOPTERA PHYSALUS *AND* TURSIOPS TRUNCATUS *IN THE STRAIT OF MESSINA*

***Abstract***

*Summer presence of* B. physalus *and* T. truncatus *in Strait of Messina are presented. This area of Mediterranean Sea could be important for seasonal migrations of these cetaceans.*

***Key-words:*** B. physalus, T. truncatus, *Strait of Messina, Mediterranean Sea.*

## Premessa

L'Associazione Scientifica Culturale Ketos, che opera a Catania dal 1997, si sta occupando prevalentemente di condurre studi inerenti la cetofauna del Bacino Mediterraneo. Oggetto della presente ricerca è uno studio nato dall'esigenza di meglio comprendere le rotte migratorie di *B. physalus* in Mediterraneo. A seguito di continue osservazioni, oltre ai numerosi avvistamenti di Balenottera comune, sono stati frequenti gli avvistamenti di Tursiopi (*T. truncatus*). La presenza di *T. truncatus* nella medesima area si è rivelata di particolare interesse perché giunge come ulteriore conferma del buono stato di salute delle acque dello Stretto di Messina.

## Materiali e metodi

Le osservazioni sono state condotte nel corso delle stagioni estive (Giugno-Settembre) degli anni 95, 96 e 97, nello specchio di mare compreso tra Capo Sant'Alessio e Capo Scaletta, in provincia di Messina, per uno sforzo d'osservazione totale di circa 500 ore (Fig. 1).

Lo studio è stato condotto mediante osservazioni da terra e da mare nel corso delle ore diurne ed intervallando i giorni delle osservazioni (1 giorno di osservazione × 2 di riposo). Il punto d'osservazione a terra è posto a circa 20 m s.l.m.; mentre le osservazioni in mare sono state effettuate a bordo di un gommone di 4,50 m con motore da 25 hp.

Come metodo di lavoro si è sempre preferito condurre le osservazioni dapprima da terra (servendosi di binocoli, 7´50, e cannocchiale terrestre 20÷40×77) per poi raggiungere il singolo animale o il gruppo col mezzo nautico. Si è preferito questo tipo di approccio in quanto consente di poter studiare l'attività degli animali e la loro direzione di spostamento (Weaver, 1987). In un secondo tempo, con l'ausilio del natante sono state effettuate riprese fotografiche, ciò al fine di raccogliere materiale per un'indagine fotoidentificativa (Agler *et al.*, 1988; Defran *et al.*, 1988) che saranno oggetto di ulteriori approfondimenti.

Per le riprese fotografiche sono state utilizzate fotocamere reflex 35 mm con ottiche di lunghezze focali comprese tra 80 e 200 mm e pellicole Fuji Sensia 100 (DIA) e Ilford HP5 (B\N).

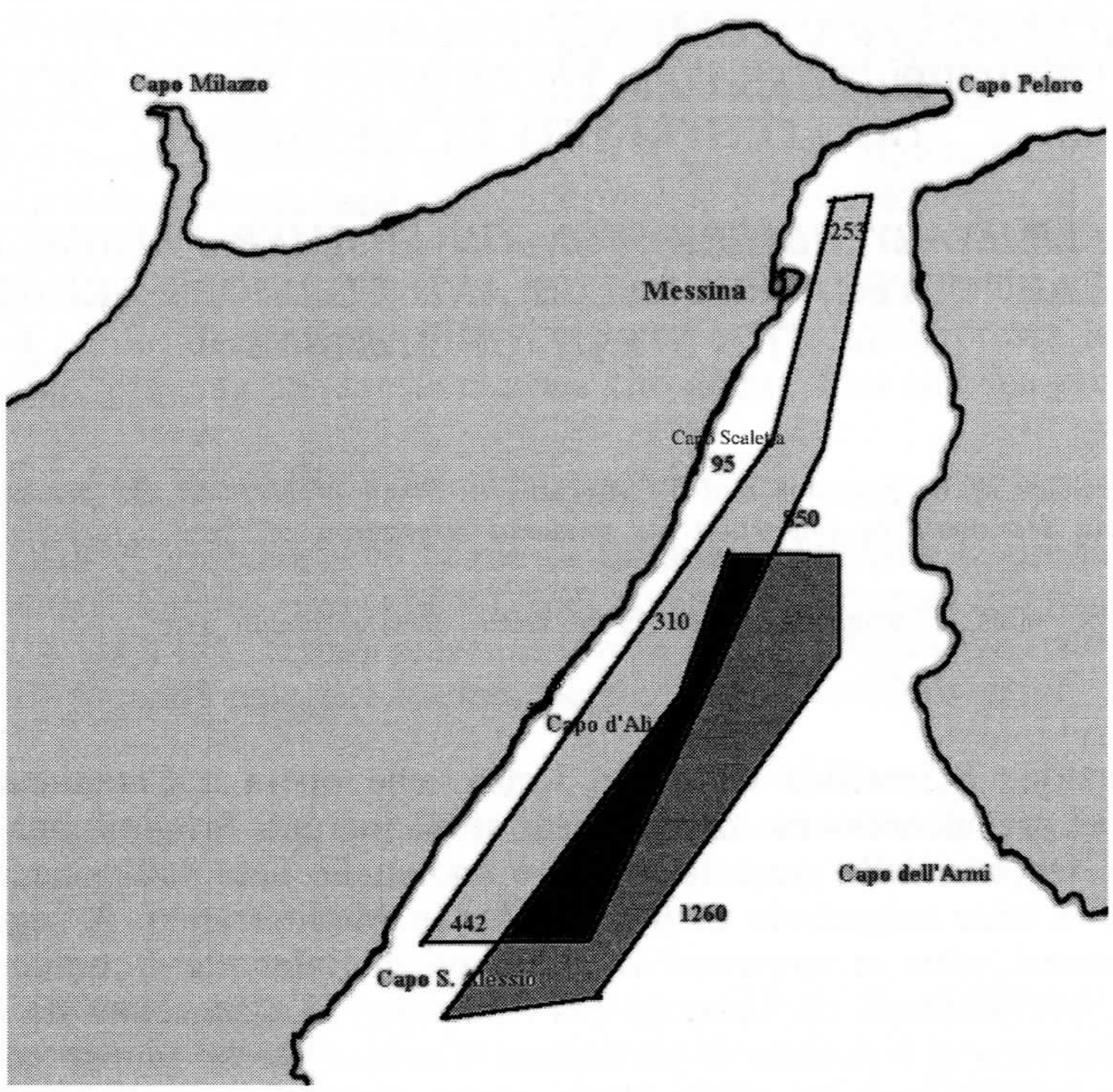



Fig. 1 - Lo Stretto di Messina con le aree di studio. Grigio chiaro: *T. truncatus*; grigio medio: *B. physalus*; grigio scuro: entrambe le specie.
*The Strait of Messina with the study areas. Light Grey:* T. truncatus*; Medium Grey:* B. physalus*; Dark Grey: the two species.*

## Risultati e considerazioni conclusive

Nel corso del periodo di studio sono stati effettuati 19 avvistamenti di *B. physalus*, per un totale di 34 individui, e 17 avvistamenti di *T. truncatus*, per un totale di 105 individui. In particolare i gruppi di *B. physalus* osservati erano costituiti al massimo da 3 individui; mentre i gruppi di *T. truncatus* erano costituiti, al massimo, da non più di 8 o 9 individui.

Nell'arco dei tre anni si è, anche, osservata una diminuzione del numero di balenottere, *B. physalus* (Fig. 2). Questo fenomeno, a nostro parere, potrebbe essere dovuto ad un nuovo adattamento degli animali a spostarsi durante le ore di buio in cui il traffico marittimo è meno intenso. Ciò che spiegherebbe il minor numero di avvistamenti di questi grandi cetacei nelle ore diurne. In queste nostre supposizioni siamo confortati dalle notizie forniteci da numerosi operatori della piccola pesca che riferiscono di avere effettuato avvistamenti notturni proprio nell'area oggetto di studio.

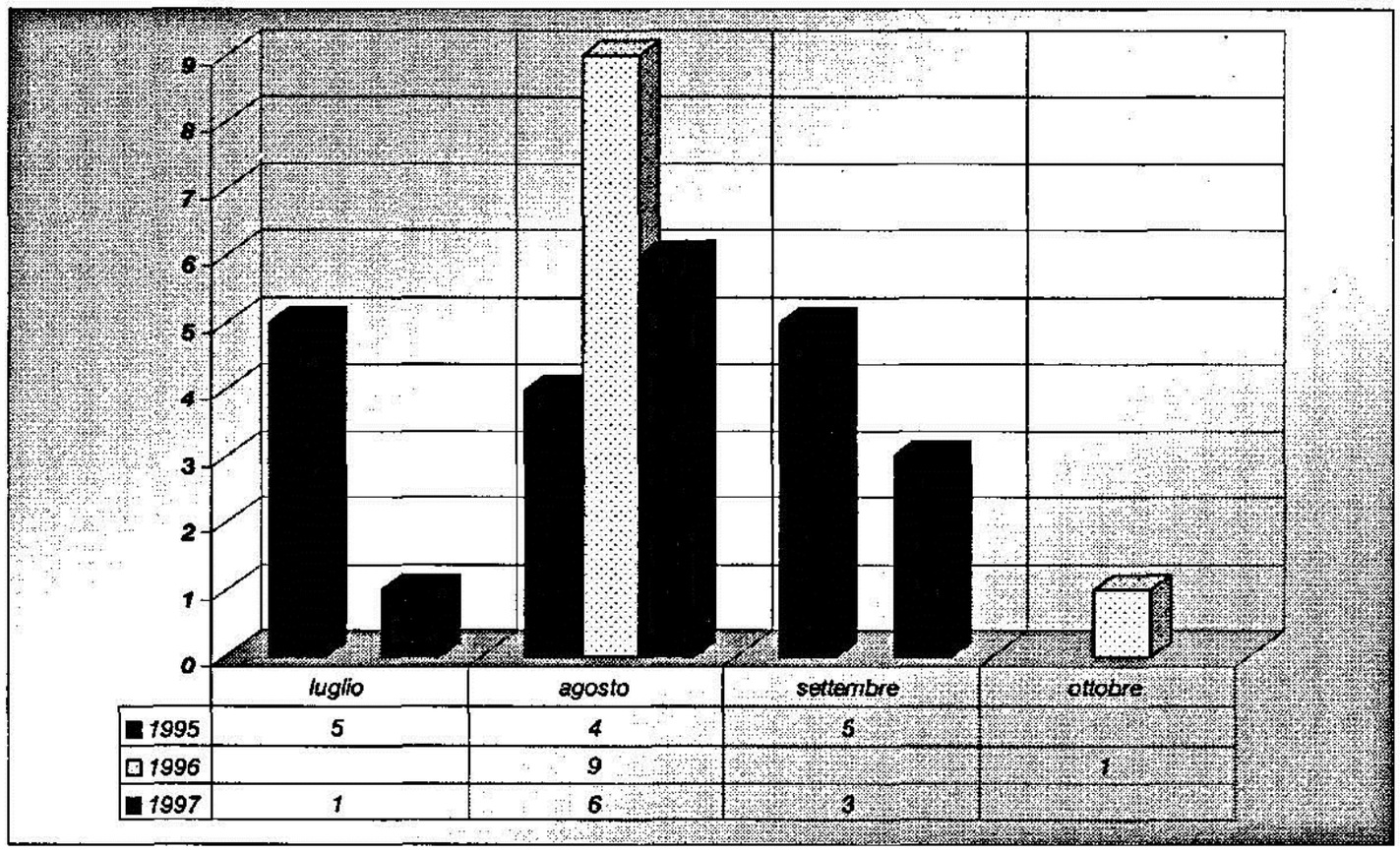



Fig. 2 - Presenze di Balenottera comune nell'area di studio negli ultimi tre anni suddivise per mesi.
*Abundance of* B. physalus *in the observation area in the last three years for mounth.*

Di contro l'elevata presenza di *T. truncatus*, che si è via via incrementata negli anni, (Fig. 3) sembrerebbe evidenziare un ottimo stato di salute delle acque costiere dello Stretto di Messina.

Il maggior numero di avvistamenti di Balenottere è stato effettuato nei mesi di agosto e settembre degli anni 1995 e 1997; mentre per i Tursiopi si sono avuti avvistamenti più numerosi nei mesi di agosto e settembre degli anni 1996 e 1997 (Figg. 2 e 3).

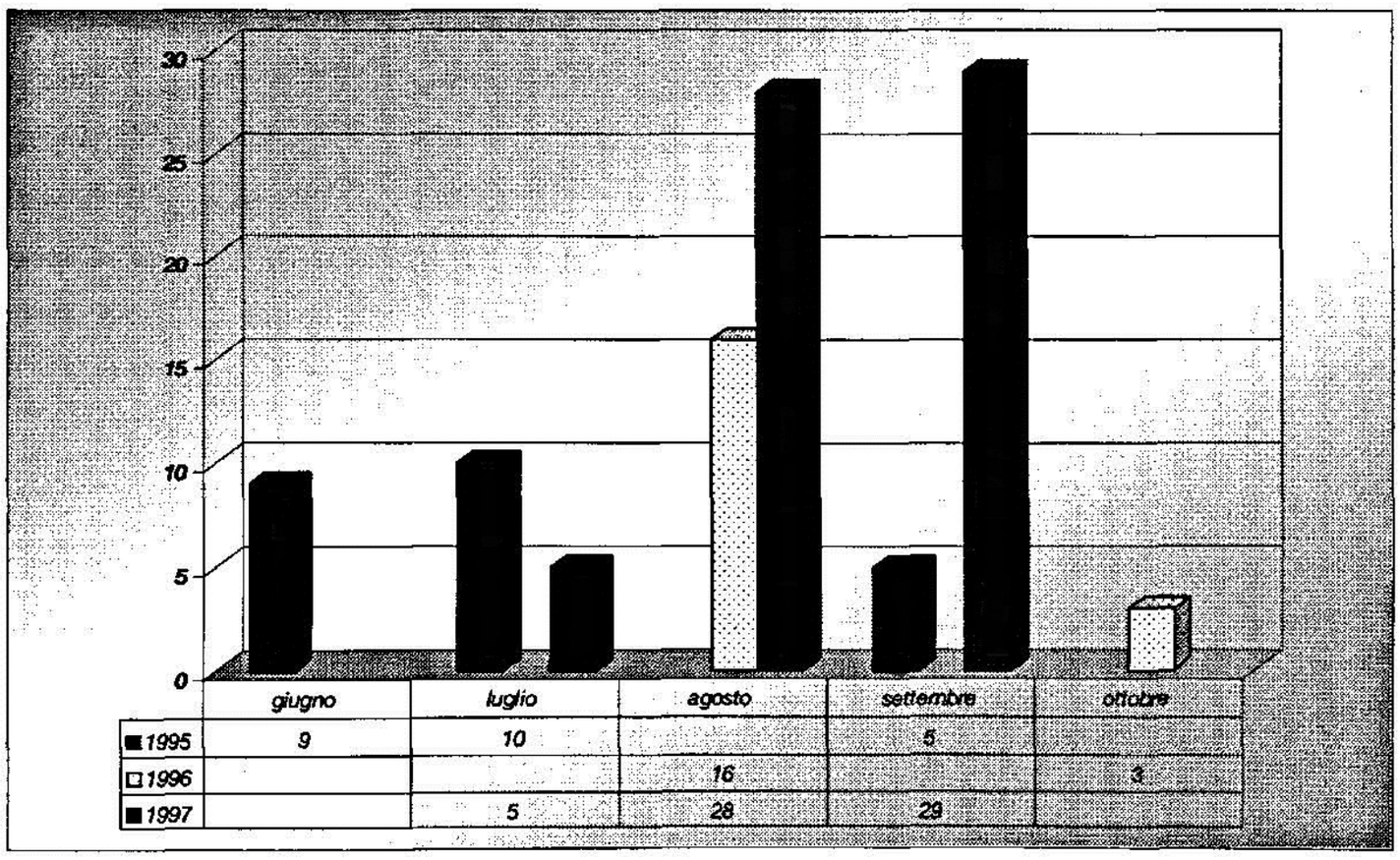



Fig. 3 - Presenze di Tursiopi nell'area di studio negli ultimi tre anni suddivise per mesi.
*Abundance of* T. truncatus *in the observation area in the last three years for mounth.*

Pertanto i risultati ottenuti dalle osservazioni circa la presenza di *B. physalus* sembrano confermare l'ipotesi di un passaggio migratorio, lungo la direttrice Nord-Sud, di questi animali all'interno del Bacino Mediterraneo (Marini *et al.*, 1996; Arcangeli *et al.*, 1997). Da ciò si potrebbe anche dedurre che lo Stretto di Messina, grazie alla sua conformazione geomorfologica e alle sue peculiarità biologiche, rappresenterebbe un'area di notevole importanza per il transito dei grandi misticeti.

## Bibliografia

ARCANGELI A., MARINI L., CALTAVUTURO G., TRINGALI L. M., VILLETTI G., VALENTINI T., SALVATI L. (1997) - Avvistamenti invernali di cetacei nel Canale di Sicilia. *Atti del 3° Convegno Nazionale sui Cetacei. In stampa.*

AGLER B. A., BEARD J. A., BOWMAN R. S., CORBETT H. D., FROHOCK S. E., HAWVERMALE M. P., KATONA S. K., SADOVE S. S., SEIPT I. E. (1988) - Fin Whale (*B. physalus*) photographic identification: methodology and results from the Western North Atlantic. *Rep. Int. Whal. Commn. Special Issue*, **12**: 349-356.

DEFRAN R. H., SHULTZ G. M., WELLER D. W. (1988) - A tecnique for the pfotographic identification and cataloging of dorsal fins of the Bottlenose Dolphin (*Tursiops truncatus*). *Rep. Int. Whal. Commn. Special Issue*, **12**: 53-55.

MARINI L., VILLETTI G., CONSIGLIO C. (1996) - *Wintering areas of Fin Whales (*B. physalus*) in the Mediterranean sea: a preliminary survey*. European reserch on cetaceans, Evan P. G. H. & Nice H. ed.; **9**: 126-128.

WEAVER A. C. (1987) - *An ethogram of naturally occuring behavior of Bottlenosed Dolphins* (Tursiops truncatus) *in Southern California waters*. Master's thesis, San Diego State University, CA: 93 pp.

Biol. Mar. Medit. (1999), 6 (1): 623-626

N. UNGARO, M. MARTINO, L. DI TURI, G. STRIPPOLI

Laboratorio Provinciale di Biologia Marina, Molo Pizzoli (Porto) - 70123 Bari, Italia.

# SULLA DISTRIBUZIONE DI TAGLIA DI ALCUNE SPECIE ITTICHE DEMERSALI CATTURATE DA DIFFERENTI ATTREZZI

# *ON THE LENGTH DISTRIBUTION OF SOME DEMERSAL SPECIES FISHED BY DIFFERENT GEAR*

***Abstract***

*The length distribution of three demersal fish species caught by different gear was analysed. Data came from trawl and fixed gear surveys carried out on Southern Adriatic slope bottoms. Modal lengths were 16-18 cm (trawl net), 48 cm (long line) and 54 cm (gill net) for Blackmouth catshark; for the rockfish they were 12/18-20 cm, 20 cm and 20 cm, while for blue whiting the modal lengths were 12 cm (trawl net) and 28-30 cm (gill net).*

***Key-words:*** *Adriatic Sea, Demersal fish, Fishing gear, Length distribution.*

## Introduzione

Lo studio della dinamica di popolazione per le specie ittiche, necessario per la conoscenza dei cicli vitali e per l'ottimizzazione dello sfruttamento da parte delle attività di pesca, non può prescindere dal considerare la struttura di taglia degli stock; d'altra parte, le metodiche di ricerca (piani di campionamento ed attrezzi) sono spesso selettive rispetto alle dimensioni degli organismi, fornendo un'immagine distorta della reale demografia della popolazione in mare.

Tale situazione si riflette talvolta sulla stima dei parametri biologici (quali, ad esempio, quelli d'accrescimento derivanti dall'analisi delle distribuzioni di taglia), enfatizzando, secondo i casi, il ruolo delle componenti giovanili o di quelle più adulte.

In questo lavoro sono state analizzate le distribuzioni di taglia riferite ad alcune specie di pesci demersali catturate, mediante differenti attrezzi, sui fondi batiali del bacino Adriatico Sud-occidentale.

## Materiali e metodi

I dati utilizzati per l'analisi della demografia delle popolazioni derivano da campagne sperimentali di pesca effettuate sui fondi batiali (da 200 m a 700 m circa) dell'Adriatico sud-occidentale nel periodo compreso tra il 1994 ed il 1997. In particolare sono state comparate le catture per taglia ottenute da due campagne di pesca a strascico (autunnale 1994 e primaverile 1995) (AA.VV., 1996) e da una campagna annuale di pesca con attrezzi fissi (palangaro di fondo "a nasello" e rete ad imbrocco) (campionamento bimensile nel periodo luglio 1996 – luglio 1997) (AA.VV., 1998).

La rete a strascico era caratterizzata da una maglia al sacco (stirata) da 35-36 mm; la rete ad imbrocco (alta 5 metri e lunga circa 1000 m) aveva maglie da 90 mm (stirata). Il palangaro (lungo 5000 m circa) era munito di circa 500 ami da 5 cm (innescati con sardine). Per ulteriori informazioni sull'armamento degli attrezzi si rimanda ai lavori sopra menzionati.

Gli esemplari catturati con i differenti attrezzi sono stati selezionati per specie e misurati (lunghezza totale in cm). In seguito sono state scelte per l'analisi solo quelle specie rappresentate con un numero di individui che potesse giustificare il confronto tra le differenti attività di pesca. A tale scopo le distribuzioni di taglia per attrezzo (lunghezze accorpate in classi da due centimetri) sono state mediate "per anno" (unificando le due campagne stagionali di pesca a strascico, le sei bimensili relative al palangaro e le sei bimensili relative alla rete ad imbrocco) e standardizzate mediante percentuale (distribuzione per taglia di 100 esemplari catturati); pur considerando una possibile distorsione dei dati e quindi dei risultati dovuta a tali trasformazioni, si è scelta la via sopra indicata a causa dell'estrema complessità e della possibile inefficacia di una standardizzazione in base ad altri parametri.

## Risultati

Le specie che hanno permesso una comparazione tra i diversi poteri di cattura degli attrezzi sono risultate il selaceo *Galeus melastomus* Rafinesque ed i teleostei *Helicolenus dactylopterus* (Delaroche) e *Micromesistius potassou* (Risso). Gli intervalli di taglia per lo squalo boccanera sono risultati compresi tra 10 cm e 58 cm, tra 26 cm e 56 cm, tra 44 cm e 58 cm, rispettivamente nelle catture della pesca a strascico (579 esemplari; c.p.u.e. = 28,9 individui/ora di strascico), del palangaro (200 esemplari; c.p.u.e. = 3,1 individui/100 ami) e della rete ad imbrocco (59 esemplari; c.p.u.e. = 0,1 individui/100 $m^2$ di rete). Per quanto riguarda i pesci ossei, gli intervalli di lunghezza per lo scorfano di fondale sono risultati compresi tra 4 e 30 cm, tra 12 e 28 cm, tra 15 e 29 cm, rispettivamente nelle catture della pesca a strascico (603 esemplari; 30,1 individui/ora di strascico), del palangaro (171 esemplari; c.p.u.e. = 2,6 individui/100 ami) e della rete ad imbrocco (28 esemplari; c.p.u.e. = 0,05 individui/100 $m^2$ di rete); gli intervalli di lunghezza per il potassolo sono risultati compresi tra 8 e 37 cm e tra 20 e 39 cm, rispettivamente nelle catture della pesca a strascico (2401 esemplari; 120 individui/ora di strascico) e della rete ad imbrocco (44 esemplari; c.p.u.e. = 0,01 individui/100 $m^2$ di rete). Inoltre, nel caso delle catture effettuate con rete a strascico, le distribuzioni per le tre specie considerate appaiono generalmente polimodali, con moda/e prevalente/i a 16-18 cm per lo squalo boccanera, a 12 cm e 18-20 cm per lo scorfano di fondale, a 12 cm per il potassolo. Nelle distribuzioni di taglia relative alle catture degli attrezzi fissi risultano praticamente assenti gli individui "giovani"; si possono tuttavia evidenziare mode a 48 cm (palangaro) e 54 cm (rete ad imbrocco) per lo squalo boccanera, moda a 20 cm (palangaro e rete ad imbrocco) per lo scorfano di fondale, e moda a 28-30 cm (rete ad imbrocco) per il potassolo. Considerate le evidenti differenze nelle distribuzioni di taglia per attrezzo (Fig. 1) e la menzionata standardizzazione utilizzata, nessun confronto statistico è stato effettuato (compreso il test di omogeneità tra i campioni).

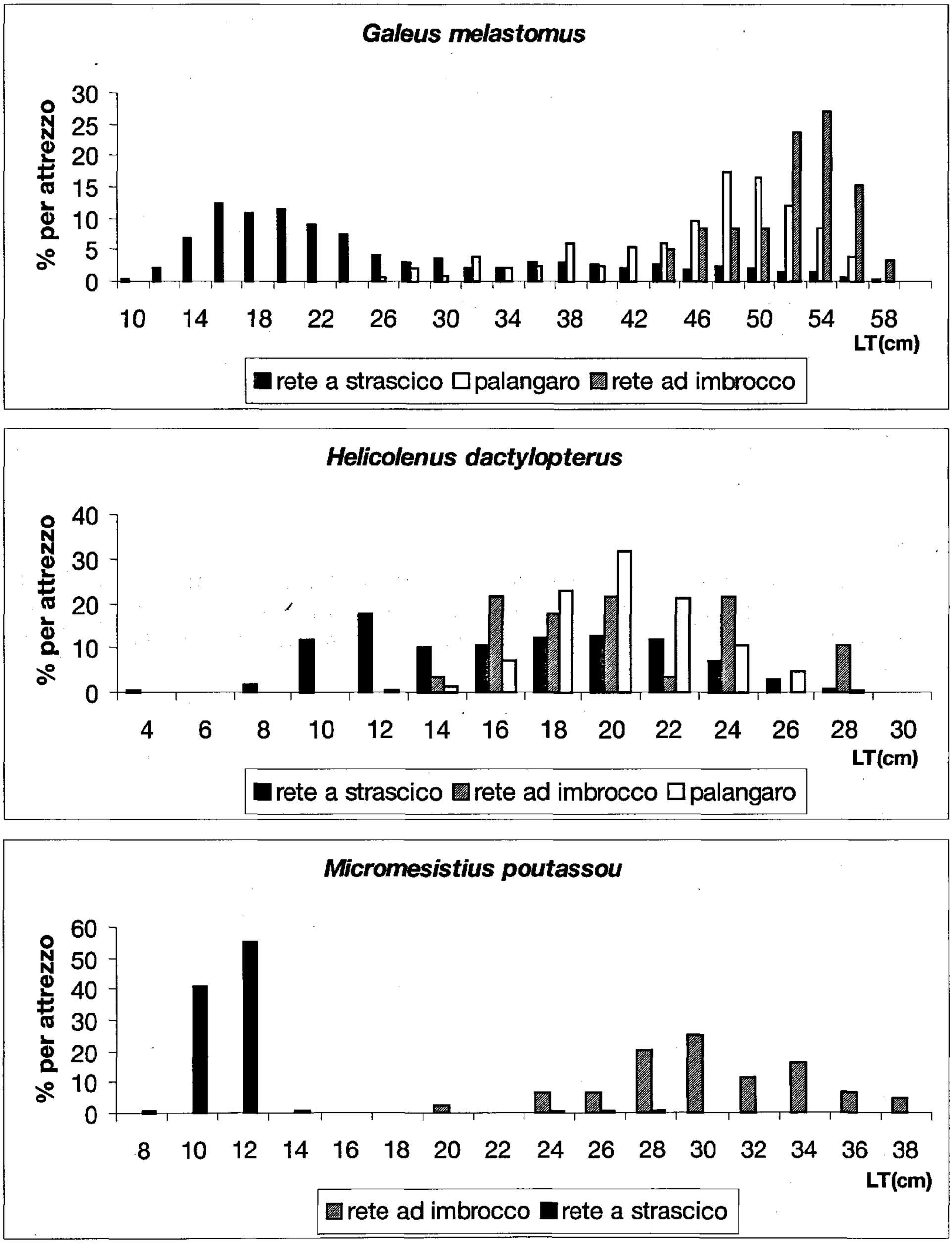



Fig. 1 - Distribuzioni di taglia (percentuali per attrezzo) nel bacino Adriatico sud-occidentale (intervallo batimetrico 200-700 m).

*Length frequency distributions (percentages per gear) in south-western Adriatic basin (200-700 m bathymetric range).*

## Discussione e conclusioni

La selettività relativa di differenti attrezzi da pesca può, a priori, indicare che le frazioni di popolazione catturabili non saranno le stesse, anche se la stima dell'incidenza per taglia diventa difficile senza l'ausilio di dati reali di cattura; in questo studio invece la sperimentazione effettuata ha contribuito alla conoscenza sulla distribuzione di taglia (struttura, limiti e mode) delle frazioni di stock di alcune specie ittiche demersali a prevalente distribuzione batiale, considerando l'operatività di tre distinti attrezzi da pesca.

Per quanto riguarda le acque italiane, studi sull'argomento specifico sono poco numerosi ed indirizzati soprattutto al nasello, evidenziando una situazione analoga a quanto esposto in questo lavoro (Palladino *et al.*, 1995; Sartor *et al.*, 1996; De Zio *et al.*, 1998); i risultati ottenuti da questa ricerca possono dunque essere utili per una migliore conoscenza sulla demografia delle specie e per la conseguente gestione ottimale delle stesse nell'ottica dello sfruttamento da parte dell'attività di pesca.

### Bibliografia

AA.VV. (1996) – Valutazione delle risorse demersali nell'Adriatico Meridionale dal Promontorio del Gargano al Capo d'Otranto. *Ris. Demers. Rel. Fin. Trien. '94-'96. M.R.A.A.F.*, Roma.

AA.VV. (1998) - Biological study on the Mediterranean hake (*Merluccius merluccius*): spawning stock unavailable to trawl fishery. Final report Contract E.C. DG XIV n. 95/031.

DE ZIO V., UNGARO N., VLORA A., STRIPPOLI G. (1998) - Lo stock di nasello del Basso Adriatico: struttura demografica e rendimenti di pesca della frazione catturata con palangaro di fondo. *Biol. Mar. Medit.*, **5** (2): 128-135.

PALLADINO S., ROMANELLI M., TARULLI E. (1995) – Meccanizzazione ed automazione di attrezzi fissi: resoconto preliminare su alcune prove di pesca effettuate in Basso Adriatico nell'estate 1993. *Biol. Mar. Medit.*, **2** (2): 499-500.

SARTOR P., SBRANA M., REALE B. (1996) – Sfruttamento del nasello, *Merluccius merluccius* (L., 1758) nell'Arcipelago Toscano Meridionale. *Biol. Mar. Medit.*, **3** (1): 576-578.

Biol. Mar. Medit. (1999), 6 (1): 627-629

S. VIZZINI, D. SCILIPOTI

Dipartimento di Biologia Animale, Università di Palermo
Via Archirafi, 18 - 90123 Palermo, Italia.

# PRIMA SEGNALAZIONE DI *OPEATOGENYS GRACILIS* (CANESTRINI, 1864) (OSTEICHTHYES: GOBIESOCIDAE) IN UN'AREA DELLA SICILIA OCCIDENTALE (STAGNONE DI MARSALA)

# *FIRST RECORD OF* OPEATOGENYS GRACILIS *(CANESTRINI, 1864) (OSTEICHTHYES: GOBIESOCIDAE) IN THE STAGNONE DI MARSALA (WESTERN SICILY)*

**Abstract**

*The capture of two-hundred specimens of* Opeatogenys gracilis *(Canestrini, 1864) (Osteichthyes: Gobiesocidae) in* Posidonia oceanica *beds of the Stagnone di Marsala (Western Sicily) is reported. This record widens the geographical distribution of the species. Biometric and meristic characteristics are included.*

***Key-words:*** Opeatogenys gracilis, *Gobiesocidae, coastal sound.*

## Introduzione

*Opeatogenys gracilis* (Canestrini, 1864) è una specie endemica del Mediterraneo. I dati di letteratura sono esigui; si tratta infatti di una specie poco nota, ritrovata a Nizza, a Messina, in Adriatico (Bini, 1968; Tortonese, 1975) e recentemente anche lungo la costa meridionale della Spagna (Reina-Hervás e Núñez-Vergara, 1985; Cardona e Guerao, 1992). In questo lavoro viene segnalata per la prima volta la cattura di esemplari appartenenti alla specie *Opeatogenys gracilis* lungo le coste della Sicilia occidentale.

## Materiali e metodi

Lo Stagnone di Marsala è un bassofondo costiero semi-chiuso comunicante con il mare, caratterizzato da ampie escursioni termoaline e dalla presenza di fanerogame (Calvo, 1980; 1982).

I campionamenti sono stati effettuati mensilmente, da settembre 1995 ad agosto 1996, nelle ore diurne in dieci stazioni rappresentative di diverse tipologie vegetali ed ambientali. Gli esemplari catturati con una tratta (lunghezza 3,5 metri, maglia 3 millimetri), fissati in formalina (10% tamponata), sono stati sottoposti in laboratorio alle classiche indagini biometriche e allo studio delle caratteristiche meristiche.

## Risultati

Nel corso dei campionamenti sono stati prelevati complessivamente 200 esemplari di *O. gracilis*. Le catture sono state effettuate quasi esclusivamente in corrispondenza delle stazioni caratterizzate da *Posidonia oceanica*. Nelle tabelle 1 e 2 vengono riportati rispettivamente i dati biometrici e meristici rilevati.

## Discussione

Le caratteristiche meristiche e biometriche rilevate sugli esemplari dello Stagnone si discostano leggermente da quelle riportate in letteratura, tuttavia non è possibile effettuare un confronto dei dati a causa del ridotto numero di esemplari catturati ed esaminati dagli altri AA. (Bini, 1968; Cardona e Guerao, 1992; Reina-Hervás e Núñez-Vergara, 1985; Soljan, 1975; Tortonese, 1975). Le piccole dimensioni di *Opeatogenys gracilis* unite al comportamento tipicamente bentonico e alla elevata complessità dell'habitat in cui vive, rendono difficile una reale valutazione della presenza di questa specie lungo le coste del Mediterraneo. Pertanto, sebbene *O. gracilis* sia considerata una specie rara (Bini, 1968; Tortonese, 1975), l'elevato numero di esemplari catturati nello Stagnone di Marsala in stretta associazione con *Posidonia oceanica* lascia pensare che l'areale di distribuzione di questa specie possa essere ampliato. Ulteriori campionamenti da effettuare con attrezzi selettivi per la cattura di questa specie, in altre aree costiere della Sicilia caratterizzate dalla presenza di *P. oceanica,* potranno consentire di verificare la reale distribuzione di *O. gracilis* permettendo di effettuare confronti biometrici e morfologici con gli esemplari fino ad ora catturati.

Tab. 1 - Caratteri biometrici di *Opeatogenys gracilis.*
L.t.: lunghezza totale - L.s.: lunghezza standard - L.c.: lunghezza del capo - L.ad.: lunghezza organo adesivo - D.o.: diametro oculare - La.m.: larghezza massima.
*Biometric characters of* Opeatogenys gracilis.
*L.t.: total length - L.s.:standard length - L.c.: head length - L.ad.: adhesive disk length - D.o.: ocular diameter - La.m.: maxima width.*

| Biometria | mm | % L.s. |
|---|---|---|
| L. t. | 17.51±1.62 | |
| L. s. | 14.51±1.36 | 100 |
| L. c. | 5.28±0.47 | 36.45±1.86 |
| L. ad. | 3.57±0.41 | 24.63±2.11 |
| D. o. | 1.18±0.09 | 8.17±0.64 |
| La. m. | 3.5±0.42 | 24.12±2.07 |

Tab. 2 - Caratteri meristici di *Opeatogenys gracilis.*
D.: raggi pinna dorsale - A.: raggi pinna anale - C.: raggi pinna caudale.
*Meristic characters of* Opeatogenys gracilis.
*D: dorsal fin rays - A: anal fin rays - C: caudal fin rays.*

| Meristica | D | A | C |
|---|---|---|---|
| Bini, 1968 | 3 | 3/4 | 9/10 |
| Briggs, 1986 | 3/5 | 3/5 | 8/10 |
| Cardona e Guerao, 1992 | 3/4 | 3 | 9/10 |
| Reina-Hervás e Núñez Vergara, 1985 | 3 | 4 | 9 |
| Soljan, 1975 | 3 | 3 | - |
| Tortonese, 1975 | 3 | 4 | - |
| Presente lavoro | 2/4 | 2/4 | 9/13 |

## Bibliografia

BINI G. (1968) - *Atlante dei pesci delle coste italiane*. Mondo sommerso: 129-130.

BRIGGS J. C. (1986) - Gobiesocidae. In: Whitehead P. J. P., Bauchot M. L., Hureau J. C., Nielsen J., Tortonese E. (eds), *Fishes of the North-eastern Atlantic and the Mediterranean*. Unesco. **3:** 1351 1359.

CARDONA L., GUERAO G. (1992) - Primera cita de *Opeatogenys gracilis* (Canestrini, 1864) (Osteichthyes: Gobiesocidae) en el litoral catalán (Mediterráneo NO). *Misc. Zool.*, **16**: 243-245.

CALVO S., DRAGO D., SORTINO M. (1980) - Winter and summer submerged vegetation maps of the Stagnone (Western coast of Sicily). *Rev. Biol.-Ecol. Medit.* T.VII, **2**: 89-96

CALVO S., GIACCONE G., RAGONESE S. (1982) - Tipologia della vegetazione sommersa dello Stagnone di Marsala(TP). *Naturalista sicil.* S IV **6** (2): 187-196.

REINA-HERVÁS J. A., NÚÑEZ-VERGARA J. C. (1985) - *Opeatogenys gracilis* (Canestrini, 1864) (Gobiesocidae, Osteichthyes) en el Mediterráneo español. *Misc. Zool.*, **9**: 405-407.

SOLJAN T. (1975) - *I pesci dell'Adriatico*. Arnoldo Mondadori Ed.: 522 pp.

TORTONESE E. (1975) - *Fauna d'Italia. Vol. XI*: *Osteichthyes*. Calderini, Bologna: 636 pp.

Lavoro effettuato con contributi Murst.

Biol. Mar. Medit. (1999), 6 (1): 630-634

A. ZAMBONI, M. ROSSI, F. FIORENTINO *

Laboratori di Biologia Marina ed Ecologia Animale, Dipartimento per lo studio del Territorio e delle sue Risorse, Università di Genova, Via Balbi, 6 - 16126 Genova, Italia.
*IRMA - C.N.R. Via L. Vaccara, 61 - 91026 Mazara del Vallo, Italia.

# L'IMPIEGO DELLA MORTALITÀ TOTALE PER VALUTARE LA SOSTENIBILITÀ DELLO SFRUTTAMENTO DI *MULLUS BARBATUS* (L., 1758) (OSTEICHTHYES - MULLIDAE) LUNGO LA COSTA LIGURE

## *THE USE OF TOTAL MORTALITY RATES TO EVALUATE THE SUSTAINABLE EXPLOITATION IN* MULLUS BARBATUS *(L., 1758) (OSTEICHTHYES - MULLIDAE) IN THE LIGURIAN SEA*

***Abstract***

*Two sets of parameters regarding Red Mullet* Mullus barbatus *(L., 1758) stock of the Ligurian Sea are presented: one concerns a time series of total mortality rates (Z), derived from trawl surveys and another one regards CPUE, derived from monitoring of commercial landings.*

*The value Z*=3.1 is proposed as the upper Z limit which allows the reproduction of 50 % of the population. The comparison between these independent series of Z and CPUE suggests that, when the current Z is higher than Z*, depletion of red mullet biomass may occur.*

***Key-words:*** *Red mullet,* Mullus barbatus, *total mortality rates, sustainable yield, limit reference point.*

## Introduzione

La triglia di fango (*Mullus barbatus*, L. 1758) costituisce una delle principali risorse della pesca costiera in Mediterraneo. Nell'ambito dei programmi nazionali e comunitari sulla «Valutazione delle risorse demersali» la dinamica di questa specie in Mar Ligure è stata studiata sia mediante i trawl surveys, sia monitorando lo sbarcato commerciale della flottiglia a strascico di Santa Margherita Ligure, che costituisce la principale marineria della costa ligure. I due diversi approcci hanno permesso la raccolta indipendente di campioni rappresentativi delle popolazioni in mare e di una serie storica di indici di abbondanza. Scopo del lavoro è verificare se livelli di mortalità totale (Z) superiori ad un valore limite, connesso alla rinnovabilità della risorsa, siano accompagnati da fenomeni evidenti di impoverimento della biomassa dello stock di triglie.

## Materiali e metodi

a) La stima del valore limite di Z

Come valore limite di Z è stato impiegato il valore massimo di mortalità totale compatibile con la riproduzione del 50% degli individui dello stock (Z*) calcolato sulla base dell'equazione di Beverton e Holt (1957), come modificata da Die e Caddy (1997): $Z^* = K \times \left( \frac{L_\infty - L_m}{L_m - L_c} \right)$ con K e L∞ che rappresentano i parametri di crescita secondo Von Bertalanffy, $L_m$ la lunghezza in cui il 50% degli individui è sessualmente maturo e $L_c$ la lunghezza di cattura al 50% per una maglia al sacco di 40 mm di apertura.

I parametri utilizzati sono riassunti nella tab. 1.

Il valore Z* è stato calcolato come media dei valori di Z* a sessi separati, pesati per la sex ratio nella popolazione ligure (35% di femmine e 65% di maschi - Fiorentino *et al.*, submitted).

Tab.1 - Parametri utilizzati per il calcolo di Z*.
*Parameters used to calculate Z*.*

| **Parametro** | **Sesso** | **Valore** | **Autore** |
|---|---|---|---|
| $L_\infty$ | F<br>M | 25,74 cm<br>21,96 cm | Fiorentino *et al.*, submitted |
| K | F<br>M | 0,789 (anno)<br>0,582 (anno) | Fiorentino *et al.*, submitted |
| $L_m$ | F<br>M | 14 cm<br>11 cm | Orsi Relini e Arnaldi, 1986 |
| $L_c$ | F+M | 9,3 cm | Voliani *et al.*, 1998 |

b) Dati da trawl surveys

I dati sono stati raccolti durante i trawl surveys, promossi dal Ministero delle Politiche Agricole e svolti nelle stagioni primaverile ed estiva/autunnale tra il 1985 ed il 1995. Le distribuzioni di lunghezza-frequenza dei campioni, ottenuti in ogni campagna sui fondi antistanti entrambe le Riviere entro i 200 m di profondità, sono state scomposte mediante il metodo di Bhattacharya (1967) per identificare le curve gaussiane riferibili a gruppi di età nota. Le componenti identificate sono state interpretate in termini di età considerando il 1° di giugno come data di nascita convenzionale, sulla base dello studio di Orsi Relini e Arnaldi (1986). La numerosità di tali gruppi è stata impiegata per stimare tassi istantanei di mortalità totale (Z). Considerando l'età di maturazione al 50% nello stock di 1 anno tali tassi sono stati distinti in:

1) tra circa tre o sei mesi ed un anno di vita, indicativa della mortalità della fase giovanile;

2) tra circa 1 e 2 anni, indicativa della mortalità nella fase adulta.

I tassi di mortalità su base annuale sono stati calcolati seguendo il decremento numerico delle singole coorti.

La formula impiegata è: $$Z = -\frac{1}{t_2 - t_1} \times \ln \frac{N_{t_2}}{N_{t_1}}$$

Per il calcolo della mortalità giovanile, indicata come $Z_{0.5\text{-}1}$, sono state utilizzate le abbondanze del gruppo 0 nell'estate o nell' autunno dell'anno $_t$ e quelle del gruppo 1 nella primavera dell'anno $_{t+1}$.

Per il calcolo della mortalità degli adulti, indicata come $Z_{1\text{-}2}$, sono state utilizzate le abbondanze del gruppo 1 nella primavera dell'anno $_t$ e quelle del gruppo 2 nella primavera dell'anno $_{t+1}$.

c) Dati di sbarcato

I rilievi dello sbarcato delle strascicanti di Santa Margherita Ligure, condotti mediamente due volte al mese a partire dal luglio 1987, sono stati impiegati per calcolare lo sbarcato giornaliero per barca della triglia come media annuale. Dato che i massimi di cattura della triglia avvengono nel periodo autunnale, quando le reclute del gruppo 0 si portano sui fondi maggiori di 50 m diventando dispononibili alla pesca, (Fiorentino *et al.*, 1998), i valori medi annuali di sbarcato giornaliero per barca (CPUE) sono stati calcolati nel periodo compreso tra ottobre dell'anno $_t$ e settembre dell'anno $_{t+1}$. Nel calcolo sono stati considerati soltanto i pescherecci che pescano sui fondi di piattaforma. I valori di CPUE sono stati considerati indici delle abbondanze in mare.

## Risultati

Il valore limite Z* è risultato pari a 3,1.

I valori di mortalità totale osservati variano tra 2,2 e 3,8 durante la fase giovanile con un valore medio di 2,9±0,7. Una maggiore variabilità si riscontra per la mortalità degli adulti che varia tra 0,2 e 4,8. Il valore medio è pari a 2,8±1,9. Soltanto negli anni 1986/87, 1990/91 e 1992/93 i valori di Z superano Z*.

Gli andamenti degli sbarcati medi annuali per unità di sforzo della flottiglia di S. Margherita Ligure mostrano un picco di abbondanza nel 1989/90 seguito da un altro cinque anni dopo. La presenza di valori scarsi di CPUE nel 1991/92 e soprattutto nel 1993/94 suggerisce che in corrispondenza di valori di Z maggiori di Z* in un dato anno possa verificarsi un impoverimento della biomassa di triglia in mare l'anno successivo (Fig. 1).

Questo tipo di legame risulta evidente se gli indici di abbondanza registrati in un anno sono raffigurati in funzione delle mortalità totali rilevate l'anno precedente (Fig.2). Si nota che valori di Z<3,1 forniscono l'anno successivo rendimenti superiori a quelli ottenuti per Z>3,1.

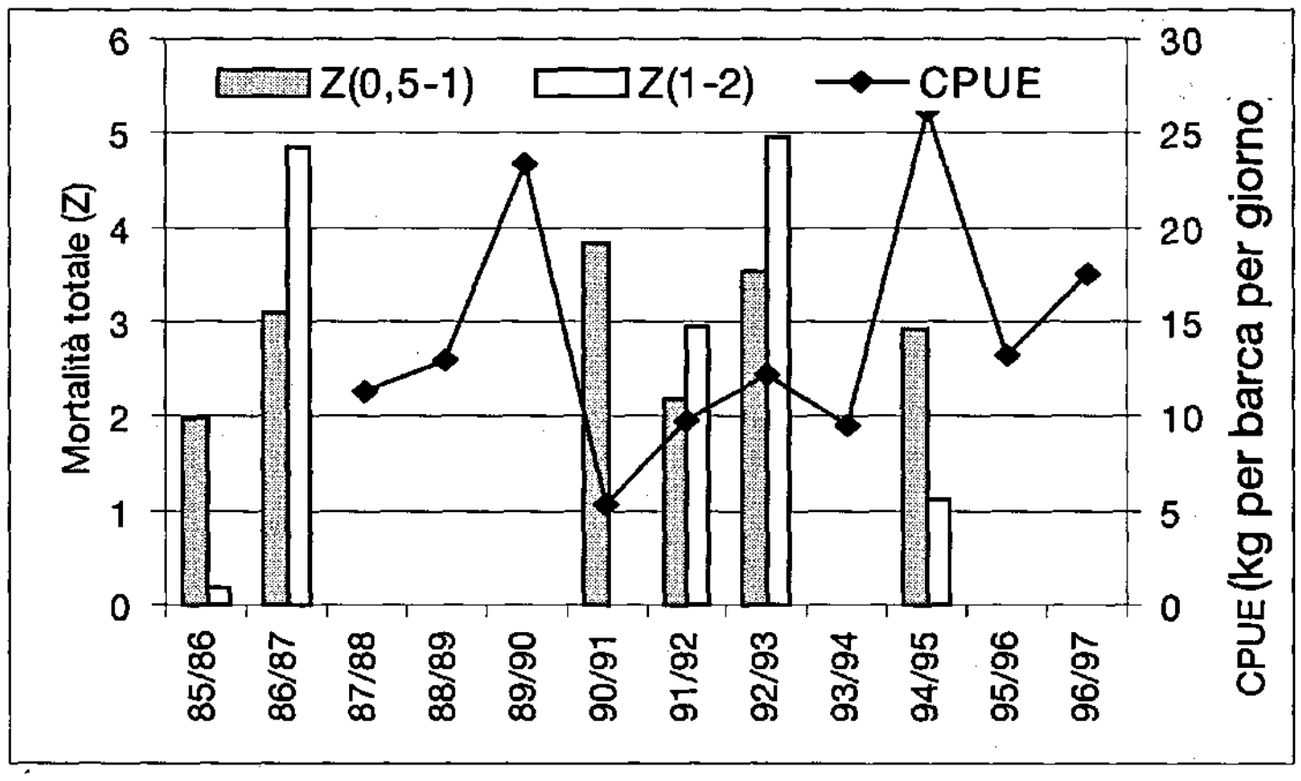



Fig.1 - Andamento delle catture medie per unità di sforzo (CPUE) e dei tassi istantanei di mortalità totale ($Z_{0,5-1}$ - fase giovanile e $Z_{1-2}$ - fase adulta) in *Mullus barbatus* lungo le coste liguri.

*Development of catch per unit effort (CPUE) and total instantaneous mortality rates ($Z_{0.5-1}$ - juvenile phase and $Z_{1-2}$ - adult phase) in* Mullus barbatus *along the Ligurian coast.*

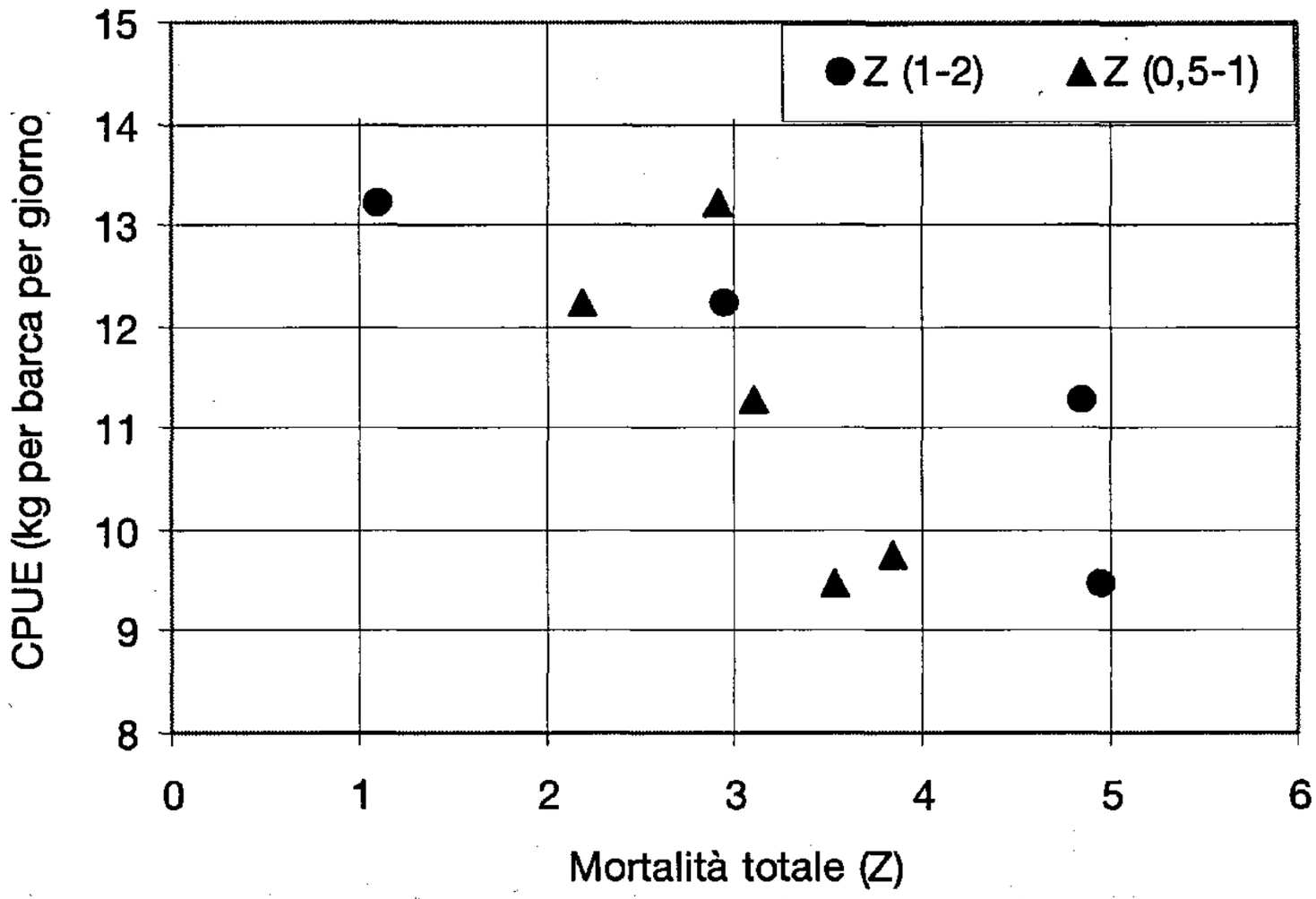



Fig. 2 - Relazione tra le catture medie per unità di sforzo (CPUE) nell'anno $_{t+1}$ ed i tassi istantanei di mortalità totale ($Z_{0,5-1}$ - fase giovanile e $Z_{1-2}$ - fase adulta) nell'anno $_t$ in *Mullus barbatus* lungo le coste liguri.

*Relationship between catch per unit effort (CPUE) at year $_{t+1}$ and total instantaneous mortality rates ($Z_{0.5-1}$ - juvenile phase and $Z_{1-2}$ - adult phase) at year $_t$ in* Mullus barbatus *along the Ligurian coast.*

## Conclusioni

I risultati presentati mostrano che Z* è un indicatore adeguato della rinnovabilità dello stock di triglie in quanto valori superiori in un dato anno producono l'anno successivo una diminuizione della biomassa pescabile. Lavori precedenti sulla triglia nell'area avevano già evidenziato l'esistenza di relazioni tra l'abbondanza dei riproduttori e quella delle reclute, segnalando fenomeni di recruitment-overfishing in caso di riduzione dello stock di adulti al di sotto di una certa soglia (Fiorentino *et al.*,1998).

Il valore ottenuto nel presente lavoro, Z*=3,1, coincide con il valore di Z corrispondente alla massima produzione biologica sostenibile dalla triglia di fango, calcolato da Abella *et al.* (submitted). Tale valore è stato ottenuto mediante un modello composito di produzione, basato sui dati ricavati dalle campagne comunitarie MEDITS 1994/95/96 e relativo agli stocks dei mari occidentali italiani. L'accordo tra queste valutazioni indipendenti fa ritenere plausibile la valutazione della sostenibilità dello sfruttamento di alcune risorse demersali mediante il monitoraggio della mortalità totale Z, parametro demografico di semplice stima legato allo sforzo di pesca, in relazione al parametro "limite" Z*. Ogniqualvolta il valore corrente di Z supera tale limite è possibile ipotizzare riduzioni dello sforzo di pesca. Questo schema gestionale semplificato, proposto da Caddy (1994), risulta di particolare interesse per le risorse mediterranee in quanto è noto che la gestione della pesca in questo mare è basata sul controllo dello sforzo di pesca piuttosto che su limiti alle quantità catturate

## Bibliografia

ABELLA A., BAINO R., BELLUSCIO A., BERTRAND J., CARBONARA P., DE RANIERI S., FIORENTINO F., GENTILONI P., GIORDANO D., GRECO S., RIGHINI P., SBRANA M., SERENA F., SILECCHIA T., VOLIANI A., ZAMBONI A., (submitted) - Utilisation of MEDITS data for a preliminary assessment of some demersal resources using a variant of Surplus Production Models. *Aquat. Living Res.*

BEVERTON R.J.H., HOLT S.J. (1957) - On the dynamics of exploited fish populations. *Fish. Invest. Ministr. Agric. Fish. Food* (UK) Ser. II, **19**: 533 pp.

BHATTACHARYA C.G. (1967) - A simple method of resolution of a distribution into Gaussian components. *Biometrics,* **23**: 115–135.

CADDY J.F. (1994) - Mechanisms for assessment and management adapted to the Mediterranean fishery situation in the form of illustrations. Informal paper presented to GFMC Central Mediterranean Consultation, Tunis 7-11 November 1994: 7 pp.

DIE D.J., CADDY J.F. (1997) - Sustainable yield indicators from biomass: are there appropriate reference points for use in tropical fisheries? *Fisheries Research,* **32**: 69 – 79

FIORENTINO F., ZAMBONI A., ORSI RELINI L., RELINI G. (1998) - Relazioni "adulti-reclute" in *Mullus barbatus* (L.,1758) (Osteichthyes - Mullidae) del Mar Ligure: Uno studio preliminare. *Biol Mar. Medit.*, **5** (1): 308-316.

FIORENTINO F., VOLIANI A., BELLUSCIO A., CHIERICONI V., GRECO S., SILECCHIA T. - (submitted) A comparison of growth pattern and demographic structure of Red Mullet (*Mullus barbatus*, L., 1758) in the Western Italian Seas. *Aquat. Living Res.*

ORSI RELINI L., ARNALDI D.(1986) - Note di biologia della triglia di fango *Mullus barbatus* L., 1758, del Mar Ligure; riproduzione e reclutamento. *Boll. Mus. Ist. Biol. Univ. Genova,* **52**: 237-250.

VOLIANI A., ABELLA A., SERENA F. (1998) - Problematiche inerenti la valutazione dello stato di sfruttamento di *Mullus barbatus*. *Biol. Mar. Medit.*, **5** (2): 169-183.

Biol. Mar. Medit. (1999), 6 (1): 635-636

B. Zava, V. Marino

Wilderness, Studi ambientali, Via Cruillas, 27 - 90146 Palermo, Italia.

# CATTURA DI *DIPLECOGASTER BIMACULATA* (BONNATERRE, 1788) A NORD-OVEST DI TRIPOLI, LIBIA (OSTEICHTHYES, GOBIESOCIDAE)

## *CAPTURE OF* DIPLECOGASTER BIMACULATA (BONNATERRE, 1788) NORTH-WEST OF TARÃBULUS, LIBYA

***Abstract***

*A specimen of* Diplecogaster b. bimaculata *(Osteichthyes, Gobiesocidae) has been collected N/NE of the town of Zuwãrah (Libya) in February 1997; this is the southernmost capture so far recorded for the taxon.*

***Key-words:*** Diplecogaster b. bimaculata, *Osteichthyes, Gobiesocidae, Libya, southernmost record.*

## Introduzione

*Diplecogaster bimaculata* (Bonn.) vive in acque più profonde rispetto alle altre specie di gobiesocidi: da 37 a 55 metri di profondità secondo Briggs (1973), fino a 55 metri nelle acque britanniche e fino a 100 metri nel Mediterraneo secondo Lythgoe e Lythgoe (1971).

Briggs (1986) distingue tre differenti sottospecie: *D. bimaculata euxinica* presente nel Mar Nero, *D. bimaculata pectoralis* nota per gli arcipelaghi delle Azzorre, Canarie e Capo Verde e *D. bimaculata bimaculata* presente in Mediterraneo occidentale, in Adriatico e lungo le coste atlantiche dal Portogallo fino al fiordo di Trondheim in Norvegia e nelle isole FærØer.

## Materiali e metodi - discussione

Il 14 Febbraio 1997, durante una cala a strascico effettuata dinanzi le coste libiche, tra Zuwãrah e Tripoli, il Sig. Antonino Asaro, comandante del M/p Ferdinando I di proprietà della Soc. Coop. Pescatori Siciliani di Mazara del Vallo, ha raccolto un individuo di *Diplecogaster bimaculata* aderente al nicchio di una *Tonna galea* (L., 1758). I dati morfometrici e meristici dell'esemplare, rilevati con l'ausilio di uno stereomicroscopio Leica MS5 e riportati in tabella 1, permettono di ascriverlo alla sottospecie nominale, caratterizzata dal numero di raggi della pinna pettorale variabile da 21 a 24 (di rado 25).

L'individuo presenta una colorazione di fondo marrone chiaro con numerose aree irregolari giallastre alternate ad altre rossastre. Nonostante il congelamento al quale è stato subito sottoposto l'esemplare dopo la cattura, risulta ancora evidente la caratteristica macchia rosso scuro, sita posteriormente alla pinna pettorale, che distingue i maschi di questa specie come descritto da Bini (1968).

Questa segnalazione risulta interessante poiché evidenzia il nuovo limite meridionale dell'areale di distribuzione di *D. b. bimaculata*, finora non segnalato oltre le coste algerine (Guichenot, 1850; Dieuzeide *et al.* 1955; Briggs, 1986).

La nuova stazione di rinvenimento è sita a N/NE della città di Zuwãrah (Libia) su fondi mobili con profondità comprese tra 95 e 140 metri (Lat. N 33°26'00" - Long. E 12°13'30"/ Lat. N 33°26'10" - Long. E 12°24'00").

Tab. 1 - Dati morfometrici e meristici di *Diplecogaster b. bimaculata* pescato al largo di Zuwãrah (Libia).

*Morphometric and meristic data of* Diplecogaster b. bimaculata *collected off Zuwãrah (Libya).*

| | |
|---|---|
| Lunghezza totale/total length | 41,9 mm |
| Lunghezza standard/standard length | 35,4 mm |
| Numero raggi dorsali/no. dorsal finrays | 6 |
| Numero raggi anali/ no. anal finrays | 4 |
| Numero raggi caudali/no. caudal finrays | 12 |
| Numero raggi pettorali/no. pectoral finrays | 22 |
| Numero raggi ventrali/no. ventral finrays | 4 |
| Lunghezza del disco adesivo/length of adhesive disc | 3,2 mm |
| Occhio/eye | 1,2 mm |

## Bibliografia

BINI G. (1968) - *Atlante dei pesci delle coste italiane*. Mondo Sommerso Editrice, Roma, **7**: 133-134.

BRIGGS J. C. (1973) - Gobiesocidae. In: Hureau J. C., Monod T. (eds.), *Check-list of the Fishes of the North-Eastern Atlantic and of the Mediterranean*, Unesco, Paris, **1**: 651-656.

BRIGGS J. C. (1986) - Gobiesocidae. In: Whitehead P. J. P., Bauchot M. L., Hureau J. C., Nielsen J., E. Tortonese, *Fishes of the North-eastern Atlantic and the Mediterranean*, Unesco, Paris, **3**: 1351-1359.

DIEUZEIDE R., NOVELLA M., ROLAND J. (1955) - Catalogue des poissons des côtes algériennes. *Bull. Trav. Aq. Pêche Castiglione* **6**: 346.

GUICHENOT A. (1850) - Histoire naturelle des Reptiles et des Poissons. Explor. Scient. Algèrie, 1840-42. *Sc. Phys. Zool.*, **5:** 148 pp.

LYTHGOE J., LYTHGOE G. (1971) - *Fishes of the Sea. The Coastal Waters of the British Isles, Northern Europe and the Mediterranean*, Blandford Press Ltd, London.

Biol. Mar. Medit. (1999), 6 (1): 637-638

S. Desantis, A. Corriero*, M. Labate, G. De Metrio*, R. Bruno**,
F. Minniti**, A. Cefali**, G.M. Labate*

Dipartimento di Zoologia, Università di Bari, Via Orabona, 4 – 70125 Bari, Italia.
*Dip. di Produzione Animale, Università di Bari, Italia.
**Dip. di Biol. Anim. Ecol. Mar., Università di Messina, Italia.

# STUDIO ISTOCHIMICO SUGLI OVOCITI DI PESCE SPADA (*XIPHIAS GLADIUS* L.) IN PERIODO RIPRODUTTIVO

# *HISTOCHEMICAL STUDY ON OOCYTES OF SWORDFISH (*XIPHIAS GLADIUS *L.) DURING THE REPRODUCTIVE PERIOD*

***Abstract***

*Morphological observations on the ovaries of mature swordfishs (*Xiphias gladius *L.), captured during the reproductive period, revealed a progressive increase of follicular cell size, zona radiata thickness (>40 μm in stage 9 follicles) and yolk globules production. Carbohydrate histochemistry evidenced neutral glycoconjugated in the zona radiata, cortical ooplasm, and in yolk globules. Cortical alveoli were stained with PAS and Alcian blue methods displaying the presence of neutral and acid glycoconjugated.*

***Key-words:*** *ovary, histology, histochemistry, swordfish, teleosts.*

## Introduzione

Questo studio è stato condotto con tecniche istologiche ed istochimiche con lo scopo di seguire le tappe maturative degli ovociti di esemplari adulti di pesce spada durante il periodo riproduttivo.

## Materiali e metodi

Frammenti di ovari, prelevati da 6 femmine adulte di peso compreso fra 50 e 74 Kg (LJFL 170 - 190 cm, età 3-8 anni), catturate nello Stretto di Messina nella seconda decade di luglio, sono stati fissati in GTA 3% in tampone cacodilato O.1 M pH 7.2, post-fissati in $OsO_4$ 1% ed inclusi in Araldite. Sezioni semifini sono state colorate con Blu di toluidina, PAS ed Alcian blu pH 2.5.

## Risultati

Sono stati individuati nove stadi di sviluppo follicolare. Gli ovociti dei primi sette stadi, appartenenti alla fase del piccolo accrescimento, hanno mostrato caratteristiche simili a quelle descritte in un precedente studio su ovari di maggio (Desantis *et al.*, 1998), mentre gli ovociti degli stadi 8 e 9 hanno mostrato le caratteristiche della fase di vitellogenesi (Tab. 1).

I risultati istochimici hanno evidenziato: marcata basofilia ovoplasmatica negli ovociti dello stadio 2 (Ø 20-30 μm) che gradualmente diminuisce di intensità negli stadi successivi (fig. 1a); comparsa di gocciole osmiofile di natura lipidica negli ovociti dello stadio 4 (Ø 60-90 μm); assenza dell'anello di Balbiani, affinità per il Blu di toluidina e per la PAS-reazione nell'iniziale esile zona radiata degli ovociti nello stadio 5 (Ø 90-160 μm); comparsa di vescicole e gra-

Tab. 1 - Le cifre rappresentano l'intensità di colorazione, soggettivamente determinata, secondo una scala da 0 (assente) a 4 (massima). ±, colorazione appena percettibile. BT, Blu di toluidina; PAS, acido periodico-Schiff; AB, Alcian blu. Gli spazi vuoti indicano assenza del parametro.

*The numbers represent intensity of staining, subjectively determined, on a scale of 0 (no staining) - 4 (intense staining). ±, faintly visible staining; BT, toluidine blue; PAS, periodic acid-Schiff staining; AB, Alcian blue. No number indicates absence of the structure.*

| STADIO | DIAMETRO (µm) | ZONA RADIATA | | | OVOPLASMA | | | ALVEOLI CORTICALI | | | TUORLO | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | BT | PAS | AB | BT | PAS | AB | BT | PAS | AB | BT | PAS | AB |
| 1 | 10-18 | | | | ± | 0 | 0 | | | | | | |
| 2 | 20-30 | | | | 4 | 0 | 0 | | | | | | |
| 3 | 30-60 | | | | 2 | 0 | 0 | | | | | | |
| 4 | 60-90 | | | | 1 | 0 | 0 | | | | | | |
| 5 | 90-160 | 4 | 4 | 0 | 1 | 1 | 0 | | | | | | |
| 6 | 165-250 | 4 | 4 | 0 | ± | 1 | 1 | 4 | 4 | 4 | | | |
| 7 | 250-380 | 4 | 4 | 0 | ± | 2 | 1 | 4 | 4 | 4 | | | |
| 8 | 400-900 | 4 | 4 | 0 | 1 | 1 | 1 | 4 | 4 | 4 | 3 | 3 | 0 |
| 9 | > 1000 | 4 | 4 | 0 | 1 | ± | 1 | 4 | 4 | 4 | 3 | 3 | 0 |

nuli corticali, colorabili con la PAS-reazione e con l'Alcian blu, negli ovociti negli stadi 6 e 7 (Ø 165-250 µm e 250-380 µm rispettivamente); notevole ispessimento della zona radiata PAS+ (fino a 20 µm), comparsa di granuli di vitello affini al Blu di toluidina e PAS positivi negli ovociti dello stadio 8 (Ø 400-900 µm) (fig. b); ulteriore ispessimento della zona radiata (oltre 40 µm), alveoli corticali polimorfi PAS+ ed alcianofili, fusione fra granuli di tuorlo con incremento degli stessi negli ovociti dello stadio 9 (Ø > 1 mm) (figg. c,d,e,f).

## Conclusione

Le reazioni istochimiche hanno dimostrato: 1) maggiore densità di ribonucleoproteine negli ovociti più giovani; 2) glicoconiugati neutri nella zona radiata, nell'ovoplasma corticale, a partire dai follicoli dello stadio 5, e nei granuli di tuorlo; 3) glicoconiugati neutri ed acidi negli alveoli corticali. Poiché negli ovari di maggio non sono stati trovati ovociti in vitellogenesi (Desantis *et al.*, 1998), riteneniamo che gli alveoli corticali PAS+ ed Alcian blu positivi rivelino una componente carboidratica correlabile con la successiva vitellogenesi.

## Bibliografia

DESANTIS S., CORRIERO A., LABATE M., DE METRIO G. (1998) - Osservazioni istologiche ed istochimiche su ovari di pesce spada (*Xiphias gladius* L.) del Golfo di Taranto. *Biol. Mar. Medit.* **5** (1): 686-689.

Biol. Mar. Medit. (1999), 6 (1): 639-643

F. Acri, A. Comaschi, F. Bianchi, B. Cavalloni

Istituto di Biologia del Mare, CNR, Castello 1364/A - 30122 Venezia, Italia.

# CICLI TEMPORALI DI POPOLAZIONI ZOOPLANCTONICHE IN ADRIATICO SETTENTRIONALE (ANNI 1991-1994)

# *TEMPORAL TRENDS OF ZOOPLANKTON POPULATIONS IN THE NORTHERN ADRIATIC SEA (YEARS 1991-1994)*

***Abstract***

*Unusually low netzooplankton abundances observed in July and August 1991 were ascribed to a drastic zooplankton starvation due to a mucilage event, a phenomenon occurred in the northern Adriatic Sea.*

***Key-words:*** *zooplankton, northern Adriatic, mucous aggregates.*

## Introduzione

Nelle estati del 1988, 1989 e 1991 una grande quantità di aggregati gelatinosi è apparsa nelle acque dell'Adriatico settentrionale, creando seri problemi sia alla pesca che al turismo balneare (Degobbis *et al.*, 1995).

La presenza di tale materiale ha provocato una significativa diminuzione della biomassa e dell'abbondanza delle comunità zooplanctoniche adriatiche (Cataletto *et al.*, 1996; Najdek, 1997).

Per contribuire alla discussione di questa problematica, vengono qui presentate le variazioni interannuali (anni 1991-1994) dei popolamenti zooplanctonici raccolti durante la stagione estiva nel golfo di Venezia.

## Materiali e metodi

I prelievi di zooplancton sono stati eseguiti in corrispondenza di tre stazioni situate nella parte nord-occidentale dell'Adriatico (stazione F: 45°23.3'N, 12°49.3'E, profondità 22 m; stazione C: 45°15.0'N, 12°46.2'E, profondità 29 m; stazione E: 44°57.5'N, 12°46.2'E, profondità 32 m), tra i mesi di giugno e ottobre degli anni 1991, 1992, 1993 e 1994.

Per il campionamento, si è fatto uso di retini a strascico orizzontale Clarke-Bumpus equipaggiati con maglie da 200 µm, calati a quote discrete (superficie, metà colonna e fondo) e fatti risalire progressivamente con decrementi di quota e tempo prestabiliti. In caso di intasamento dovuto al materiale mucoso, il prelievo è stato ripetuto in acque libere. I campioni raccolti sono stati fissati con formalina tamponata con sodio tetraborato.

E' stata inoltre osservata la eventuale presenza di aggregati gelatinosi nella colonna d'acqua tramite telecamera subacquea.

L'elaborazione statistica è stata condotta dopo trasformazione logaritmica ($\log_{10}(n+1)$) dei valori di abbondanza dei 134 campioni, considerando solo i taxa rinvenuti in almeno il 10% del totale (Matta e Marshall, 1984). L'ordinamento dei campioni è stato eseguito tramite analisi delle componenti principali (PCA Q-mode), a partire dalla matrice di correlazione tra specie.

## Risultati

Nei mesi di luglio e agosto 1991, nelle tre stazioni si è rilevata la presenza di ammassi gelatinosi, mentre negli altri periodi studiati gli aggregati mucosi erano assenti o presenti in quantità ridotta.

La figura 1 mostra l'ordinamento dei campioni raccolti ottenuto dalla PCA: la percentuale di varianza spiegata dalle prime due componenti (31%) appare sufficientemente significativa per giustificare la bontà di tale risultato. Nello studio di ampie matrici biologiche, è nota, infatti, la difficoltà di raggiungere livelli di varianza particolarmente elevati (Clarke e Warwick, 1994). Tale ordinamento è stato confermato dalla "cluster analysis".

Nel diagramma si differenzia il gruppo comprendente i campioni prelevati a luglio e agosto 1991: in questi mesi, infatti, in concomitanza con la presenza delle gelatine, nei siti campionati si è verificata una diminuzione sia delle abbondanze numeriche (valori medi < 2000 ind.m$^{-3}$) che dei taxa presenti. Alla fine dell'estate, con il progressivo decremento del materiale mucoso, si è osservato un nuovo aumento delle abbondanze totali, con medie superiori a 10000 ind. m$^{-3}$ in settembre e attorno a 5000 ind.m$^{-3}$ in ottobre (Fig. 2). A partire dal 1992, gli aggregati gelatinosi non sono comparsi in misura così marcata come negli anni precedenti; nel periodo 1992–94, le abbondanze zooplanctoniche medie delle tre stazioni erano comprese tra 6000 e 15000 ind.m$^{-3}$ (Fig. 2).

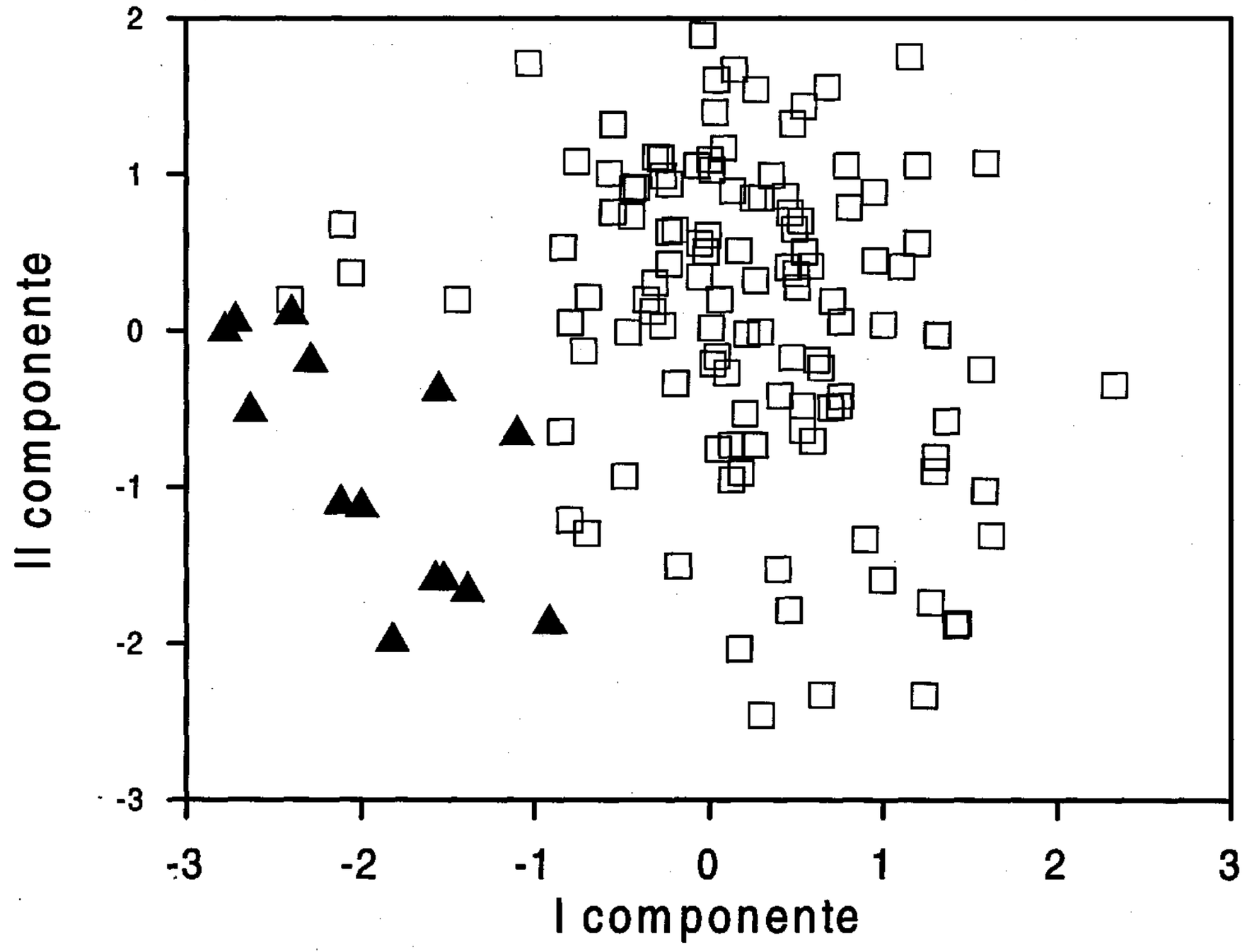



Fig. 1 - Modello di ordinamento dei campioni ottenuto dall'analisi delle componenti principali (▲ = luglio e agosto 1991).
*Ordination model of the samples following PCA (▲ = July and August 1991).*

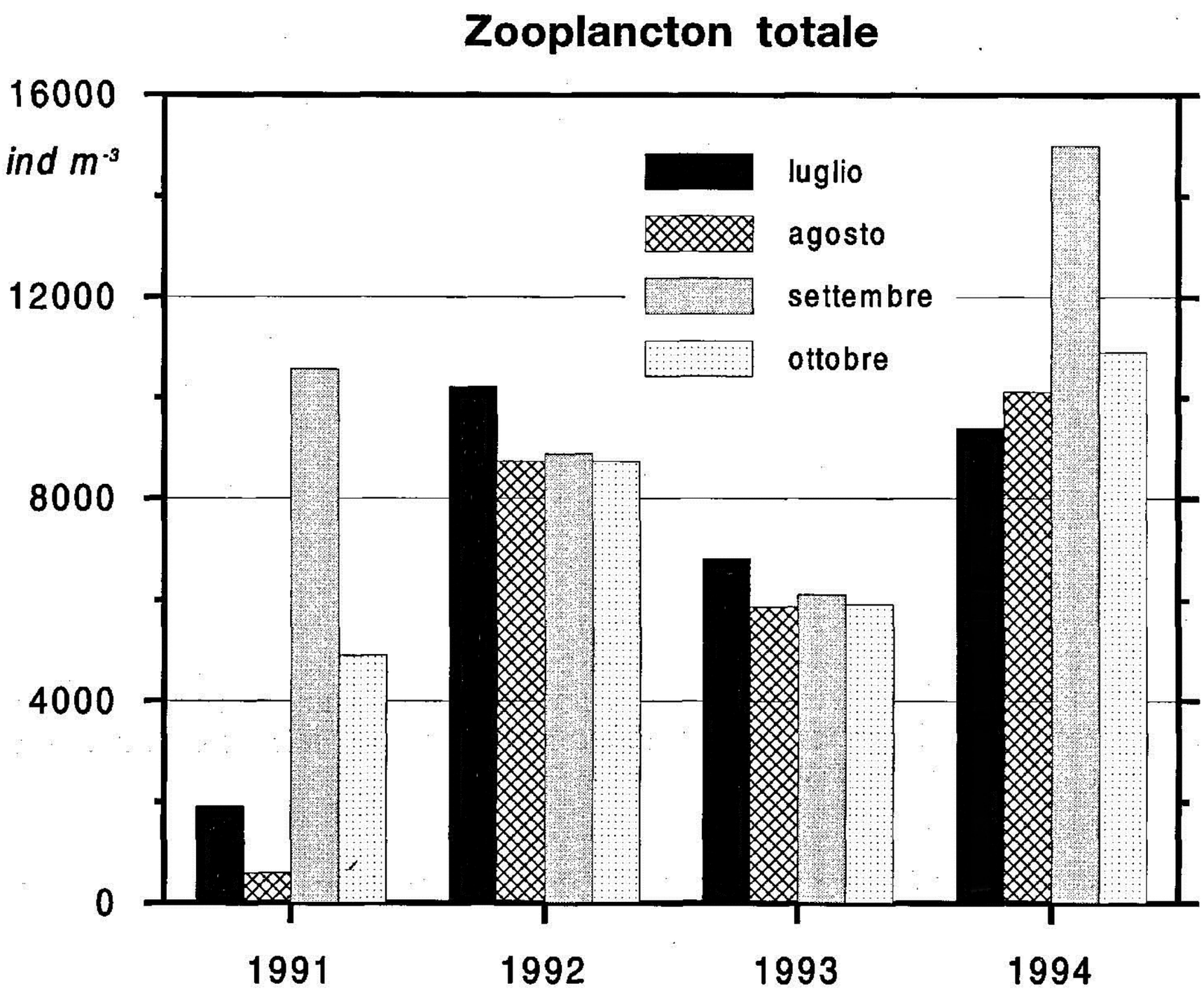



Fig. 2 - Zooplancton totale: valori medi mensili delle abbondanze numeriche ripartite negli anni 1991-1994.

*Total zooplankton average values in the years 1991–1994.*

Durante i quattro anni considerati, i cladoceri hanno rappresentato il principale gruppo tassonomico, con percentuali medie annue comprese tra il 50% (1993) e il 69% (1991) del totale (Tab. 1). Dominante, all'interno di questo taxa, era la specie *Penilia avirostris* Dana che nel 1994 ha mostrato una percentuale media superiore al 90% (Tab. 1). Dopo i cladoceri, i copepodi erano il gruppo più rappresentato. Tra di essi, sono stati rinvenuti: *Paracalanus parvus* Claus, che negli anni 1992 e 1993 ha rappresentato oltre la metà dei copepodi raccolti, *Acartia clausi* Giesbrecht, che nel 1991 ha mostrato la più alta percentuale media, *Temora stylifera* Dana e *Oncaea* sp. pl. (Tab. 1).

Inoltre, hanno raggiunto spesso elevate abbondanze le larve di echinodermi, soprattutto nel 1994, le appendicolarie, i doliolidi e le larve di lamellibranchi (Tab. 1).

## Discussione

Il fenomeno del "mare sporco" si suppone sia originato dalla produzione, da parte di alcune specie di diatomee, di carboidrati che formano grossi aggregati gelatinosi (Degobbis *et al.*, 1995). Malej e Harris (1993) hanno osservato come la produzione di carboidrati ad alto peso molecolare da parte di diatomee inibisca l'attività di grazing dei copepodi *Temora longicornis* e *Paracalanus parvus*,

Tab. 1 - Valori percentuali medi dello zooplancton totale e dei taxa più significativi.
*Average percent values of total zooplankton and its principal taxonomic groups.*

| | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 |
|---|---|---|---|---|
| **Zooplancton totale:** | | | | |
| Cladoceri | 69 | 57 | 50 | 63 |
| Copepodi | 17 | 31 | 36 | 20 |
| Altro | 14 | 12 | 14 | 17 |
| **Cladoceri:** | | | | |
| *Penilia avirostris* | 79 | 79 | 84 | 91 |
| Altro | 21 | 21 | 16 | 9 |
| **Copepodi:** | | | | |
| *Acartia clausi* | 35 | 12 | 9 | 21 |
| *Paracalanus parvus* | 33 | 57 | 69 | 28 |
| *Oncaea* sp. pl. | 3 | 7 | 5 | 7 |
| *Temora stylifera* | 11 | 3 | 5 | 19 |
| Altro | 18 | 21 | 12 | 25 |
| **Altri taxa:** | | | | |
| Larve di echinodermi | 37 | 24 | 18 | 41 |
| Larve di lamellibranchi | 6 | 17 | 31 | 8 |
| Appendicolarie | 25 | 26 | 22 | 26 |
| Doliolidi | 23 | 10 | 2 | 11 |
| Altro | 9 | 23 | 27 | 14 |

specie tipiche delle acque adriatiche. Bochdansky e Herndl (1992) hanno dimostrato che il copepode *Acartia clausi* non è in grado di utilizzare il fitoplancton quando è inglobato in una matrice mucosa. Secondo questi Autori, inoltre, il cladocero *Penilia avirostris* non sembra in grado di nutrirsi del fitoplancton incorporato all'interno dei macroaggregati.

Anche studi eseguiti in mare confermano gli effetti negativi delle gelatine sulle comunità zooplanctoniche. Infatti a luglio e ad agosto del 1991, in concomitanza con la presenza nelle acque dell'Adriatico settentrionale di grandi quantità di aggregati gelatinosi, si è verificato un calo delle abbondanze totali del mesozooplancton, fenomeno osservato nel golfo di Trieste (Cataletto *et al.*, 1996), nelle acque dell'Adriatico orientale (Najdek, 1997) e nell'area da noi considerata.

Nei mesi successivi, in tutte le aree summenzionate si è assistito ad un nuovo aumento numerico delle popolazioni zooplanctoniche. Tale incremento, nelle tre stazioni da noi studiate, è da ascriversi soprattutto al cladocero *Penilia avirostris*, che da medie di 150 è passato a 8075 ind.$m^{-3}$ da agosto a settembre.

**Bibliografia**

BOCHDANSKY A.B., HERNDL G.J. (1992) - Ecology of amorphous aggreations (marine snow) in the Northern Adriatic Sea. III. Zooplancton interactions with marine snow. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **87**: 135-146.

CATALETTO B., FEOLI E., FONDA UMANI S., MONTI M., PECCHIARI I. (1996) - Analyses of the relationship between mucous aggregates and phytoplankton communities in the Gulf of Trieste (Northern Adriatic Sea) by multivariate techniques. P.S.Z.N. I: *Marine Ecology*, **17**: 291-308.

CLARKE K.R., WARWICH R.M. (1994) - Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation. *Natural Environment Research Council*, UK: 144 pp.

DEGOBBIS D., FONDA UMANI S., FRANCO P., MALEJ A., PRECALI R., SMODLAKA N. (1995) - Changes in the northern Adriatic ecosystem and the hypertrophic appearance of gelatinous aggregates. *Sci. Total Environ.*, **165**: 43-58.

MALEJ A., HARRIS R.P. (1993) - Inhibition of copepod grazing by diatom exudates: a factor in the development of mucous aggregates*?* *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **96**: 33-42.

MATTA J.F., MARSHALL H.G. (1984) - A multivariate analysis of phytoplankton assemblages in the western North Atlantic. *J. Plankt. Res.*, **6**: 663-675.

NAJDEK M. (1997) - Unusual changes of zooplankton fatty acid composition in the northern Adriatic during the 1991 mucilage event. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **159**: 143-150.

Biol. Mar. Medit. (1999), 6 (1): 644-647

D. Barletta, C. Totti, G. Candelari, T. Romagnoli, A. Solazzi

Università di Ancona, Via Brecce Bianche - 60131 Ancona, Italia.

# DISTRIBUZIONE DEL FITOPLANCTON NELLA FASCIA COSTIERA MARCHIGIANA

## *PHYTOPLANKTON DISTRIBUTION ALONG THE MARCHE COASTAL AREA (ADRIATIC SEA)*

***Abstract***

*In the framework of "PRISMA I" project, monthly cruises were carried out from May '95 to April '96, in four transects along the Marche coastal area (Northern Adriatic Sea). This paper deals with seasonal changes in abundance and biomass of phytoplankton assemblages. Phytoplankton community was always dominated by diatoms and phytoflagellates. Diatom blooms occurred in late Spring '95 (*Chaetoceros *spp.) and in winter '96 (*Skeletonema costatum *and* Chaetoceros neglectus*). Phytoplankton assemblages didn't show evident vertical or horizontal gradients of distribution patterns.*

***Key-words:*** *Phytoplankton, Coastal monitoring, Adriatic Sea.*

## Introduzione

Viene descritta la distribuzione del fitoplancton nella fascia costiera marchigiana durante il primo anno di ricerche svolte nell'ambito del progetto "PRISMA, fase 1 - Monitoraggio costiero".

## Materiali e metodi

Le crociere sono state condotte mensilmente da maggio '95 ad aprile '96 su un grigliato di quattro transetti; in ognuno sono state campionate quattro stazioni, a 0.5, 3, 6, 10 Km dalla costa, su tre quote: superficie, strato intermedio e fondo (Fig. 1). I campioni di fitoplancton sono stati fissati con formaldeide allo 0.8% (Throndsen, 1978). La caratterizzazione quali-quantitativa è stata eseguita al microscopio invertito secondo il metodo Utermöhl (Zingone *et al.*, 1990) e la biomassa fitoplanctonica è stata stimata mediante il calcolo dei biovolumi cellulari secondo Strathmann (1978).

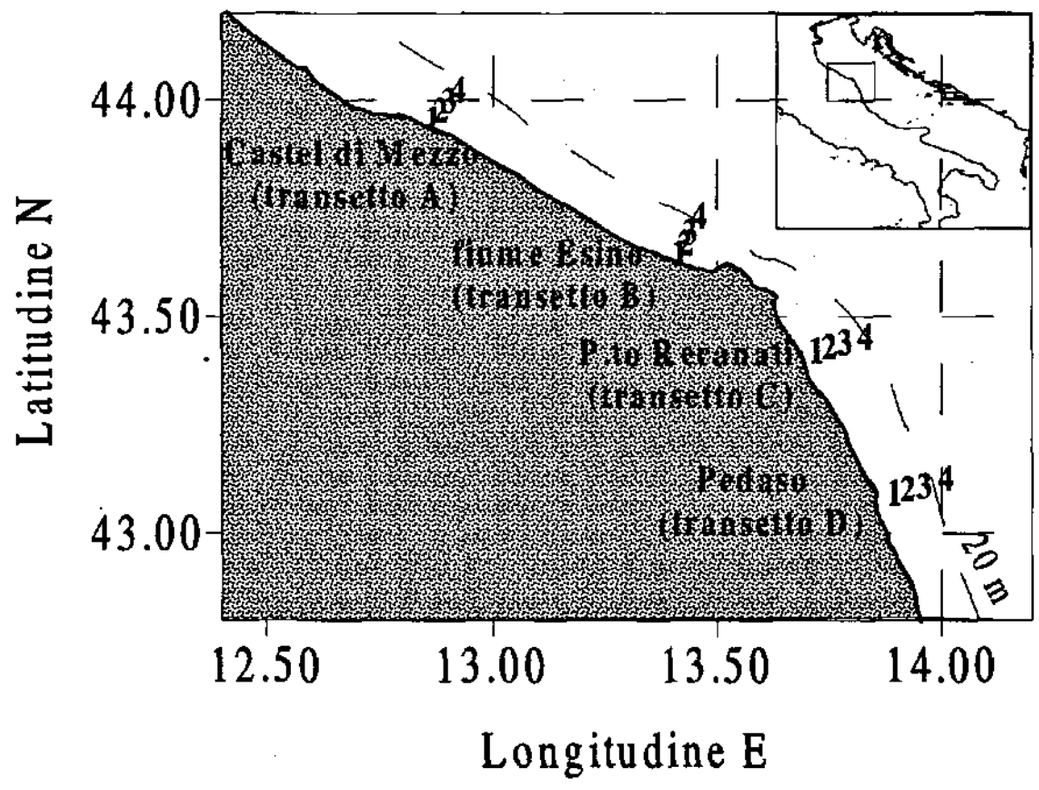



Fig. 1 - Area di campionamento.
*Sampling area.*

## Risultati

Allo scopo di valutare le variazioni nella composizione e distribuzione dei popolamenti fitoplanctonici, sono stati presi in esame solo quattro periodi (maggio, settembre, novembre '95 e gennaio '96) per rappresentare gli andamenti stagionali.

I valori di densità (cell. $l^{-1}$) e di biomassa fitoplanctonica (µg C $l^{-1}$) sono riferiti ai seguenti raggruppamenti: Diatomee, Dinoflagellate, Coccolitine e fitoflagellate. Nella Fig. 2 sono rappresentati i valori totali di densità del fitoplancton; nella Fig. 3 la biomassa percentuale.

Nella primavera '95 i valori totali delle abbondanze fitoplanctoniche sono compresi tra 1.6 e 9.6 $10^6$ cell. $l^{-1}$ (Fig. 2) facendo registrare i massimi valori nella stazione B3. Il popolamento primaverile è fortemente dominato da Diatomee (*Chaetoceros* spp. e *Cylindrotheca closterium*) e fitoflagellate; Dinoflagellate e Coccolitine risultano invece meno abbondanti. E' evidente tuttavia come il contributo delle Dinoflagellate alla biomassa (Fig. 3) sia di gran lunga superiore a quello di Diatomee e fitoflagellate che pure costituivano i gruppi dominanti.

In estate '95 si sono osservati i minimi valori di densità fitoplanctonica che oscillano tra le 1 $10^5$ e le 2.4 $10^6$ cell.$l^{-1}$ (Fig. 2). Dominano in assoluto le fitoflagellate che costituiscono la quasi totalità del popolamento estivo; solo nei transetti più settentrionali le Dinoflagellate e le Coccolitine mostrano abbondanze

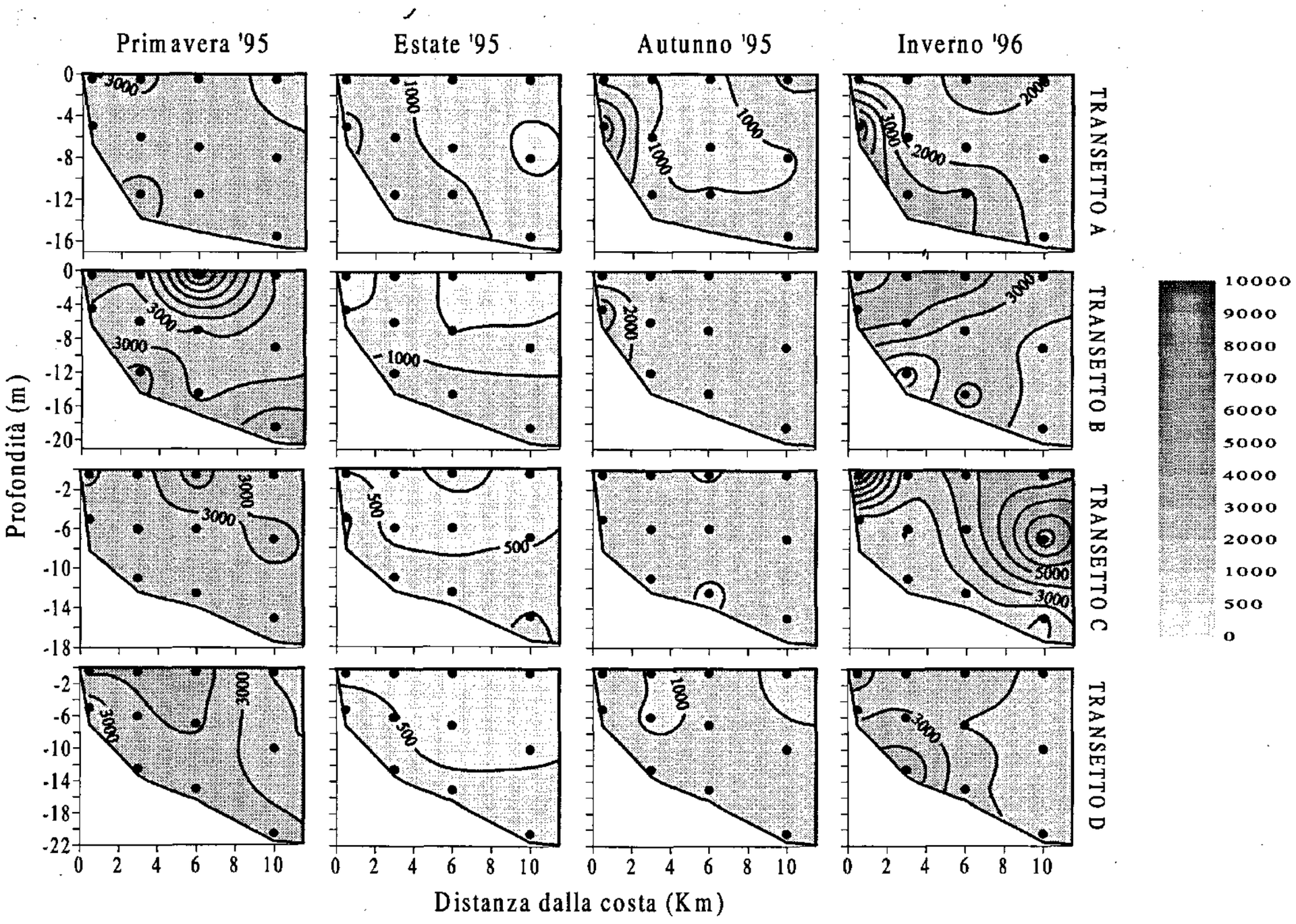



Fig. 2 - Distribuzione della densità fitoplanctonica (cell $l^{-1}10^3$) in primavera, estate, autunno '95 ed inverno '96.

*Phytoplankton abundance distribution (cells $l^{-1}10^3$) in spring, summer, autumn '95 and winter '96.*

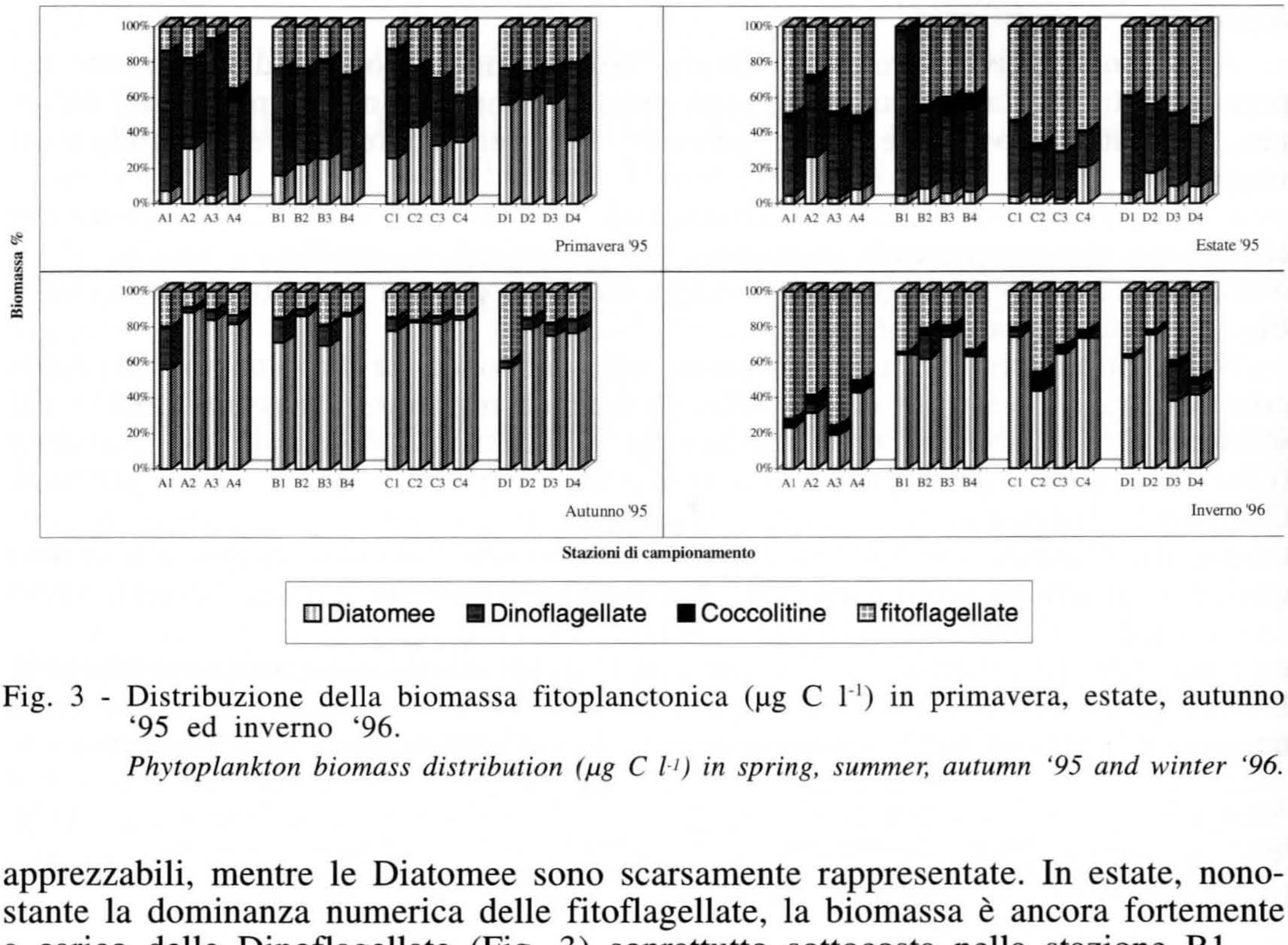



Fig. 3 - Distribuzione della biomassa fitoplanctonica (µg C $l^{-1}$) in primavera, estate, autunno '95 ed inverno '96.

*Phytoplankton biomass distribution (µg C $l^{-1}$) in spring, summer, autumn '95 and winter '96.*

apprezzabili, mentre le Diatomee sono scarsamente rappresentate. In estate, nonostante la dominanza numerica delle fitoflagellate, la biomassa è ancora fortemente a carico delle Dinoflagellate (Fig. 3) soprattutto sottocosta nella stazione B1.

In autunno '95 i valori totali di densità del fitoplancton oscillano tra $6.4*10^5$ e $4.8\ 10^6$ cell. $l^{-1}$ (Fig. 2). Anche in questa stagione la comunità fitoplanctonica è costituita quasi esclusivamente dalle fitoflagellate. Tra le Diatomee dominano *Chaetoceros* spp., *Pseudo-nitzschia delicatissima* e *P. pseudodelicatissima*. Le Dinoflagellate e le Coccolitine hanno una scarsa incidenza nella composizione del popolamento e la biomassa del fitoplancton autunnale (Fig.3) è quasi esclusivamente a carico delle Diatomee in tutta l'area, tranne che nella stazione A1 in cui è apprezzabile il contributo delle Dinoflagellate.

Durante l'inverno '96 si osserva un netto aumento delle concentrazioni fitoplanctoniche: le densità totali sono comprese tra le $5.2\ 10^5$ e le $9.2\ 10^6$ cell. $l^{-1}$ (Fig. 2). Nei transetti B, C, D dominano le Diatomee (*Skeletonema costatum* e *Chaetoceros* cfr. *neglectus*, mentre le fitoflagellate sono numericamente più importanti solo nel transetto A; le Coccolitine (*Emiliania huxleyi*) raggiungono i massimi valori dell'intero anno di campionamento. L'andamento delle biomasse (Fig. 3) rispecchia quello delle densità: infatti nel transetto A la biomassa è a carico delle fitoflagellate e nei transetti B, C e D si osserva un incremento dovuto alle Diatomee.

## Discussione e conclusioni

La distribuzione dei raggruppamenti che compongono i popolamenti fitoplanctonici nei periodi esaminati appare fortemente irregolare in tutta l'area.

In primavera seppure non siano evidenti differenze significative nella composizione specifica del popolamento, la distribuzione varia notevolmente in tutti i

transetti. Infatti, ad esclusione del transetto più settentrionale ove risulta ipotizzabile un gradiente superficie-fondo, nelle rimanenti sezioni il fitoplancton sembra distribuirsi secondo delle aree di preferenza; nel transetto C infatti, le Diatomee tendono a localizzarsi maggiormente nelle stazioni più costiere e le fitoflagellate in quelle più distanti dalla costa, ma sempre nello strato superficiale e nel transetto D le maggiori concentrazioni sono state osservate nello strato più superficiale delle stazioni intermedie.

Come nella precedente stagione, la distribuzione del popolamento fitoplanctonico estivo mostra un andamento differente tra le sezioni esaminate: nell'area più settentrionale è possibile osservare una linea netta di separazione tra le acque più costiere, dove si registrano le maggiori concentrazioni di densità e quelle più distanti dalla costa; nei transetti meridionali invece questa separazione viene osservata tra le acque superficiali e quelle del fondo dove si osserva un aumento dei valori di densità.

La distribuzione del popolamento fitoplanctonico autunnale appare più uniforme ed è possibile osservare un gradiente decrescente di densità da nord verso sud e dalla costa verso il largo.

La situazione invernale è differente in tutti i transetti. Nell'area settentrionale si osserva ancora un gradiente costa-largo con i massimi valori di densità nella stazione costiera al fondo. Nel transetto B le concentrazioni sono maggiori nello strato superficiale delle stazioni costiere. Nel transetto C si sono osservati due nuclei di densità: uno costiero superficiale e l'altro sub-superficiale nella stazione più esterna. Nel transetto D si ritrova un netto gradiente costa-largo con i maggiori valori di densità al fondo della stazione D2.

**Bibliografia**

STRATHMANN R.R. (1967) - Estimating the organic carbon content of phytoplankton from cell volume or plasma volume. *Limnol. Oceanogr.*, **12**: 411-418.

THRONDSEN J. (1978) - Preservation and storage. In: Sournia A. (ed.) *Phytoplankton manual.* UNESCO, Paris: 69-74.

ZINGONE A., HONSELL G., MARINO D., MONTRESOR M., SOCAL G. (1990) - Fitoplancton. *Nova Thalassia*, **11**: 183-198.

Biol. Mar. Medit. (1999), 6 (1): 648-651

F. BERNARDI AUBRY, A. BERTON, R. BERTAGGIA*, F. BIANCHI**, G. SOCAL**

Istituto di Igiene Laboratorio per il Monitoraggio delle Acque Marine Costiere dell'Università di Padova, Via Loredan 18 - 35131 Padova, Italia.
*Dipartimento per l'Ambiente Regione Veneto, Venezia, Italia.
**Istituto di Biologia del Mare - C.N.R., Venezia, Italia.

# POPOLAMENTI FITOPLANCTONICI IN MASSE D'ACQUA IPOSSICHE NELL'AREA COSTIERA DELLA REGIONE VENETO

## *PHYTOPLANKTON IN HYPOXIC WATERS IN REGIONE VENETO COASTAL AREA*

***Abstract***

*In the coastal area of the Veneto province, an extended stratification of the water column caused the formation of hypoxic waters near the bottom: this influenced the abundance as well as the specific composition of phytoplankton populations, with very significant differences between surface and bottom.*

***Key-words:*** *phytoplankton, Adriatic Sea, hypoxic waters.*

## Introduzione

Da agosto a novembre 1996 nelle acque costiere del litorale veneto si è verificato un fenomeno di ipossia delle acque di fondo con valori di ossigeno disciolto inferiori al limite di legge (50% in saturazione; D.P.R. 470/1982). Ciò è da attribuire al perdurare delle condizioni di stratificazione estiva anche in autunno. Allo scopo di verificare una eventuale influenza sulla distribuzione dei popolamenti fitoplanctonici, sono stati analizzati alcuni dati raccolti nell'ambito della consueta attività di monitoraggio della acque marine costiere della Regione Veneto, integrati con quelli prelevati nell'ambito del programma di ricerca PRISMA, che dal 1995 ha coinvolto tutte le Regioni adriatiche.

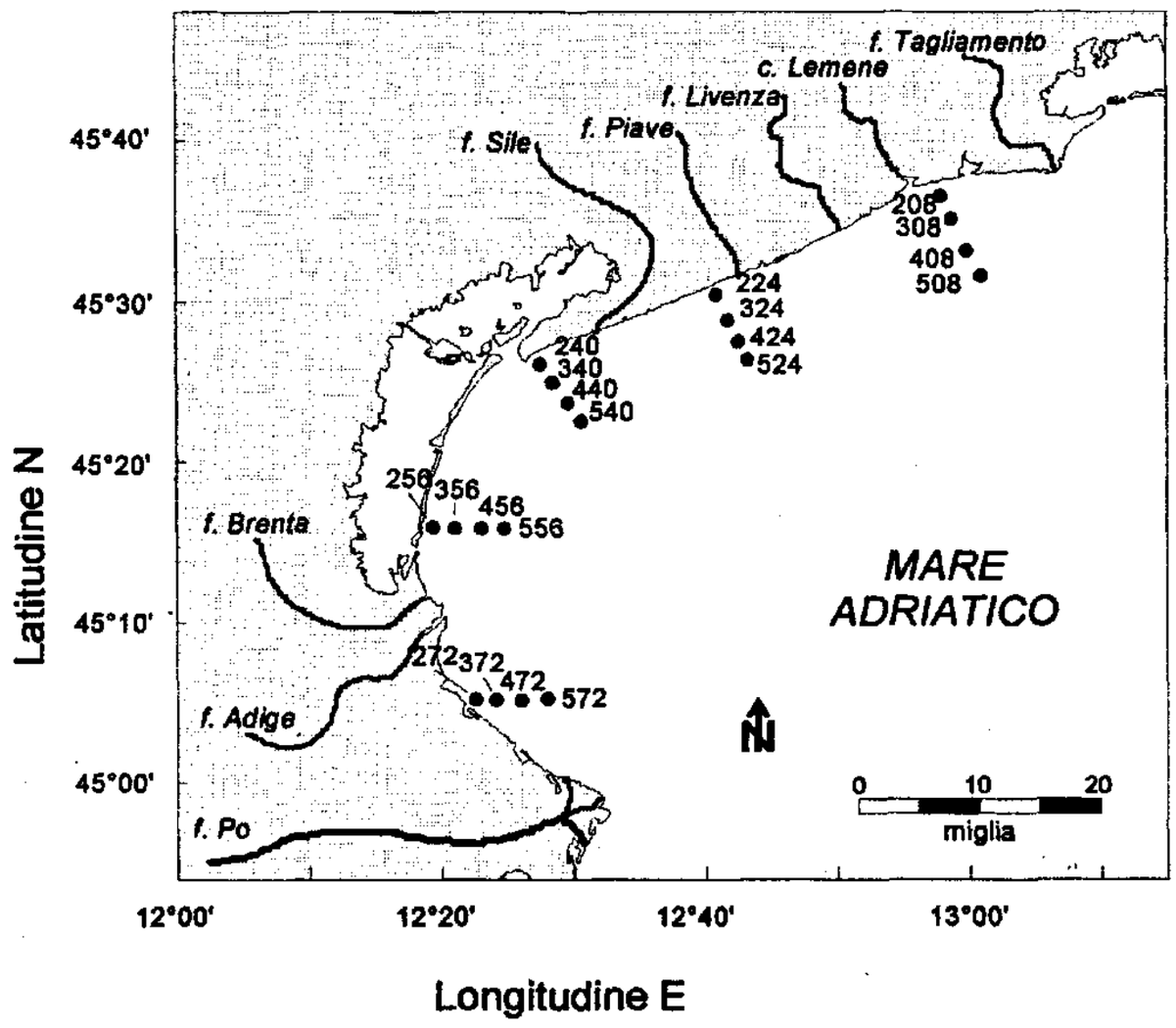



Fig. 1 - Stazioni di campionamento relative al periodo di indagine.
*Sampling stations.*

## Materiali e metodi

I campioni sono stati raccolti in superficie ed al fondo lungo 5 transetti (08, 24, 40, 56 e 72) costituiti ognuno da 4 stazioni (2--, 3--, 4-- e 5--), poste rispettivamente a 0.5, 3, 6 e 10 Km dalla costa (Fig. 1).

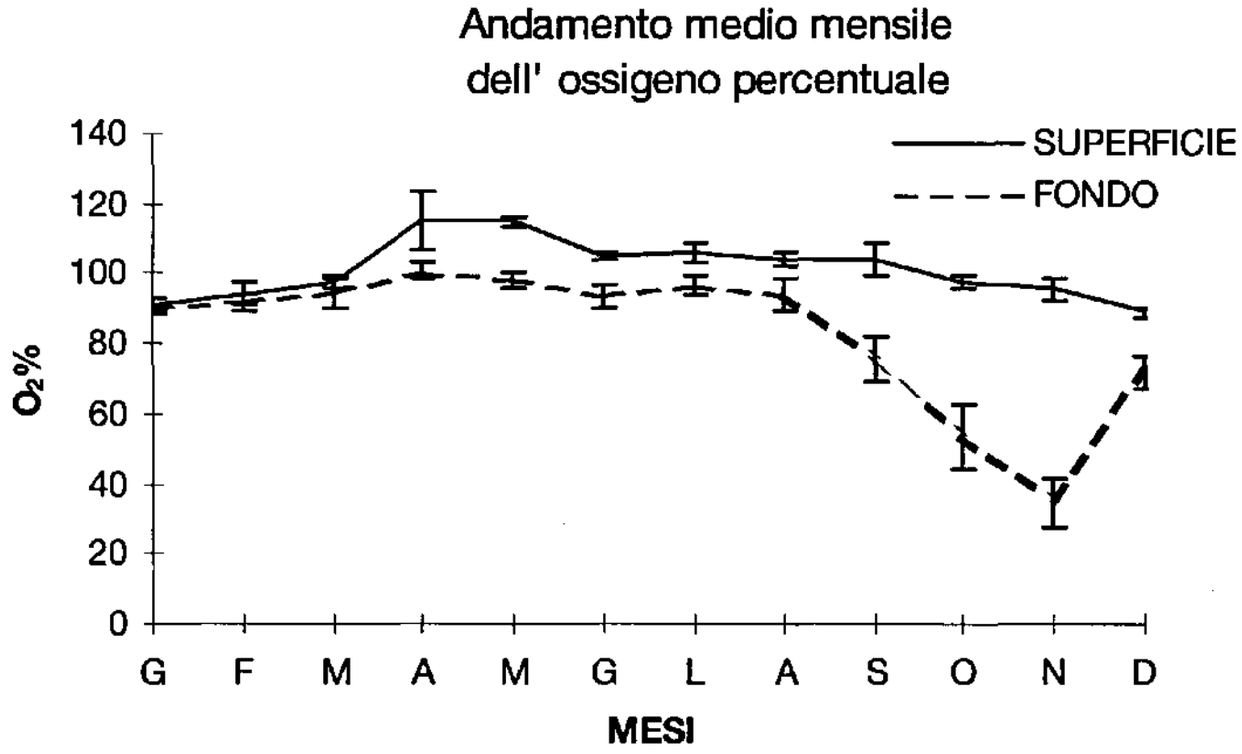



Fig. 2 - Andamento dei valori medi mensili e dei limiti di confidenza dell'ossigenazione relativa nel 1996.
*Trend of the monthly values and confidence limits of the relative oxygen on 1996.*

## Risultati

La figura 2 mette in evidenza il progressivo impoverimento del contenuto di ossigeno disciolto nelle acque profonde. I popolamenti fitoplanctonici sono risultati significativamente diversi tra superficie e fondo per le loro abbondanze non solo nel periodo estivo, ma anche in quello autunnale.

La differenziazione risulta inoltre qualitativa, a riprova di un isolamento prolungato delle masse d'acqua di fondo. Per mettere in luce la distribuzione quali-

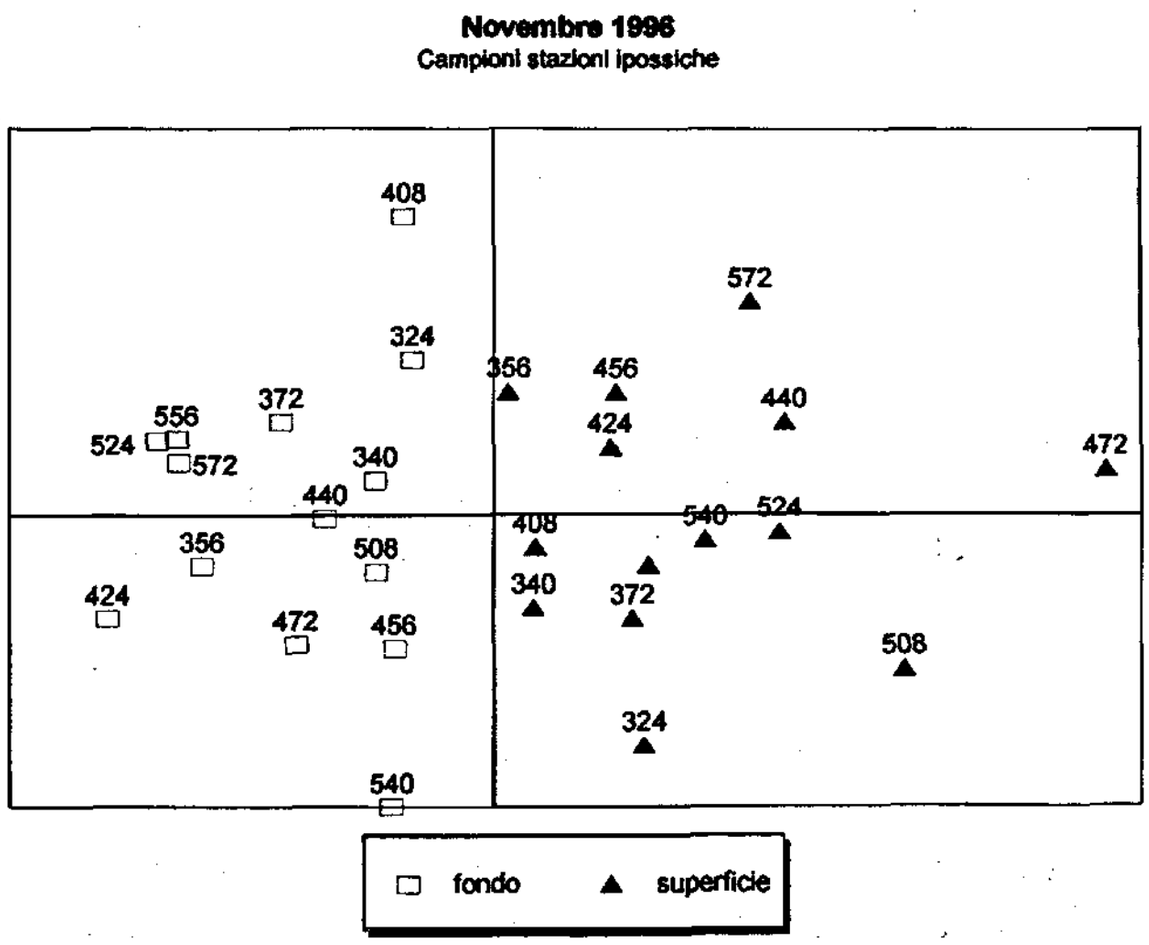



Fig. 3 - Ordinamento dei campioni di fitoplancton relativi alle stazioni interessate da ipossia del mese di novembre 1996.
*MDS ordination of phytoplankton samples, related to the hypoxic stations in November 1996.*

Tab. 1 - Specie maggiormente rappresentative dei campioni di superficie e di fondo del mese di novembre 1996 (Si = contributo della specie iesima alla similarità media all'interno del gruppo; SD (Si) = deviazione standard della similarità media; (i / SD (Si) = rapporto tra la similarità media di ogni specie e la sua deviazione standard; % cumul.= contributo cumulativo percentuale di ogni specie alla similarità media; Ab. media = valori di abbondanza fitoplanctonica media (cell/$dm^3$ * $10^3$)).

*The most representative species in the surface and bottom samples in November 1996 (Si = contribution of the ith species to the mean similarity in the group; (Si / SD (Si) = ratio between mean similarity of each species and its standard deviation; % cumul.= cumulative percent contribution of each species to the means similarity; Ab. media = phytoplankton abundance averages(cell/$dm^3$ * $10^3$)).*

| NOVEMBRE | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| SPECIE | $\bar{S}_i$ | SD ($\bar{S}_i$) | $\bar{S}_i$ / SD ($\bar{S}_i$) | % cumul. | Ab.media |
| **SUPERFICIE** | | | | | |
| Criptoficee | 15.4 | 2.14 | 7.22 | 30.03 | 58 |
| *Thalassiosira* sp. | 9.5 | 5.16 | 1.84 | 48.46 | 53 |
| *Emiliania huxley* | 9.1 | 5.92 | 1.53 | 66.12 | 30 |
| *Gymnodinium* sp. | 4.5 | 5.72 | 0.79 | 74.89 | 11 |
| *Chaetoceros* sp. | 2.5 | 3.85 | 0.65 | 79.80 | 4 |
| *Proboscia alata* | 2.4 | 3.70 | 0.66 | 84.54 | 4 |
| Coccolitine ind. | 2.3 | 4.22 | 0.54 | 88.95 | 6 |
| *Prorocentrum micans* | 2.0 | 3.81 | 0.54 | 92.93 | 6 |
| **FONDO** | | | | | |
| *Emiliania huxley* | 9.5 | 4.42 | 2.15 | 19.35 | 14 |
| *Thalassiosira* sp. | 8.5 | 4.41 | 1.93 | 36.68 | 13 |
| Criptoficee | 7.6 | 3.42 | 2.23 | 52.22 | 5 |
| *Pn. delicatiss.* complex | 5.6 | 4.73 | 1.19 | 63.64 | 14 |
| *Gymnodinium* sp. | 3.1 | 3.95 | 0.78 | 69.91 | 3 |
| *Nitzschia* sp. | 2.9 | 3.67 | 0.79 | 75.78 | 2 |
| *Navicula* sp. | 2.0 | 3.71 | 0.54 | 79.87 | 2 |
| *Nit. longiss.* f. *parva* | 1.9 | 3.49 | 0.54 | 83.68 | 3 |
| *Diploneis crabro* | 1.8 | 3.30 | 0.54 | 87.30 | 1 |
| *Calciosolenia murray* | 1.7 | 3.15 | 0.53 | 90.70 | 1 |

quantitativa dei popolamenti fitoplanctonici, è stata utilizzata la tecnica del "Non-metric Multi Dimensional Scaling", MDS (Fig. 3); per individuare le specie caratteristiche di ogni raggruppamento, si è applicata la routine SIMPER mediante il calcolo della similarità all'interno dei singoli raggruppamenti (misura di Bray Curtis, Tab. 1; Carr *et al.*, 1993).

## Conclusioni

I dati a nostra disposizione dimostrano che anche in ambiente costiero le condizioni meteo-climatiche particolarmente favorevoli risultano uno dei fattori

principali nel controllo della durata del regime di stabilità verticale della colonna d'acqua. Questo si ripercuote non solo generando ipossia al fondo, ma anche sulla distribuzione dei popolamenti fitoplanctonici, la cui evoluzione temporale sembra subire dinamiche diverse tra corpi d'acqua fisicamente separati.

## Bibliografia

CARR M.R., CARTER R.G., CLARKE K.R. (1993) - *User Guide to PRIMER*. Training Wokshop on Multivariate Analysis of Benthic Community Data. Kristineberg Marine Research Station: 53 pp.

Biol. Mar. Medit. (1999), 6 (1): 652-655

C. CAROPPO

Istituto per lo Studio degli Ecosistemi Costieri, CNR,
Via Pola, 4 - 71010 Lesina, Foggia, Italia.

# MONITORAGGIO DEI DINOFLAGELLATI POTENZIALMENTE TOSSICI NELLA LAGUNA DI VARANO (FG)

## *MONITORING OF POTENTIALLY TOXIC DINOFLAGELLATES IN THE VARANO LAGOON (FG)*

***Abstract***

*The seasonal occurrence of some potentially toxic dinoflagellates in the Varano lagoon is discussed in relation with the mussel (*Mytilus galloprovincialis*) contamination.*

***Key-words:*** *dinoflagellates,* Dinophysis sacculus, *harmful species, Varano lagoon.*

## Introduzione

La laguna di Varano si estende lungo il versante settentrionale del promontorio del Gargano, il suo perimetro, scarsamente frastagliato, ha uno sviluppo di circa 33 km e la sua superficie oscilla, a seconda delle stagioni e della marea, fra i 6-7000 ha; la profondità varia tra i 2 ed i 5 m. La laguna viene alimentata dalle acque superficiali provenienti dalle alture circostanti e da numerose sorgenti localizzate sia sui bordi della laguna sia sul fondale ("pozzacchi") (De Angelis, 1964).

Nell'ambito di un ampio programma di monitoraggio finalizzato alla caratterizzazione idrobiologica della laguna, vengono riportati in questo lavoro i risultati relativi alla presenza dei dinoflagellati potenzialmente produttori di biotossine, considerando gli effetti negativi che potrebbero avere sulla raccolta, commercializzazione e consumo dei mitili (*Mytilus galloprovincialis*).

## Materiali e metodi

I campionamenti sono stati condotti con periodicità mensile (da dicembre 1996 a novembre 1997) in 12 stazioni alle quote superficiali e di fondo (Fig. 1) utilizzando una bottiglia NISKIN della capacità di 5 l. I campioni per l'analisi del fitoplancton, appena raccolti, sono stati immediatamente fissati con formalina al 2% neutralizzata con carbonato di sodio, quindi esaminati al microscopio rovesciato mod. Labovert FS Leitz, utilizzando il metodo descritto da Utermöhl (1958). Ulteriori campioni sono stati raccolti mediante retino con maglia da 20 µm. I testi utilizzati per la determinazione delle specie fitoplanctoniche sono quelli indicati da Zingone *et al.* (1990).

## Risultati

I dinoflagellati hanno costituito, nel corso dell'anno, soltanto il 5% della comunità fitoplanctonica, ed i valori più elevati sono stati osservati nel periodo estivo (fino al 21% della popolazione totale); nell'ambito di essi si segnala la presenza di specie potenzialmente produttrici di biotossine il cui andamento è rappresentato in Fig. 2.

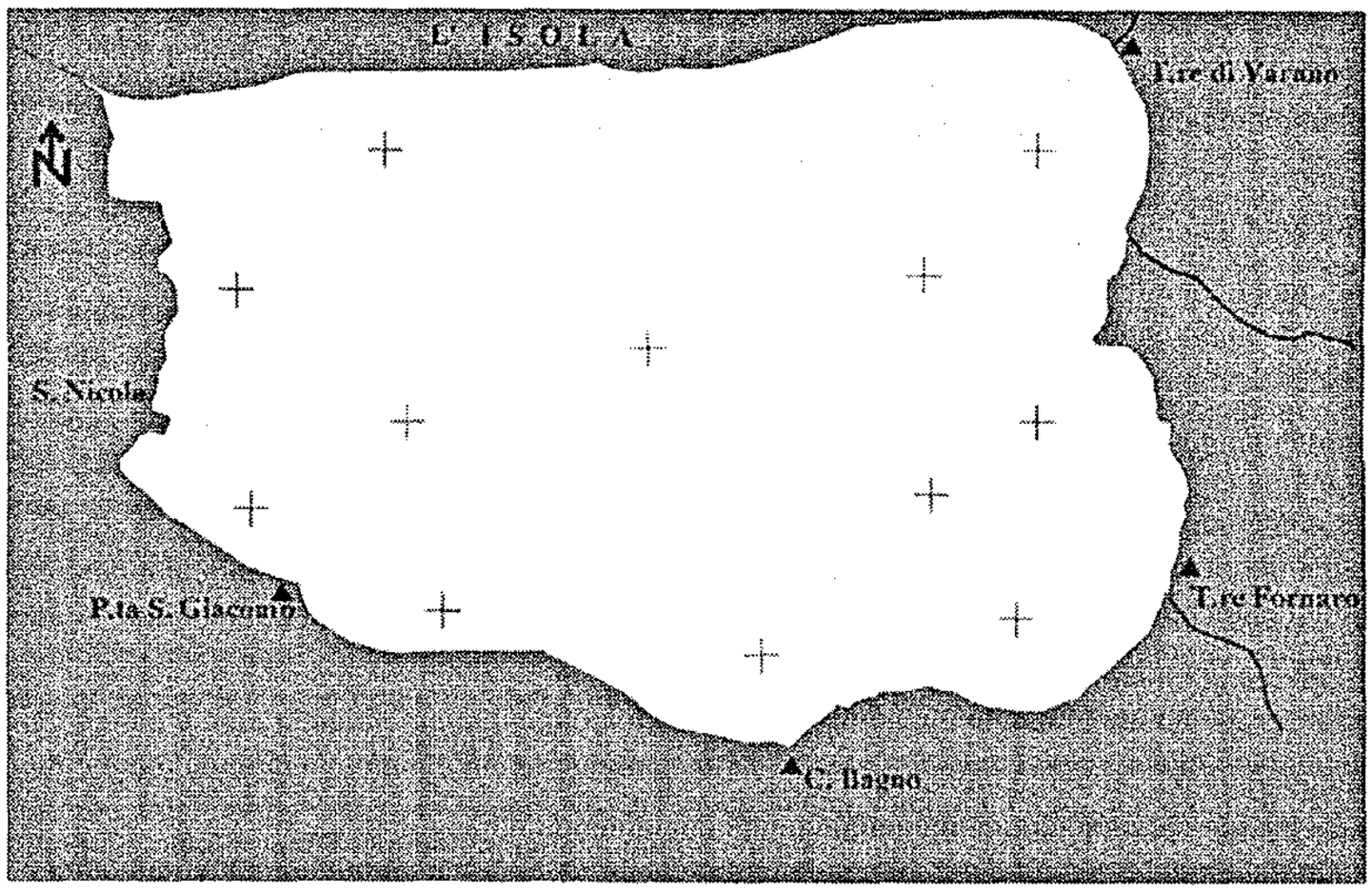



Fig. 1 - Localizzazione delle stazioni di campionamento.
*Sampling stations location.*

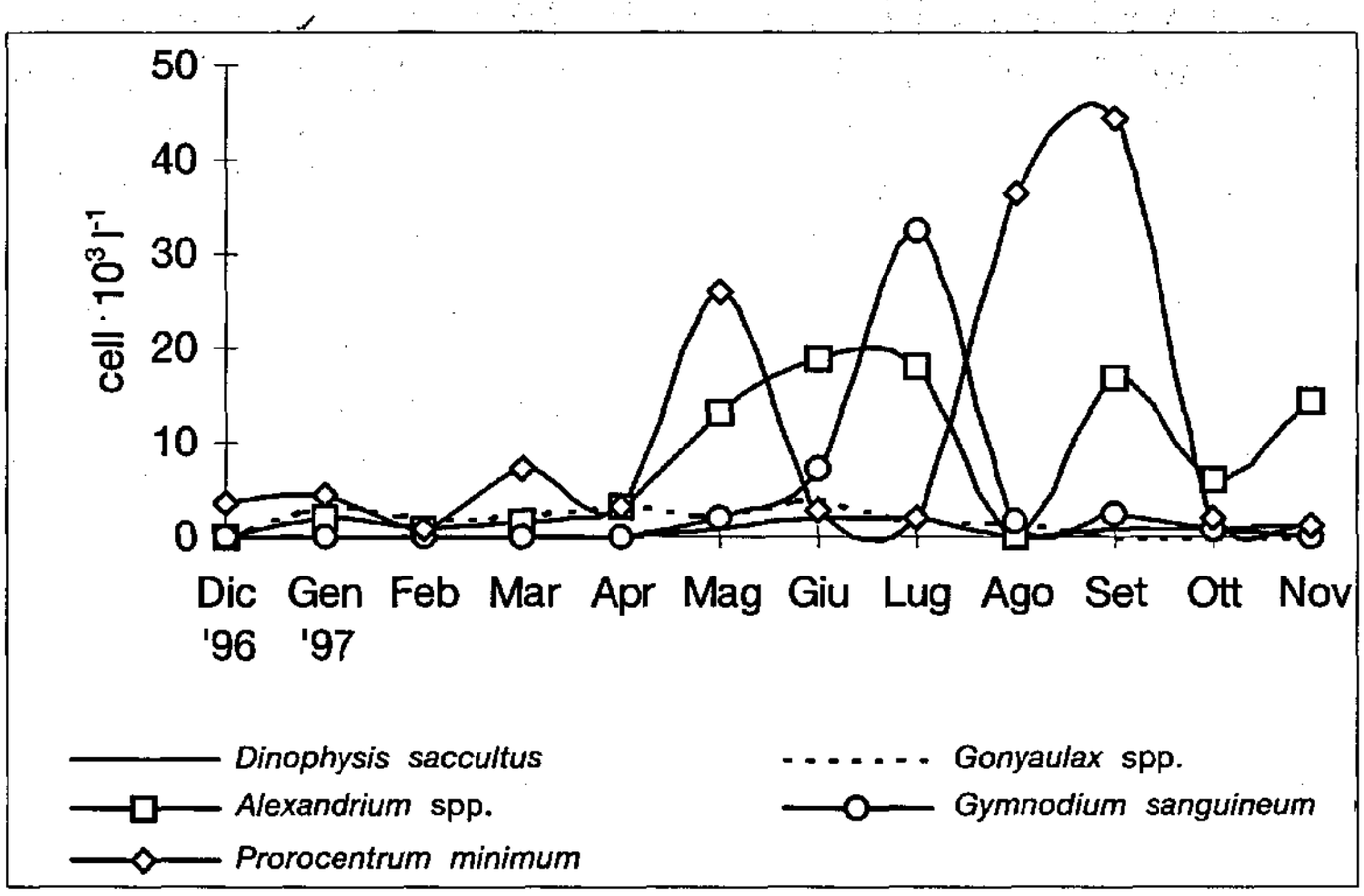



Fig. 2 - Andamento annuale dei dinoflagellati potenzialmente tossici nella laguna di Varano.
*Annual trend of potentially toxic dinoflagellates in the Varano lagoon.*

Il genere *Dinophysis,* responsabile della produzione di DSP (Diarrhetic Shellfish Poisons) (Lee *et al.*, 1989), di cui oggi è riconosciuta una potente azione di promozione tumorale (Fujiki *et al.*, 1988), è stato rappresentato prevalentemente da *D. sacculus* e occasionalmente da *D. caudata* e *Dinophysis* spp.. *D. sacculus,* osservata da maggio fino a novembre, ha raggiunto densità medie massime nel periodo estivo.

Nell'ambito delle *Gonyaulacaceae*, tra cui possono essere rinvenute specie potenzialmente produttrici di neurotossine PSP (Paralytic Shellfish Poison), sono risultati presenti i generi *Gonyaulax* ed *Alexandrium*. *Alexandrium* spp. è stato

osservato per tutto l'anno con valori medi massimi di 18,8 $10^3$ cell $l^{-1}$ (giugno). Il genere *Gonyaulax* ha mostrato valori medi oscillanti tra 1,5 e 4 $10^3$ cell $l^{-1}$. Tra le specie presenti segnaliamo *G. monospina, G. spinifera*, *Lingulodinium polyedra* (ex *G. polyedra*).

*Prorocentrum minimum,* sospettata di tossicità per la produzione della venerupina (Venerupine Shellfish Poison, VSP), responsabile di intossicazioni verificatesi in Giappone nel 1942 (Akiba e Hattori, 1949) e più recentemente in Norvegia (Johnsen e Sakshaug, 1998), ha avuto un'ampia distribuzione temporale nella laguna di Varano. E' risultata assente soltanto nel mese di luglio ed i valori medi più elevati hanno caratterizzato i periodi primaverile ed estivo.

*Gymnodinium sanguineum,* produttrice di un'ittiotossina (Woelke, 1961), ha dominato il periodo estivo raggiungendo la concentrazione media massima di 32,3 $\times 10^3$ cell $l^{-1}$.

## Conclusioni

La presenza, nella laguna di Varano, di specie algali potenzialmente tossiche e di quelle nocive per l'uomo e gli organismi acquatici, suggerisce la necessità di adottare le necessarie misure per una corretta gestione dell'attività di pesca e mitilicoltura, soprattutto nel periodo estivo di maggiore produzione. Il monitoraggio rappresenta la fase preliminare indispensabile per la salvaguardia di questo ecosistema. Si rendono tuttavia necessarie ulteriori e più approfondite indagini per valutare l'effettiva tossicità di queste microalghe, tenendo conto che la capacità di produzione di tossine varia non soltanto a seconda delle specie, ma anche temporalmente e spazialmente all'interno della stessa specie. Nell'ambito dei dinoflagellati potenzialmente tossici rinvenuti, particolare attenzione va rivolta a *Dinophysis sacculus*, peraltro già segnalata in altri ambienti salmastri (Giacobbe e Maimone, 1991), infatti l'avvelenamento diarroico da molluschi (DSP) è il tipo di contaminazione più diffusa nel nostro paese ed è responsabile di lunghi, estesi ed inevitabili periodi di bando nelle vendite dei mitili.

**Ringraziamenti**

Si ringraziano il Dr Gerardo Carapella per l'elaborazione grafica del testo, la Dr.ssa M. Maddalena Maselli ed il Sig. Giovanni Casolino per il contributo fornito alla realizzazione dell'indagine.

**Bibliografia**

AKIBA T., HATTORI Y. (1949) - Food poisoning caused by eating asari and oyster-toxic substance, Venerupin. *Jap. J. exp. Med.*, **20**: 271-284.

DE ANGELIS R. (1964) - Il lago di Varano. *Min. Marina Mercantile, Roma*, Mem. **10**: 1-122.

FUJIKI H., SUGANUMA M., SUGURI H., YOSHIZAWA S., TAKAGI K., UDA N., WAKAMATSU K., YAMADA K., MURATA M., YASUMOTO T., SUGIMURA T. (1988) - Diarrhetic Shellfish Toxins, Dinophysis-1, Is a Potent Tumor Promoter on Mouse Skin. Japan. *J. Cancer Res.*, **79**: 1089.

GIACOBBE M.G., MAIMONE G. (1991) - *Dinophysis sacculus* outbreaks in a breackish area of Sicily (Italy). *Red-Tide Newsletter*, **4** (1): 3.

JOHNSEN G., SAKSHAUG E. (1998) - Bio-optical characteristics and photoadaptive responses in the toxic and bloom-forming dinoflagellates *Gyrodinium aureolum*, *Gymnodinium galatheanum*, and two strains of *Prorocentrum minimum. J. Phycol.*, **29**: 627-642.

LEE J.S., IGARASHI T., FRAGA S., DAHL E., HOVGAARD P., YASUMOTO T. (1989) - Determination of Diarrhetic Shellfish Toxins in various dinoflagellate species. *J. Appl. Phycol.*, **1**: 147.

UTERMÖHL H. (1958) - Zur Vervolkommnung der quantitativen Phytoplakton-Methodik. *Mitt. Int. Ver. Theor. Angew. Limnol.*, **9**: 1-38.

WOELKE C.E. (1961) - Pacific oyster *Crassostrea gigas* mortalities with notes on common oyster predators in Washington waters. *Proc. Nat. Shellfish Ass.*, **50**: 53-66.

ZINGONE A., HONSELL G., MARINO D., MONTRESOR M., SOCAL G. (1990) - Fitoplancton. In: Innamorati M. Marino D. Ferrari I. Ribera d'Alcalà M. (eds). Metodi nell'Ecologia del Plancton Marino. *Nova Thalassia,* **11**: 183-198.

Biol. Mar. Medit. (1999), 6 (1): 656-658

R.A. CAVALLO, C. CAROPPO*, L. STABILI, C. RIZZI, T. VOZZA, M. PASTORE

Istituto Sperimentale Talassografico, Via Roma, 3 - 74100 Taranto, Italia.
*ISEC, Via Pola, 4 - 71010 Lesina (FG), Italia.

# CICLO ANNUALE DELLA FLORA BATTERICA ETEROTROFA E DEL FITOPLANCTON NELL'ADRIATICO MERIDIONALE

## *ANNUAL CYCLE OF HETEROTROPHIC BACTERIA AND PHYTOPLANKTON IN SOUTHERN ADRIATIC SEA*

***Abstract***

*Heterotrophic bacterial and phytoplanktonic communities were investigated in Southern Adriatic Sea. These two components were correlated at S. M. di Leuca, but not at Brindisi. This could depend on different trophic and hydrodynamic conditions.*

***Key-words:*** *heterotrophic bacteria, phytoplankton, Adriatic Sea.*

## Introduzione

Il "microbial loop" (Azam *et al.*, 1983), che si inserisce nella classica catena alimentare planctonica, è particolarmente efficiente nelle acque oligotrofiche, ove pico- e nanofitoplancton sono competitivamente superiori nell'assorbimento dei nutrienti rispetto al microfitoplancton. Scopo del seguente studio è stato l'analisi della composizione quali-quantitativa dei batteri eterotrofi e del fitoplancton dell'Adriatico Meridionale, biotopo relativamente inalterato con caratteristiche oligotrofiche.

## Materiali e metodi

I campionamenti sono stati condotti mensilmente (da aprile '95 a marzo '96) in quattro stazioni localizzate su due transetti (Brindisi e S. Maria di Leuca), mediante prelievi sia in superficie che in profondità (tra 5 e 50 m). Il fitoplancton, fissato con Lugol, è stato esaminato secondo il metodo di Utermöhl (1958). Per la ricerca dei batteri eterotrofi 0,1 ml di acqua sono stati seminati per "spread plate" su Marine Agar ed incubati a 22 °C per 7 gg. Le colonie cresciute sono state identificate in base a test morfologici, biochimici e colturali (Holt *et al.*, 1994).

## Risultati

Le correlazioni tra la concentrazione del fitoplancton e quella dei batteri eterotrofi a S. M. di Leuca sono risultate significative, in superficie, in tutte le stazioni ed, in profondità, solo nella stazione più prossima alla costa. A Brindisi, invece, non è stata osservata alcuna correlazione (Tab. 1).

Nell'ambito della flora microbica sono stati frequentemente isolati *Aeromonas* (16,6%), *Enterobacteriaceae* (10,6%), *Photobacterium* (8,9%), *Pseudomonas* (6,7%) e bacilli + (12,6%). Le concentrazioni fitoplanctoniche più elevate sono state registrate in inverno (fino a $2{,}2 \times 10^6$ cell./l), quando è stata osservata la fioritura della diatomea *Skeletonema costatum*. Le diatomee hanno dominato la comunità

Tab. 1 - Correlazione tra le concentrazioni batteriche e fitoplanctoniche; *=significativo per p<0,05.
*Correlation between bacterial and phytoplancktonic concentrations; *= significative for p<0,05.*

| | | **Staz. 1** | | **Staz. 2** | | **Staz. 3** | | **Staz. 4** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Brindisi** | 0m | r = -0,26 | 0m | r = -0,20 | 0m | r = -0,40 | 0m | r = -0,29 |
| | 10m | r = -0,13 | 20m | r = -0,51 | 50m | r = -0,05 | 50m | r = -0,02 |
| **S. M. di Leuca** | 0m | r = -0,43* | 0m | r = -0,65* | 0m | r = -0,53* | 0m | r = -0,45* |
| | 50m | r = -0,82* | 50m | r = -0,47 | 50m | r = -0,24 | 50m | r = -0,23 |

in inverno (64% a Brindisi e 44,8% a S. M. di Leuca) ed i fitoflagellati in autunno a Brindisi (48,9%) e in estate a S. M. di Leuca (56,8%). In tale località i dinoflagellati sono stati rilevati in percentuali più elevate in inverno (21,3%), mentre a Brindisi in estate (14,2%). Le percentuali dei coccolitoforidi erano confrontabili nei due transetti (max 14% in estate).

## Conclusioni

L'Adriatico Meridionale presenta un particolare idrodinamismo, con ricambio veloce dovuto alle A.S.W. (Acque Superficiali Adriatiche) e alle L.I.W. (Acque Intermedie Levantine). Ciò favorisce la dispersione degli apporti interni, giustificando un livello di nutrienti alquanto basso, ad eccezione del periodo invernale (Fiocca *et al.*, 1998). In questa indagine lo sviluppo del fitoplancton è apparso direttamente connesso a tale fenomeno con valori più elevati registrati proprio nella suddetta stagione. La correlazione tra l'andamento della flora batterica eterotrofa e quello del fitoplancton, registrata a S. M. di Leuca, ma non a Brindisi, è da imputarsi, verosimilmente, al differente idrodinamismo e alle diverse condizioni trofiche delle due località. Brindisi, città industriale con grosso porto, presenta un più scarso ricambio delle acque e maggiori apporti terrigeni rispetto a S. M. di Leuca. Ciò favorirebbe la crescita batterica indipendentemente dai blooms fitoplanctonici, in accordo con indagini che evidenziano, in ambienti marini costieri, l'assenza di una relazione diretta tra i cambiamenti stagionali della biomassa batterica ed il fitoplancton (Ducklow *et al.*, 1993; Wiebe *et al.*, 1993). S. M. di Leuca, invece, presenta maggiormente le caratteristiche di un ambiente oligotrofico, ove la fioritura fitoplanctonica contribuisce al rifornimento di materia organica, sotto forma di essudati, per le popolazioni batteriche. Questo tipo di correlazione trova il suo riscontro in altri ambienti oligotrofici studiati (Azam *et al.*, 1983; Van Wambeche e Bianchi, 1990). La predominanza di *Aeromonas*, *Enterobacteriaceae* e *Photobacterium* e di bacilli + è in accordo con altre indagini che dimostrano la presenza cospicua di tali microrganismi negli ambienti costieri. La ricerca svolta ha consentito di porre le basi, per la prima volta in maniera sistematica, per una valutazione ecologica delle componenti batteriche e fitoplanctoniche delle acque del Basso Adriatico. Prima di tale indagine, infatti, erano disponibili solo dati frammentari su tale ecosistema e quasi esclusivamente relativi alla circolazione generale del Mar Adriatico (Kimor, 1983).

**Ringraziamenti**

Si ringrazia il sig. Cosimo Macripò per la collaborazione tecnica.

**Bibliografia**

AZAM F., FENCHEL T., GRAY J. G., MEYER-REIL L. A., THINGSTAD T. (1983) - The ecological role of water-column microbes in the sea. *Mar. Ecol. Progr. Ser.*, **10**: 257-263.

DUCKLOW, H. W., KIRCHMAN D. L., QUINBY H. L., CARLSON C. A., DAM H. G. (1993) - Stocks and dynamics of bacterioplankton carbon during the spring bloom in the eastern North Atlantic Ocean. *Deep Sea Res.*, **40**: 245-263.

FIOCCA A., SAMMARCO P., SAMBATI A. (1998) - Monitoraggio delle condizioni ambientali delle coste adriatiche del Salento, 1995-1997. Parametri chimico-fisici e sali nutritivi. *Biol. Mar. Medit.* **5** (1) parte seconda: 620-626.

HOLT J. G., KRIEG N. R., SNEATH P. H. A. STALEY J. T., WILLIAMS S. T. (1994) - *Bergey's manual of determinative bacteriology*, 9th ed. Williams & Wilkins, Baltimore.

KIMOR B. (1983) - Distinctive features of the plankton of the eastern Mediterranean. *An. Inst. Oceanogr. Paris*, **59**: 97-106.

VAN WAMBECHE F., BIANCHI M. A. (1990) - Effect of organic nitrogen enrichments on marine planktonic networks and heterotrophic bacterial potential. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **63**: 17-24.

WIEBE, W. J., SHELDON W. M., POMEROY L. R. (1993) - Evidence for an enhanced substrate requirement by marine mesophilic bacterial isolates at minimal growth temperatures. *Microb. Ecol.*, **25**: 151-159.

UTERMÖHL H. (1958) - Zur Vervollkommnung der quantitativen Phytoplankton-Methodik. *Mitt. Int. Ver. Theor. Angew. Limnol.*, **9**: 1-38.

Biol. Mar. Medit. (1999), 6 (1): 659-661

P. Del Negro, P. Ramani, S. Fonda Umani

- Laboratorio di Biologia Marina, Via A.Piccard, 54 - 34010 Trieste, Italia.

# VARIABILITÀ STAGIONALE DELLE INTERAZIONI TRA PICO- E NANOPLANCTON IN ADRIATICO

## *PICO- AND NANOPLANKTON INTERACTIONS IN THE ADRIATIC SEA: SEASONAL VARIABILITY*

***Abstract***

*Seasonal and spatial variations of heterotrophic protists and picoplankton have been evaluated along the Adriatic Sea during 1995-96. The picoplankton abundance seems to be top-down regulated by heterotrophic nanoplankton particularly in more oligotrophic environments.*

***Key-words:*** *picoplankton, nanoplankton, heterotrophic nanoflagellates, Adriatic Sea.*

## Introduzione

Un elemento di novità, rispetto alle conoscenze pregresse, ottenuto dal progetto PRISMA-1, sottoprogetto Oceanografia descrittiva e dinamica dell'Adriatico, è rappresentato dallo studio delle componenti planctoniche di dimensioni inferiori a 20 μm lungo tutto il bacino Adriatico. Gli organismi appartenenti al pico- (0.2-2 μm) ed al nanoplancton (2-20 μm) sono considerati i componenti fondamentali della catena trofica microbica, sia come produttori che come consumatori di sostanza organica (Thingstad *et al.*, 1997), e sono legati tra loro da rapporti preda-predatore (Sieburth *et al.*, 1978). Secondo il modello di Lotka-Volterra (Frontier e Pichod-Viale, 1995) la massima abbondanza delle prede non dovrebbe corrispondere alle più marcate concentrazioni di predatori. Ad elevati valori di picoplancton, quindi, non dovrebbero corrispondere abbondanze altrettanto considerevoli di protozoi flagellati e ciliati appartenenti alla classe dimensionale del nanoplancton e costituenti i principali batterivori (Wikner *et al.*, 1990).

## Materiali e metodi

Dal maggio 1995 al febbraio 1996 sono state effettuate stagionalmente 4 campagne oceanografiche in Adriatico utilizzando la N/O Urania. I campionamenti, eseguiti lungo 4 transetti costa-largo posti in Adriatico settentrionale (Transetto B), centrale (Transetto E), meridionale (Transetto H) ed in Soglia d'Otranto (Transetto M), sono stati effettuati lungo la colonna d'acqua in un numero di quote variabile da 6 a 12 in relazione alla profondità del fondale e in un numero di stazioni variabile da 6 a 10 lungo ciascun transetto. L'analisi dei popolamenti pico- e nanoplanctonici è stata eseguita in microscopia ad epifluorescenza secondo i metodi di Porter e Feig (1980) e di Martinussen e Thingstad (1991) rispettivamente.

## Risultati e discussione

Il picoplancton raggiunge abbondanze comprese tra $10^4$ e $10^6$ cell/ml. I valori più elevati si rilevano in primavera ed estate associati alle correnti costiere defluenti lungo la costa occidentale mentre nelle stagioni più fredde sono associati alla corrente ionica ascendente.

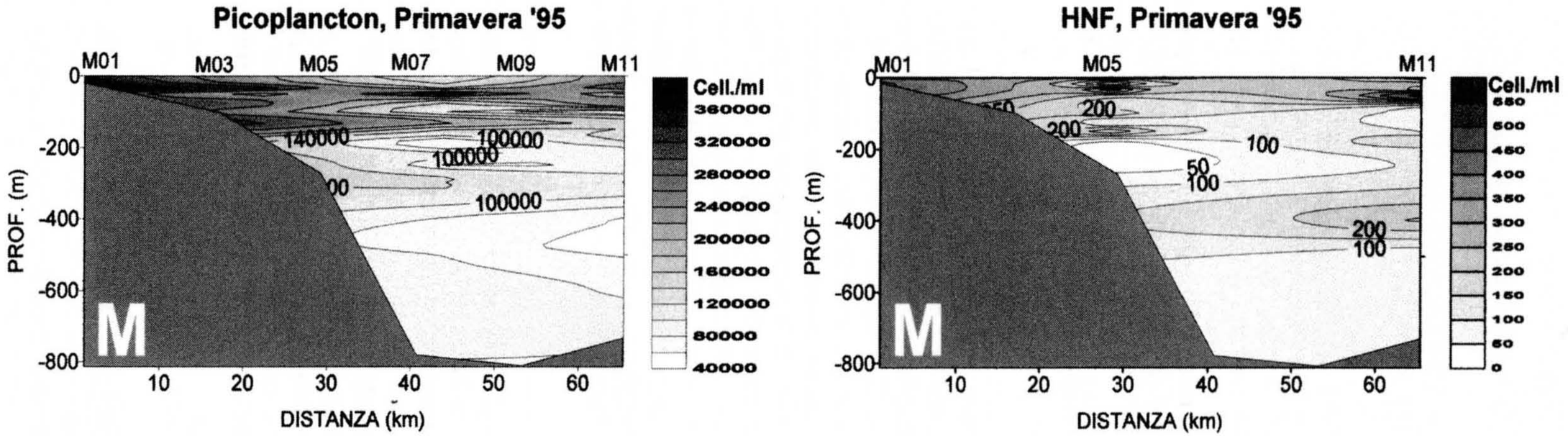



Fig. 1 - Distribuzione delle abbondanze di picoplancton e di nanoflagellati eterotrofi (HNF) lungo i transetti M (Soglia d'Otranto) ed E (Adriatico Centrale).

*Distribution of picoplankton and heterotrophic nanoflagellate (HNF) abundances along transect M (Otranto Strait) and transect E (Middle Adriatic Sea).*

La frazione eterotrofa del nanoplancton, costituita dai piccoli protozoi flagellati (Heterotrophic Nanoflagellates HNF) che rappresentano i più importanti batterivori (Sherr e Sherr, 1994), raggiunge abbondanze comprese tra $10^2$ e $10^3$ cell/ml. I valori più elevati vengono raggiunti in primavera-estate nei bacini più a nord ($2.8x10^3$ cell/ml) associati alla corrente diluita costiera e durante l'inverno al sud associati alla corrente ionica ascendente ($1.8x10^3$ cell/ml). Osservando le distribuzioni del pico- e del nanoplancton eterotrofo si può notare che i massimi di concentrazione delle due componenti sono generalmente speculari come nei due casi riportati in Figura 1. In primavera, lungo il transetto M, le massime abbondanze di picoplancton si rilevano associate alla corrente costiera discendente (stazioni M1, M3 ed M5) mentre il nanoplancton eterotrofo raggiunge i valori più elevati nella stazione più orientale (M11). Analogamente, lungo il transetto E in autunno, il picoplancton è molto abbondante nella parte orientale del transetto (stazioni E8, E9 ed E12) mentre le massime abbondanze di flagellati eterotrofi si osservano nella stazione più costiera (E2). Solamente lungo il transetto B (Adriatico settentrionale) le abbondanze più elevate del picoplancton corrispondono a quelle del nanoplancton eterotrofo e sono associate alla corrente costiera discendente.

Considerando il rapporto preda-predatore che si instaura tra il pico- e la frazione eterotrofa del nanoplancton si può pertanto ritenere che, in condizioni di scarsa trofia, lo sviluppo del popolamento batterico sia fortemente controllato dalla predazione (Fogg, 1986). L'aumentata disponibilità di sostanza organica disciolta, riscontrabile nella corrente costiera discendente lungo tutto il bacino, condiziona lo sviluppo del comparto microbico (Thingstad *et al.*, 1997) non più controllabile dalla sola predazione esercitata dal nanoplancton. Bisogna sottolineare, inoltre, che in acque costiere, ricche di sostanze nutritive, aumenta la componente autotrofa del nanoplancton (Revelante e Gilmartin, 1988) andando ulteriormente ad incrementare il substrato organico su cui si sviluppa la comunità batterica.

**Ringraziamenti**

Il lavoro è stato eseguito nell'ambito del progetto PRISMA (Progetto di Ricerca e Sperimentazione per il Mare Adriatico) finanziato dal MURST.

**Bibiografia**

FRONTIER S., PICHOD-VIALE D. (1995) - *Ecosystemes, structure, fonctionnement, evolution.* Collection D'Ecologie 21. Masson: 447 pp.

FOGG G.E. (1986) - Picoplankton. *Proc. R. Soc. Lond.*, B **228**: 1-30.

MARTINUSSEN I., THINGSTAD T.F. (1991) - A simple double staining technique for simultaneous quantification of auto- and heterotrophic nano- and picoplankton. *Mar. Microb. Food Webs,* **5**: 5-11.

PORTER K.G., FEIG Y.S. (1980) - The use of DAPI for identifying and counting aquatic microflora. *Limnol. Oceanogr.,* **25**: 943-948.

REVELANTE N., GILMARTIN M. (1988) - Some observations on eutrophication associated changes in phototrophic and eterotrophic pico- and nanoplankton assemblages in the Northern Adriatic Sea. *Rapp. Comm. int. Mer Medit.,* **31**: 271.

SHERR E.B., SHERR B.F. (1994) - Bacterivory and herbivory: key roles of phagotrophic protists in pelagic food webs. *Microb. Ecol.,* **28**: 223-235.

SIEBURTH J. McN., SMETACEK V., LENZ J. (1978) - Pelagic ecosystem structure: heterotrophic compartments of the plankton and their relationship to plankton size fractions. *Limnol. Oceanogr.,* **23**: 1256-1263.

THINGSTAD T.F., HAGSTROM A., RASSOULZADEGAN F. (1997) - Accumulation of degradable DOC in surface waters: Is it caused by a malfunctioning microbial loop? *Limnol. Oceanogr.,* **42**: 398-404.

WIKNER J., RASSOULZADEGAN F., HAGSTROM A. (1990) - Periodic bacterivore activity balances bacterial growth in the marine environment. *Limnol. Oceanogr.,* **35**: 313-324.

Biol. Mar. Medit. (1999), 6 (1): 662-665

M. Faimali, M. Andrenacci, F. Garaventa, S. Geraci

Istituto per la Corrosione Marina dei Metalli CNR, Via de Marini, 6 - 16149 Genova.

# COMPORTAMENTO FOTOTATTICO NAUPLIARE DI *BALANUS AMPHITRITE* (CRUSTACEA, CIRRIPEDIA): FOTOPERIODO E RITMI CIRCADIANI

# *NAUPLIAR PHOTOTACTIC BEHAVIOUR OF* BALANUS AMPHITRITE *(CRUSTACEA, CIRRIPEDIA): PHOTOPERIOD AND CIRCADIAN RHYTHMS*

***Abstract***

*While standardising the alteration of phototactic reply of* Balanus amphitrite *nauplius as a method to detect physiological stresses induced by chemicals, a marked difference to light stimulus reply has been observed if the test is carried out in the morning or in afternoon hours. For this reason in the present work we verified if these differences are due to an internal clock.*

***Key-words:*** Balanus amphitrite, *phototaxis, photoperiod, circadian rhythms.*

## Introduzione

Nel corso della standardizzazione di un metodo per rilevare stress fisiologici di origine chimica, misurando l'alterazione della risposta fototattica di nauplii di *Balanus amphitrite*, si è notata una rilevante differenza di risposta allo stimolo luminoso eseguendo il test fototattico nelle ore mattutine o pomeridiane. Scopo del presente lavoro è stato quello di verificare se le fluttuazioni del fototattismo larvale siano da attribuire esclusivamente al fotoperiodo sperimentale o se risultino dal sinergismo con un eventuale orologio interno. Numerosi fenomeni biologici hanno infatti un andamento ritmico che può essere regolato da fattori ambientali o manifestarsi autonomamente sotto il controllo di orologi biologici, complessi meccanismi che influenzano con andamento ciclico numerose attività dell'organismo, secondo un ritmo interno apparentemente indipendente da condizioni esterne.

## Materiali e metodi

L'apparato utilizzato per quantificare la percentuale di risposta fototattica positiva delle larve di *Balanus amphitrite,* un flacone di politene dotato di una piccola apertura attraverso la quale i nauplii fuoriescono attratti dalla fonte luminosa posta all'esterno, è stato messo a punto in precedenti lavori (Faimali *et al.*,1996; Faimali e Geraci, 1997*)* ai quali rimandiamo per quanto riguarda le caratteristiche tecniche e le modalità di utilizzo. In questo lavoro sono stati considerati e quindi fissati alcuni parametri colturali che presumibilmente influenzano la risposta fototattica naupliare in laboratorio (Fig. 1). Successivamente sono state effettuate prove specifiche per evidenziare l'influenza del fotoperiodo e dell'eventuale ritmo interno. A tal fine lotti di larve, allevate a 20°C in camera termostatata ad una salinità del 37‰, costantemente ossigenate e alimentate fino al III stadio con *Pavlova lutheri* e dal IV con *Tetraselmis suecica* ad una concentrazione di 3-6´$10^5$ cell·$ml^{-1}$, sono stati mantenuti a 4 differenti fotoperiodi (Light:Dark): L:D-12:12, D:L-12:12, D-24, L-24. Raggiunto il IV stadio di crescita, campioni di 100-200 larve dei vari lotti, sono stati sottoposti al test fototattico ogni ora in 4 repliche per 24 ore.

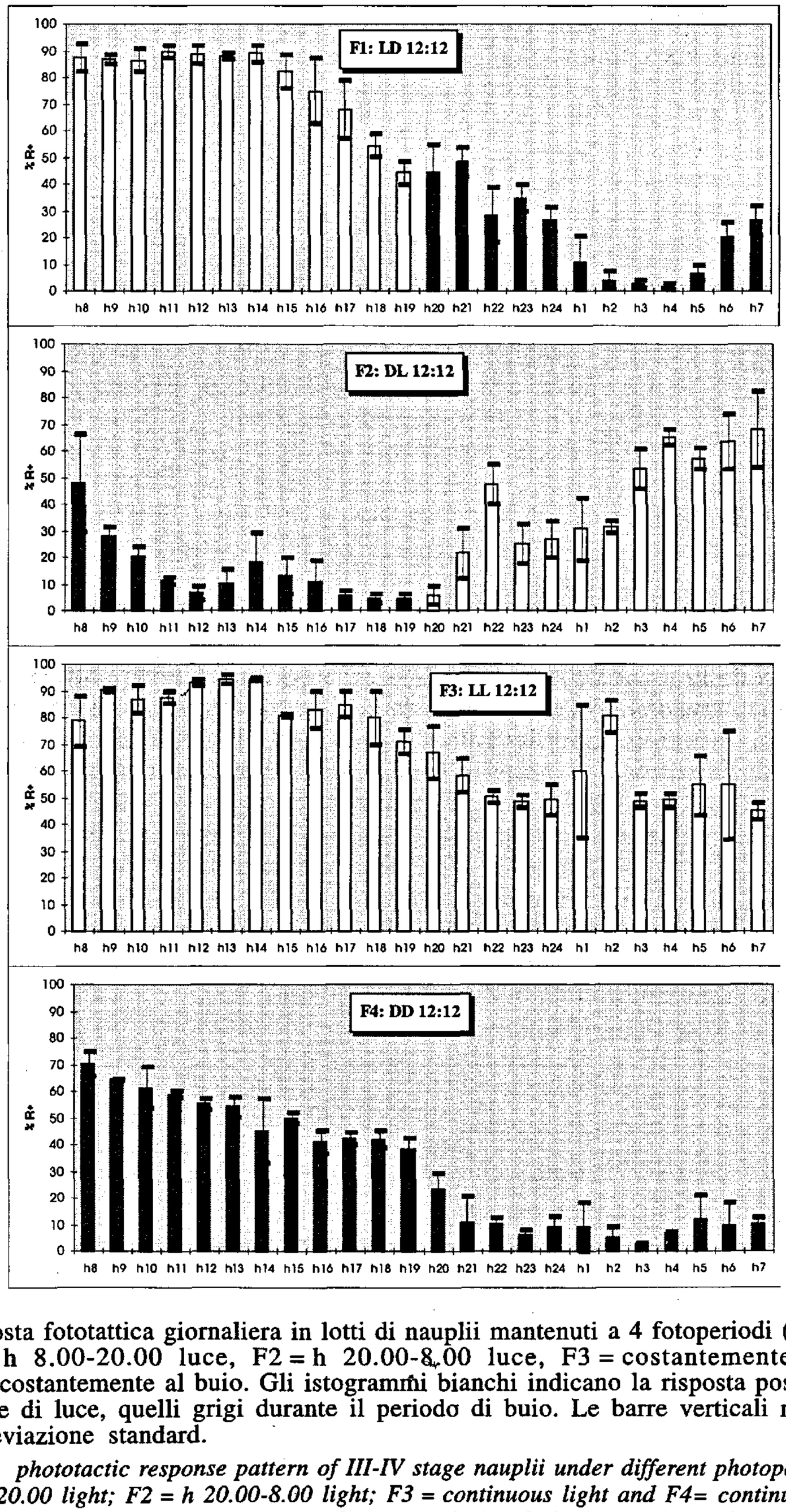



Fig.1 - Risposta fototattica giornaliera in lotti di nauplii mantenuti a 4 fotoperiodi (F) differenti: F1 = h 8.00-20.00 luce, F2 = h 20.00-8.00 luce, F3 = costantemente illuminati, F4 = costantemente al buio. Gli istogrammi bianchi indicano la risposta positiva durante le ore di luce, quelli grigi durante il periodo di buio. Le barre verticali rappresentano la deviazione standard.

*Daily phototactic response pattern of III-IV stage nauplii under different photoperiods: F1 = h 8.00-20.00 light; F2 = h 20.00-8.00 light; F3 = continuous light and F4= continuous darkness. White histograms indicate positive phototaxis during light hours, black histograms indicate positive phototaxis during darkness. Standard deviation is indicated by vertical bars.*

## Risultati

La Tab. 1 riporta i valori dei parametri colturali in corrispondenza dei quali si ottiene la risposta più costante ed elevata.

Tab.1 - Parametri colturali analizzati.
*Studied cultural parameters.*

| Parametri colturali | Condizioni sperimentali |
|---|---|
| temperatura | 20°C |
| salinità | 37 ‰ |
| alimentazione e ossigenazione | sospensione 24h prima di ogni test fototattico |
| stadio naupliare | III-IV |
| n° individui per campione | 100-600 |
| illuminamento durante il test | 3000 Lx |
| durata del test | 4 minuti |

I risultati ottenuti variando il periodo di luce mostrano che le differenze di risposta fototattica nell'arco delle 24 ore non sono determinate esclusivamente dal fotoperiodo; infatti, se quest'ultimo viene modificato, permane comunque una fluttuazione probabilmente regolata da un orologio biologico che, indipendentemente dalla variazione delle ore di luce, determina una alterazione della fototassia naupliare. L'esistenza di questo ritmo interno risulta particolarmente evidente nei lotti in cui è stata annullata l'alternanza luce/buio (Fig.1 = D:24, L:24).

La seguente tabella (Tab.2) mette a confronto alcuni parametri statistici di 125 repliche del test fototattico effettuate in due fasce orarie differenti: dalle h 08:00 alle h 20:00 (A) o dalle h 08:00 alle h 14:00(B). Risulta estremamante vantaggioso, in termini di riproducibilità del test, concentrare le prove nelle ore mattutine, utilizzando nauplii sottoposti ad un fotoperiodo L:D-12:12.

Tab.2 - Miglioramento dei parametri statistici.
*Statistical parameters enhancement.*

| Parametri statistici | A | B |
|---|---|---|
| *n° di repliche* | 125 | 125 |
| *media della risposta fototattica positiva* | 65,602 | 87,952 |
| *deviazione standard* | 22,103 | 4,684 |
| *varianza* | 488,56 | 21,94 |
| *gradi di libertà* | 124 | 124 |
| *limiti fiduciali (95 %)* | 3,875 | 0,821 |

## Discussione

I valori ottenuti, espressi come % di risposta fototattica positiva, risultano oltre che utili per una risposta assai più precoce, ben più precisi della mortalità che, con queste larve, è spesso soggettiva e di interpretazione dubbia.

Spesso autori diversi considerano "morto" un organismo in base a criteri del tutto personali (Callow e Finlay, 1995; Rittschof *et al.*, 1992; Lemaine e Quiniou, 1995), fornendo valori di $LC_{50}$ della stessa sostanza tossica estremamente differenti.

La percentuale di risposta fototattica positiva consente di eliminare queste interpretazioni fornendo un dato di enumerazione oggettivo.

L'indagine sull'influenza del fotoperiodo e dei ritmi circadiani sul comportamento fototattico delle larve di *Balanus amphitrite* ha permesso di ottenere risultati positivi nei primi test effettuati con concentrazioni tossiche, soprattutto dal punto di vista dell'affidabilità statistica delle repliche.

**Bibliografia**

FAIMALI M., GERACI S. (1997) - Change in naupliar phototactism of *Balanus amphitrite* (Cirripedia Crustacea) as a physiological stress index. In prep.

FAIMALI M., ROMAIRONE V., TERLIZZI A., SCUDERI D., GERACI S. (1996) - Fototattismo larvale in *Balanus amphitrite* e *Artemia salina*: possibili impieghi in test ecotossicologici per antivegetative. *Biol. Mar. Medit.*, **4** (1): 643-645.

CALLOW M.E., FINLAY J.A.(1995) - A simple method to evaluate the potential for degradation of antifouling biocides. *Biofouling,* **10** (1-3): 239-249.

LEMOINE L., QUINIOU F.(1995) - Les méthodes d'essais des peintures antisalissures. Colloque; Les métiers de la mer et l'environnement. 1 - "Impact des peintures antisalissures", Mèze France: 1-6 maggio 1995.

RITTSCHOF D., CLARE A.S., GERHART D.J., SISTER AVELIN MARY, J. BONAVENTURA. (1992) - Barnacle in vitro assay for biologically active substance: toxicity and settlement inhibition assay using mass cultured *Balanus amphitrite amphitrite* Darwin. *Biofouling,* **6**: 115-122.

Biol. Mar. Medit. (1999), 6 (1): 666-669

P. G. GIULIANINI, E. GHIRARDELLI, E. A. FERRERO

Dipartimento di Biologia, Università di Trieste, Via L. Giorgieri, 7 - 34127 Trieste, Italia.
E-mail: giuliani@univ.trieste.it

# ULTRASTRUTTURA COMPARATIVA DELLA CORONA CILIATA IN *SPADELLA CEPHALOPTERA* E *SAGITTA SETOSA* (CHAETOGNATHA)

# *COMPARATIVE ULTRASTRUCTURAL ASPECTS OF CORONA CILIATA IN* SPADELLA CEPHALOPTERA *AND* SAGITTA SETOSA *(CHAETOGNATHA)*

***Abstract***

*In* Spadella cephaloptera, *transverse mid-sections show a large structure (100μm x 40μm) subdivided in four cell regions: 1) a lateral electron dense, putatively proliferative area; 2) an area consisting in a bundle of flask shaped ciliated cells with collars; 3) a vacuolar secretory area; 4) an apoptotic, degenerative area. In the corona ciliata of* Sagitta setosa *(25μm x 10μm) the same mid-sections show the former three types only.*

***Key-words:*** *Chaetognatha,* Spadella cephaloptera, Sagitta setosa, *corona ciliata; ultrastructure.*

## Introduzione

I Chetognati occupano una posizione strategica nella catena alimentare: si nutrono di Copepodi e larve di Teleostei e sono a loro volta predati da pesci. La loro corona ciliata (CC), benché descritta circa 150 anni fa (Busch, 1851), caratterizzata al microscopio ottico e istochimicamente (Ghirardelli, 1968) e al microscopio elettronico (Shinn, 1997), rimane un organo con funzioni enigmatiche anche se nel genere *Spadella* è stata accertata una funzione secretoria (Ghirardelli, 1968).

## Materiali e metodi

Esemplari di *Spadella cephaloptera* (da Villefranche, Nice) e di *Sagitta setosa* (da Sorgenti di Aurisina, Trieste) sono stati fissati in glutaraldeide al 2,5% in tampone cacodilato 0,1M e saccarosio 0,4M a pH 7,4. Previa postfissazione in tetrossido di osmio e disidratazione in serie crescente di alcool, alcuni individui sono stati inclusi in LR-White o in Polybed 812. Sezioni fini contrastate con acetato di uranile e citrato di piombo sono state osservate con un microscopio elettronico a trasmissione Philips TEM 201 o 801. Altri esemplari sono stati disidratati al punto critico, metallizzati con oro e osservati con un microscopio elettronico a scansione Leica Stereoscan 430i.

## Risultati

Sezioni trasversali a livello mediano in *Spadella cephaloptera* individuano una CC a profilo trapezoidale (circa 100x40 μm), apparentemente suddivisa in quattro regioni (Fig. 1). Una regione periferica esterna proliferativa e differenziativa è caratterizzata da cellule a nucleo eterocromatico piccolo a profilo poligonale, citoplasma ridotto ed elettrondenso. Più medialmente si trova una regione cigliata, con cellule a fiaschetto (FC) lunghe circa 40 μm, con nucleo basale eucromatico

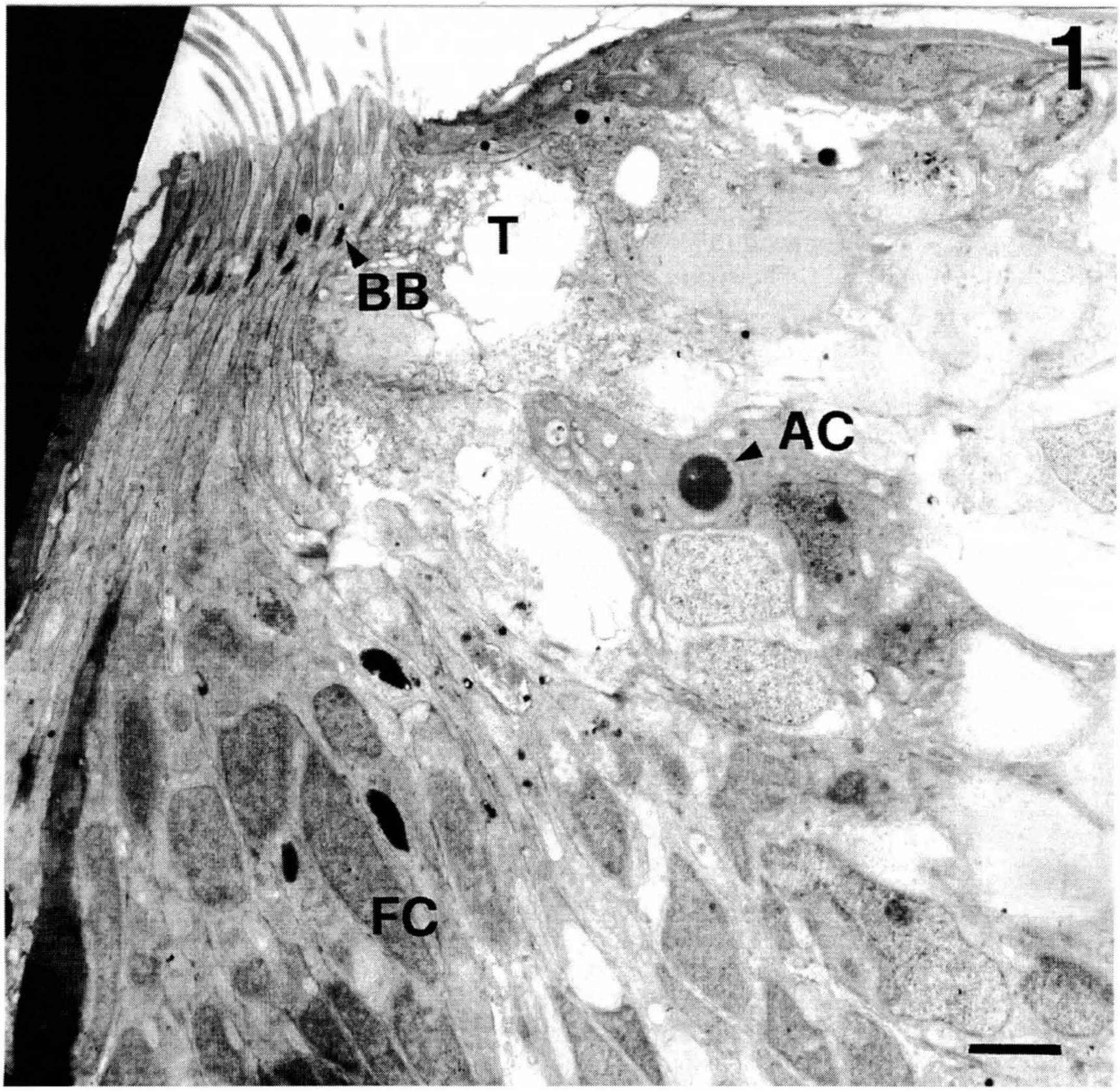



Fig. 1 - Sezione trasversale mediana di CC di *Spadella cephaloptera*. Barra di calibrazione: 3µm. AC= cellula apoptotica; BB= corpo basale; FC= cellule a fiaschetto; T= canale.

*Transverse mid-section of CC in Spadella cephaloptera. Scale bar: 3µm. AC= apoptotic cell; BB= basal body; FC= flask shaped cells; T= channel.*

ed inclusioni citoplasmatiche di varia grandezza ed elettrondensità. All'apice di un sottile prolungamento esse presentano un singolo ciglio che emerge sostenuto da un collare formato dalla stessa cellula. Medialmente al livello di emergenza delle ciglia è presente un canale extracellulare subepidermale di circa 6 µm di diametro (T). Sempre medialmente, una regione degenerativa e una ghiandolare formate, rispettivamente, da cellule con aspetto anomalo e, talvolta, figure apoptotiche (AC - nucleo granuloso o condensato e citoplasma con organelli assenti o in degenerazione) e, frammiste, cellule con cospicuo sviluppo dell'apparato di Golgi e reticolo endoplasmatico.

In sezioni trasversali mediane di *Sagitta setosa* (Fig. 2) la CC appare come un cuscinetto a profilo ovale schiacciato di 25µm x 10µm con un numero cellulare molto ridotto rispetto a *Spadella cephaloptera*. Si distinguono due tipi cellulari principali: un gruppo mediale di cellule (da 4 a 11) meno elettrondense a fiaschetto (FC) con nucleo ovale eucromatico che proiettano lateralmente un sottile prolungamento che dà origine a un ciglio con radicicole. Medialmente ai prolungamenti è presente un canale di circa 3µm di diametro (T). Lateralmente, sia in posizione dorsale che ventrale, associate ai prolungamenti delle cellule a fiaschetto, sono presenti cellule fortemente elettrondense (EC) con nuclei eterocromatici appiattiti e citoplasma percorso da cisterne del REL.

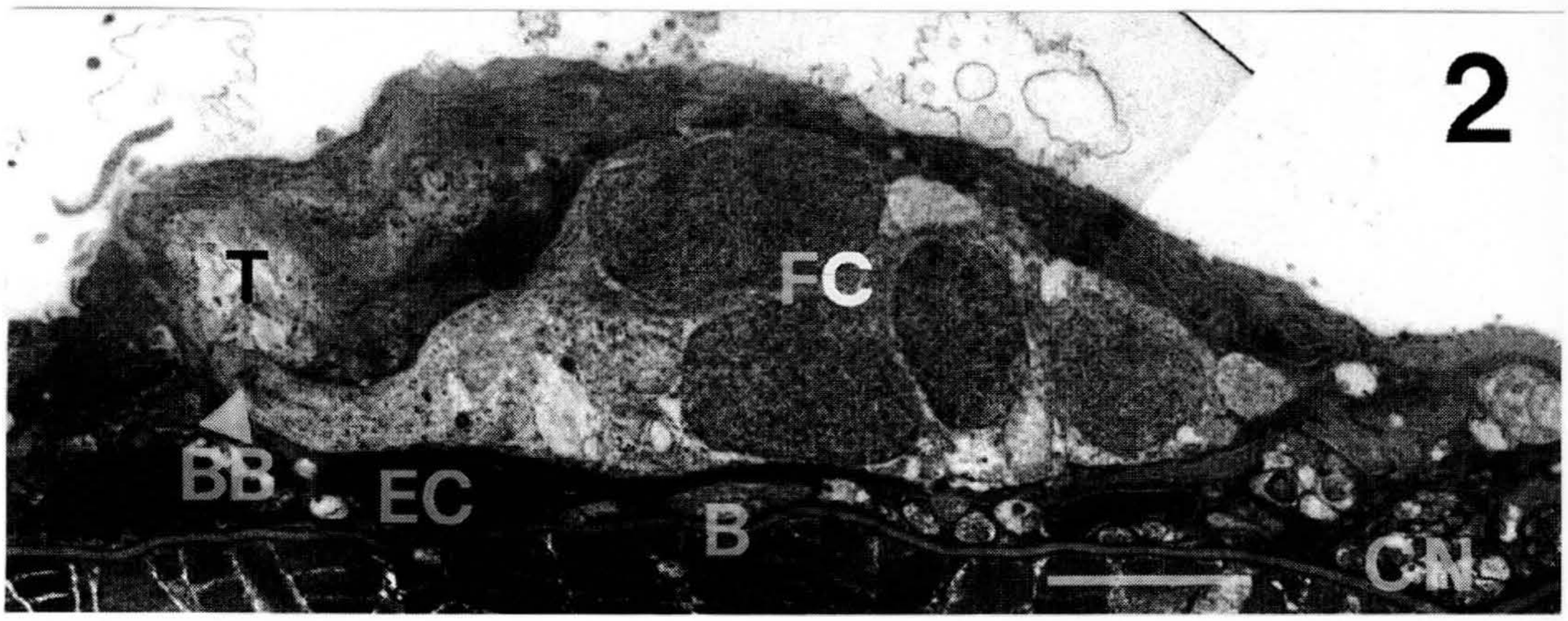



Fig. 2 - Sezione trasversale mediana di CC di *Sagitta setosa*. Barra di calibrazione: 3µm. BB= corpo basale; B= lamina basale; CN= nervo coronale; EC= cellula elettrondensa; FC= cellule a fiaschetto; T= canale .

*Transverse mid-section of CC in* Sagitta setosa. *Scale bar: 3µm. BB= basal body; B= basal membrane; CN= coronal nerve; EC= electron-dense cell; FC= flask shaped cells; T= channel.*

## Discussione e conclusioni

La nostra descrizione della CC in due specie di Chetognati appartenenti a due habitat differenti conferma i dati ottenuti mediante microscopia ottica da Ghirardelli (1968) e le osservazioni ultrastrutturali di Malakhov e Frid (1984), di Goto e Yoshida (1987) e di Shinn (1997). Sono confermate le probabili funzioni attribuite, dai suddetti autori, ai differenti tipi cellulari descritti. Inoltre in *Spadella cephaloptera* si sono evidenziate figure apoptotiche e cellule con aspetto anomalo che suggeriscono una zona mediale di degenerazione cellulare, contrapposta ad una laterale proliferativa. La CC di *S. cephaloptera*, nell'organizzazione e nei tipi cellulari ma non nel numero delle cellule, ricalca il modello schematizzato da Shinn (1997) per *Adhesisagitta hispida* (*Sagitta hispida*) mentre la CC a "cuscinetto" di *S. setosa* se ne discosta per organizzazione e tipi cellulari: il numero delle cellule è molto ridotto e, apparentemente, manca la zona di cellule in degenerazione.

## Bibliografia

BUSCH W. (1851) - Beobachtungen über Anatomie und Entwicklung einiger wirbellosen Seethiere. A. Hirschwald, Berlin: 1-143.

GHIRARDELLI E. (1968) - Some aspects of the biology of Chaetognaths. *Adv. Mar. Biol.*, **6**: 271-375.

GOTO T., YOSHIDA M. (1987) - Nervous system in Chaetognatha. In: Ali M.A. (ed), *Nervous systems in Invertebrates*, NATO ASI Series, Plenum Press, New York and London: 461-481.

MALAKHOV V.V., FRID M.G. (1984) - Structure of the ciliary loop and retrocerebral organ in *Sagitta glacialis* (Chaetognatha). *Dokl. Akad. Nauk. SSSR (Mar. Biol.)*, **277**: 763-765.

SHINN G.L. (1997) - Chaetognatha. In: Harrison F.W. (ed), *Microscopic Anatomy of Invertebrates*, Wiley-Liss, New York, **17**: 103-220.

Ricerca finanziata con fondi ENEA assegnati a EG.

Biol. Mar. Medit. (1999), 6 (1): 670-673

M. MINGAZZINI, L. ONORATO

Istituto di Ricerca Sulle Acque, C.N.R.,Via della Mornera, 25 - 20047 Brugherio (Milano), Italia.

# MISURE DI PRODUZIONE CELLULARE ED EXTRACELLULARE IN SAGGI DI ARRICCHIMENTO SULLA SPECIE *PHAEODACTYLUM TRICORNUTUM* BOHLIN

## *CELLULAR AND EXTRACELLULAR PRODUCTION MEASURED BY* PHAEODACTYLUM TRICORNUTUM *BOHLIN ENRICHMENT ASSAYS*

***Abstract***

*Nutrient inputs from Po river are the main responsible for massive algal blooms in North Adriatic coastal waters. Nutrient limitation seems, on the other hand, to enhance the production of mucilage-forming extracellular organic matter by phytoplankton. The assessment of the effect of nutrient enrichments on both cellular and extracellular production is thus extremely important for a correct management of the Adriatic system. The set up of an experimental framework is here proposed to face and solve the problem.*

***Key-words:*** Phaeodactylum tricornutum, *algal growth assays, extracellular production.*

## Introduzione

Gli apporti nutrizionali del Po risultano i principali responsabili delle condizioni eutrofiche del bacino nord-adriatico, determinando fenomeni di intense fioriture algali nelle zone costiere. Il controllo dei carichi di nutrienti in arrivo dal Po viene quindi riconosciuto quale strumento fondamentale per una corretta gestione del sistema marino (Marchetti, 1992) ed in particolare il fosforo è risultato il principale fattore in grado di controllare lo sviluppo della biomassa fitoplanctonica nelle acque costiere (Vollenweider *et al.*, 1992). Se da un lato la sperimentazione ha chiaramente indicato come un arricchimento nutrizionale determini l'incremento della produzione cellulare algale (Mingazzini *et al.*, 1992), dall'altro la limitazione nutrizionale è risultata, al contrario, un fattore stimolante la produzione extracellulare (Myklestad, 1995). Tuttavia, nonostante gli studi condotti negli ultimi anni a seguito degli eventi di comparse mucillaginose in Adriatico, la ricerca scientifica non è stata ancora in grado di individuare strumenti efficaci per il controllo del fenomeno della produzione extracellulare fitoplanctonica.

Con l'obiettivo di verificare contemporaneamente il ruolo degli apporti nutrizionali sulla produzione di biomassa algale e di sostanza organica extracellulare (EOM), è stata sperimentata una nuova metodologia, che prevede l'inserimento di una misura di EOM all'interno di un protocollo sperimentale consolidato per la determinazione della produzione cellulare. I principi del metodo si basano sulla risposta di un organismo test ad arricchimenti nutrizionali differenziati (EPA, 1974, 1978). In questo caso, alle stime di densità cellulare misurate su *Phaeodactylum tricornutum*, sono state accoppiate stime di produzione extracellulare in fase stazionaria. In particolare si è cercato di valutare se i fattori nutrizionali responsabili degli incrementi di biomassa cellulare inducano un parallelo incremento dei prodotti extracellulari, o se, al contrario, siano in grado di limitarlo, riducendone il tasso di produzione, come suggerito dai risultati emersi dai precedenti studi fisiologici sulle diatomee marine.

## Materiali e metodi

Per la sperimentazione sono stati utilizzati diversi campioni adriatici (C1, C2 e C3) prelevati lungo un gradiente salino (18,5, 22,7 e 30 PSU) nella zona prospiciente il delta del Po. Per l'allestimento dei saggi di arricchimento i campioni sono stati filtrati (0,45 μm) e suddivisi in subcampioni, rispettivamente addizionati con: EDTA, silicio, azoto, fosforo, fosforo e azoto, e saggiati in triplo (EPA, 1974, 1978). Per gli inoculi è stata utilizzata la diatomea *P. tricornutum* Bohlin, mantenuta in coltura in laboratorio (EPA, 1974). Questa specie infatti è ampiamente raccomandata come organismo test a livello internazionale e già sperimentata per le acque deltizie nord adriatiche su un ampio intervallo di salinità (Mingazzini, 1995). Tutti i campioni sono stati quindi incubati in condizioni controllate a 20 °C, 4500 lux ed agitazione continua (100 opm). Il potenziale di crescita algale è stato determinato misurando la massima densità cellulare sviluppata nei campioni, mediante conteggi con contatore elettronico, effettuati giornalmente per due settimane. La EOM è stata determinata mediante analisi spettrofluorimetriche a scansione sincrona (Mingazzini *et al.*, 1995) del mezzo filtrato (0,45 μm) di tutte le colture saggiate. Le analisi sono state effettuate al tempo 0, in modo da determinare il contenuto iniziale di sostanza organica disciolta nei campioni, che è stato sottratto come valore di background. La EOM prodotta da *P. tricornutum* è stata misurata dopo un mese dal raggiungimento delle massime densità cellulari, garantendo in questo modo un sufficiente accumulo dei prodotti extracellulari della fase stazionaria. La stima quantitativa di tali prodotti è stata effettuata misurando l'intensità di fluorescenza (U.F.) in corrispondenza della banda spettrale di 340 nm (Mingazzini, 1996).

## Risultati e conclusioni

In tutti i campioni saggiati sono state ottenute curve di crescita differenziate a seguito degli arricchimenti nutrizionali effettuati. I valori di densità cellulari massime sviluppate sono confrontati nella Fig. 1a. I risultati mostrano come le aggiunte di silicio o di complessante (EDTA) non siano in grado di modificare le risposte di crescita, e come l'arricchimento in azoto porti ad un incremento dello sviluppo cellulare solo nel campione C3, cioè in quello più pelagico e meno influenzato dagli apporti fluviali. Particolarmente evidente è risultato come per tutti i campioni (Fig. 1a) il fosforo, addizionato singolarmente (+P) o con azoto (+PN), determini i maggiori incrementi della biomassa algale rispetto al controllo (n.t.).

I valori di EOM prodotta (U.F. 340 nm) sono riportati nella Fig. 1b, che mostra come anche la concentrazione della sostanza organica accumulata negli stessi campioni sia più alta in corrispondenza degli stessi trattamenti (+P e +PN). In particolare i valori più elevati sembrano essere determinati dal fosforo, addizionato singolarmente o con azoto, nei campioni C1 e C2, e dall'arricchimento in fosforo ed azoto nel campione C3.

Se da un lato i dati ottenuti dalle crescite algali confermano chiaramente i precedenti risultati (Mingazzini *et al.*, 1992), indicando una situazione di limitazione assoluta da fosforo soprattutto in corrispondenza delle acque più influenzate dagli apporti fluviali, i dati di produzione extracellulare, che mostrano i maggiori incrementi di EOM a seguito dell'aggiunta dei nutrienti limitanti, sono invece in contrasto con la letteratura precedente (Myklestad, 1995). Questi risultati infatti sembrano indicare come proprio gli arricchimenti, anzichè la limitazione nutrizionale, stimolino la produzione extracellulare.

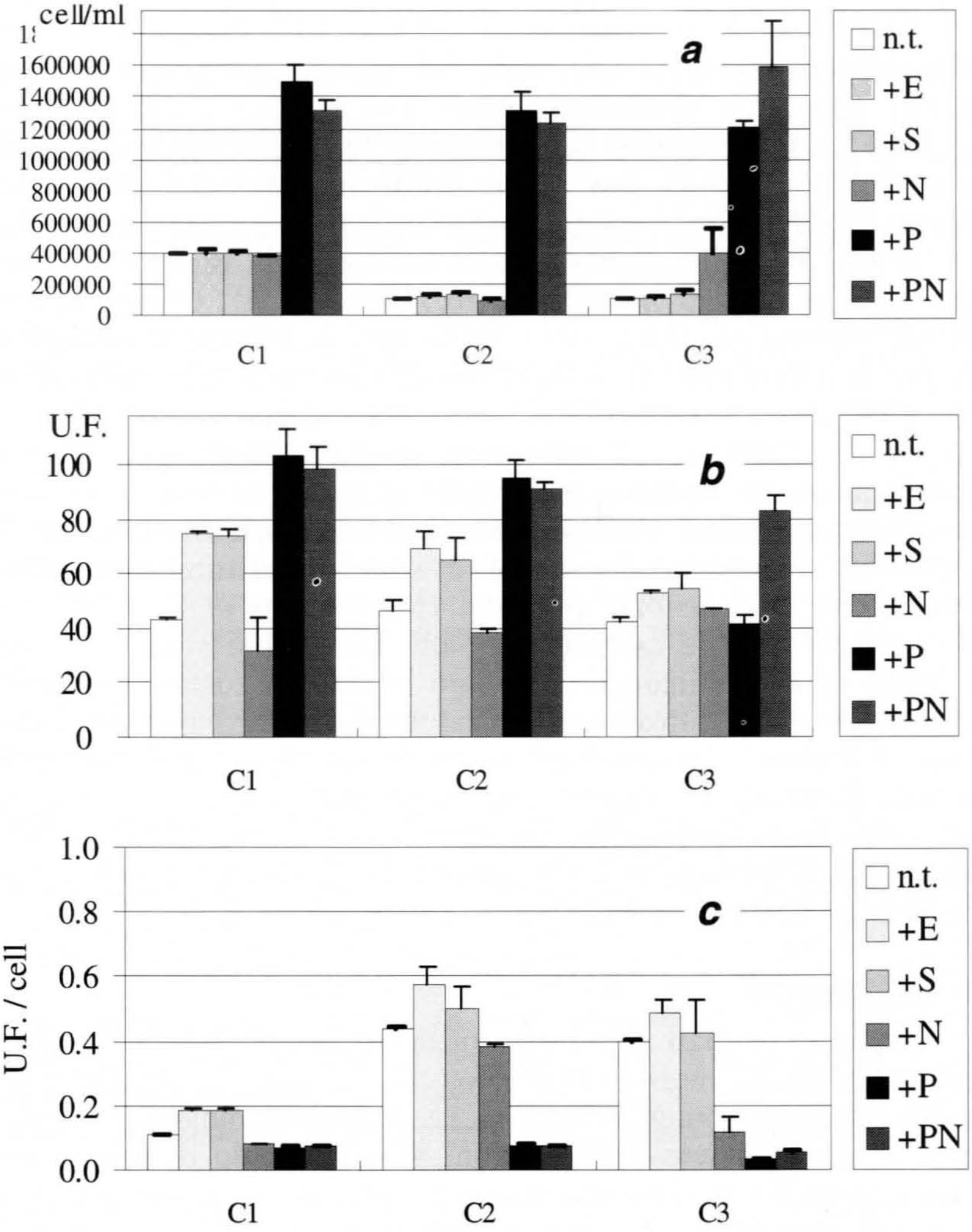



Fig. 1 - Confronto delle densità cellulari (a), della sostanza organica extracellulare (b) e della produzione extracellulare per cellula (c) misurate in tutti i campioni.

*Comparison of cell yields (a), extracellular organic matter (b) and extracellular production per cell (c) measured in the treated samples.*

D'altro canto, i precedenti studi hanno esaminato il processo a livello fisiologico, quantificandolo in termini di rata di essudazione, e cioè come EOM prodotta per cellula o come percentuale del carbonio fotoassimilato. A scopo di confronto, anche sui dati ottenuti da questa sperimentazione è stata quindi valutata la quantità di EOM per cellula.

Grazie alla metodologia da noi utilizzata, che prevede l'analisi fluorimetrica su campioni con un sufficiente accumulo dei prodotti extracellulari della fase stazionaria, è stato possibile calcolare con buona precisione la produzione di essudati per cellula utilizzando i valori di densità algale a plateau. I risultati (U.F./cell) sono riportati nella Fig. 1c, che mostra come, per tutti i campioni, i valori relativi agli arricchimenti in fosforo ed azoto risultino sorprendentemente i più bassi rispetto ai controlli.

Dal confronto delle Fig. 1a e 1c risulta quindi anche in questo caso confermato come il processo di produzione extracellulare risulti significativamente ridotto a seguito degli arricchimenti nutrizionali (+P e +PN) effettivi sulla crescita cellulare.

Le indicazioni ottenute quindi, pur essendo apparentemente in contrasto con la letteratura precedente, forniscono informazioni aggiuntive, mostrando come gli arricchimenti nutrizionali, ed in particolare in fosforo, pur riducendo i valori di produzione extracellulare per cellula (Fig. 1c), inducano un incremento della concentrazione di sostanza organica extracellulare in assoluto (Fig. 1b).

Sulla base di quanto dimostrato, l'applicazione della metodologia proposta sembra fornire utili informazioni per una corretta gestione del sistema marino nord adriatico, influenzato dagli apporti fluviali del Po.

**Ringraziamenti**

Questo studio è stato in parte finanziato dal Ministero dell'Università e della Ricerca, nell'ambito del Programma di Ricerca e Sperimentazione per il Mare Adriatico (progetto PRISMA).

**Bibliografia**

EPA (1974) - *Marine algal assay procedure: bottle test*. Nat. Environ. Res. Center, Corvallis, Or.: 43.

EPA (1978) - *The Selenastrum capricornutum Printz algal assay bottle test*. Ecol. Res. Series, Corvallis, Or.: 126.

MARCHETTI R. (1992) - The problems of the Emilia Romagna coastal waters: facts and interpretations. *Sci. Total. Environ.*, Suppl. 1992: 21-33.

MINGAZZINI M. - (1995) - Trophic potential of Po river delta waters: a new biological approach. Proc. of the Internat. Conf. *Mediterraneanchem,* Vol. 1: 115-116.

MINGAZZINI M. - (1996) - Variazioni temporali della sostanza organica extracellulare prodotta dal fitoplancton. *Biol. Mar. Medit.,* **3** (1): 618-621.

MINGAZZINI M., RINALDI A., MONTANARI G. - (1992) - Multi-level nutrient enrichment bioassays on Northern Adriatic coastal waters. *Sci. Total. Environ.*, Suppl. 1992: 115-131.

MINGAZZINI M., COLOMBO S., FERRARI G.M. - (1995) - Applications of spectrofluorimetric techniques to the study of marine mucilages in Adriatic Sea: preliminary results. *Sci. Total. Environ.*, **165**: 133-144.

MYKLESTAD S.M. (1995) - Release of extracellular products by phytoplankton with special emphasis on polysaccharides. *Sci. Total. Environ.*, **165**: 155-164.

VOLLENWEIDER R.A., RINALDI A., MONTANARI G. (1992) - Eutrophication, structure and dynamics of a marine coastal system: results of ten-year monitoring along the Emilia-Romagna coast (Northwest Adriatic Sea). *Sci. Total. Environ.*, Suppl. 1992: 63-106.

Biol. Mar. Medit. (1999), 6 (1): 674-680

M. R. VADRUCCI, A. PUGLISI*, G. MAIMONE*, M. G. GIACOBBE*,
P. MARRA, G. MAGAZZÙ**

Dipartimento di Biologia, Università di Lecce, Via Prov.le Lecce-Monteroni - 73100 Lecce, Italia.
*Ist. Sper. Talassografico CNR, Spianata San Ranieri, 86, Messina, Italia.
**ISEC - CNR, Via Pola, 4, Lesina, Fogggia, Italia.

# STRUTTURA DELLA COMUNITÀ FITOPLANCTONICA IN UN ECOSISTEMA SALMASTRO DELL'ADRIATICO MERIDIONALE

## *PHYTOPLANKTON COMMUNITY STRUCTURE IN A BRACKISH AREA OF THE SOUTHERN ADRIATIC SEA*

***Abstract***

*Phytoplankton populations in a brackish area of the southern Adriatic Sea were studied throughout a three-year cycle. The timing of aboundance, community structure and diversity index displayed irregular trends due to a number of environmental stresses connected, for most of the year; with the instability of the hydrographic regime. This prevented the establishment of a clear-cut dominance of species over the whole phytoplankton assemblage, except on some occasions when quasi-monospecific blooms of dinoflagellates or diatoms developed.*

***Key-words:*** *Phytoplankton, brackish waters, Adriatic Sea.*

## Introduzione

Lo studio del fitoplancton negli ecosistemi salmastri temperati presenta problematiche estremamente complesse che dipendono soprattutto dalle peculiari condizioni idrologiche e topografiche che caratterizzano tali ambienti (Tolomio, 1983-84). L'azione combinata di diversi fattori quali gli apporti nutrivi alloctoni, gli scambi idrici con il mare antistante e gli ambienti dulciacquicoli, la bassa profondità della colonna d'acqua, risultano in variazioni repentine e profonde che impediscono a tali ecosistemi di raggiungere quella stabilità temporale necessaria affinché si instauri nell'ambiente una comunità fitoplanctonica tipica.

In particolare, la struttura dei popolamenti di questi ecosistemi deriva dalla confluenza di diverse popolazioni, provenienti sia dagli ambienti marini che da quelli dulciacquicoli. Il successivo differenziamento della popolazione si verifica attraverso la regressione delle forme più sensibili alle variazioni ambientali, con una conseguente riduzione nella ricchezza specifica e dominanza di quelle poche specie che trovano in queste acque condizioni ottimali per lo sviluppo (Raymont, 1980).

Nel presente lavoro viene esaminata la struttura del popolamento fitoplanctonico in un bacino salmastro dell'Adriatico meridionale (Aquatina-Frigole, Puglia). Lo studio, condotto nel corso di tre anni (1994-1996), valuta le variazioni nella struttura della comunità fitoplanctonica, anche alla luce delle modifiche apportate nell'idrodinamismo, conseguenti all'attivazione di un impianto sperimentale di acquacoltura integrata dall'agosto 1995 (Zonno *et al.*, 1998).

## Materiali e metodi

Lo stagno salmastro di Acquatina è un bacino costiero artificiale, situato a circa 14 Km da Lecce lungo il litorale Adriatico. Importanti contributi di acqua dolce

affluiscono al bacino attraverso il canale di Giammatteo, mentre un secondo canale lungo 400 m e largo 8 m, consente la comunicazione con il mare antistante. I campionamenti d'acqua per l'analisi quali-quantitativa del fitoplancton sono stati condotti in tre stazioni a partire da gennaio 1994 fino a dicembre 1996. I prelievi (Fig. 1) sono stati effettuati con cadenza quindicinale sia alle quote superficiali che in prossimità del fondo (1.5 m) nelle stazioni 3 e 4 e, solo in superficie, nella stazione 1. I campioni sono stati fissati con soluzione di Lugol ad una concentrazione finale dell'1%. Il conteggio cellulare è stato effettuato in camere di sedimentazione in accordo al metodo di Utermöhl (1958), utilizzando un microscopio rovesciato NIKON mod. Diaphot 300. Al fine di ottenere informazioni più complete circa la struttura e l'evoluzione delle comunità fitoplanctonica dello stagno, sono stati calcolati per ogni stazione e per ogni campionamento l'indice di diversità (H' di Shannon, 1949) e l'indice di evenness (Pielou, 1969).

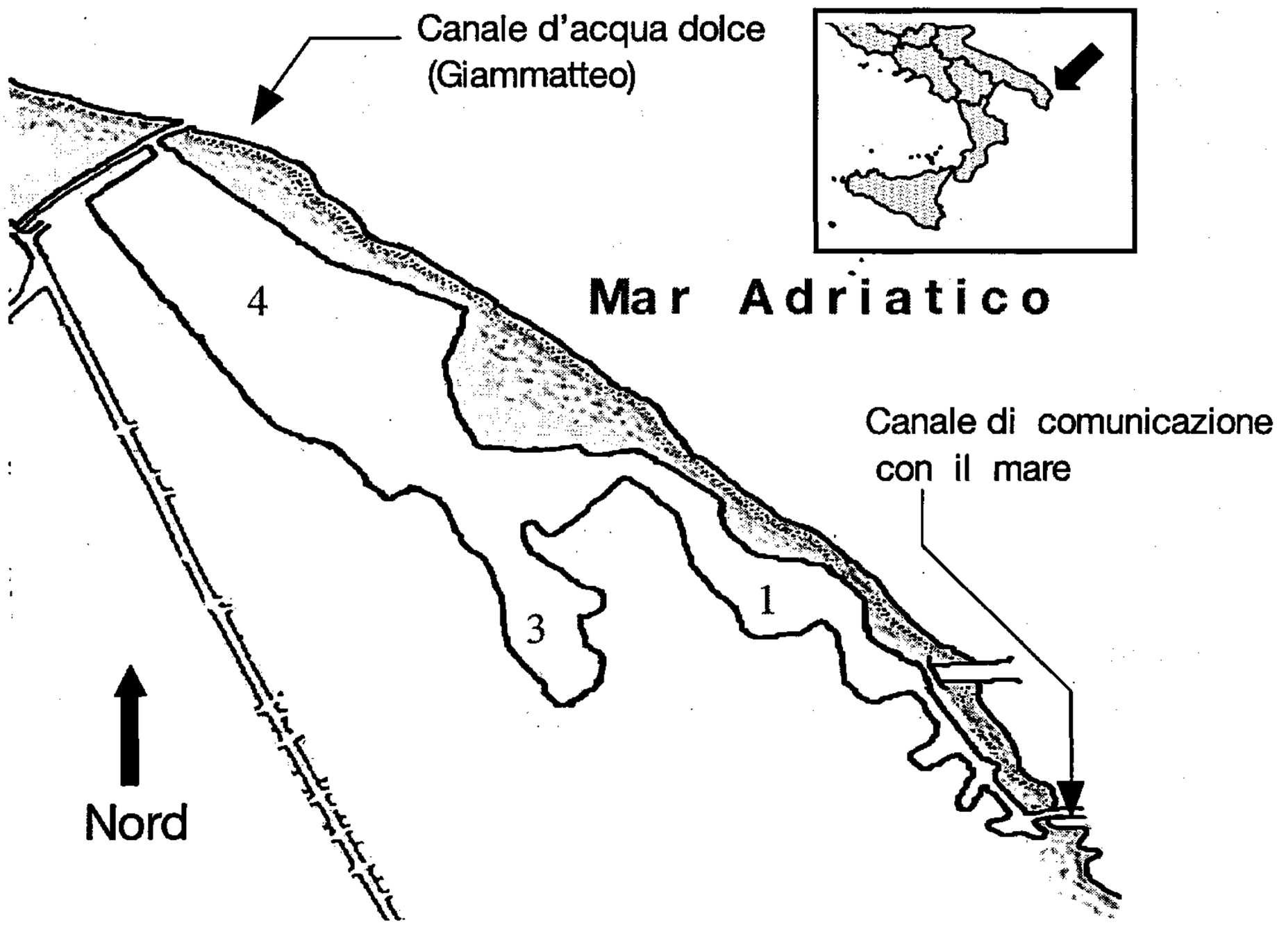



Fig. 1 - Stagno salmastro di Acquatina e stazioni di campionamento.
*Acquatina brackish pound and sampling stations.*

## Risultati

Il periodo di studio considerato può essere sostanzialmente diviso in due parti: 1994 e 1995-1996. Nel 1994, il livello delle densità cellulari si è mantenuto, ad eccezione di qualche fioritura primaverile, su valori relativamente modesti e tipici di ambienti salmastri oligotrofici ($<6\times10^5$ cell/l), in buon accordo con i valori di

biomassa fitoplanctonica e produzione primaria rilevati nello stagno nello stesso intervallo temporale (Vadrucci *et al.*, 1998). La struttura del popolamento ha mostrato un chiaro differenziamento nel corso del primo anno, con predominanza di organismi di piccola taglia (cianoficee e fitoflagellate, 60% della popolazione totale) nel periodo gennaio-maggio e prevalenza di diatomee e dinoflagellate (80% della popolazione totale) nella seconda parte dell'anno. Questa inversione a favore della frazione microfitoplanctonica è coincisa con l'aumento estivo della temperatura, salinità e irradianza (Giacobbe *et al.*, 1996). Nel secondo periodo di campionamento (1995-1996) la frazione nanoplanctonica è apparsa meno rappresentata (soprattutto nel 1995) ma ritorna a costituire una frazione importante nella seconda metà del 1996 (60-70% della popolazione totale). Durante questo biennio, un marcato picco delle densità ha interessato l'intera area nel giugno del 1995, con una fioritura diffusa di dinoflagellate *(Prorocentrum micans* e *P. minimum)* presumibilmente favorita dalla elevata temperatura delle acque dello stagno.

Dall'autunno dello stesso anno e per tutto il 1996 (Fig. 2), i valori di densità cellulare hanno avuto un ulteriore incremento, risultando in tutte le stazioni mediamente superiori a $8 \times 10^5$ cell/l con massimi assoluti alla stazione 4 in marzo e novembre 1996 ($6 \times 10^6$ cell/l). Queste fioriture, localizzate nel tempo e nello spazio, sono ascrivibilì allo sviluppo di taxa tipici di ambienti dulciacquicoli

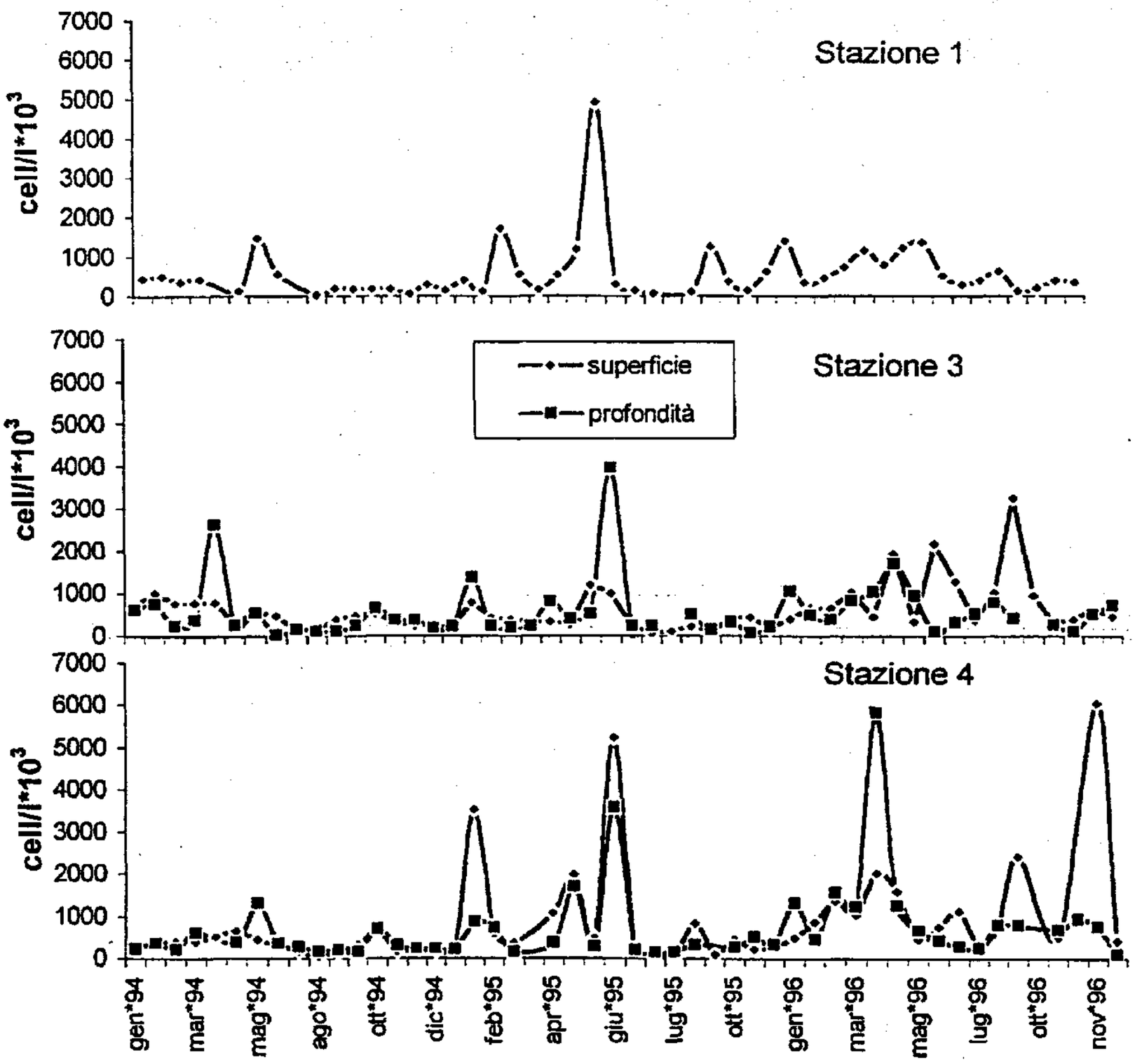



Fig. 2 - Andamenti temporali delle densità fitoplanctoniche alle stazioni 1, 3 e 4.
*Timing of phytoplankton densities at stations 1, 3 e 4.*

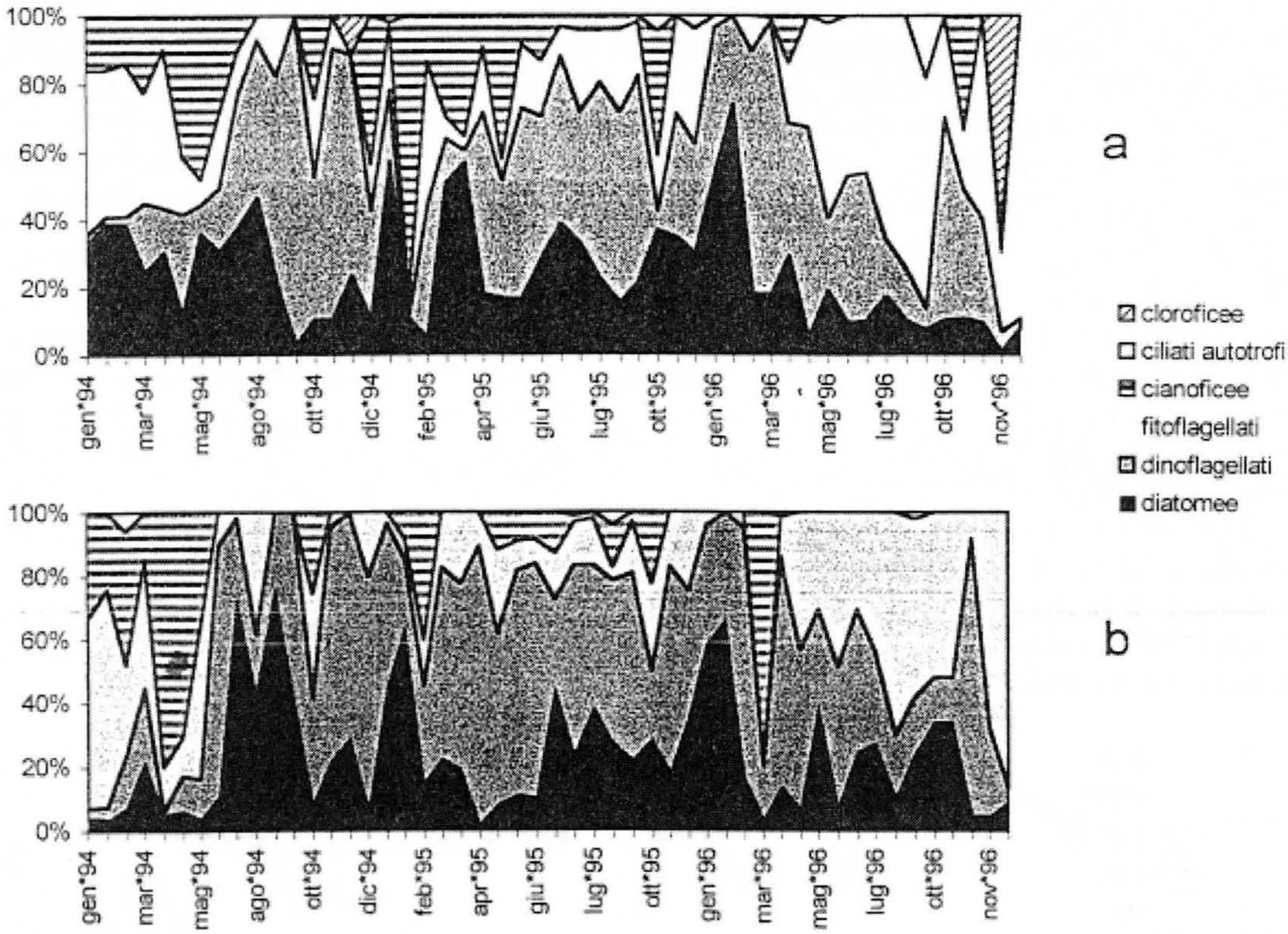



Fig. 3 - Composizione percentuale della struttura fitoplanctonica in superficie (a) e in prossimità del fondo (b). Valori medi nelle tre stazioni.

*Percentage composition of the phytoplankton guild at the surface (a) and near-bed layer (b). Values averages from the three stations.*

(cianoficee e cloroficee) (Fig. 3 a, b), che costituiscono un indice di come questa stazione risenta maggiormente dell'afflusso delle acque dolci provenienti dal canale Giammatteo. Nel ciclo di osservazioni considerato, i taxa dominanti sono stati diatomee, dinoflagellate fitoflagellate e cianoficee mentre cloroficee, crisoficee e euglenoflcee sono state rinvenute solo occasionalmente e limitatamente ad alcune stazioni.

Tra le diatomee hanno predominato forme pennate ticopelagiche appartenenti ai generi *Navicula, Nitzschia, Cylindrotheca, Amphora; Cocconeis,* tra le centriche è risultato dominante il genere *Coscinodiscus.* Le dinoflagellate sono state caratterizzate dal genere *Prorocentrum,* con *P. micans* e *P. minimum,* sebbene siano risultati presenti anche *Scrippsiella* spp. e forme atecate. Tale composizione è confrontabile con quella osservata precedentemente da Tolomio *et al.* (1992) nello stesso stagno di Acquatina e in altre lagune dell'Adriatico (Tolomio *et al.*, 1990). Tuttavia, la caratteristica più importante riguarda, maggiormente nel periodo tardo invernale, del 1996, la comparsa all'interno del bacino, di diatomee pelagiche *(Chaetoceros* spp. e *Skeletonema* spp.), la cui presenza era invece apparsa trascurabile nei precedenti cicli di osservazione (Tolomio *et al.*, 1992; Giacobbe *et al.*, 1996). La loro ingressione è imputabile al miglioramento apportato, nel 1995, agli scambi idrici con l'ambiente marino.

Il confronto degli andamenti temporali dell'indice di Shannon nelle varie stazioni e nelle due quote di campionamento (Fig. 4 a, b) hanno consentito di evidenziare valori più elevati in prossimità del fondo a causa della maggiore incidenza di taxa ticopelagici soprattutto di diatomee pennate.

Alle quote superficiali, i massimi valori di diversità sono stati osservati nella stazione maggiormente influenzata dagli apporti marini in accordo a quanto riportato da Tolomio *et al.* (1992).

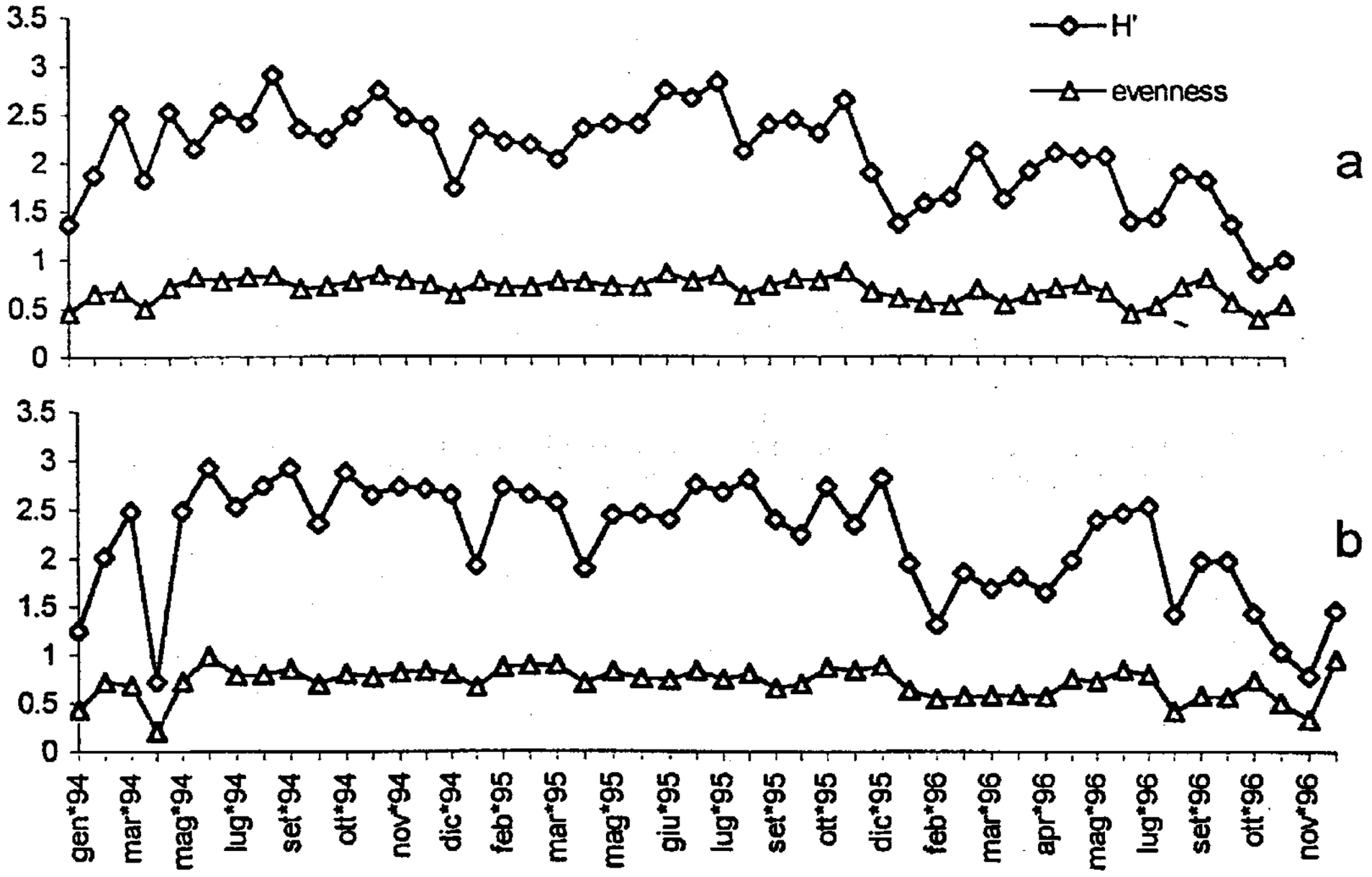



Fig. 4 - Andamento temporale dell'indice di diversità in superficie (a) e in prossimità del fondo (b). Valori medi nelle tre stazioni.

*Timing of the diversity index at the suface (a) and near-bed layer (b). Values averaged from the three stations.*

I risultati ottenuti non hanno inoltre evidenziato variazioni significative dell'indice di diversità nei vari periodi stagionali. Si può quindi ipotizzare che tale comunità non raggiunga mai gli stadi più maturi della successione, caratterizzati da una più alta diversità specifica in particolar modo nel periodo estivo (Margalef, 1963).

Analogamente le analisi degli andamenti temporali di *e'* hanno dimostrato, a parte qualche eccezione, che in questa comunità nessuna specie è totalmente dominante e che gli individui appartenenti ai vari taxa sono equamente ripartiti. Tuttavia è evidente una riduzione dei valori H' ed *e'* a partire dall'ottobre del 1995 (figura 4) [valori medi H' (1994-95) = 2,36 ± 0,53; H'(1996) = 1,60 ± 0,49; evenness = (1994-95) 0,73 ± 0,15; evenness (1996) = 0,562 ± 0,16] in coincidenza ad un aumento dell'abbondanza di diatomee pelagiche (dicembre 1995 a marzo 1996) e di organismi di taglia nanoplanctonica (fitoflagellate, mar. 96 - dic. 96).

La relazione tra diversità e numero di taxa per ogni anno di campionamento (Fig. 5) evidenzia quanto affermato precedentemente; infatti la distribuzione di tutti i dati relativi al 1994-95 raggiunge diversità di circa 3 bit/cell e quasi 25 taxa per anno, mentre quella relativa al 1996 presenta una diversità massima di circa 2,18 bit/cell e con circa 20 taxa.

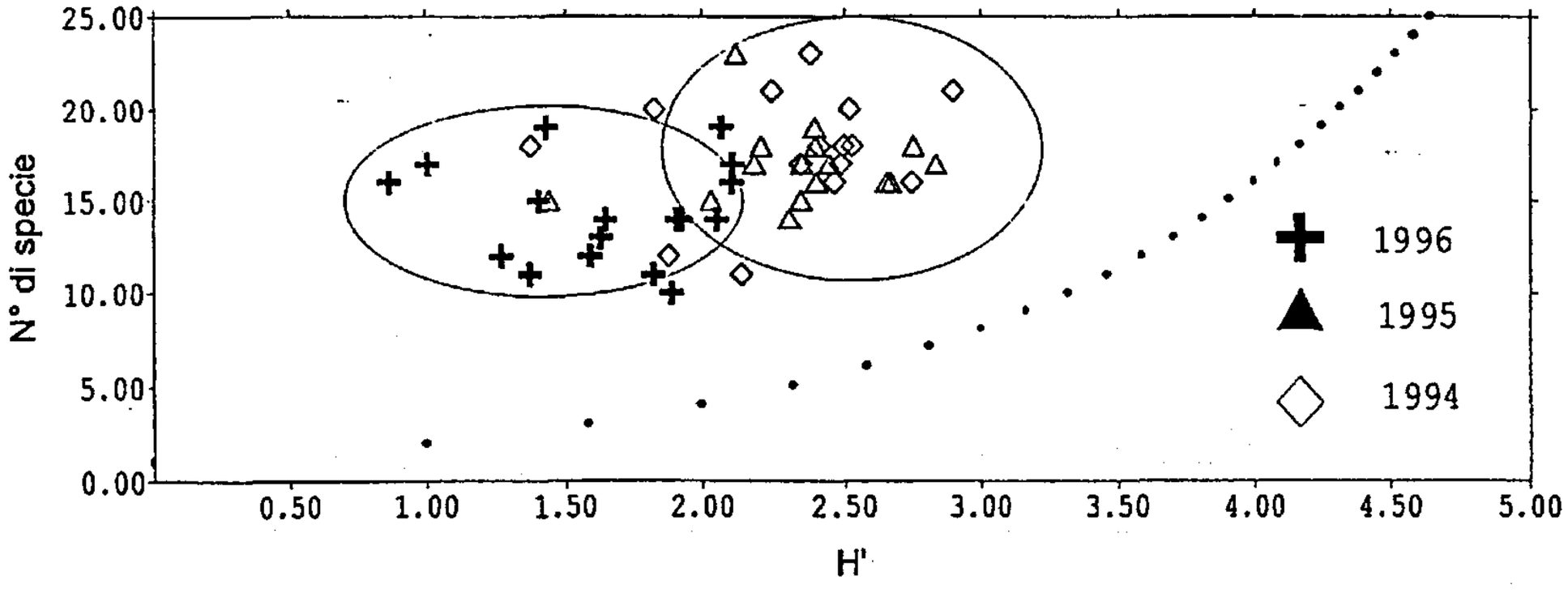



Fig. 5 - Distribuzione di H' in relazione al numero di specie. La curva rappresenta la diversità massima Hmax = log2S.
*H' versus species number.*

## Conclusioni

L'analisi dei dati ottenuti nel ciclo di tre anni ha consentito di evidenziare ampie e frequenti variazioni dell'abbondanza e della successione fitoplanctonica nell'ecosistema salmastro studiato, a causa dei notevoli stress ambientali, connessi alle repentine variazioni idrodinamiche e termoaline, cui il sistema è sottoposto. In queste condizioni diventa impossibile per queste popolazioni instaurare quei fenomeni di coesistenza e esclusione competitiva, che sono invece alla base dei classici modelli successionali di comunità fitoplanctoniche di altri ambienti acquatici più stabili, quali acque aperte o laghi (Colinvaux, 1982).

Pertanto l'instabilità del regime idrografico, in buona parte connessa alla scarsa profondità del corpo idrico, può essere considerata come il principale fattore perturbativo responsabile delle frequenti fluttuazioni, sia in termini quantitativi che qualitativi, delle cenosi fitoplanctoniche studiate. La struttura della comunità fitoplanctonica dello stagno di Acquatina è caratterizzata da una bassa diversità specifica, in accordo con quanto rinvenuto in altri ambienti salmastri, e da una distribuzione più o meno omogenea degli individui appartenenti ai vari taxa. Di questa condizione sembra essere ancora una volta responsabile l'ampia variabilità delle caratteristiche termoaline del comparto acquatico che limita lo sviluppo alle poche forme ad ampia valenza ecologica.

Nel bacino il miglior ricambio idrico apportato alla fine del 1995, è stato confermato dalla comparsa ed incremento numerico di forme planctoniche eupelagiche. Tali organismi, pur subendo una riduzione nel numero di specie, a favore delle forme più tolleranti, hanno talvolta dato origine a episodi di sviluppo massivo dovuti a *Chaetoceros* sp. e *Skeletonema* sp. (inverno, 1996). Inoltre ha portato alla quasi totale scomparsa di taxa a maggiore affinità dulciacqicola, soprattutto cianoficee, che sono state rinvenute solo occasionalmente nel settore influenzato in minor misura dagli apporti marini.

## Bibliografia

COLINVAUX P. (1982) - *Ecology.* J Wiley e Sons, New York: 615 pp.

GIACOBBE M.G., VADRUCCI M.R., PUGLISI A., MAIMONE G., MAGAZZÙ G. (1996) - Ciclo annuale del fltoplancton nello stagno di Acquatina in relazione alle condizioni ambientali. *S.IT.E Atti,* **17**: 451-454.

MARGALEF R. (1963) - Succession in marine populations. *Advancing Frontiers Plant Sci.,* New Delhi, **2**: 137-188.

PIELOU E.C. (1969) - An lntroductions to mathematical Ecology. *Wiley - Interscience, New York:* 221-235.

RAYMONT J.E.O. (1980) - Plankton and Productivity in the ocean. Vol: *Phytoplankton:* 238-242.

SHANNON C.E., WEAVER O. (1949) - *The mathematical theory of communication.* III University of Illinois Press, Urbana Chicago: 125 pp.

TOLOMIO C. (1983-84) - Struttura delle comunità a microalghe planctoniche nelle acque mixoaline del Mare Adriatico. *Nova Thalassia,* **6**: 165-183.

TOLOMIO C. (1990). - Hydrologie et phytoplancton dans un bassin saumâtre de la mer Adriatique nord-occidentale (Valle Grande, Bibione). *Acta adriatique,* **31**: 75-97

TOLOMIO C., ANDREOLI C., DARIN M., BARTOLOTTO M. (1992) - Le phytoplancton de surface dans la lagune d'Acquatina-Frigule (mer Adriatique meridionale). *Marine Life,* **2** (1): 47-52.

UTERMÖHL K. (1958) - Zur vervollkornmnung der quantitativen phytoplankton methodik. *Mitteilungen Internationale Vereinigung fur Theoretische und Angewandte Limnologie,* **9**: 1-38.

VADRUCCI. M.R., MELE S., MARRA P., ZONNO V., MAGAZZÙ G. (1998) - Evoluzione dello stato trofico nello stagno di Acquatina dal 1992 al 1996. *Biol. Mar. Medit.,* **5** (1): 651-656.

ZONNO V., PAGLIARA T., VADRUCCI M.R., STORELLI C. (1998) - Gestione del bacino costiero di Acquatina (Frigole - Lecce, Italia) attraverso sistemi di acquacoltura ecocompatibili. *Biol. Mar. Medit.,* **5** (1): 473-480.

Biol. Mar. Medit. (1999), 6 (1): 681-684

S. VANUCCI, V. BRUNI, O. MANGONI*

Dipartimento di Biologia Animale ed Ecologia Marina, Università di Messina,
Salita Sperone, 31 - 98166 S. Agata, Messina, Italy.
*Dipartimento di Zoologia, Università di Napoli "Federico II", Italy.

# SOME OBSERVATIONS ON PICOPHYTOPLANKTONIC AND NANOPHYTOPLANKTONIC COMMUNITIES IN THE STRAIT OF MAGELLAN

## *ALCUNE OSSERVAZIONI SULLE COMUNITÀ PICOFITOPLANCTONICHE E NANOFITOPLANCTONICHE NELLO STRETTO DI MAGELLANO*

***Abstract***

*Pico- and nanophytoplankton abundance and size-fractionated chlorophyll a were measured at 8 stations along the Strait of Magellan at the beginning of austral autumn. At all stations, except stations located in the northernmost part of Paso Ancho, cells <3 μm in size dominated phytoplankton. Four main phytoplankton communities were also identified along the Strait.*

***Key-words:*** *picophytoplankton, nanophytoplankton, size-fractionated Chl* a, *Strait of Magellan.*

## Introduction

The Strait of Magellan is a 550 km long channel located in the South American subantarctic region, between Patagonia and Terra del Fuego, connecting the Pacific and Atlantic Oceans. So far the problem of the origin of the waters of the Strait of Magellan and the influence of the hydrographic structures on the biology and ecology of the system are still open to debate (Saggiomo *et al.*, 1994 and references therein). Concerning the ecology of phytoplankton, two recent studies (Saggiomo *et al.*, 1994; Carrada *et al.*, 1994) have pointed out the high contributions of pico- and nanoplankton to chlorophyll *a* within the internal part of the Strait.

This note presents preliminary results on cell abundance of picophytoplankton and nanophytoplankton and on size-fractionated chlorophyll *a* at 8 stations located along the Strait in distinct hydrographic sectors during early autumn 1995.

## Materials and methods

Samples were collected during the cruise carried out in the Strait of Magellan on board the RV 'Italica' during the beginning of austral autumn (25 March to 6 April 1995) within the framework of PNRA (Programma Nazionale di ricerche in Antartide). The study was conducted along the Strait from west to east (Fig. 1). Picophytoplankton (0.2-2 μm) and nanophytoplankton (2-10 μm) were determined by autofluorescence microscopy (Kemp *et al.*, 1993); nanophytoplankton was classified into three size groups (2-3 μm; 3-5 μm; 5-10 μm).

Total and size-fractionated (picophytoplankton <2 μm; nanophytoplankton 2-10 μm; microphytoplankton, >10 μm fractions) chlorophyll *a* concentrations were determined spectrofluorometrically according to Holm-Hansen *et al.* (1965).

Correlation analyses (Sokal & Rohlf 1981) were performed to assess degrees of correlation among chlorophyll *a* size fractions and phytoplankton size classes.

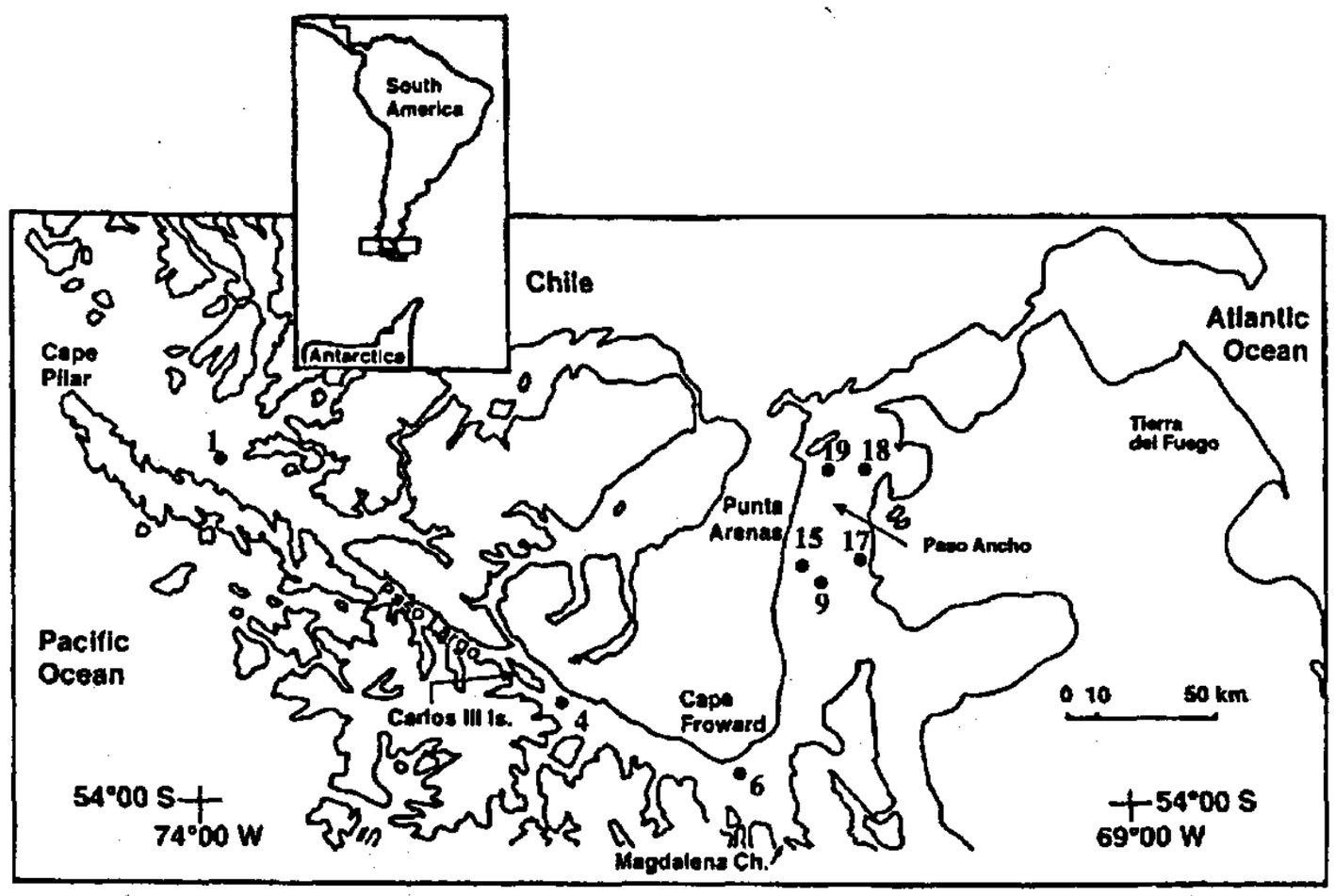



Fig. 1 - Location of sampling stations.
*Ubicazione delle stazioni di campionamento.*

## Results

Pico- and nanophytoplankton ranged respectively from $8.10x10^5$ to $3.28x10^7$ cells $l^{-1}$ and from $2.20x10^5$ to $6.74x10^6$ cells $l^{-1}$.

By considering the surface layer (5-50 m) of the water column, picophytoplankton showed the highest values in the central part of Paso Ancho basin (Fig. 2a; Sts 9, 15, 17) while the lowest values were found at stations western Cape Froward (Sts 1, 4, 6). Prokaryotic cells dominated picophytoplankton community. The highest contribution of eukaryotes to the total picophytoplankton was observed at St. 4 (Tab. 1).

The lowest nanophytoplankton integrated density was found at St. 4 and the highest density at St. 17 (Fig. 2a). At all stations the size-structure of nanophytoplankton was characterised by the dominance of 2-3 μm cells which reached the highest contribution (82%; Tab. 1) to the total nanophytoplankton at St. 6.

Total chlorophyll *a* showed the highest concentrations in the shallow and homogeneous waters of northern part of the Paso Ancho basin (Fig. 2b; Sts 18, 19); in this area, near the channel opening to the Atlantic Ocean, microphytoplankton was dominant (>40% of the total chlorophyll *a*; Tab.1). Chl *a* values of the <2 μm fraction closely correlated with picophytoplanktonic cell numbers ($n=46$, $p<0.001$). Closely correlation was also found between Chl *a* values of the 2-10 μm fraction and nanophytoplanktonic cell abundance ($n=46$, $p<0.001$).

## Conclusions

On the basis of standing crop measurements (i.e. pico- and nanophytoplankton cell abundance and total chorophyll *a* concentrations), three main phytoplankton assemblages were identified along the Strait at the beginning of autumn. The first occupied the Andean sector to Cape Froward, the second the central part of Paso Ancho basin and the third one the northernmost part of Paso Ancho.

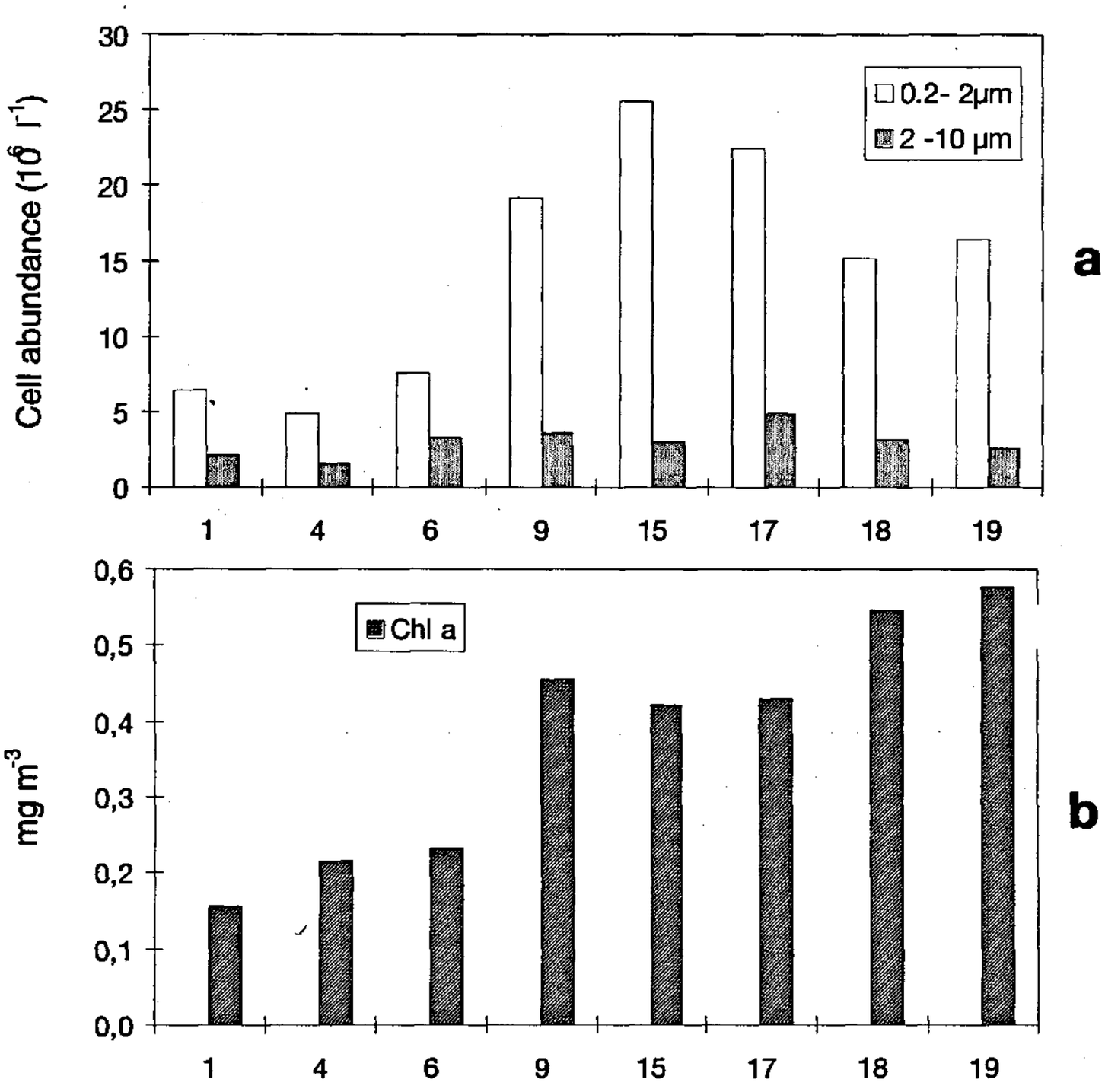



Fig. 2 - (a) Integrated (5-50 m) abundance of pico- (0.2-2 µm) and nanophytoplankton (2-10 µm); (b) integrated (5-50 m) total chlorophyll *a* at sampling stations.

*(a) Abbondanze cellulari (valori integrati 5-50 m) del pico- (0.2-2 µm) e del nanofitoplancton (2-10 µm); (b) concentrazione della clorofilla a totale (valori integrati 5-50 m) nelle stazioni campionate.*

Tab. 1 - Relative contribution (%): of prokaryotes (Proka) and eukaryotes (Euka) to total picophytoplankton; of the three nanophytoplanktonic size classes to total nanophytoplankton; of the three chlorophyll *a* size-fractions to total chlorophyll *a* at sampling stations (integrated values over 5-50 m).

*Contributo relativo (%): dei procarioti e degli eucarioti al picofitoplancton totale; delle tre classi dimensionali del nanofitoplancton al nanofitoplancton totale; delle tre frazioni dimensionali della clorofilla a totale (valori integrati 5-50 m).*

| | Picophytoplankton | | Nanophytoplankton | | | Chlorophyll *a* | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Station | Proka | Euka | 2-3 µm | 3-5 µm | 5-10 µm | < 2 µm | 2-10 µm | > 10 µm |
| 1 | 93 | 7 | 64 | 32 | 4 | 64 | 25 | 11 |
| 4 | 73 | 27 | 71 | 28 | 1 | 44 | 22 | 34 |
| 6 | 86 | 14 | 82 | 14 | 4 | 53 | 22 | 25 |
| 9 | 95 | 5 | 54 | 42 | 4 | 55 | 27 | 18 |
| 15 | 88 | 12 | 63 | 34 | 3 | 45 | 33 | 22 |
| 17 | 95 | 5 | 53 | 43 | 4 | 52 | 29 | 19 |
| 18 | 96 | 4 | 66 | 29 | 5 | 26 | 18 | 56 |
| 19 | 86 | 14 | 50 | 44 | 6 | 31 | 25 | 44 |

On the other hand the composition of picophytoplankton and the size structure of chlorophyll *a* showed differences between the communities found western (St.1) and eastern (Sts 4 and 6) Carlos III Island pointing out different hydrodynamic and ecological constraints. In the Andean sector (western Carlos III Island) surface nitrate concentrations were the lowest observed during the cruise (Catalano *et al.*, 1996). By contrast, from Carlos III Island to Cape Froward, nitrate showed the highest surface concentrations and the presence of a divergence zone was suggested by Saggiomo *et al.* (1994). In this area the highest contribution of eukaryotes and cells 2-3 µm in size to picophytoplankton and to nanophytoplankton respectively, suggest that the very small eukaryotes, due to their negligible sinking rate, high light-harvesting capacity and better quantum efficiency are competitive as well as very small diatoms in deep vertical mixing and nutrient rich waters. This is consistent with recent data reported by Hall & Vincent (1990) in a coastal upwelling area.

**Acknowledgements**

This research was supported by the Italian National Programme of Antarctica (PNRA) funded by the Italian Government.

**References**

CARRADA G.C., FABIANO M., POVERO P., SAGGIOMO V. (1994) - Surface distribution of size-fractionated chlorophyll *a* and particulate organic matter in the Strait of Magellan. *Polar Biol.*, **14**: 447-454.

CATALANO G., ACUNA A., BENEDETTI F. (1996) - The Straits of Magellan dissolved oxygen and nutrient distribution during the 2nd joint Italian-Chilean cruise (March 1995). In: Faranda F.M., Guglielmo L., Povero P. (eds), *Nat. Prog. Ant. Res. Straits of Magellan Ocean. Cruise, March-April 1995. Data Rep. (1996)*: 55-68.

KEMP P.F., SHERR B.F., SHERR E.B., COLE J.J. (1993) - *Handbook of methods in Aquatic Microbial Ecology*. Lewis Publishers, New York: 777 pp.

HALL J.A., VINCENT W.F. (1990) - Vertical and horizontal structure in the picoplankton communities of a coastal upwelling system. *Mar. Biol.*, **32**: 465-471.

HOLM-HANSEN O., LORENZEN C.J., HOLMES R.W., STRICKLAND J.D.H. (1965) - Fluorometric determination of chlorophyll. *J. Cons. perm. int. Explor. Mer.*, **30**: 3-15.

SAGGIOMO V., GOFFARD A., CARRADA G.C., HECQ J.H. (1994) - Spatial patterns of phytoplanktonic pigments and primary production in a semi-enclosed periantarctic ecosystem: the Strait of Magellan. *J. Mar. Syst.*, **5**: 119-142.

SOKAL R.R., ROHLF F.J. (1981) - *Biometry*. Freeman, New York.

Biol. Mar. Medit. (1999), 6 (1): 685-687

C. CELLI, N. RICCARDI*, M.G. MARIN

Dipartimento di Biologia, Università di Padova, Via G. Colombo, 3 -35121 Padova, Italia.
* Ist. Ital. Idrobiologia, CNR, Verbania Pallanza, Italia.

# COMPOSIZIONE BIOCHIMICA E CONTENUTO ENERGETICO IN ALCUNI ASCIDIACEI DELLA LAGUNA VENETA

## *BIOCHEMICAL COMPOSITION AND ENERGY CONTENT OF SOME ASCIDIANS FROM THE VENICE LAGOON*

***Abstract***

*Seasonal variations of biochemical composition and energy content were studied in nine species of ascidians from the Venice Lagoon over a period more than two year long. The low energetic values obtained for these organisms allow some considerations about their role in the lagoon ecosystem.*

***Key-words:*** *Ascidians, biochemical composition, energy content, Venice Lagoon.*

## Introduzione

Nella Laguna Veneta gli Ascidiacei rappresentano una componente importante del bentos di substrato duro, sia come numero di specie che in termini di biomassa. Può risultare quindi particolarmente interessante tentare una valutazione della produzione di questi organismi e del ruolo da essi svolto nella dinamica dei trasferimenti di energia tra i diversi livelli trofici nelle acque lagunari. Un approccio alla definizione della produzione secondaria può avvenire attraverso lo studio della composizione biochimica e la successiva trasformazione dei dati ottenuti in misure di energia.

## Materiali e metodi

Composizione biochimica e contenuto energetico sono stati studiati in nove specie di ascidie, sia coloniali (*Botryllus schlosseri, Botrylloides leachi, Botrylloides violaceus, Didemnum* sp., *Aplidium* sp.) che solitarie (*Ascidiella aspersa, Ciona intestinalis, Styela plicata, Molgula socialis*), raccolte nel bacino meridionale della Laguna Veneta, seguendone le variazioni stagionali in un arco di tempo di oltre due anni.

Ogni campione era costituito da pool di organismi della stessa specie; per le forme solitarie sono stati esaminati separatamente tunica e corpo privo di tunica (visceri). Si è proceduto alla determinazione di peso umido, peso secco dopo liofilizzazione e peso secco senza ceneri. La composizione biochimica è stata valutata sul materiale liofilizzato mediante l'impiego di tre metodi colorimetrici: Dubois *et al.* (1956) per i glucidi, Lowry *et al.* (1951) per le proteine e Mann e Gallagher (1985) per i lipidi, estratti secondo la tecnica di Pande *et al.* (1963). Il contenuto energetico è stato calcolato sommando il contributo relativo a ciascuna componente biochimica, opportunamente trasformata in energia utilizzando i fattori di conversione in kJ/g riportati da Brody (1945). La procedura viene descritta in dettaglio da Crisp (1984).

La composizione elementare è stata determinata su campioni di *B. schlosseri* e di *S. plicata* per mezzo di un analizzatore elementare CHN-S mod. EA1108. Il contenuto energetico è stato quindi definito anche sulla base del contenuto in carbonio, secondo l'equazione formulata da Gnaiger e Bitterlich (1984).

## Risultati e discussione

Gli Ascidiacei risultano essere costituiti da un'elevata percentuale d'acqua (spesso superiore al 90%) e di ceneri (circa il 50% del peso secco). Nelle forme coloniali e nei visceri delle solitarie la frazione organica è composta soprattutto da proteine (circa il 40%); la bassa percentuale di lipidi (7%) evidenzia il loro mancato immagazzinamento come tipiche sostanze di riserva, situazione diffusa tra le specie bentoniche. I glucidi sono presenti con percentuali inferiori al 10%. La composizione biochimica si differenzia invece nella tunica delle specie solitarie dove la frazione glucidica assume valori piuttosto elevati (24%), giustificati dalla presenza di una consistente componente polisaccaridica (tunicina). Per le proteine si registra una percentuale paragonabile a quella dei glucidi, mentre i lipidi hanno livelli bassissimi (2%).

Le proteine costituiscono la componente che manifesta i cambiamenti stagionali più marcati, variando dal 30% al 50% del peso secco senza ceneri, generalmente con valori massimi in inverno e in primavera, nella fase che precede il periodo di riproduzione sessuale. La variabilità della componente proteica, descritta anche per altri organismi quali Taliacei, Cnidari e Ctenofori (Donnelly *et al.*, 1994), lascia supporre che le proteine costituiscano una qualche forma di riserva. Carboidrati e lipidi presentano, invece, variazioni così ristrette che risulta difficile evidenziarne un andamento particolare. Solo nei visceri di specie solitarie è possibile notare un trend stagionale inverso per queste due componenti.

Il contenuto energetico degli Ascidiacei (circa 15 kJ/g di peso secco senza ceneri), valutato a partire dai dati di composizione biochimica, risulta essere inferiore a quello riportato per la maggior parte degli invertebrati marini (circa 22 kJ/g da Brey *et al.*, 1988). Ma un'elevata percentuale di materia organica (dal 37% al 57%) non viene stimata mediante i metodi classici di determinazione della composizione biochimica, come già riscontrato in invertebrati marini di consistenza gelatinosa (Madin *et al.*, 1981; Clarke *et al.*, 1992). Il contenuto energetico valutato a partire dalla quantità di carbonio organico (17 kJ/g) risulta peraltro molto simile a quello ottenuto in base alla composizione biochimica. E' quindi possibile ipotizzare che le due misure di calorimetria riportate siano vicine al contenuto energetico reale.

## Conclusioni

Il ruolo trofico degli Ascidiacei nell'ecosistema lagunare può essere così riconsiderato: in questi organismi filtratori produzione fitoplanctonica e detrito organico, consumati a tassi elevati, vengono trasformati in biomassa ricca di acqua e ceneri e povera di energia. Una scarsa appetibilità è stata peraltro dimostrata in alcune ascidie e sembra imputabile alla presenza di metaboliti che esplicano un'azione *anti-feeding* (Lindquist *et al., 1992;* Leo e Ryland, 1994). Queste condizioni, nel loro insieme, potrebbero spiegare la sostanziale assenza di predazione sulle ascidie lagunari. La loro produzione sembra rientrare nella catena trofica soprattutto attraverso la via del detrito.

## Bibliografia

BREY T., RUMOHR H., ANKAR S. (1988) - Energy content of macrobenthic invertebrates: general conversion factors from weight to energy. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, **117**: 271-278.

BRODY S. (1945) - *Bioenergetics and growth*. Reinhold, New York: 1023 pp.

CLARKE A., HOLMES L.J., GORE D.J. (1992) - Proximate and elemental composition of gelatinous zooplankton from the Southern Ocean. *J.Exp. Mar. Biol. Ecol.*, **155**: 55-68.

CRISP D.J. (1984) - Enery flow measurement. In: Holme N.A.,McIntyre A.D. (Eds), *Methods for the study of marine benthos*, Blackwell Scientific Publications, Oxford: 284-372.

DONNELLY J., TORRES J.J., HOPKINS T.L., LANCRAFT T.M. (1994) - Chemical composition of Antartic zooplankton during austral fall and winter. *Polar Biol.*, **14**: 171-183.

DUBOIS M., GILLES K.A., HAMILTON J.K., REBERS P.A., SMITH F. (1956) - Colorimetric method for determination of sugars and related substances. *Anal. Chem.*, **28**: 350-356.

GNAIGER E., BITTERLICH G. (1984) - Proximate biochemical composition and caloric content calculated from elementar CHN analysis: a stoichiometric concept. *Oecologia*, **62**: 289-298.

LOWRY O.H., ROSENBROUGH N.J., FARR A.L., RANDALL R.J. (1951) - Protein measurement with the Folin phenol reagent. *J. Biol. Chem.*, **193**: 265-275.

LINDQUIST N., HAY M.E., FENICAL W. (1992) - Defense of ascidians and their conspicious larvae: adults vs lateral chemical defense. *Ecol. Monogr.*, **62**: 547-568.

MADIN L.P., CETTA C.M., MCALISTER V.L. (1981) - Elementar and biochemical composition of Salps (Tunicata: Thaliacea). *Mar. Biol.*, **63**: 217-226.

MANN R., GALLAGHER S.M. (1985) - Physiological and biochemical energetics of larvae of *Teredo navalis* L. and *Bankia gouldi* (Bartsch)(Bivalvia: Teredinidae) .*J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, **85**: 211- 228.

PANDE S.V., PARVIN KHAN R., VENKITASUBRAMANIAN T.A. (1963) - Microdetermination of lipids and serum total fatty acids. *Anal. Biochem.*, **6**: 415-421.

TEO S.L.-M., RYLAND J.S. (1994) - Toxicity and palatability of some British ascidians. *Mar. Biol.*, **120**: 297-303.

Biol. Mar. Medit. (1999), 6 (1): 688-691

E. Coluccia, R. Cannas, A. M. Deiana, A. Milia,
S. Salvadori, A. Libertini*

Dipartimento di Biologia Animale ed Ecologia, Università di Cagliari,
Viale Poetto, 1 - 09126 Cagliari, Italia.
*CNR, Istituto di Biologia del Mare, Venezia, Italia.

# DIMENSIONI DEL GENOMA E CONTENUTO IN BASI ADENINA-TIMINA IN CINQUE SPECIE DI PALINURIDAE (CRUSTACEA DECAPODA)

## *GENOME SIZE AND A-T BASE CONTENT IN FIVE PALINURIDAE SPECIES (CRUSTACEA DECAPODA)*

***Abstract***

*The genome sizes (GS) and AT contents of five species of Palinuridae were determined by flow cytometry. Differences in GS and AT content between* Palinurus *and* Jasus *genera were found. The AT contents of* Palinurus *species have been correlated to AT-specific chromosome banding.*

***Key-words:*** *Crustacea Decapoda, DNA, genome size, chromosome banding.*

## Introduzione

La quantità di DNA, la composizione in basi del genoma e le caratteristiche del cariotipo forniscono informazioni utili allo studio citotassonomico dei Crostacei Decapodi, taxon tuttora oggetto di revisione. All' interno dell' ordine si osserva una notevole variabilità interspecifica del contenuto diploide di DNA (da 2.5 a 73 pg; Chow *et al.*, 1990), e del numero cromosomico (da 2n=54 a 2n=254, Nakamura *et al.*, 1988). Per la famiglia Palinuridae gli unici dati disponibili riguardano il contenuto di DNA di *Panulirus interruptus* (Vaughn, 1976) e la struttura del cariotipo in *P. elephas* (Salvadori *et al.*, 1995). Nel presente lavoro abbiamo confrontato il contenuto di DNA nucleare, la quantità e la percentuale in basi Adenina-Timina dei palinuridi mediterranei, *Palinurus elephas* (Fabricius, 1787) e *P. mauritanicus* Gruvel, 1911, e di tre specie pacifiche: *Jasus frontalis* (H. Milne Edwards, 1837), *J. edwardsii* (Hutton, 1875) e *J. novaehollandiae* Holthuis, 1963.

## Materiali e metodi

Cellule della ghiandola antennale di almeno tre esemplari di ognuna delle specie studiate sono state analizzate tramite un citometro in flusso con lampada allo Xenon- Mercurio (BRYTE HS, Bio-Rad Laboratories Inc.); i valori ottenuti per le singole specie (tabella 1) sono stati calcolati utilizzando come controllo eritrociti di *Anguilla anguilla* (GS=3.20 pg, AT-DNA=1,39 pg; Ronchetti *et al.*, 1995). Per determinare il GS i campioni sono stati digeriti con RNAsi e colorati con ioduro di propidio, e con DAPI per il contenuto in AT. I preparati cromosomici sono stati ottenuti dal tessuto testicolare degli stessi individui, con il metodo diretto. Il bandeggio Q è stato eseguito secondo Caspersson *et al.*, 1968 e quello con DA-DAPI secondo Schweizer *et al.*, 1978.

Tab 1 - Quantità di DNA (GS) in pg, quantità di basi AT in pg (AT-DNA) e percentuale (%AT) in cinque specie di palinuridi. 2*E.S. = 2 volte l'errore standard.

*Genome size (GS) in pg, AT base contents in pg (AT-DNA) and percentage (%AT) in five Palinuridae species. 2*E.S. = twice the standard error.*

| SPECIE | GS | 2*E.S. | AT-DNA | 2*E.S. | %AT |
|---|---|---|---|---|---|
| *Palinurus mauritanicus (P.m.)* | 6,29 | 0,13 | 2,79 | 0,02 | 44,32 |
| *Palinurus elephas (P.e.)* | 8,53 | 0,15 | 4,05 | 0,05 | 47,46 |
| *Jasus (Jasus) frantalis (J.f.)* | 9,31 | 0,18 | 3,56 | 0,11 | 38,28 |
| *Jasus (Jasus) edwardsii (J.e.)* | 10,02 | 0,13 | 3,84 | NON CALC. | 38,30 |
| *Jasus (Jasus) novaehollandiae (J.n.)* | 10,65 | 0,22 | 3,99 | 0,11 | 37,49 |

## Risultati e discussione

La quantità diploide di DNA delle specie esaminate varia da 6.29 a 10.65 pg con valori definiti per ogni specie (Tab. 1, Fig. 1). Le specie del genere *Palinurus* sono caratterizzate da una quantità di DNA minore rispetto al genere *Jasus*. La quantità di DNA dell'unica specie del genere *Panulirus* già studiata, 8.82 pg in *P. interruptus* (Vaughn, 1976), è intermedia tra quelle degli altri due generi.

Il contenuto relativo di basi AT è molto simile nelle tre specie di *Jasus* ed è inferiore a quello delle specie di *Palinurus*. La percentuale di AT è particolarmente elevata in *P. elephas* e trova un riscontro citologico nella presenza di bande centromeriche e pericentromeriche brillantemente fluorescenti dopo colorazione dei cromosomi con DAPI e Quinacrina, fluorocromi specifici per il DNA ricco in AT (Fig 2, A,B). Questa caratteristica non si riscontra in *P. mauritanicus* i cui cromosomi presentano una fluorescenza uniforme dopo trattamento con gli stessi fluorocromi (Fig. 2, C,D).

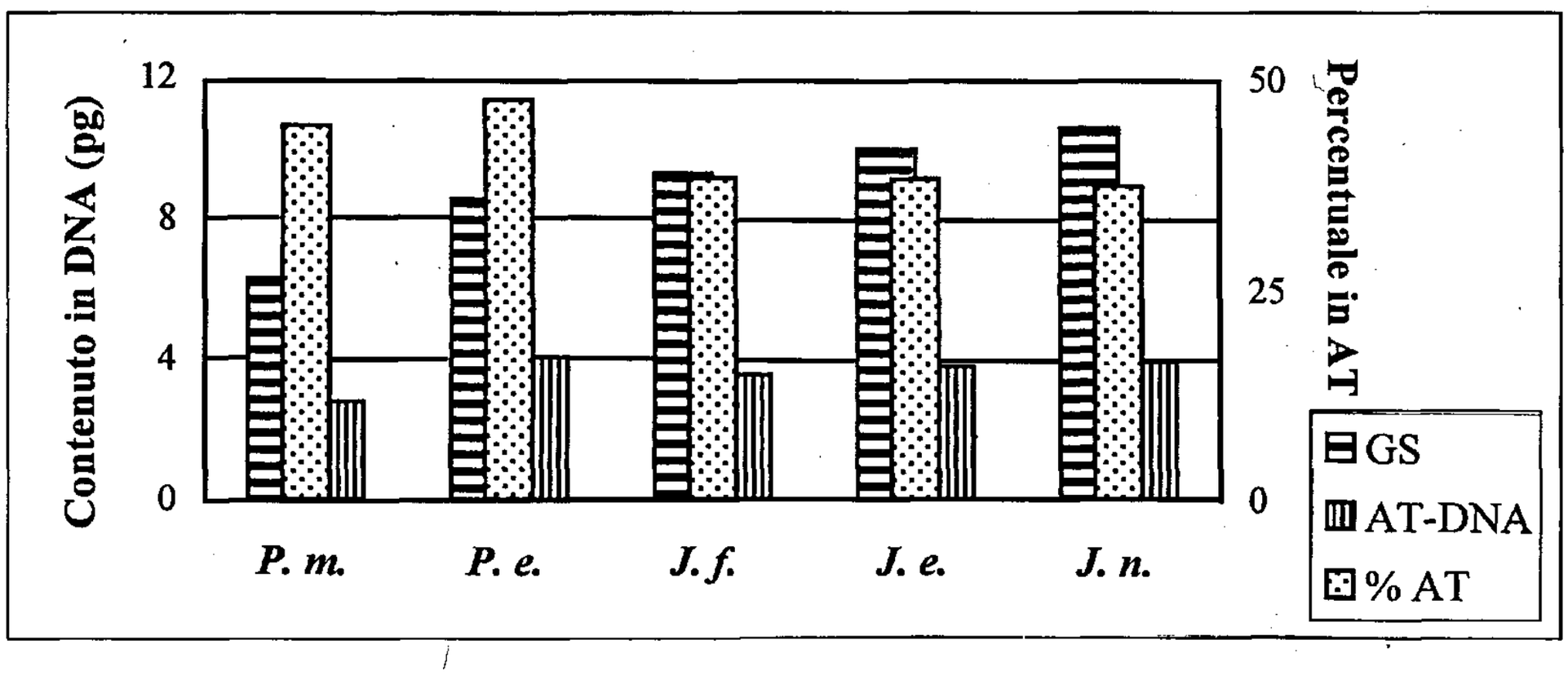



Fig. 1 - Quantità di DNA (GS), quantità di basi AT (AT-DNA) e percentuale (%AT) in cinque specie di palinuridi. Le due specie di *Palinurus* hanno un minore GS ed una maggiore % di AT rispetto alle tre specie del genere *Jasus*.

*Genome size (GS), AT content (AT-DNA) and AT percentage (%AT) in five Palinuridae species. In the two* Palinurus *species the GS value is lower and the %AT is higher than in the three* Jasus *species.*

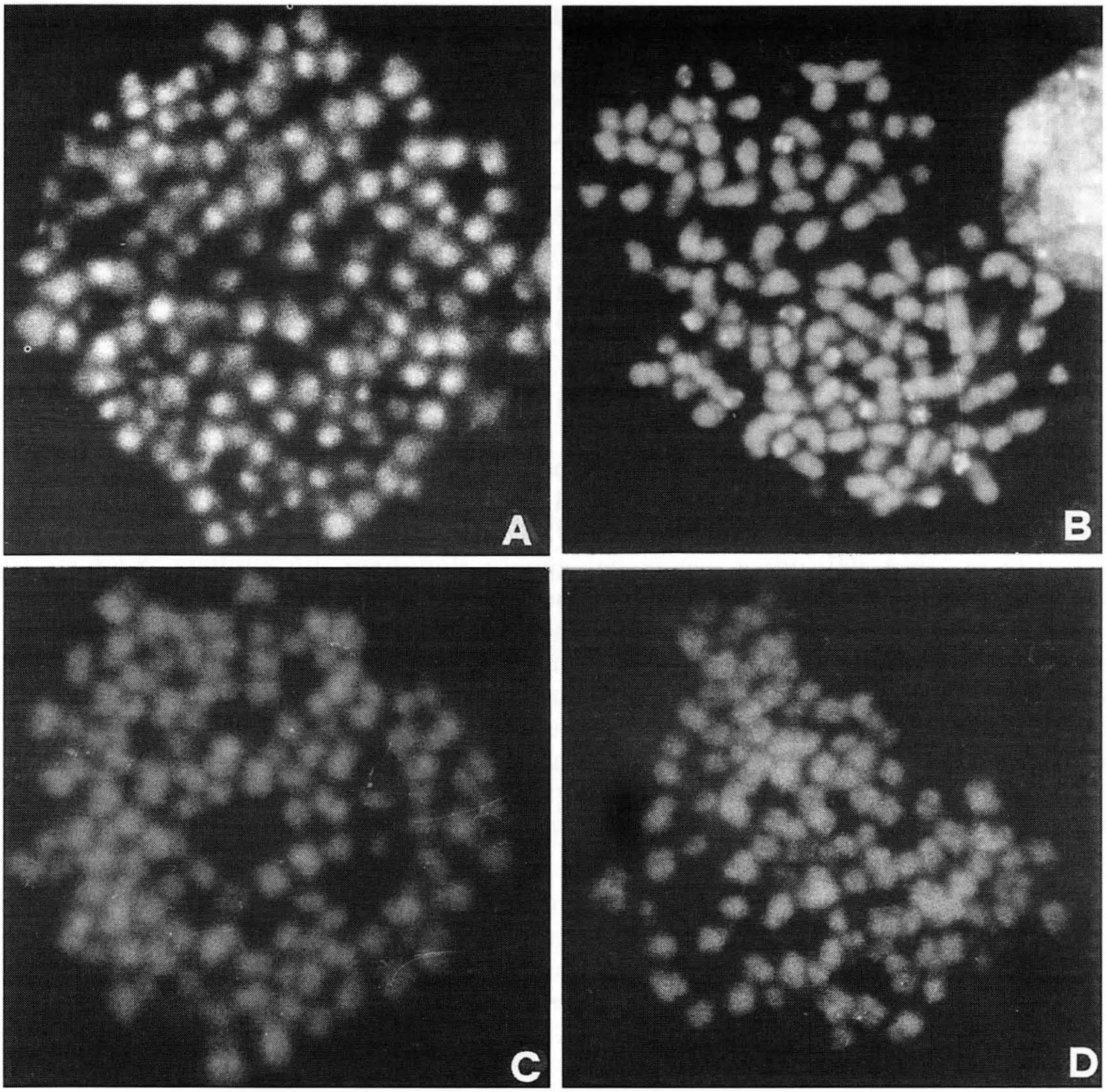



Fig. 2 - Metafasi mitotiche di *P. elephas* (A, B) e *P. mauritanicus* (C, D) dopo colorazione DA-DAPI (A, C) e con Quinacrina (B, D).

P. elephas *(A, B) e* P. mauritanicus *(C, D) mitotic metaphases after DA-DAPI (A, C) and Quinacrine staining (B, D).*

**Bibliografia**

CASPERSON T., FARBER S., FOLEY G.E., KUDYNOWSKI J., MODEST E.J., SIMONSSON E., WAGH U., ZECH L. (1968) - Chemical differentiation along metaphase chromosomes. *Experimental Cell Research*, **49**: 219-222.

CHOW, S., DOUGHERTY, W.J., SANDIFER, P.A. (1990). - Meiotic chromosome complements and nuclear DNA contents of four species of shrimps of the genus *Penaeus*. *Journal of Crustacean Biology*, **10** (1): 29-36.

NAKAMURA H.K., MACHII A., WADA K.T., AWAJI M., TOWNSLEY S.J. (1988). - A Check List of Decapod Chromosomes (Crustacea). *Bull. Natl. Res. Inst. Acquaculture,* **13**: 1-9.

RONCHETTI E., SALVADORI S., DEIANA A.M. (1995) - Genome size and AT -content in Anguilliformes. *Eur. J. Histochem.*, **39**: 259-264.

SALVADORI S., COLUCCIA E., MILIA A., DAVINI M.A., DEIANA A.M. (1995) - Studio sulla cariologia di *Palinurus elephas* Fabr. (Crustacea, Decapoda). *Biologia Marina Mediterranea,* **2** (2): 581-583.

SCHWEIZER D., AMBROS P., ANDRLE M. (1978) - Modification of DAPI banding on human chromosomes by restaining with a DNA binding oligopeptide antibiotic, dystamicin A. *Exper. Cell. Res.*, **111**: 327-332.

VAUGHN, J.C. (1976) - Chromosome structure and DNA reassociation kinetics in the Crustacea. *Journal of Cell Biology,* **70**: 121.

Biol. Mar. Medit. (1999), 6 (1): 692-694

A. De Lisi, A. Vaglio, M. Pastore

Istituto Sperimentale Talassografico CNR "A. Cerruti", Via Roma, 3 - 74100 Taranto, Italia.

# PRELIMINARI OSSERVAZIONI DI ALCUNE ATTIVITÀ ENZIMATICHE NELLA GHIANDOLA DIGESTIVA DI *MYTILUS GALLOPROVINCIALIS* NEL MAR GRANDE DI TARANTO (PUGLIA)

## *OBSERVATIONS OF SOME ENZYME ACTIVITIES IN THE DIGESTIVE GLAND OF* MYTILUS GALLOPROVINCIALIS *IN TARANTO (PUGLIA)*

***Abstract***

*Mussels are commonly used as biological indicators of chemical exposure by measuring contaminants in their tissues. The aim of this study is to investigate the level of antioxidant enzyme (catalase, glutathione peroxidase and reductase), glutamateoxaloacetate transaminase, glutamate-pyruvate transaminase (GOT and GPT) and other enzyme activities in the digestive gland of* Mytilus galloprovincialis, *collected from resident natural populations in Taranto Bay (Puglia, Italy).*

***Key-words:*** Mytilus galloprovincialis, *enzyme, Ionian Sea.*

## Introduzione

I mitili sono spesso utilizzati come indicatori biologici di esposizione ambientale a contaminanti chimici. E' stata determinata quindi, l'attività specifica degli enzimi antiossidanti (catalasi, glutatione perossidasi e reduttasi) e degli enzimi aspartato aminotransferasi (GOT), alanina aminotransferasi (GPT), isocitrico, succinico, malico deidrogenasi e dell'NADPH cit. P450 reduttasi microsomiale, nella ghiandola digestiva di *Mytilus galloprovincialis* presente nel Mar Grande di Taranto (Puglia). Solo di recente, infatti, presenza e funzionamento degli enzimi antiossidanti sono stati oggetto di studio nei molluschi con tre differenti obiettivi: la determinazione di cambiamenti nelle attività enzimatiche come indicatore specifico di stress o di impatto nel monitoraggio ambientale; la relazione tra inquinamento e l'evento di malattie tumorali, infine l'utilizzazione dei bivalvi come bioaccumulatori ed indicatori di inquinamento marino.

Scopo del presente lavoro è stato quello, quindi, di riesaminare le conoscenze dello stato attuale degli enzimi detossificati nei molluschi e di determinare per la prima volta l'attività di altri enzimi per utilizzarli in una prospettiva futura, in particolare riferendoci al loro uso come indicatori di esposizione ambientale a contaminanti specifici.

## Materiali e metodi

L'area in cui è stato effettuato il campionamento di *Mytilus galloprovincialis* Lamark, 1819 è ubicata nel Mar Grande di Taranto nella zona denominata "Tarantola". Sono stati raccolti mitili di 60-70 mm di lunghezza totale (n=20) da cui, in laboratorio, si è provveduto ad isolare le ghiandole digestive. Mediante tecniche di centrifugazione sono state preparate, quindi, le frazioni subcellulari (Livingstone *et al.*, 1992) su cui sono stati effettuati successivamente i vari dosaggi enzimatici.

Tutte le attività enzimatiche sono state determinate utilizzando uno spettrofotometro Beckmann DU 640, termostato. L'attività della isocitrico deidrogenasi è stata determinata seguendo il metodo di Munilla-Moran Stark (1989); la malico

deidrogenasi in accordo con il metodo di Ragan *et al.*, 1987; la succinico deidrogenasi è stata misurata con il protocollo di Echegoyen *et al.*, 1993; la aspartato e la alanina aminotransferasi sono state determinate in accordo col metodo di Passarella *et al.*, 1990; la glutatione reduttasi è stata valutata seguendo Calberg e Mannervich, 1975; la glutatione perossidasi con il metodo di Gunzler e Flohe, 1986; l'NADPH citocromo P 450 reduttasi calcolata con il protocollo riportato da Landriscina *et al.*, 1988, mentre l'attività della catalisi è stata saggiata seguendo il decremento di assorbanza dell'$H_2O_2$ a 240 nm (Beers e Size, 1952).

Il contenuto proteico è stato determinato con il metodo di Gornall *et al.*, 1949.

## Risultati

I risultati ottenuti suggeriscono alcune preliminari considerazioni su possibili adattamenti ecofisiologici per gli enzimi antiossidanti (catalasi, glutatione perossidasi e glutatione reduttasi) e per l'NADPH citocromo P450 reduttasi. L'attività dell'enzima catalasi è, infatti, risultata molto più bassa rispetto a quella riscontrata in bivalvi polari da Regoli 1997. Le attività specifiche della glutatione perossidasi e della glutatione reduttasi sono, invece, state all'incirca identiche tra loro. L'attività specifica della NADPH cit. P450 reduttasi riscontrata nei mitili raccolti nel Golfo di Taranto è risultata essere più alta di quella presente in mitili raccolti in Spagna (Porte *et al.*, 1991). Nella Tabella 1 sono riportate le attività specifiche enzimatiche riscontrate nella frazione citoplasmatica, mitocondriale e microsomiale della ghiandola digestiva di *Mytilus galloprovincialis*.

Tab. 1 - Attività specifiche enzimatiche.
*Specific enzyme activities.*

| Fraz. Cellulare | Enzima | Attività specifica |
|---|---|---|
| | Glutamico-piruvico-transaminasi[1] | 302.154 ± 43.955 |
| Mitocondriale | Glutamico-ossalacetico-transaminasi[1] | 375.276 ± 99.478 |
| | Succinico deidrogenasi[2] | 38.123 ± 20.828 |
| | Isocitrico deidrogenasi[3] | 59.918 ± 13.495 |
| | Malico deidrogenasi[1] | 1801 ± 608.06 |
| Citosolica | Glutamico-ossalacetico-transaminasi[1] | 64.994 ± 17.979 |
| | Glutamico-piruvato-transaminasi[1] | 102.501 ± 29.152 |
| | Catalasi[4] | 48.424 ± 29.758 |
| | Glutatione perossidasi[1] | 19.741 ± 3.033 |
| | Glutatione reduttasi[1] | 13.173 ± 5.749 |
| Microsomiale | NADPH cit P450 reduttasi[5] | 22.663 ± 3.654 |

[1]:nmoli NADPH oss/min/mg prot.; [2]:nmoli DCPIP rid/min/mg prot.; [3]:nmoli $NAD^+$ rid/min/mg prot.; [4]:µmoli $H_2O_2$ rid/min/mg prot.; [5]:nmoli cit c rid/min/mg prot. (v.m.± d.s.)

## Conclusioni

Gli enzimi oggetto di questo studio, caratteristici dei diversi comparti cellulari ed extracellulari, catalizzano reazioni molto importanti per la vita di tutti gli organismi. Questo studio ha consentito così, sia di determinare la presenza di alcuni enzimi, dei quali non si conosceva l'esatta attività specifica in *Mytilus*

*galloprovincialis*, sia di confrontare i nostri dati con quelli riscontrati, da altri autori, in differenti località. Probabilmente si dovrà continuare a monitorare costantemente variazione stagionale e luogo di raccolta dei mitili per essere in grado di poter correlare grado di variazione di attività specifica enzimatica e possibile degrado ambientale della zona, mancando attualmente dati bibliografici retrospettivi sull'argomento.

## Bibliografia


BEERS R. F., SIZER I. W. (1925) - A spectrophotometric method for measuring the breakdown of hydrogen peroxide by catalase. *J. biol. Chem.*, **195**: 133-140.

CALBERG I., MANNERVICH B. (1975) - Purification and characterization of the flavoenzyme glutathione reductase from rat liver. *J. biol. Chem.*, **250**: 5475-5480.

ECHEGOYEN S.,OLIVA E., SEPULVEDA J., DIAZ-ZAGOYA J., ESPINOSA-GARCIA M., PARDO P., MARTINEZ F. (1993) - Cholesterol increase in mitochondria: its effect on inner-membrane functions, submitochondrial localization and ultrastructural morphology. *Biochem. J.*, **289**: 703-708.

GORNALL, A. G., BARDAWILL, C. S., DAVID, M. M. (1949) - Determination of serum proteinus by means of the reaction biuret. *J. Biol. Chem.*, **177**: 751-756.

GUNZLER W., A., FLOHE L. (1986) - Glutathione Peroxidase. In: Grenwwald R.A. (Ed.), *Handbook of Methods for Oxygen Radycal Research*, CRS Press Boca Roton, Florida: 285-290.

LANDISCINA C., PIETRAGALLO V., MORINI P. (1988) - Lipid peroxidation in rat liver microsomes. I. Stimulaton of the NADPH-cytochrome P450 reductase-dependent process in hyperthyroid state. *Biochem. Inter.*, **17**: 385-393.

LIVINGSTONE D.R., LIPS E., GARCIA MARTINEZ P., PIPE R.K. (1992) - Antioxidant enzymes in digestive gland of the common mussel *Mytilus edulis*. *Marine Biology*, **112**: 265-276.

MUNILLA-MORAN R., STARK JR. (1989) - Biochemical studies in marine species. I. NADP(+) dependent isocitrate dehydrogenase from turbot liver (*Scophthalmus mximus* L.) *Comp. Biochem. Physiol.* B., **93**: 823-828.

PASSARELLA S., MARRA E., ATLANTE A., BARILE M., DOONAN S., QUAGLIARELLO E. (1990) - Uptake of aspartate aminotransferase into mitchondria in vitro causes efflux of malate dehydrogenase and vice versa. *Biochimica et Biophysica Acta*, **1022**: 273-282.

PORTE C., SOLÈ M., ALBAIGÈS J., LIVINGSTONE D.R. (1991) - Responses of mixed-function oxigenase and antioxidase enzyme system of *Mytilus* sp. to organic pollution. *Comp. Biochem. Physiol.*, **100** (1/2): 183-186.

RAGAN C. I., WILSON M. T., DARLEY-USNAR V. M., LOWE P. N. (1987) - Sub-fraction of mithocondria and isolation of the proteins of oxidative phophorilation. In: Darley-UsnarV.M., Rickwood D. and Wilson M.T. (Eds) *Mithocondria a practical approch*, IRL Press, Oxford, Washington, D.C.: 81-83.

REGOLI F. (1997) - Possible adaptations mechanisms in polar bivalves: role of antioxidant system. *Polar. Biol.*, **17**: 251-258.

Biol. Mar. Medit. (1999), 6 (1): 695-699

P. Di Marco, G. Marino

ICRAM, Via di Casalotti, 300 - 00166 Roma, Italy.

# EFFECTS OF CAPTURE STRESS ON SOME BLOOD COMPONENTS IN *EPINEPHELUS MARGINATUS* (PISCES, SERRANIDAE)

# *EFFETTI DELLO STRESS DA CATTURA SU ALCUNI COMPONENTI EMATICI IN* EPINEPHELUS MARGINATUS *(PISCES, SERRANIDAE)*

***Abstract***

*This study describes the stress induced by fishing on the concentration of several plasma components in* Epinephelus marginatus *(Lowe, 1834) in order to identify appropriate therapeutic treatments and to select healthy grouper for broodstock formation. Variations in blood parameters are indicative of a serious state of stress following capture, even in healthy grouper and in absence of symptoms and anatomic lesions.*

***Key-words:*** *blood component, health status, stress, grouper.*

## Introduction

The present study was carried out as part of the research programme "Scientific support for development of an artificial reproduction technique for the dusky grouper *Epinephelus marginatus*" aimed at finding brooders in the wild and obtaining juveniles under controlled conditions to be used for the mariculture and restocking purposes. This report describes the effect of stress induced by fishing on the concentration of several blood components in grouper specimens.

Variations in blood constituents in fish are frequently used as indicators of the altered physiological conditions induced by different stress factors (McDonald and Milligan, 1992). Even in the absence of any specific trauma, capture generally leads to the alteration of the normal metabolic functions, the acid-base regulation of the blood, of the osmoregulatory processes and of respiratory control resulting from the state of hypoxia and strenuous muscular exercise (Wood *et al.*, 1983; Cliff, 1984; Wells *et al.*, 1986; Ferguson and Tufts, 1992). The effects of capture are closely dependent on the fishing techniques used (Swift, 1983; Soivio *et al.*, 1986; Pankhurst *et al.*, 1992; Booth *et al.*, 1995) as well as on the behavioural strategies adopted by the fish (Wells *et al.*, 1986).

This study aimed at identifying the blood components altered by the capture and at selecting the individuals to be targeted for therapeutic treatment in order to keep them alive and to set up a wild grouper broodstock.

## Materials and methods

Grouper specimens (n=65) were caught off the Lampedusa Island with bottom-set long lines at a depth of 50-70 metres. Blood was sampled at the time of capture from the branchial artery and after refrigeration was centrifuged at 3000 rpm for 10 min. The plasma obtained was deep-frozen in liquid nitrogen and

kept for the specific analyses. The following parameters were measured: osmolality, $Na^+$, $Cl^-$, $K^+$, $Ca^{++}$, glucose, total cholesterol, total proteins, albumin, urea nitrogen, triglycerides and enzymes alanine amino transferase (ALT) and aspartate amino transferase (AST). Osmolality was measured by the cryoscopic method (One-ten Osmometer) and monovalent ions using an ion-selective electrode analyser (SPOTCHEM ISE 1510 Menarini). The plasma concentrations of bivalent ions, metabolites and enzymes were determined using a dry-way analyser (SPOTCHEM ISE 4410 Menarini).

Data were analysed as a function of the groupers health status as described by Di Marco *et al.* (1998): group A: healthy specimens; group B: specimens with impaired health status; group C: specimens with lethal trauma. Blood component concentrations in the three groups were compared using Student's t-test ($p<0.05$) and the correlations with lesions were analysed using Spearman's test ($p<0.05$).

## Results and discussion

The blood parameter values shown in tables 1 and 2 are the first available references for dusky grouper and for Mediterranean groupers in general. In *E. marginatus*, stress due to capture is the cause of a strong osmotic imbalance (tab. 1).

Tab. 1 - Plasma osmolality and electrolyte concentrations in relation to grouper health status after the capture. (Group A: healthy fish; Group B: fish with impaired health status; Group C= fish with lethal trauma).

*Osmolalità e concentrazione elettrolitica del plasma in relazione allo stato di salute delle cernie dopo la cattura. (Group A: pesci sani; Group B: pesci con stato di salute compromesso; Group C= pesci con trauma letali).*

| | **A**<br>mean ± s.d. (range) | **B**<br>mean ± s.d. (range) | **C**<br>mean ± s.d. (range) |
|---|---|---|---|
| **Total body weight (kg)** | 11.0±6.1<br>(3.3-20.2)<br>n=13 | 11.3±5.9<br>(1.4-20.4)<br>n=33 | 14.4±5.7<br>(3.0-24.0)<br>n=19 |
| **Osmolality (mOsm/kg)** | 417.7±30.5<br>(352.5-468.0)<br>n=13 | 418.6±25.0<br>(357.7-486.0)<br>n=33 | 406.8±37.7<br>(355.0-470.0)<br>n=19 |
| **$Na^+$ (mEq/l)** | 201.5±13.7<br>(175.0-228.0)<br>n=13 | 196.2±15.7<br>(150.0-222.0)<br>n=33 | 192.5±18.6<br>(147.0-223.0)<br>n=19 |
| **$K^+$ (mEq/l)** | 4.8±1.8<br>(2.9-10.0)<br>n=13 | 5.0±1.8<br>(2.5-10.7)<br>n=33 | 6.0±2.2<br>(1.9-11.1)<br>n=19 |
| **$Cl^-$ (mEq/l)** | 170.8±10.4<br>(146.0-179.0)<br>n=9 | 182.1±9.4*<br>(164.0-200.0)<br>n=33 | 180.9±10.7*<br>(158.0-198.0)<br>n=13 |
| **$Ca^{++}$ (mg/dl)** | 16.2±11.4<br>(10.1-36.6)<br>n=5 | 11.7±1.3<br>(9.8-13.6)<br>n=20 | 16.6±0.6<br>(7.9-52.5)<br>n=9 |

* significant differences ($p<0.05$) between group A against groups B and C.

* *differenze significative ($p<0.05$) del gruppo A rispetto ai gruppi B e C.*

The individuals with impaired conditions of viability (groups B and C) have significantly higher $Cl^-$ plasma values than group A. Osmolality and $Na^+$ concentration do not differ significantly in the three groups, although values are higher than what were considered to be reference values in *Epinephelus akaara* and other marine teleosts (Woo and Wu, 1982; McDonald and Milligan, 1992). The increased $K^+$ concentration, shared by the three groups, is more evident in individuals having impaired viability. In groupers in which gas emboli are observed, the $K^+$ plasma levels are significantly higher, owing to the high degree of erythrocyte haemolysis.

Total protein plasma concentration is significantly higher in group B and C specimens. This increase correlates significantly with that of the albumins (tab. 2). Protein elevation has been described for other species after capture (Poluhovich and Parks, 1972) and may be the effect of haemoconcentration due to the stress condition.

Tab. 2 - Plasma metabolite concentrations and enzyme activities in relation to grouper health status after capture. (Group A: healthy fish; Group B: fish with impaired health status; Group C= fish with lethal trauma).

*Concentrazione plasmatica dei metaboliti e degli enzimi in relazione allo stato di salute delle cernie dopo la cattura. (Group A: pesci sani; Group B: pesci con stato di salute compromesso; Group C= pesci con trauma letali).*

| | **A**<br>mean ± s.d. (range) | **B**<br>mean ± s.d. (range) | **C**<br>mean ± s.d. (range) |
|---|---|---|---|
| **Glucose (mg/dl)** | 109.6±80.4<br>(16.0-209.0)<br>n=8 | 75.7±63.1<br>(14.0-235.0)<br>n=20 | 63.7±34.2<br>(15.0-140.0)<br>n=14 |
| **Total protein (g/dl)** | 3.7±0.9<br>(2.5-5.1)<br>n=11 | 4.2±0.7<br>(3.0-5.5)<br>n=30 | 4.3±0.6*<br>(3.3-5.7)<br>n=18 |
| **Albumin (mg/dl)** | 1.1±0.7<br>(0.5-2.4)<br>n=6 | 1.2±0.3<br>(0.7-1.7)<br>n=11 | 1.5±0.8<br>(0.8-3.1)<br>n=7 |
| **Urea nitrogen (mg/dl)** | 2.5±1.9<br>(1.0-6.0)<br>n=6 | 2.5-1.5<br>(1.0-6.0)<br>n=10 | 2.6-1.7<br>(1.0-6.0)<br>n=7 |
| **Cholesterol (mg/dl)** | 90.3±24.6<br>(63.0-150.0)<br>n=13 | 108.6±26.3<br>(59.0-164.0)<br>n=30 | 104.1±25.3<br>(51.0-158.0)<br>n=18 |
| **Triglycerides (mg/dl)** | 102.3±80.1<br>(38.0-247.0)<br>n=6 | 132.7±78.4<br>(44.0-254.0)<br>n=10 | 151.3±98.8<br>(41.0-319.0)<br>n=7 |
| **ALT (U/L)** | 55.0±57.4<br>(14.0-209.0)<br>n=10 | 39.9±37.8<br>(8.0-173.0)<br>n=30 | 32.6±22.7<br>(14.0-98.0)<br>n=16 |
| **AST (U/L)** | 115.8±149.1<br>(8.0-384.0)<br>n=9 | 97.7±118.7<br>(1.0-401.0)<br>n=26 | 47.0±69.8<br>(5.0-245.0)<br>n=16 |

* significant differences ($p<0.05$) between group A against groups B and C.

* *differenze significative ($p<0.05$) del gruppo A rispetto ai gruppi B e C.*

The glucose values measured in groupers after capture vary widely (tab. 2). An increase in plasma glucose concentration can be caused in teleosts by the stress of capture (Bourne, 1986; Soivio *et al.*, 1991). Healthy specimens (group A) have higher glucose concentrations than less viable groupers (groups B and C). Increased glucose concentration indicates a physiological response to stress which results from the release of catecholamines (Pickering, 1981). The hypoglycemia detected in group C and in some of the group B individuals is indicative of a serious alteration of stress response mechanisms. If the health status is seriously impaired, the glucose values are very low, less than 20 mg/dl, and are indicative that the fish has reached the exhaustive phase. A similar trend is found also for the enzymes used as indicators of liver functionality, ALT and AST, which have a lower activity in individuals displaying impaired conditions of viability (tab. 2).

## Conclusions

Variations in blood parameters are indicative of a serious state of stress in groupers following capture, even in healthy specimens and in absence of symptoms and anatomic lesions.

A strong osmotic imbalance is found in the analysis of several osmolytes values ($K^+$, $Cl^-$, total proteins and albumin) which are found to have significantly increased in groupers in conditions of impaired viability.

Blood glucose values do not vary significantly according to the grouper health status. Nevertheless, the measurement of glucose concentration can be used as a reliable indicator of the degree of alteration of the physiological mechanisms of stress response. Values of less than 20 mg/dl indicate that the individual is in a state of exhaustion, with no chance of recovery.

Several blood parameters measured in this study have been found to be reliable indicators of stress and may be used as diagnostic tool for ascertaining the effects of capture on fish survival and to guide therapeutic recovery action in order to broodstock formation and to "catch and release" techniques development.

**Acnowledgements**

The authors wish to thank Prof. S. Cataudella for encouraging and supporting this research.

**References**

BOOTH R.K., KIEFFER J.D., DAVIDSON K., BIELAK A.T., TUFTS B.L. (1995) - Effects of late-season catch and release angling on anaerobic metabolism, acid-base status, survival, and gamete viability in wild Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Can J. Fish. Aquat. Sci.*, **52** (2): 283-290.

BOURNE P.K. (1986) - Changes in haematological parameters associated with capture and captivity of the marine teleost, *Pleuronectes platessa* L. *Comp. Biochem Physiol.*, **85A** (3): 435-443.

CLIFF G. (1984) - Pathological and physiological effects of stress during capture and transport in the juvenile dusky shark, *Carcharinus obscurus*. *Comp. Biochem. physiol.*, **78A** (1): 167-173.

DI MARCO P., MECHELLI L., FINOIA M.G., MARINO G. (1998) - Difficulties and progress in the collection of the dusky grouper *Epinephelus marginatus* from the wild. *XXXIII International Symposium: New Species for Mediterranean Aquaculture. Alghero, 23-24 aprile 1998.*

FERGUSON R.A., TUFTS B.L. (1992) - Physiological effects of brief air exposure in exhaustively exercised rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*): Implications for "catch and release" fisheries. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, **49** (6): 1157-1162.

MCDONALD D.G., MILLIGAN C.L. (1992) - Chemical properties of the blood. In:. Hoar W.S., Randall D.J. and A.P. Farrell (Eds.), *Fish Physiology* XII B, Academic Press London: 56-133.

PANKHURST N.W., WELLS R.M.G., CARRAGHER J.F. (1992) - Effects of stress on plasma cortisol levels and blood viscosity in blue mao mao, *Scorpis violaceus* (Hutton), a marine teleost. *Comp. Biochem. Physiol.*, **101** A (2): 335-339.

PICKERING A.D. (1981) - *Stress and Fish.* Academic Press, London: 367 pp.

POLUHOWICH J.J.,. PARKS R.P (1972) - A comparative study of blood chemistry and respiration in marin and freshwater eels. *Prog. Fish. Cult.*, **34**: 33-38.

SOIVIO A, FORSMAN L., KAUTTU A., KAUTTU J., MUONA M. (1991) - Trawling stress of brown trout. *Finn. Fish. Res.*, **12**: 135-142

SWIFT D.J. (1983) - Blood component changes in the Atlantic mackerel (*Scomber scombrus* L.) subjected to capture, handling and confinement. *Comp. Biochem. Physiol.*, **76**A: 795-802.

WELLS R.M.G., MCINTYRE R.H., MORGAN A.K., DAVIE P.S. (1986) - Physiological stress responses in big gamefish after capture: Observations on plasma chemistry and blood factors. *Comp. Biochem. Physiol.*, **84**A (3): 565-571.

WOO N.Y.S., WU R.S.S. (1982) - Metabolic and osmoregulatory changes in response to reduced salinities in the red grouper *Epinephelus akaara* (Temminck & Schleigel), and the black sea bream *Mylio macrocephalus* (Basilewsky). *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, **65**: 139-161.

WOOD C. M., TURNER D.J., GRAHAM M.S. (1983) - Why do fish die aftersevere exercise? *J. Fish Biol.*, **22**: 189-201.

This study is funded by the Italian Ministry for Agricultural Policies. Law 41/82.

Biol. Mar. Medit. (1999), 6 (1): 700-703

M. FAIMALI, G. FORNI, M. ANDRENACCI, F. GARAVENTA, S. GERACI

CNR- Istituto per la Corrosione Marina dei Metalli, Via de Marini, 6 - 16149 Genova, Italia.

# SAGGI DI LABORATORIO PER LA VALUTAZIONE DEL POTENZIALE IMPATTO AMBIENTALE DI BIOCIDI PER PITTURE ANTIVEGETATIVE MARINE

## *LABORATORY TESTS FOR THE EVALUATION OF THE POTENTIAL ENVIRONMENTAL IMPACT OF ANTIFOULING PAINTS BIOCIDES*

***Abstract***

*Potential environmental impact of antifouling biocides has been evaluated by means of three different laboratory biotests: growth inhibition of* Tetraselmis suecica *(Chlorophyta), mortality and alteration of phototactic reply of* Balanus amphitrite *(Crustacea, Cirripedia) nauplii.*

***Key-words:*** *laboratory tests, antifouling performance, environmental impact.*

## Introduzione

La protezione che le pitture antivegetative offrono contro l'insediamento massivo del fouling è dovuta alla graduale liberazione nell'ambiente, da una matrice inerte, di molecole tossiche. Esse agiscono respingendo le larve degli organismi del fouling che tendono ad insediarsi sui vari substrati. Scopo del presente lavoro è stato quello di verificare l'utilità di alcuni saggi per monitorare l'impatto ambientale di otto biocidi forniti da un colorificio genovese. Le diverse $EC_{50}$ (conc. efficace), concentrazioni in grado di inibire l'insediamento di cypris di *Balanus amphitrite,* individuate in un precedente lavoro (Romairone *et al.*, 1996), sono state utilizzate come concentrazioni di partenza per evidenziare gli effetti tossici di queste sostanze. Sono stati quindi eseguiti saggi di laboratorio su nauplii della stessa specie, come rappresentanti dello zooplancton, e su *Tetraselmis suecica,* una Chlorophyta unicellulare mobile, rappresentativa della componente fitoplanctonica. Inoltre è stato utilizzato un test fototattico (Faimali *et al.*, 1996) per verificare se concentrazioni sub-letali siano ancora in grado di causare uno stress fisiologico quantificabile attraverso l'alterazione della risposta naupliare allo stimolo luminoso.

## Materiali e metodi

Il potenziale impatto dei biocidi è stato valutato attraverso tre diversi saggi biologici:

1) Meroplancton: saggio di mortalità su nauplii di *B. amphitrite*

200 nauplii di II stadio contenuti in capsule Petri con 15 ml alle diverse diluizioni di tossico (0.01, 0.1, 1, 10, 100 $\mu g \times ml^{-1}$), in 3 repliche, sono stati mantenuti per 24 ore in armadio termostatato a 20 °C, in assenza di luce e di ossigenazione per evitare possibili interazioni con il biocida. Trascorse 24 ore è stata valutata la percentuale di mortalità. Mediante l'analisi dei probits (Puddu, 1989), è stata calcolata la concentrazione soglia dei biocidi ($LC_1$ alle 24 h), ovvero

la dose in grado di causare l'1 % di mortalità. Mediante i dati ottenuti, è stato ricavato un indice di impatto ambientale espresso dalla formula:

$$\text{I.I.A} = \frac{EC_{50}/LC_1}{100}$$

dove, $EC_{50}$ è la concentrazione che inibisce il 50% dell'insediamento di cypris di *B. amphitrite*. Tale indice empirico può assumere i seguenti valori:

= 0,01 quando $LC_1 = EC_{50}$. Il prodotto, alla concentrazione efficace, è tossico solo nei confronti dell'1% del campione;

> 0,01 quando $LC_1 < EC_{50}$. L'efficacia antifouling del prodotto si manifesta a concentrazioni maggiori rispetto alla soglia di tossicità: quanto più ampio è l'intervallo tra questi due valori, tanto maggiore è l'impatto del tossico sul meroplancton;

< 0,01 quando $LC_1 > EC_{50}$. Il prodotto inibisce l'insediamento dei cypris di *B.amphitrite* senza essere tossico per le larve planctoniche.

2) Fitoplancton: saggio di inibizione di *T. suecica*

Si è valutato per ogni biocida, a diverse concentrazioni, l'effetto di rallentamento o inibizione della crescita algale. La prova è stata effettuata in 4 repliche per ogni concentrazione inoculando 2 ml di coltura di *T. suecica*, alla densità di $3\times10^5$ cell. $\times$ ml$^{-1}$, proveniente da ceppi axenici, in una serie di provette da 20 ml alle diverse diluizioni di tossico. Queste ultime sono state mantenute in camera termostatata a 20 °C, costantemente ossigenate, con un fotoperiodo di 16 ore di luce e 8 di buio. Ogni 24 ore la duplicazione veniva valutata nei diversi tubi da saggio rispetto ai controlli, tramite conteggio al microscopio con camera di Burker. Successivamente per ogni biocida è stata calcolata la concentrazione inibente la crescita algale ($IC_1$ a 48 ore), mediante l'analisi dei probits. Ai fini di ottenere un'indicazione di carattere generale della tossicità dei biocidi nei confronti del fitoplancton, viene introdotto un indice empirico di impatto ambientale in base alla formula:

$$\text{I.I.A.} = \frac{EC_{50}/IC_1}{100}$$

dove, $EC_{50}$ è la concentrazione che inibisce il 50% dell'insediamento di cypris di *B. amphitrite* (conc. efficace), e $IC_1$ è la concentrazione che riduce dell'1% la duplicazione delle cellule algali (conc. soglia).

3) Test fototattico su nauplii di *B. amphitrite*

200-300 nauplii al II-III stadio di sviluppo sono stati mantenuti a contatto con i biocidi in capsule Petri, alle diverse concentrazioni soglia ($LC_1$) ricavate tramite il saggio di mortalità, in camera termostatata a 20°C con un fotoperiodo di 12 ore di luce a 1400 Lx e 12 ore di buio, senza alimentazione e ossigenazione per 24 ore. Al termine di tale periodo è stata misurata, in 4 repliche, la percentuale di larve che presentavano una risposta fototattica positiva. I dati sono stati analizzati ricavando un indice di risposta fototattica (Martin e Uriz, 1993 modificato):

$$IRF = 1 - (R_t^+ / R_c^+)$$

dove, $R_t^+$ è la percentuale media di risposta fototattica positiva nelle 4 repliche con i biocidi e $R_c^+$ è la media delle risposte positive nei corrispondenti controlli. L'indice assume valori compresi tra 0 e 1:

IRF = 0 : la risposta nel controllo e nella prova con il tossico si equivalgono. La concentrazione di biocida sperimentata non inibisce la tassia.

IRF = 1 : gli organismi a contatto con il biocida hanno perso completamente la capacità di rispondere allo stimolo luminoso. Il prodotto a concentrazione subletale è ancora attivo.

## Risultati

Tab.1 - Caratteristiche ecotossicologiche dei biocidi:
* = Efficace a basse concentrazioni
◆ = Basso impatto sulla componente zooplanctonica
■ = Basso impatto sulla componente fitoplanctonica
● = Bassa alterazione della risposta fototattica

| Biocidi ⇒ | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Conc. eff. $EC_{50}$ cypris $\mu g \cdot ml^{-1}$ | * **0.03** | 0.50 | 0.14 | * **0.06** | 0.54 | * **0.05** | 0.25 | 0.27 |
| Conc. soglia $LC_1$ nauplii $\mu g \cdot ml^{-1}$ | $36 \cdot 10^{-4}$ | 0.34 | $1 \cdot 10^{-4}$ | $2 \cdot 10^{-3}$ | 7.80 | 0.57 | 0.03 | 0.16 |
| I.I.A. zooplancton | 0.09 | ◆ **0.01** | 14.32 | 0.31 | ◆ $\mathbf{6 \cdot 10^{-4}}$ | ◆ $\mathbf{8 \cdot 10^{-4}}$ | 0.08 | 0.02 |
| Conc. soglia $IC_1$ alghe $\mu g \cdot ml^{-1}$ | 0.08 | $3 \cdot 10^{-4}$ | $4 \cdot 10^{-4}$ | 0.11 | $2 \cdot 10^{-4}$ | 0.03 | 0.02 | 0.06 |
| I.I.A. fitoplancton | ■ $\mathbf{4 \cdot 10^{-3}}$ | 16.60 | 3.60 | ■ $\mathbf{6 \cdot 10^{-3}}$ | 26.80 | ■ **0.01** | 0.11 | 0.04 |
| I.R.F. | ● **0.20** | 0.60 | 0.40 | ● **0.10** | // | ● **0.10** | 0.97 | ● **0.20** |

## Discussione

L'impiego di saggi biologici di laboratorio si è rivelato uno strumento utile per tracciare un profilo tossicologico dei vari biocidi ad azione antifouling.

In questo lavoro è stato approfondito in particolare l'aspetto relativo all'impatto ambientale degli otto prodotti, ma non va dimenticato che un buon biocida antifouling deve essere prima di tutto efficace a basse concentrazioni. In quest'ottica i valori di concentrazioni soglia sono stati confrontati con i relativi dati di efficacia ottenendone un empirico indice di impatto ambientale (I.I.A.). Un indice che mostra valori maggiori di 0.01 indica una tossicità elevata e persistente.

Dal risultati (Tab. 1) emerge che nei confronti dei nauplii il biocida 4 mostra un I.I.A. decisamente elevato. Relativamente all'effetto tossico sulle alghe, i risultati peggiori si hanno con i biocidi 2, 3 e 5. In una graduatoria teorica il biocida 3 è quello che mostra il profilo tossicologico peggiore; al contrario il 6 e, in minor misura, il 4 e l'1 rappresentano il miglior compromesso possibile tra i

seguenti parametri: inibizione dell'insediamento dei cypris di balano a basse concentrazioni, nonché scarsa tossicità verso i nauplii e le microalghe, rilevate da entrambi gli indici di impatto.

L'indice di risposta fototattica (Tab. 1) permette di valutare l'attività tossica di una sostanza a concentrazioni prossime ai valori subletali ($LC_1$), considerato che l'effetto delle sostanze tossiche sul fototattismo si manifesta ad una concentrazione inferiore rispetto a quella necessaria affinché si manifestino gli effetti letali (Dojmi Di Delupis *et. al.*, 1988, 1992). La valutazione della risposta fototattica può quindi essere uno strumento essenziale nei saggi di tossicità cronica.

Dai dati relativi agli indici di risposta fototattica emerge che tutti i prodotti analizzati presentano, in misura diversa, ancora una azione tossica nei confronti delle larve di *B. amphitrite*. Considerando anche questo aspetto il prodotto 6 risulta essere l'unico a non mostrare segnali di tossicità subletale. Probabilmente la sua attività antifouling si limita ad un azione repellente nei confronti delle larve insedianti mentre il prodotto 7 mostra ancora una forte attività. Ne consegue che la tossicità valutata solo in base al saggio di mortalità potrebbe essere sottostimata.

## Conclusioni

L'introduzione di indici ha permesso il confronto tra l'efficacia antifouling e tossicità, intesa come inibizione della crescita microalgale e mortalità della componente meroplanctonica ad opera dei diversi biocidi saggiati. Grazie al test fototattico, inoltre, è stato possibile evidenziare come biocidi risultati "debolmente tossici" mediante la sola analisi della tossicità acuta conservino ancora una discreta attività nei confronti degli organismi. Degli otto biocidi saggiati, il 6, 3, 1 sono quelli che mostrano: migliore efficacia ($EC_{50}$, Tab 1); basso impatto sulla componente zoo-fitoplanctonica (I.I.A., Tab 1); minima alterazione della risposta fototattica alla concentrazione soglia (I.R.F., Tab 1).

I saggi di laboratorio hanno quindi consentito di evidenziare, tra un gruppo di biocidi apparentemente validi, quelli con idonee caratteristiche di efficacia e impatto ambientale che ne fanno dei prodotti adatti alla successiva sperimentazione di campo.

## Bibliografia

DOJMI DI DELUPIS G., ROTONDO V.(1988) - Phototaxis in aquatic invertebrates: possible use in ecotoxicity tests. *Ecotoxicol. Environ. Saf.,* **16**: 189-193.

DOJMI DI DELUPIS G., MACRÌ A., CIVITAREALE C., MIGLIORE L.(1992) - Antibiotics of zootechnical use: effects of acute high and low dose contamination on *Daphnia magna* straus. *Aquatic Toxicol.,* **22**: 53-60.

FAIMALI M., ROMAIRONE V., TERLIZZI A., SCUDERI D., GERACI S.(1996) - Fototattismo larvale in *Balanus amphitrite* e *Artemia salina*: possibili impieghi in test ecotossicologici per antivegetative. *Biol. Mar. Medit.,* **4** (1): 643-645.

MARTIN, D., URIZ, M.J.(1993) - Chemical bioactivity of Mediterranean benthic organism against embryos and larvae of marine invertebrates. *J.exp.mar.Biol.Ecol.,* **173**: 11-27.

PUDDU A.(1989) - Programma di calcolo per l'elaborazione dei risultati di un saggio di tossicità mediante analisi dei Probits. C.N.R. Istituto di Ricerca sulle Acque. *Metodi Analitici Acque, Notiziario,* **9** (2): 19-37.

ROMAIRONE V., RICCI M., FAIMALI M. (1996) - Comparative laboratory tests on biocides for marine antifouling paints. Eurocoat 18-20 Set 1996 Genova. Conferenze Vol. 2: 95-106.

Biol. Mar. Medit. (1999), 6 (1): 704-708

M. Mingazzini, M. Grassi*, L. Onorato, E. Pedretti

Istituto di Ricerca Sulle Acque, C.N.R., Via della Mornera, 25 - 20047 Brugherio, Milano, Italia.
*Dip. Chimica Inorganica, Metallorganica e Analitica, Università degli Studi, Milano, Italia.

# COMPLESSAZIONE DEI METALLI IN AMBIENTE MARINO: RUOLO DEGLI ESSUDATI ALGALI

## *METAL BINDING IN MARINE ENVIRONMENT: ROLE OF PHYTOPLANKTON EXUDATES*

***Abstract***

*The extracellular organic matter (EOM) produced by marine phytoplankton was collected from different laboratory cultures in order to investigate the metal binding capacity. The results obtained by the combined use of synchronous fluorescence and nuclear magnetic resonance ($^{113}Cd$ NMR) spectroscopy showed a good agreement between the EOM concentration, as fluorescence intensity measured at 340 nm, and the Cd chemical shift, revealing the binding property of the extracellular compounds.*

***Key-words:*** *marine phytoplankton exudates, metal binding, spectroscopic techniques.*

## Introduzione

La circolazione dei metalli pesanti in ambiente acquatico è fortemente influenzata dalle interazioni con la sostanza organica particolata o disciolta. Il fitoplancton sembra giocare un ruolo fondamentale, infatti le cellule algali presentano una superficie ricca di gruppi funzionali con elevato grado di affinità per gli ioni metallici disciolti (Kiefer *et al.*, 1997), ed è stato indicato come il meccanismo di adsorbimento superficiale determini una significativa riduzione dei metalli nella frazione disciolta, controllandone in questo modo la biodisponibilità ed il potenziale tossico (Xue *et al.*, 1988). Anche la sostanza organica disciolta, costituita da acidi umici e fulvici, sembra possedere elevate capacità complessanti nei confronti dei tossici ed in particolare dei metalli (Ashley, 1996; Garvey *et al.*, 1991), e la sua presenza risulta quindi influenzare la speciazione di questi microelementi soprattutto nelle acque interne. In ambiente marino, dove la maggior parte della sostanza organica sia particolata che disciolta è originata *in situ*, oltre alle cellule algali stesse, anche i composti organici extracellulari (EOM) possono avere un ruolo di primaria importanza nella distribuzione e speciazione degli ioni metallici.

Recenti studi hanno utilizzato la tecnica spettroscopica di risonanza magnetica nucleare (NMR) per individuare la natura dei legami coinvolti nell'interazione tra metalli e parete cellulare algale (Zhang e Majidi, 1993). La stessa tecnica è stata da noi per la prima volta applicata allo studio delle interazioni Cd(II)-EOM, con l'obiettivo di verificare il ruolo esercitato dagli essudati prodotti dal fitoplancton adriatico nella complessazione dei metalli.

## Materiali e metodi

Sono state selezionate specie algali ritenute rappresentative del bacino nord-adriatico sia per le alte densità raggiunte durante le fioriture, sia per la elevata capacità di produzione extracellulare. Le tre diatomee *Skeletonema costatum*,

*Nitzschia* (rinominata *Cylindrotheca*) *closterium* e *Chaetoceros* sp. e la cianoficea *Synechocystis* sp. sono state isolate e mantenute in coltura allo scopo di utilizzare la sostanza organica extracellulare (EOM) prodotta ed accumulata nel mezzo delle colture. La EOM delle differenti specie è stata quindi prelevata a diversi tempi (da pochi giorni a mesi di incubazione), separata dalla biomassa per filtrazione (0.45 μm) e sottoposta ad analisi spettrofluorimetrica a scansione sincrona (Mingazzini *et al.*, 1995). Sulla base delle intensità di fluorescenza (U.F.) rilevate in corrispondenza della banda spettrale a 340 nm di eccitazione ($\Delta\lambda$=25 nm) sono stati selezionati campioni con concentrazioni scalari (da 0 ad oltre 3000 U.F.) di composti organici prodotti in fase stazionaria. Tali campioni sono stati quindi preparati facendo reagire 1 ml di EOM con 0.5 ml di soluzione 0.15 M di Cd $(ClO_4)_2$ in $D_2O$, ed analizzati con $^{113}Cd$ NMR. Le risposte di spostamento chimico (chemical shift, ppm) ottenute dall'osservazione dello spettro del metallo sono state confrontate con quelle del campione di riferimento, rappresentato dalla stessa soluzione di Cd miscelata con l'acqua di mare utilizzata per il mezzo di coltura algale.

## Risultati e conclusioni

Per ciascuna delle diatomee *N. closterium* e *S. costatum* è stata ottenuta una serie di campioni di EOM (N1-10 e Sk1-7) in cui i composti organici prodotti in fase stazionaria erano presenti in un ampio intervallo di concentrazioni, rilevabili in termini di intensità fluorimetriche a 340 nm (Mingazzini, 1996). Alcuni spettri di fluorescenza dei campioni di EOM di queste due specie sono riportati nella Fig.1, al fine di evidenziare il graduale incremento delle intensità di fluorescenza rilevate a lunghezze d'onda >300 nm.

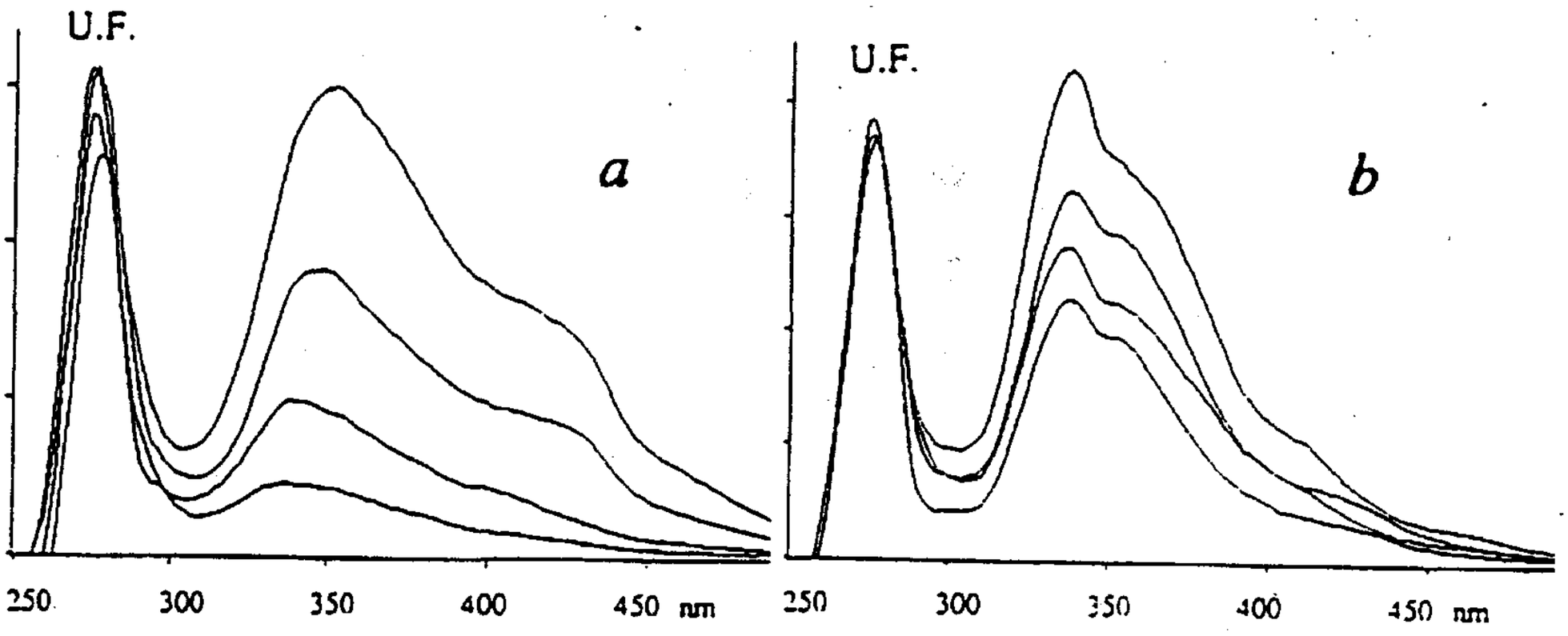



Fig. 1 - Sequenze temporali degli spettri di fluorescenza della EOM di *N. closterium* (*a*) e *S. costatum* (*b*).
*EOM fluorescence spectra of the differently aged* N. closterium *(a) and* S. costatum *(b) cultures.*

Una serie di tre campioni a concentrazioni scalari di EOM è stata ottenuta anche per la cianoficea *Synechocystis* sp. (Sy1-3), mentre per *Chaetoceros* sp. è stato utilizzato un campione singolo.

L'analisi NMR dei campioni di EOM trattati con Cd(II) (Fig. 2) ha permesso di rilevare le interazioni chimiche date dalla formazione di addotti Cd(II)-EOM. Queste determinano infatti variazioni della giacitura del segnale NMR lungo la scala del *chemical shift* rispetto al riferimento, rappresentato dal metallo non complessato. In Fig. 2 sono riportati esempi di spostamento chimico (ppm) osservato su alcuni campioni di EOM, rispetto al segnale di riferimento (RIF), dato dallo ione Cd in acqua di mare.

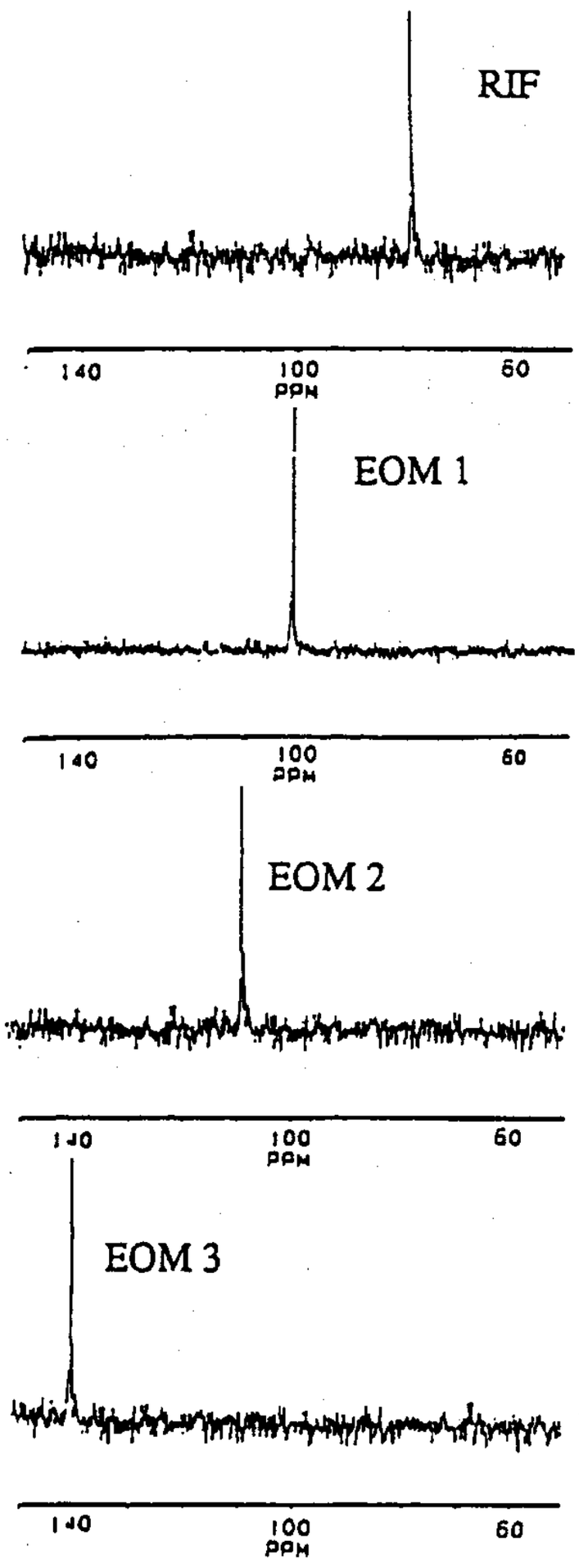



Fig. 2 - Spettri $^{113}Cd$ NMR del campione di acqua di mare (RIF) e di campioni di essudati extracellulari a concentrazioni crescenti (EOM 1-3).

*$^{113}Cd$ NMR spectra of the seawater reference sample (RIF) and of EOM samples at progressively higher concentrations (EOM 1-3).*

La direzione dello spostamento chimico fornisce indicazioni sui gruppi funzionali coinvolti nella formazione di complessi con il metallo. Per i campioni di EOM di tutte le specie algali analizzate, lo spostamento chimico osservato è risultato positivo, indicando la prevalenza di legami del tipo Cd-OH e/o Cd-N.

In Fig. 2 è anche evidente come all'aumento delle concentrazioni di EOM (EOM 1-3) corrisponda uno spostamento chimico verso valori crescenti, indicando un progressivo aumento del grado di complessazione dello ione metallico.

Per tutte le specie algali considerate è stato osservato lo stesso tipo di comportamento, ed in particolare i risultati ottenuti sulle serie di campioni a concentrazioni scalari di EOM hanno mostrato una buona proporzionalità tra lo spostamento chimico rilevato in Cd-NMR e la concentrazione degli essudati misurata in fluorescenza a 340 nm. Le Fig. 3 e 4 mostrano la relazione lineare trovata tra i due parametri, per le serie di campioni di EOM prodotta rispettivamente da *N. closterium* (N1-10) e da *S. costatum* (Sk1-7).

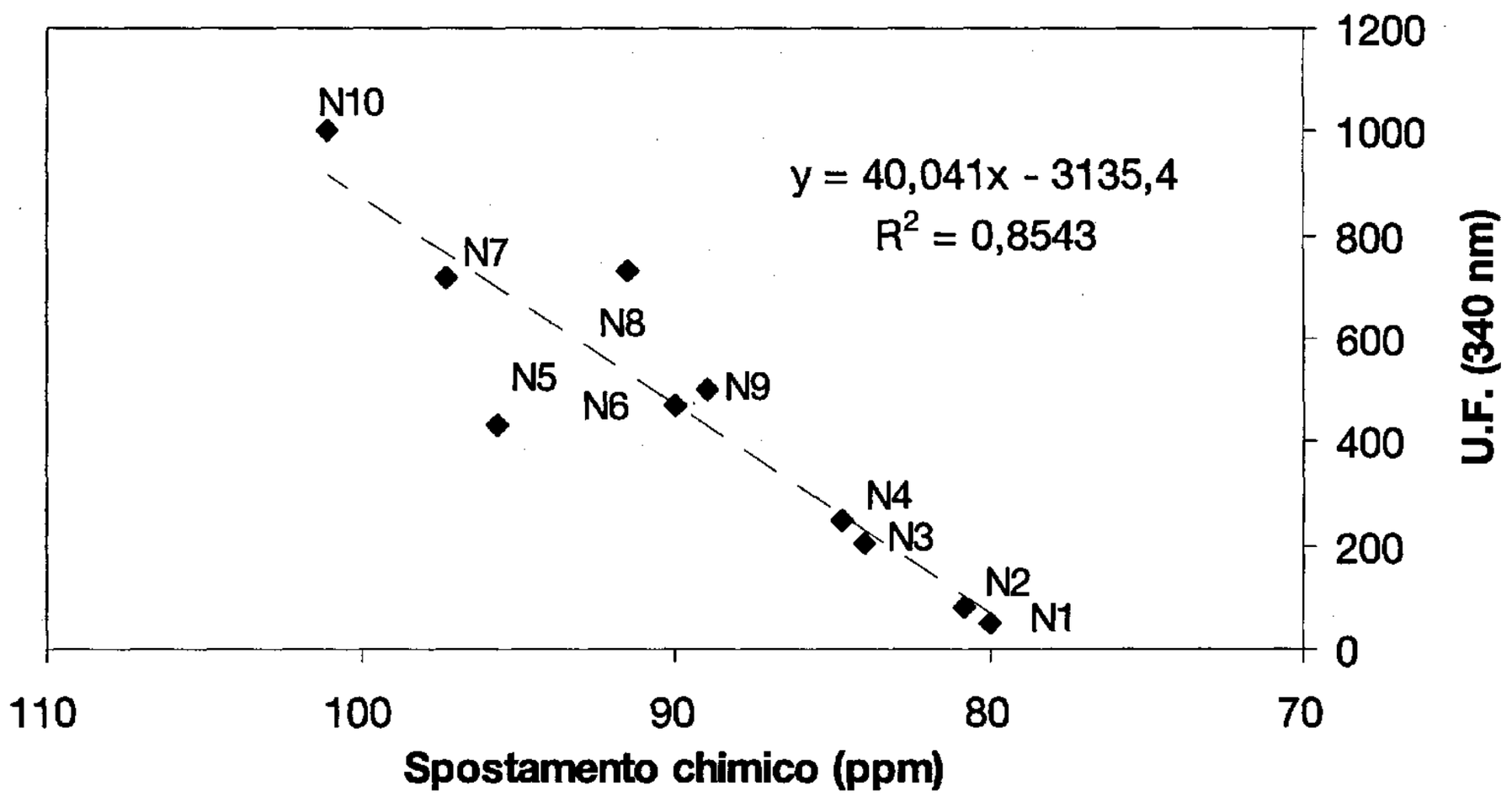



Fig. 3 - Relazione lineare tra spostamento chimico (ppm) e concentrazione degli essudati (U.F. 340 nm) per la serie di campioni di EOM prodotta da *N. closterium* (N1-10).
*Linear regression of the concentration (F.U. 340 nm) on the chemical shift (ppm) of the* N. closterium *EOM samples (N1-10).*

La Fig. 4 riporta inoltre i dati ottenuti dai campioni di EOM di *Chaetoceros* sp. e di *Synechocystis* sp., a scopo di confronto, evidenziando come le specie appartenenti al gruppo delle diatomee mostrino una capacità complessante simile tra loro, mentre per la cianoficea *Synechocystis* sp., la stessa risposta, in termini di spostamento chimico, corrisponda a valori superiori di intensità di fluorescenza.

I risultati ottenuti sottolineano il ruolo degli essudati algali nella complessazione degli ioni metallici. Gli spettri $^{113}Cd$ NMR hanno infatti chiaramente mostrato la formazione di complessi EOM-ione metallico in cui risultano coinvolti legami di tipo Cd-OH e/o Cd-N. Il confronto interspecifico ha in particolare evidenziato l'affinità nei confronti del Cd (II) dei composti extracellulari prodotti dal gruppo delle diatomee.

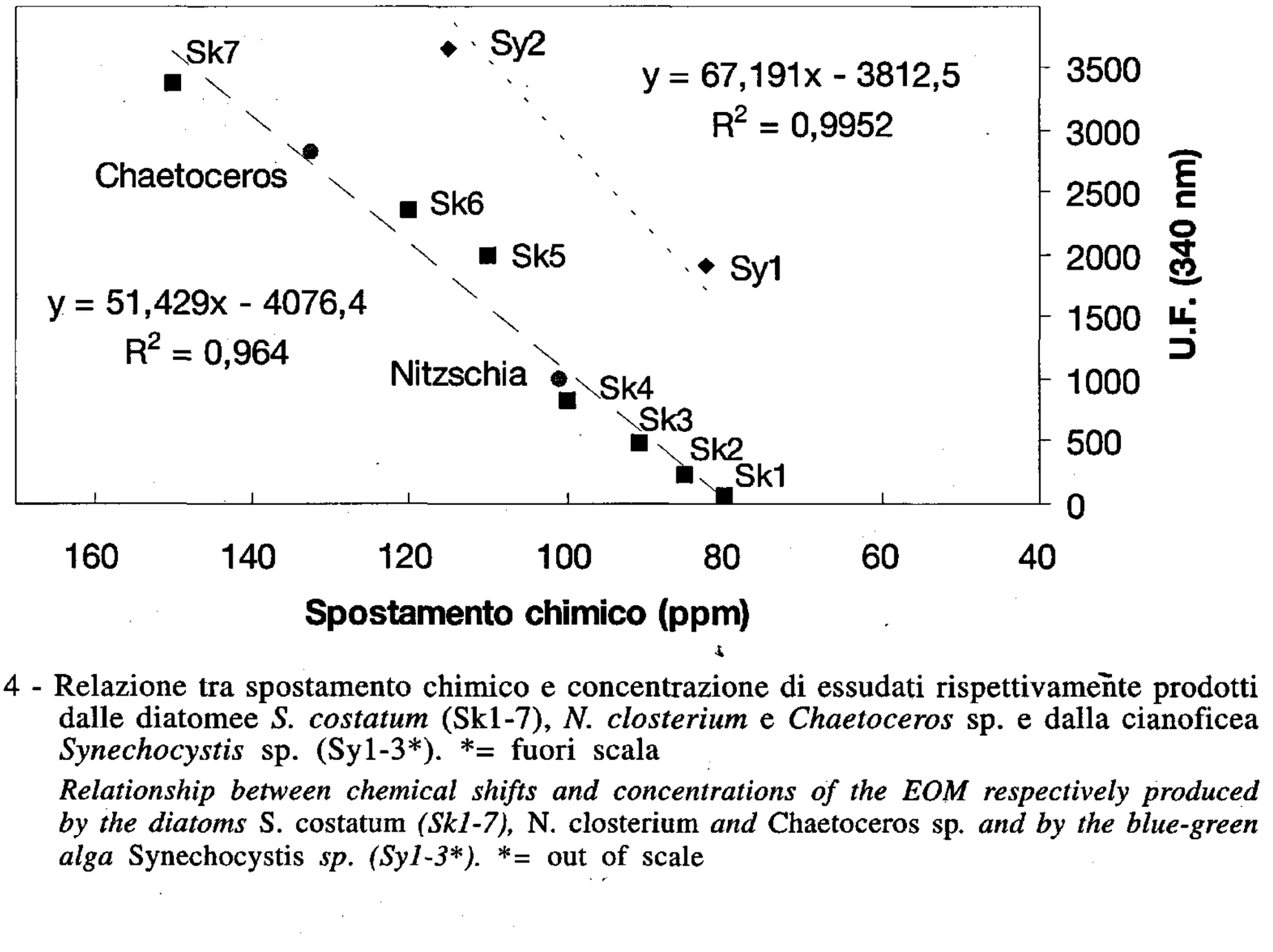



Fig. 4 - Relazione tra spostamento chimico e concentrazione di essudati rispettivamente prodotti dalle diatomee *S. costatum* (Sk1-7), *N. closterium* e *Chaetoceros* sp. e dalla cianoficea *Synechocystis* sp. (Sy1-3*). *= fuori scala

*Relationship between chemical shifts and concentrations of the EOM respectively produced by the diatoms* S. costatum *(Sk1-7),* N. closterium *and* Chaetoceros sp. *and by the blue-green alga* Synechocystis *sp. (Sy1-3*).* *= out of scale

**Bibliografia**

ASHLEY J.T.F. (1996) - Adsorption of Cu (II) and Zn (II) by estuarine, riverine and terrestrial humic acids. *Chemosphere*, **33**: 2175-2187.

GARVEY J.E., OWEN H.A., WINNER R.W. (1991) - Toxicity of copper to the green alga, *Chlamydomonas reinhardtii* (Chlorophyceae), as affected by humic substances of terrestrial and freshwater origin. *Aquat. Toxicol.*, **19**: 89-96.

KIEFER E., SIGG L., SCHOSSELER P. (1997) - Chemical and spectroscopic characterization of algae surfaces. *Environ. Sci. Technol.*, **31**: 759-764.

MINGAZZINI M. (1996) - Variazioni temporali della sostanza organica extracellulare prodotta dal fitoplancton. *Biol. Mar. Medit.*, **3**: 618-621.

MINGAZZINI M., COLOMBO S., FERRARI G.M. (1995) - Applications of spectrofluorimetric techniques to the study of marine mucilages in Adriatic Sea: preliminary results. *Sci. Total. Envir.*, **165**: 133-144.

XUE H.B., STUMM W., SIGG L. (1988) - The binding of heavy metals to algal surfaces. *Wat. Res.*, **22**: 917-926.

ZHANG W., MAJIDI V. (1993) - Study of solute influences on the binding of metals to *Stilococcus bacillaris* with $^{113}Cd$ NMR. *Applied Spectroscopy*, **47**: 2151-2156.

Biol. Mar. Medit. (1999), 6 (1): 709-711

M. MONARI, G.P. SERRAZANETTI, G. VITALI, O. CATTANI, R. VIVIANI

Dipartimento di Biochimica, Sezione di Biochimica Veterinaria, Università di Bologna, Via Tolara di Sopra, 50 - 40064 Ozzano Emila (Bologna), Italia.

# EFFETTI DEL BENZO(a)PIRENE SUL METABOLISMO ENERGETICO DI *SCAPHARCA INAEQUIVALVIS* (MOLLUSCA, BIVALVIA)

## *BENZO(A)PYRENE EFFECTS ON* SCAPHARCA INAEQUIVALVIS *METABOLISM*

***Abstract***

*Adenylate and energy substrate concentrations and anaerobic end product levels, measured in* S. inaequivalvis *foot after injecting benzo(a)pyrene directly into the hepatopancreas (1µg/g), are reported. The effect of the hydrocarbon appear to be neglegible, since metabolite values in both treated and control animals are not significantly different.*

***Key-words:*** *Benzo(a)pyrene, energy reserves, anaerobic end products, energy charge,* Scapharca inaequivalvis.

## Introduzione

Gli idrocarburi policiclici aromatici rappresentano una classe di composti estremamente tossici e pericolosi per l'ambiente e per la salute dell'uomo. Essi sono prevalentemente di origine antropica derivando dai processi di combustione legati alle attività umane.

Gli effetti tossici degli inquinanti si manifestano molto spesso con alterazioni del metabolismo energetico a causa dell'incremento del consumo di energia per l'induzione e la regolazione dei sistemi di detossificazione. La valutazione di tali alterazioni, ad uno stadio precoce degli effetti dei contaminanti, può fornire indicazioni su eventuali condizioni di stress (indici biochimici e fisiologici di stress) molto importanti per il biomonitoraggio ambientale. Sulla base di queste considerazioni abbiamo valutato l'effetto del benzopirene sul metabolismo energetico del mollusco bivalve *Scapharca inaequivalvis*.

## Materiali e metodi

Il composto è stato iniettato (1 µg/g di tessuto molle) direttamente nell'epatopancreas di esemplari di *S. inaequivalvis* suddivisi in tre gruppi omogenei (da 5 a 5,5 cm di lunghezza conchigliare). Nel secondo e terzo gruppo le iniezioni sono state ripetute rispettivamente due e tre volte ad intervalli di 4 giorni, per valutare possibili effetti di accumulo. Ventiquattro ore dopo la prima, seconda e terza iniezione rispettivamente nel primo, secondo e terzo gruppo, gli animali sono stati dissezionati ed i tessuti congelati e conservati in azoto liquido. Per le analisi dei metaboliti in ogni gruppo sono stati considerati 4 pools, ciascuno costituito dal piede di cinque animali. Il tessuto molle di 10 animali è stato conservato per la misura dei livelli di benzo(a)pirene. La determinazione dei metaboliti è stata effettuata con tecniche spettrofotometriche secondo metodiche enzimatiche standard (Bergmayer, 1974). Per l'estrazione dei lipidi è stato utilizzato il metodo di Folch *et al.* (1957). Il BaP è stato separato mediante cromatografia su strato sottile (TLC) e la determinazione quantitativa è stata effettuata mediante spettrofluorimetria.

## Risultati e discussione

I dati analitici relativi alle concentrazioni dei substrati energetici (glicogeno, arginina fosfato e ATP) non mostrano differenze significative tra animali trattati e controlli (animali iniettati solo con solvente dimetilformammide) di ogni gruppo, sia fra i diversi gruppi. Analogamente non risulta esservi accumulo di prodotti finali anaerobici (alanina D-lattato e octopina); i valori rilevati, peraltro molto bassi, non hanno mostrato variazioni significative sia rispetto ai controlli sia nelle successive iniezioni (Tab. 1, 2).

Tab. 1 - Concentrazioni di arginina fosfato, nucleotidi adenilici e valore della carica energetica (AEC) nel piede di *S. inaequivalvis* dopo iniezione di benzo(a)pirene nell'epatopancreas.
*Arginine phosphate and adenylate concentrations, and AEC values in foot of* S. inaequivalvis *following injection of benzo(a)pyrene in hepatopancreas.*

| Codice | **P – Arg** µmoli/g p.f. | **ATP** µmoli/g p.f. | **ADP** µmoli/g p.f. | **AMP** µmoli/g p.f. | **AEC** |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | |
| C 1 | 7,05 ± 4,06 | 3,49 ± 0,57 | 0,73 ± 0,12 | 0,08 ± 0,04 | 0,89 ± 0,03 |
| T 1 | 6,19 ± 2,18 | 3,49 ± 1,06 | 0,74 ± 0,18 | 0,07 ± 0,05 | 0,89 ± 0,05 |
| C 2 | 5,54 ± 3,12 | 3,26 ± 1,09 | 0,94 ± 0,24 | 0,11 ± 0,02 | 0,85 ± 0,05 |
| T 2 | 7,67 ± 2,68 | 3,69 ± 0,57 | 1,00 ± 0,23 | 0,11 ± 0,05 | 0,88 ± 0,02 |
| C 3 | 9,69 ± 3,22 | 4,16 ± 1,31 | 0,69 ± 0,16 | 0,04 ± 0,01 | 0,90 ± 0,02 |
| T 3 | 7,16 ± 3,75 | 3,75 ± 0,92 | 0,91 ± 0,16 | 0,09 ± 0,05 | 0,89 ± 0,03 |

C = controlli; T = trattati

Tab. 2 - Concentrazioni di substrati energetici (glicogeno e aspartato) e prodotti finali anaerobici (alanina, D-lattato e octopina) nel piede di *S. inaequivalvis* dopo iniezione di benzo(a)pirene nell'epatopancreas.
*Energy substrate and anaerobic end product values in foot of* S. inaequivalvis *following benzo(a)pyrene injection in hepatopancreas.*

| Codice | **Glicogeno** µmoli/g p.f. | **Aspartato** µmoli/g p.f. | **Alanina** µmoli/g p.f. | **D- Lattato** µmoli/g p.f. | **Octopina** µmoli/g p.f. |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | |
| C 1 | 89,73 ± 13,7 | 6,73 ± 0,51 | 1,00 ± 0,26 | 0,10 ± 0,01 | 0,19 ± 0,04 |
| T 1 | 86,17 ± 7,11 | 7,58 ± 0,89 | 1,02 ± 0,50 | 0,06 ± 0,03 | 0,20 ± 0,09 |
| C 2 | 135,1 ± 25,5 | 9,91 ± 4,80 | 1,80 ± 0,45 | 0,07 ± 0,02 | 0,38 ± 0,15 |
| T 2 | 128,5 ± 25,4 | 9,92 ± 2,94 | 1,53 ± 0,47 | 0,05 ± 0,01 | 0,30 ± 0,03 |
| C 3 | 107,4 ± 18,4 | 6,97 ± 0,78 | 1,31 ± 0,12 | 0,13 ± 0 | 0,19 ± 0,04 |
| T 3 | 102,0 ± 34,0 | 6,88 ± 1,93 | 1,33 ± 0,37 | 0,11 ± 0,02 | 0,21 ± 0,05 |

C = controlli; T = trattati

Ogni effetto del solvente può essere escluso, in quanto i livelli dei metaboliti dei controlli sono risultati molto simili a quelli basali rilevati in precedenti ricerche sulla stessa specie (Isani *et al.*, 1989).

Per quanto riguarda le concentrazioni di BaP, sono stati rilevati alla fine dell'esperimento, valori confrontabili (21±8,6 ng/g di peso fresco) con quelli di molluschi di aree inquinate (Bresler e Fishelson, 1994), ma come si può osser-

vare la maggior parte del composto iniettato non è stata trattenuta. Non è chiaro quali siano i meccanismi di eliminazione del benzo(a)pirene, che potrebbero essere tuttavia dovuti a processi di detossificazione. Molti autori hanno evidenziato una certa attività, anche se minore rispetto a quella rilevata nei Vertebrati, dell'ossigenasi a funzione mista (MFO), che esercita un'azione detossificante nei confronti degli idrocarburi. L'epatopancreas rappresenta il tessuto dove è più alta l'attività del suddetto complesso enzimatico.

Il quadro delineato dalle concentrazioni dei metaboliti dopo il trattamento suggerisce una scarsa influenza dell'idrocarburo sul metabolismo energetico. A confermare la mancanza di effetti negativi dovuti al BaP contribuiscono i valori della carica energetica (controlli e trattati) compresi fra 0,85 e 0,90, che indicano uno stato fisiologico ottimale. Scarsi effetti sul metabolismo energetico da parte degli idrocarburi sono riportati da altri ricercatori (Aunaas *et al.*, 1991) che, in prove di esposizione di *Mytilus edulis* a vari composti tossici, evidenziarono effetti negativi sul metabolismo energetico da parte di formalina e mercurio, ma non del benzene, un idrocarburo aromatico. E' molto probabile pertanto, che gli effetti degli idrocarburi si esplichino ad altri livelli dell'organizzazione biologica.

**Bibliografia**

AUNAAS T., EINARSON S., SOUTHON T.E., ZACHARIASSEN K.E. (1991) - The effects of organic and inorganic pollutants on intracellular phosphate compounds in blue mussel (*Mytilus edulis*). *Comp. Biochem. Physiol.*, **100 C**: 89-93.

BERGMEYER H.U. (1974) - *Methods of Enzymatic Analysis*, Academic Press, New York.

BRESLER V., FISHELSON L. (1994) - Microfluorimetrical study of bioaccumulation of benzo(a)pyrene and marker xenobiotics in the bivalve *Donax trunculus* from clean and polluted sites along the Mediterranean shore of Israel. *Dis. Aquat. Org.*, **19**: 193-202.

FOLCH J., LEES M., SLOANE STANLEY G.H. (1957) - A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *J. Biol. Chem.*, **226**: 497-509.

ISANI G., CATTANI O., CARPENÈ E., TACCONI S., CORTESI P. (1989) - Energy metabolism during anaerobiosis and recovery in the posterior adductor muscle of the bivalve *Scapharca inaequivalvis*. *Comp. Biochem. Physiol.*, **93 B**: 193-200.

Biol. Mar. Medit. (1999), 6 (1): 712-715

N. Nesto, S. Pozza*, B. Berton, C. Nasci, L. Da Ros

Istituto di Biologia del Mare, C.N.R., Castello, 1364/A - 30122 Venezia, Italia.
* Dip. di Scienze Ambientali, Università di Venezia, Italia.

# PRIME VALUTAZIONI QUANTITATIVE DI *PERKINSUS* SP. (HAPLOSPORIDIA, APICOMPLEXA) IN POPOLAZIONI NATURALI DI MOLLUSCHI BIVALVI DELL'ALTO ADRIATICO

# *PRELIMINARY QUANTITATIVE ASSESSMENTS OF* PERKINSUS *SP. (HAPLOSPORIDIA, APICOMPLEXA) IN NATURAL POPULATIONS OF BIVALVES FROM VENICE LAGOON AND NORTH ADRIATIC SEA*

***Abstract***

*The protozoan parasite* Perkinsus *sp. (Haplosporidia, Apicomplexa) was detected and quantified in different species of marine molluscs from Venice Lagoon (*Tapes philippinarum *and* Mytilus galloprovincialis*) and from North Adriatic Sea (*Chamelea gallina *and* Paphia aurea*). The infection level was higher in lagoon species than in marine ones;* T. philippinarum *was more infected than* M. galloprovincialis, *while the other two species showed similar infection levels.*

***Key-words:*** Perkinsus *sp., parasitism, bivalves, Venice Lagoon, Adriatic Sea.*

## Introduzione

Nel corso di una ricerca finalizzata a verificare il possibile utilizzo del mollusco bivalve bentonico *Tapes philippinarum* come indicatore biologico, la presenza di *Perkinsus* sp. è stata riscontrata casualmente in sezioni istologiche. Data la potenziale capacità di questo protozoo parassita di causare estese mortalità di bivalvi, si è avviato un monitoraggio per quantificarne la presenza in questa ed in altre specie di molluschi bivalvi di importanza commerciale.

## Materiali e metodi

Campioni di *T. philippinarum* sono stati prelevati stagionalmente (nel 1996-1997) in due stazioni della Laguna di Venezia (Palude della Rosa e Porto Marghera) ed in una costiera (Brussa-Caorle). Successivamente (nel 1997-1998) i campionamenti sono stati estesi alle stazioni lagunari di Punta Sabbioni e Val Dogà e si è proseguito il monitoraggio nella stazione di Porto Marghera. Durante questo periodo sono stati effettuati campionamenti stagionali anche di *M. galloprovincialis* nei siti di Marghera e S. Maria del Mare e in Novembre 1997 di *C. gallina* e *P. aurea* in due zone costiere Alto Adriatiche (Chioggia e Cesenatico).

Per la valutazione del carico totale di *Perkinsus* sp. (n° ipnospore/ gr peso umido) è stato utilizzato un sistema diagnostico quantitativo di tipo colturale che prevede l'uso di tioglicollato (Choi *et al.*, 1989).

I valori di carico totale sono stati confrontati tra loro attraverso un'analisi della varianza (test ANOVA), con lo scopo di evidenziare la presenza e la significatività di eventuali differenze.

## Risultati

Il grado di infezione in *T. philippinarum*, nei tre siti campionati in Laguna di Venezia, è moderatamente elevato (Tab. 1) e quasi sempre superiore rispetto a quello delle due specie marine *C. gallina* e *P. aurea*, che presentano valori simili tra loro (Tab. 2).

Tab. 1 - Carico totale di *Perkinsus* sp. (media ± I.C. 95%, n=10) in *T. philippinarum* (specie lagunare). Confronto statistico (ANOVA) tra mesi nella stessa stazione: n.s.=non significativo.
Perkinsus *sp. body burden (mean ± 95% C.I., n=10) in* T. philippinarum *(lagoon species). Statistical comparison (ANOVA) between months in the same station: n.s.=not significant.*

| **Campioni** *Tapes philippinarum* | **LOG ipnospore / gr di peso umido** |
|---|---|
| **Marghera Nov. 97** | 2.423 ± 0.568 |
| **Marghera Gen. 98** | 3.142 ± 0.650 |
| **Marghera Apr. 98** | 3.078 ± 0.795 n.s. |
| **Val Dogà Gen. 98** | 1.924 ± 0.627 |
| **Val Dogà Apr. 98** | 1.468 ± 0.820 n.s. |
| **Punta Sabbioni Dic. 97** | 5.145 ± 0.539 |

Tab. 2 - Carico totale di *Perkinsus* sp. (media ± I.C. 95%, n=10) in *C. gallina* e *P. aurea* (specie marine), (Nov. 97). Confronto statistico (ANOVA) tra stazioni per la stessa specie: ***=p<0.001, n.s.=non significativo.
Perkinsus *sp. body burden (mean ± 95% C.I., n=10) in* C. gallina *e* P. aurea *(marine species),(Nov. 97). Statistical comparison (ANOVA) between stations for the same species: ***=p<0.001, n.s.=not significant.*

| **Campioni** | **LOG ipnospore / gr di peso umido** |
|---|---|
| ***C. gallina*** **Chioggia** | 2.489 ± 0.072 |
| ***C. gallina*** **Cesenatico** | 2.144 ± 0.113 *** |
| ***P. aurea*** **Chioggia** | 2.202 ± 0.439 |
| ***P. aurea*** **Cesenatico** | 1.932 ± 0.293 n.s. |

Dal confronto della Fig. 1 e 2 si può vedere che innanzitutto il carico totale di *Perkinsus* sp. è di gran lunga superiore in *Tapes* rispetto a *Mytilus*. Per quanto riguarda *T. philippinarum* la stazione più parassitata è risultata quella lagunare di Palude della Rosa e la meno parassitata quella costiera di Brussa-Caorle. Per *M. galloprovincialis* invece, le due stazioni oggetto di indagine (Porto Marghera e S. Maria del Mare) presentano valori di infezione che non differiscono tra loro significativamente, eccetto che nel mese di Novembre. L'andamento stagionale della parassitosi in *Tapes* presenta un picco in corrispondenza dei mesi primaverili-estivi, soprattutto nelle stazioni maggiormente parassitate (Palude della Rosa e Porto Marghera) (Fig. 1), mentre non è possibile riscontrare un chiaro andamento stagionale nei campioni di *Mytilus* (Fig. 2).

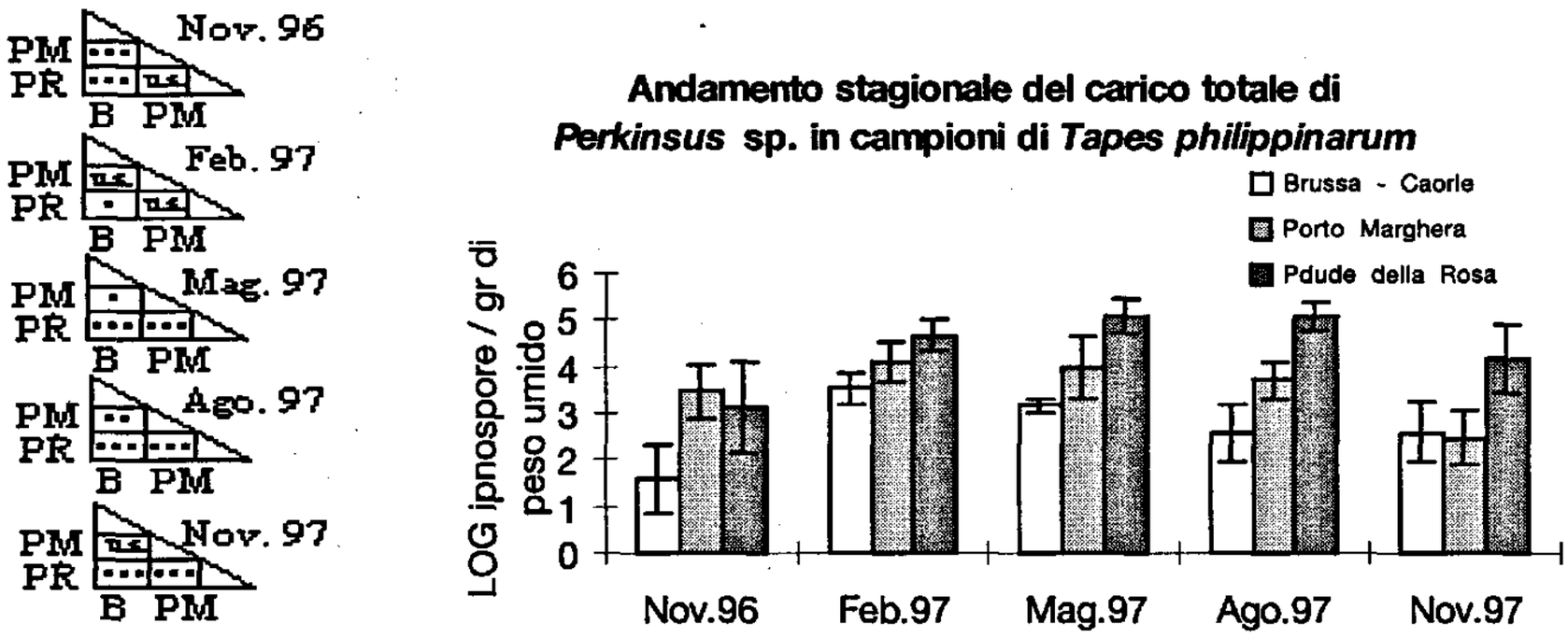



Fig. 1 - Carico totale di *Perkinsus* sp. (media ± I.C. 95%, n=10) in campioni di *T. philippinarum* prelevati in zone lagunari (Palude della Rosa e Porto Marghera) ed in una zona costiera (Brussa - Caorle). Confronto statistico (ANOVA) tra stazioni nello stesso mese: *=p<0.05, **=p<0.01, ***=*p<0.001, n.s.=non significativo.*

Perkinsus *sp. body burden (mean ± 95% C.I., n=10) in* T. philippinarum *samples, from two lagoon sites (Palude della Rosa and Porto Marghera), and from a marine one (Brussa - Caorle). Statistical comparison (ANOVA) between stations in the same month: *=p<0.05, **=p< 0.01, ***=p<0.001, n.s.=not significant.*

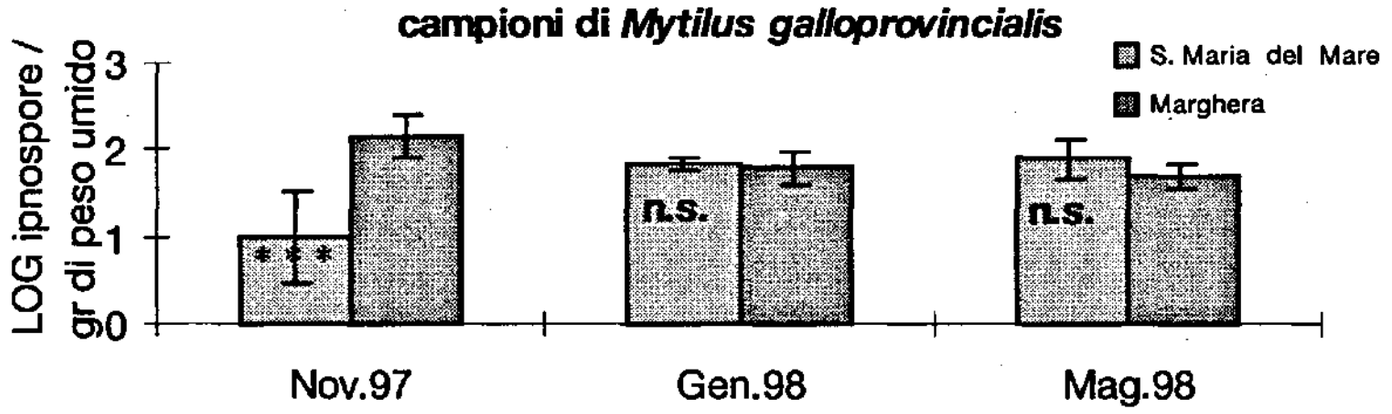



Fig. 2 - Carico totale di *Perkinsus* sp. (media ± I.C. 95%, n=10) in campioni di *M. galloprovincialis* prelevati da due zone della Laguna di Venezia. Confronto statistico (ANOVA) tra stazioni nello stesso mese: ***=p<0.001, n.s.=non significativo.

Perkinsus *sp. body burden (mean ± 95% C.I., n=10) in* M. galloprovincialis *from two sites of Venice Lagoon. Statistical comparison (ANOVA) between stations in the same month: ***=p<.001, n.s.=not significant.*

## Discussione

I dati evidenziano una maggior diffusione di *Perkinsus* sp. nelle specie di molluschi bivalvi lagunari piuttosto che in quelle marine, probabilmente a seguito della minore profondità e circolazione delle acque che determinano, soprattutto in estate, le condizioni per una più rapida trasmissione dell'infezione da individuo a individuo, dal momento che quest'ultima è principalmente dose dipendente (Andrews, 1988; Burreson e Ragone Calvo, 1996).

La presenza in acque italiane di *Perkinsus* sp., già descritta per varie specie lagunari (Da Ros e Canzonier, 1985) e marine (Rubini *et al.*, 1996), viene segnalata

per la prima volta in *M. galloprovincialis* della Laguna di Venezia. I tassi di infezione comunque sono di gran lunga inferiori rispetto a quelli di *T. philippinarum* e ciò può essere essenzialmente dovuto al fatto che *M. galloprovincialis* è presente in aree lagunari a maggior ricambio d'acqua, quindi in teoria meno contaminate da parassiti. Inoltre, il fatto stesso che si tratta di una parassitosi di recentissima comparsa potrebbe spiegare la bassa diffusione del parassita nella popolazione.

L'analisi degli andamenti stagionali dei livelli di infezione, soprattutto nei campioni risultati più parassitati, sembrano seguire il trend segnalato da Andrews (1988) e Burreson e Ragone Calvo (1996) con picchi massimi durante i mesi primaverili-estivi.

In ogni caso i valori di carico totale in *T. philippinarum*, che presenta l'infezione più alta tra tutte le specie esaminate, sono inferiori di almeno due ordini di grandezza rispetto quelli registrati nelle ostriche americane (Burreson e Ragone Calvo, 1996) e ciò probabilmente spiega il motivo per cui non sembrano comportare, almeno per ora, gravi danni agli organismi parassitati.

Ulteriori studi per un approfondimento dei meccanismi di diffusione del parassita non solo tra le popolazioni di bivalvi naturali ma anche nei parchi di allevamento lagunari appaiono quanto mai indispensabili considerata l'importanza economica di tale risorsa.

**Ringraziamenti**

Gli autori desiderano ringraziare il dott. M. Pellizzato per la preziosa collaborazione e per aver fornito i campioni di *Tapes* di Val Dogà.

**Bibliografia**

ANDREWS J. D. (1988) - Epizootiology of the disease caused by the oyster pathogen P*erkinsus marinus* and its effect on the oyster industry. *Amer. Fish. Soc. Spec. Publ.*, **18**: 47-63.

BURRESON E.M., RAGONE CALVO L.M. (1996) - Epizootiology of *Perkinsus marinus* disease of oysters in Chesapeake Bay, with emphasis on data since 1985. *J. Shellfish Res*, **15** (1): 17-34.

CHOI K.S., WILSON E.A., LEWIS D.H., POWELL E.N., RAY S.M. (1989) - The energetic cost of *Perkinsus marinus* parasitism in oysters: quantification of the tioglycollate method. *J. Shellfish Res.*, **8** (1): 125-131.

DA ROS L., CANZONIER W.J. (1985) - *Perkinsus*, a protistan threat to bivalve culture in the Mediterranean basin. *Bull. Eur. Ass. Fish Pathol.*, **5** (2): 23-27.

RUBINI S., CAPPELLARO H., ALESSI A., BADINI L., CAMPANINI A., MARZADORI F. (1996) - *Perkinsus* sp. nei bivalvi dal Reno a Cesenatico. *Laguna*, **1**: 25-31.

Questa ricerca è stata in parte finanziata dal progetto C.N.R.-PRISMA 2, sottoprogetto 3.

Biol. Mar. Medit. (1999), 6 (1): 716-718

I. Papi, F. Castrogiovanni

Dipartimento di Scienze dell'Uomo e dell'Ambiente,
Università di Pisa, Via A. Volta, 6 - 56126 Pisa, Italia.

# FENOLOGIA RIPRODUTTIVA E VARIABILITÀ GENETICA DI UNA POPOLAZIONE DI *LAURENCIA MICROCLADIA* KÜTZING (CERAMIALES, RHODOPHYTA)

# *REPRODUCTIVE PHENOLOGY AND GENETIC VARIABILITY OF A* LAURENCIA MICROCLADIA *KÜTZING (CERAMIALES, RHODOPHYTA) POPULATION*

***Abstract***

*The reproductive phenology and the genetic variability of a* Laurencia microcladia *(Ceramiales, Rhodophyta) population are described. The results highlighted that the vegetative propagation plays the major role for the maintenance of population respect to the sexual reproduction.*

***Key-words:*** Laurencia microcladia, *reproductive phenology, genetic variability.*

## Introduzione

Tra i fattori che determinano la struttura genetica di una popolazione le strategie riproduttive rivestono un ruolo determinante; il grado di variabilità isoenzimatica costituisce quindi un efficace indicatore del tipo di strategia riproduttiva messa in atto da una determinata specie. Perciò, al fine di acquisire informazioni sul tipo di riproduzione che gli organismi algali seguono in natura, è possibile affiancare ad osservazioni sulla fenologia riproduttiva, ricerche sulla loro struttura genetica (Pearson e Murray, 1997). In questo lavoro, è stato caratterizzato il comportamento riproduttivo di una popolazione di *Laurencia microcladia* prelevata a Quercianella (litorale livornese) e, mediante elettroforesi di enzimi, è stata condotta un'analisi della variabilità genetica di tale popolazione, per verificare l'importanza della riproduzione sessuale e la reale incidenza della propagazione vegetativa.

## Materiali e metodi

Lo studio della fenologia riproduttiva è stato effettuato valutando su scala spazio-temporale l'abbondanza delle tre generazioni del ciclo vitale (gametofiti femminili con cistocarpi e tetrasporofiti) e dello stadio sterile. A tale scopo sono stati effettuati nel corso di un anno (dicembre 1994 - novembre 1995) dodici campionamenti (tre per ogni stagione) ed in ogni data sono stati prelevati quindici "clumps" di *L. microcladia* che sono stati poi attribuiti in modo randomizzato a tre gruppi: sterili, tetrasporofiti e gametofiti femminili. Per ogni clump sono stati considerati sette talli e, nel caso in cui la fenologia di questi corrispondesse a quella del gruppo considerato, sono stati registrati il peso umido ed il numero. I dati ottenuti sono stati analizzati per mezzo di un modello multifattoriale di analisi della varianza (Underwood, 1981). Lo studio di variabilità genetica condotto su due loci genici (*PGI* e *PGM*) è stato effettuato considerando la percentuale di loci polimorfici, il numero medio di alleli/locus, l'eterozigosità media per locus e verificando l'equilibrio di Hardy-Weinberg (Nei, 1987).

## Risultati

L'analisi del grafico relativo al peso dei talli (Fig. 1A) evidenzia l'alternanza nel corso dell'anno tra la generazione tetrasporofitica e quella gametofitica, con prevalenza della prima nei mesi primaverili-estivi e della seconda nei mesi autunnali. La presenza di talli sterili è invece quasi sempre costante con valori di peso dei talli spesso piuttosto elevati. L'analisi della varianza mostra un effetto significativo dell'interazione date dei campionamenti x gruppi fenologici ($F_{16,144}$=7.036, p<0.001) sul parametro considerato. Nonostante sia piuttosto evidente una certa periodicità nell'andamento di questo parametro, non è stato rilevato alcun effetto significativo del fattore stagione ($F_{3,8}$=3.3594, p>0.05), mentre risulta significativa la differenza tra clumps ($F_{144,1080}$=2.7603, p<0.001) ad indicare una notevole variabilità spaziale del peso dei talli. Per quanto riguarda la variazione annuale del numero percentuale dei talli, sia il grafico (Fig. 1B) che l'analisi della varianza evidenziano risultati molto simili a quelli ottenuti per il parametro precedente ad eccezione del numero percentuale dei talli sterili; questo infatti si presenta molto elevato nella maggior parte dei campionamenti effettuati ad indicare che spesso i talli sterili costituiscono quasi per intero la biomassa algale. Per quanto riguarda la variabilità genetica della popolazione di *L. microcladia,* entrambi i loci analizzati risultano polimorfici, con un numero medio di alleli per locus pari a 2. La differenza tra genotipi attesi ed osservati è per i due loci altamente significativa (*PGI*: $c^2$=50.907, p<0.001; *PGM*: $c^2$=4.680, p<0.05) ad indicare una deviazione dall'equilibrio di Hardy-Weinberg. Tale deviazione è legata ad una carenza di individui eterozigoti che si evidenzia esaminando la differenza, anch'essa altamente significativa, tra i valori di eterozigosità media attesa ed osservata ($c^2$=21.2, p<0.001).

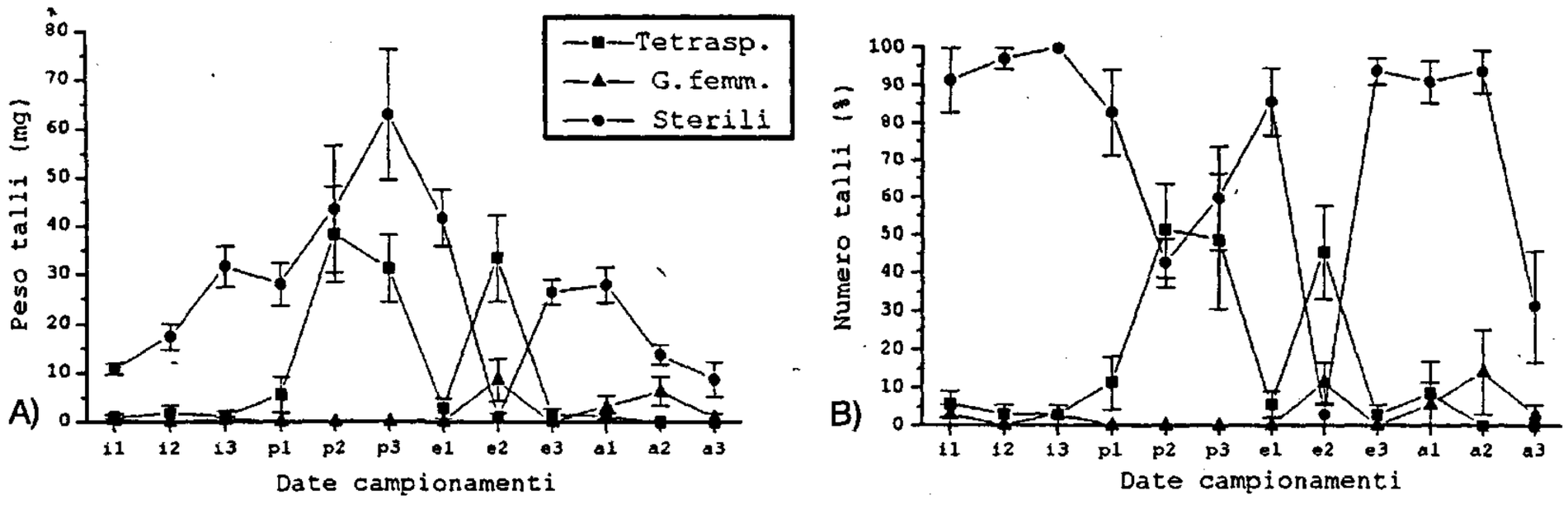



Fig. 1 - Variazione annuale del peso medio (A) e del numero medio percentuale (B) dei talli fertili (tetrasporofiti e gametofiti femminili) e sterili. i=inverno, p=primavera, e=estate, a=autunno.

*Annual variation of mean weight (A) and mean percentage number (B) of fertile (tetrasporophytes and female gametophytes) and sterile thalli. I=winter, p=spring, e=summer, a=autumn.*

## Discussione e conclusioni

I risultati relativi allo studio della fenologia riproduttiva da un lato hanno evidenziato una variazione spazio-temporale su piccola scala (variabilità tra date e tra clumps) nella dinamica della popolazione esaminata e dall'altro hanno permesso di chiarire alcuni aspetti del ciclo vitale di questa specie: alternanza

delle generazioni nel corso dell'anno con prevalenza di piante tetrasporofitiche su quelle gametofitiche e predominanza dei talli sterili su quelli fertili. Queste differenze indicano che nel ciclo vitale l'alternanza di generazioni non costituisce la modalità di riproduzione più importante (May, 1986). Per la popolazione di *L. microcladia* questo fenomeno, associato alla predominanza di talli sterili, potrebbe indicare una prevalente propagazione di tipo vegetativo. L'indagine genetica ha messo in evidenza una bassa variabilità genetica legata principalmente alla carenza di individui eterozigoti, con conseguente deviazione dall'equilibrio di Hardy-Weinberg; questo fenomeno è attribuibile alla colonizzazione dell'area di provenienza del campione analizzato da parte di pochi individui, per i quali è successivamente prevalsa una riproduzione di tipo asessuale. Nel complesso questi risultati forniscono informazioni sulle modalità di riproduzione di *L. microcladia;* questa specie molto probabilmente, pur seguendo un ciclo vitale trigenetico, presenta una predominante propagazione di tipo vegetativo che gioca il ruolo principale nel mantenimento della popolazione.

**Bibliografia**

MAY G. (1986) - Life history variations in a predominantly gametophytic population of *Iridaea cordata* (Gigartinaceae, Rhodophyta). *J. Phycol.*, **22**: 448-455.

NEI M. (1987) - *Molecular evolutionary genetics*. Columbia University Press, New York: 512 pp.

PEARSON E.A., MURRAY S.N. (1997) - Patterns of reproduction, genetic diversity, and genetic differentiation in California populations of the geniculate coralline alga *Lithothrix aspergillum* (Rhodophyta). *J. Phycol.*, **33**: 753-763.

UNDERWOOD A.J. (1981) - Techniques of analysis of variance in experimental marine biology and ecology. *Oceanogr. Mar. Biol. Annu. Rev.*, **19**: 513-605.

Biol. Mar. Medit. (1999), 6 (1): 719-721

N. PARRINELLO, S. LO BRUTTO, A. PICCIURRO, M. ARCULEO, A. M. RINALDI*

Dipartimento di Biologia Animale, Università di Palermo,
Via Archirafi, 18 - 90123 Palermo, Italia.
*Dip. Biologia Cellulare e dello Sviluppo, Palermo, Italia.

# TAXONOMIC STUDY OF THE FAMILY CENTRACHANTIDAE (PISCES) BY RFLP ANALYSIS

## *STUDIO TASSONOMICO DELLA FAMIGLIA CENTRACHANTIDAE ATTRAVERSO ANALISI RFLP*

***Abstract***

*All the species belonging to the family Centracanthidae (Pisces) were investigated by RFLP on mtDNA to assess the genetic relationships among them. Even if no genetic marker between* Spicara maena and S. flexuosa *was found, the genetic distances are in accordance with the phylogenetic position inside the family described in the literature.*

***Key-words:*** *Centrachantidae, mtDNA, RFLP, Mediterranean Sea.*

## Introduction

*Centracanthus* and *Spicara* are genera that belong to the family Centracanthidae. *Centracanthus cirrus* is the only species of its genus, while *Spicara flexuosa, S. maena* and *S. smaris* form the genus *Spicara*. *S. maena* and *S. flexuosa* show cromatic variations, related to the effects of sexual dichromatism, that often make identification difficult, while *S. smaris* is a very characteristic species. *S. maena* can be distinguished from *S. flexuosa* because of the former of the head is shorter than the body depth and well developed teeth are present on the vomer. These species have been already investigated by means of different biochemical markers. Eye-lens proteins (Pollard and Pichot, 1971) and allozymes (Arculeo *et al.*, 1996), both revealed a high genetic identity between *S. maena* and *S. flexuosa*. Although allozymes are, in general, successful in describing relationship of very close species, no species-specific markers were found between *S. maena* and *S. flexuosa*. For this reason these two species are now analysed throughout variation in mitochondrial DNA detected by restriction sites.

The aim of this work is to find out genetic markers that can discriminate the species of the family of Centracantidae in particular *S. maena* and *S. flexuosa*. Genetic relantioship between these two species is compared to that of an intragenus species (*S. smaris*), and of a different genus (*Centracanthus cirrus*), to evaluate the right position among those taxa, relating to the mtDNA variation.

## Materials and methods

The fishes, ten for each species, were caught in the Gulf of Palermo (N/W Sicily) and frozen at –20 °C. Mitochondrial DNA was extracted from muscle tissue following the protocol of Bouchon *et al.* (1994). For each extraction 200 mg of tissue were used. Universal primers were used to amplify a 2000 bp fragment comprising the 12 SrRNA and 16SrRNA regions (L12:5'-GAAAAGCT-TCAAACTGGGATTAGATACCCCACTAT-3'; H16:5'-CCGGTCTGAACTCAGA-TCATGT-3', Bouchon *et al.*, 1994).

Fragments were amplified using the following 40 cycles: 93 °C per 1 min., 58 °C per 1 min., 70 °C per 1 min. Five µl of the DNA were cleaved with 15 units of restriction enzymes, overnight. The cleaved DNA was run on agarose gel (1.2%) at a voltage of 50 V. Four four base-cutters (*Mbo I, Hae III, Rsa I, Hpa II*), four five-cutters (*Hinf I, Nci I, Ava II, Dde I*) and ten six-cutters (*Hind III, Dra I, Pst I, Alw44 I, EcoR V*) were used (Tab. 1). Other enzymes (*BamH I, EcoR I, Pvu II, Xho I*) did not cut for each species. REAP package (Mc Elroy *et al.*; 1991) was used to produce a genetic distance matrix (Nei and Tajima, 1981).

## Results and discussion

Species specific composite haplotypes were obtained, without detecting any polymorphism. No evidence was observed of lenght variation of amplified fragment among species and of heteroplasmy within species (Tab. 1).

Tab. 1 - The cleavage pattern obtained from restriction endonuclease (n.c. not cleaved).
*Pattern elettroforetici ottenuti tramite endonucleasi di rescrizione (n.c. non digerito).*

| Enzyme | PCR product | *S. smaris* | *S. maena* | *S. flexuosa* | *C. cirrus* |
|---|---|---|---|---|---|
| *Hae III* | 2000 bp | 859<br>737<br>553 | 859<br>737<br>553 | 859<br>737<br>553 | 750<br>738<br>553 |
| *Hinf I* | 2000 bp | 750<br>640<br>492 | 1045<br>492 | 1045<br>492 | 1045<br>600<br>492 |
| *Mbo I* | 2000 bp | 1343<br>835<br>184 | 1343<br>541<br>302<br>184 | 1343<br>541<br>302<br>184 | 1343<br>541<br>302<br>184 |
| *Hind III* | 2000 bp | 742<br>612<br>442 | n.c. | n.c. | n.c. |
| *Dra I* | 2000 bp | 1098<br>1035 | 1098<br>1035 | 1098<br>1035 | 1098<br>1035 |
| *Pst I* | 2000 bp | n.c. | 1224<br>860 | 1224<br>860 | n.c. |
| *Nci I* | 2000 bp | 1221<br>1025 | 1221<br>1025 | 1221<br>1025 | 1221<br>1025 |
| *Alw 44 I* | 2000 bp | n.c. | n.c. | n.c. | 1474<br>350<br>240 |
| *EcoRV* | 2000 bp | 1805<br>326 | 1805<br>326 | 1805<br>326 | 1805<br>326 |
| *Hpa II* | 2000 bp | 798<br>656<br>428<br>182<br>123 | 798<br>656<br>428<br>182<br>123 | 798<br>656<br>428<br>182<br>123 | 798<br>656<br>428<br>182<br>123 |
| *Rsa I* | 2000 bp | 800<br>368<br>300<br>246<br>182<br>123 | 800<br>368<br>300<br>246<br>182<br>123 | 800<br>368<br>300<br>246<br>182<br>123 | 532<br>246<br>182<br>110 |
| *DdeI* | 2000 bp | 688<br>553<br>188<br>123 | 688<br>498<br>266<br>188<br>123 | 688<br>498<br>266<br>188<br>123 | 738<br>370<br>307<br>246<br>230<br>140 |

*S. maena* and *S. flexuosa* showed the same composite haplotype, while *S. smaris* and *C. cirrus* were discriminated from each other and from the remain species. The composite haplotypes for each species (haplotypes in the same order of enzymes of Tab. 1) were ABBBABAAAAAB, AAAAAAAAAAAA, AAAAAAAAAAAA and BAAAABABAABC for *S. smaris*, *S. maena*, *S. flexuosa* and *C. cirrus*, respectively.

Genetic distance values were 0.05 for *S. maena/flexuosa v. S. smaris*, 0.11 for *S. maena/flexuosa v. C. cirrus*, 0.10 *S. smaris v. C. cirrus*. These values discriminated the intragenus species and intergenus taxa as different taxonomic levels, except for the group *S. maena v. S. flexuosa*.

Moreover, RFLP data on mtDNA, showing genetic identity between *S. maena* and *S. flexuosa*, are in accordance with allozymes data, analyzed in a previous electrophoretic analysis (Arculeo *et al.*, 1996), in which *S. maena* and *S. flexuosa* were distinguished only by allelic frequencies of polymorphic loci.

Further genetic analyses on different regions of DNA might give species-specific markers to use as tool for identification of *S. maena* and *S. flexuosa*, and clarify the taxonomic status of the two species.

**References**

ARCULEO M., MAURO A., SCELSA G., LO BRUTTO S., CAMMARATA M., PARRINELLO N. (1996) - Protein differences among the Mediterranean species of genus *Spicara*. *J. Fish Biol.*, **49**: 1317-1372.

BOUCHON D., SOUTY-GROSSET C., RAIMOND R. (1994)- Mitochondrial DNA variation and markers of species identity in two penaeid shrimp species: *Penaeus monodon* (Fabricius) and *P. japonicus* (Bate). *Aquaculture*, **127**: 131-144.

MC ELROY D., MORAN P., BERMINGHAM E., KORNFIELD I. (1991) – *REAP: The Restriction Enzyme Analysis Package*. University of Maine, Orono.

NEI M., TAJIMA F. (1981) - DNA polymorphism detectable by restriction endonucleases. *Genetics*, **97**: 145-163.

POLLARD D. A., PICHOT P. (1971) - The systematic status of the Mediterranean centracanthid fishes of the genus *Spicara*, and in particular *S. chryselis* (Valenciennes), as indicated by electrophoretic studies of their eye-lens proteins. *J. Fish Biol.*, **3**: 59-72.

Financial support was given by MURST.

Biol. Mar. Medit. (1999), 6 (1): 722-724

M.R. PERNICE, A. DE BENEDICTIS, M. DE NICOLA

Dipartimento di Genetica, Biologia Generale e Molecolare, Università di Napoli,
Via Mezzocannone, 8 - 80134 Napoli, Italia.

# EFFETTI DI ZINCO E CADMIO SULL'ULTRASTRUTTURA DELL'EPATOPANCREAS DI *SPHAEROMA SERRATUM* (CRUSTACEA, ISOPODA)

## *THE EFFECTS OF ZINC AND CADMIUM ON THE ULTRASTRUCTURE OF THE HEPATOPANCREAS OF* SPHAEROMA SERRATUM *(CRUSTACEA, ISOPODA)*

***Abstract***

*The effects of zinc and cadmium on the ultrastructure of the hepatopancreas of* Sphaeroma serratum *(Crustacea, Isopoda) have been studied. The presence of a detoxification mechanism for these metals in this species has been discussed.*

***Key-words:*** *zinc, cadmium, hepatopancreas,* Sphaeroma serratum.

## Introduzione

Gli effetti e le strategie di accumulo e detossificazione dei metalli sono stati ampiamente studiati nei crostacei marini (De Nicola *et al.*, 1996; Gambardella *et al.*, 1998; Rainbow, 1985; Rainbow, 1995). Uno dei principali meccanismi di detossificazione è il sequestro dei metalli in granulazioni inerti nelle cellule dell'epatopancreas (organo preferenziale per l'accumulo di tali contaminanti), ed il loro successivo rilascio nel lume dell'epatopancreas (Brown, 1982; Pullen e Rainbow, 1991).

Il presente lavoro ha avuto come obiettivo quello di verificare la presenza di simili meccanismi nell'isopode marino *Sphaeroma serratum*, che mostra una notevole resistenza all'esposizione ai metalli pesanti.

## Materiali e metodi

L'isopode marino *Sphaeroma serratum* è ampiamente diffuso nelle zone marine costiere e talvolta è presente con elevata densità anche in bacini salmastri (Argano, 1979).

Esemplari di *Sphaeroma serratum* sono stati raccolti da una popolazione presente nel lago di Lesina (FG) ed esposti in condizioni standard di laboratorio (LD 12:12; T=15 °C) a concentrazioni di 500 μg $l^{-1}$ di Zn o Cd.

Dopo 10 e 20 giorni di trattamento, dagli animali veniva estratto l'epatopancreas. I campioni venivano quindi preparati per l'osservazione al microscopio elettronico a trasmissione (TEM) secondo la metodica riportata in De Nicola e coll. (1996).

## Risultati e discussione

Nell'epatopancreas di *Sphaeroma serratum* si osserva un epitelio monostratificato costituito da due tipi di cellule, chiare e scure; queste ultime sono carat-

terizzate da un reticolo endoplasmatico rugoso molto sviluppato e da abbondanza di corpi del Golgi (Fig. 1a).

Inoltre nel citoplasma di entrambi i tipi di cellule sono presenti vari tipi di depositi (Fig. 1a): cuprosomi, cristalli, lisosomi e vescicole eterogenee.

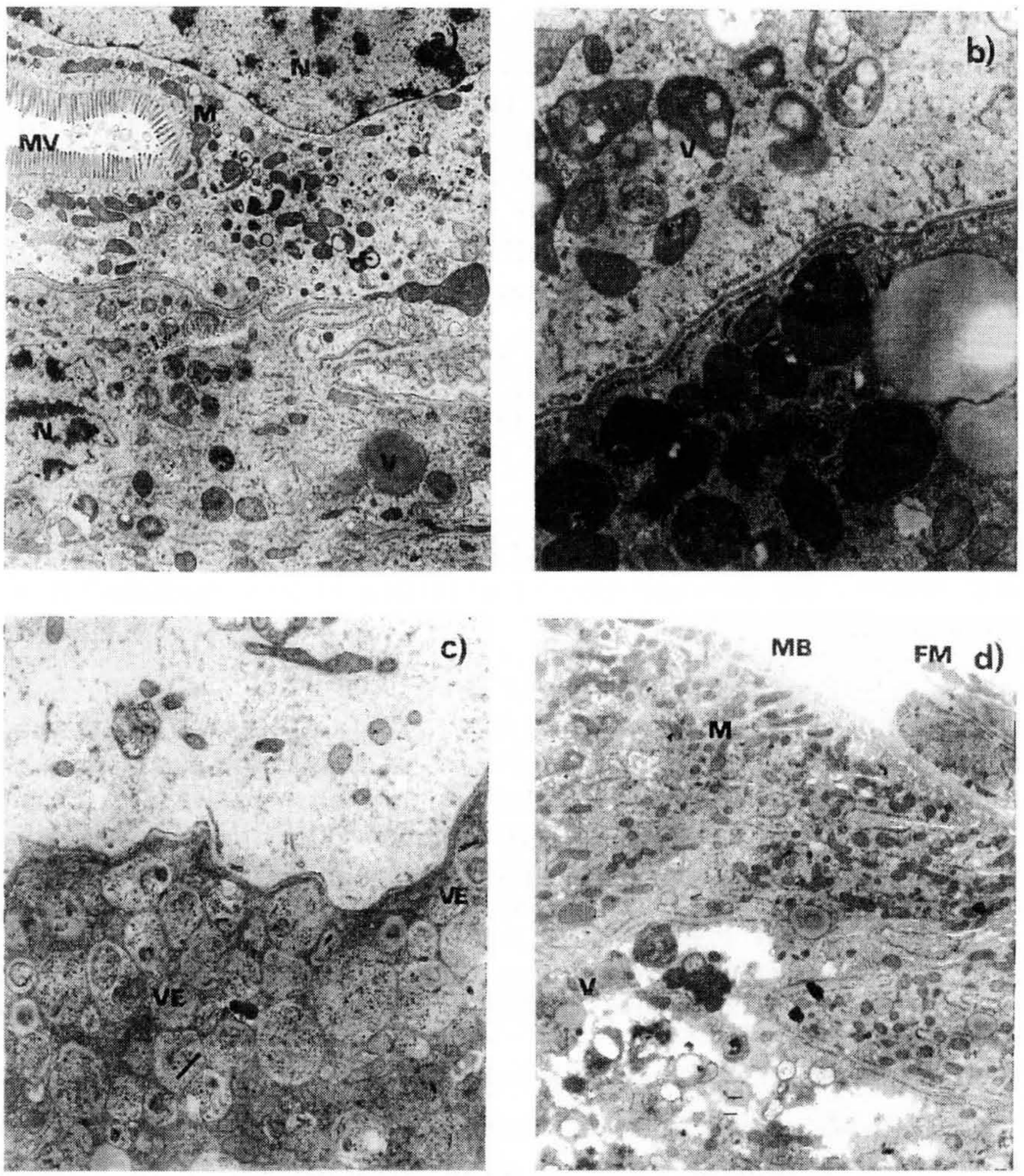



Fig. 1 - Microfotografie al TEM di sezioni trasversali di cellule epiteliali di epatopancreas di *Spherosoma serratum*: a) controllo (x4.000), notare la differenza tra cellula chiara e cellula scura, i mitocondri (M), il nucleo (N), le cisterne del RER e i vari tipi di inclusioni citoplasmatiche; b) individuo esposto a Zn per 10 giorni (x10.800), notare le numerose inclusioni; c) individuo esposto a Cd per 10 giorni (x8.300), notare le numerose vescicole eterogenee (VE); d) individuo esposto a Cd per 20 giorni (x5.040), notare la disgregazione del citoscheletro e le abbondanti vescicole (V). FM=fibra muscolare, M=mitocondri, MB=membrana basale, N=nucleo, V=vescicole, VE=vescicole eterogenee.

*Trasmission electron micrographs of* Spherosoma serratum *hepatopancreas cells: a) an unexposed isopod (x4.000), note the light and dark cells, mitocondria (M), nucleus (N) and the vesicles; b) an isopod exposed to Zn for 10 days (x10.800), note the abundance of vesicles; c) an isopod exposed to Cd for 10 days (x8.300), note the abundance of the heterogeneus vesicles (HV); d) an isopod exposed to Cd for 20 days (x5.040), note the disorganization of the rough endoplasmic retuculum and the large vacuoles (v). BM=basal membrane, HV=heterogeneus vesicles, M=mitocondria, MF=muscle fibre, MV=microvilli, N=nucleus, V=vesicles.*

In animali esposti a Zn e Cd per 10 giorni, l'ultrastruttura delle cellule dell'epatopancreas non appare danneggiata, ma le granulazioni sono più numerose rispetto ai controlli (Fig. 1b, c).

Dopo 20 giorni di esposizione, si osservano danni consistenti all'ultrastruttura solo negli esemplari trattati con Cd (Fig. 1d).

Le osservazioni al microscopio elettronico di cellule epiteliali dell'epatopancreas di *S. serratum* hanno mostrato l'esistenza di inclusioni (vescicole eterogenee) non osservate in altri isopodi (Brown, 1982; De Nicola *et al.*, 1996; Pullen e Rainbow, 1991). Tali inclusioni appaiono più numerose nelle cellule di esemplari esposti a Zn e Cd. Si può ipotizzare quindi che in questa specie siano attivi meccanismi di detossificazione più efficaci di quelli osservati in altri crostacei presenti nello stesso sito (De Benedictis e Gambardella, 1997; Gambardella *et al.*, 1998). Ciò potrebbe spiegare la maggiore resistenza di *S. serratum* ai metalli pesanti.

**Ringraziamenti**

Si ringrazia il Sig. G. Gragnaniello per l'assistenza tecnica al microscopio elettronico a trasmissione.

**Bibliografia**

ARGANO R. (1979) - Isopodi. *Quaderni del CNR*, 45-49.

BROWN B.E. (1982) - The form and function of metal-containing "granules" in invertebrates tissues. *Biological Review*, **57**: 621-667.

DE BENEDICTIS A., GAMBARDELLA C. (1997) - Effetti del ferro su due crostacei marini. *Biol. Mar. Medit.*, **4** (1): 637-639.

DE NICOLA M., GUARINO S.M., GAMBARDELLA C., DE BENEDICTIS A., CAFIERO G., GRAGNANIELLO G. (1996) - Cadmium-zinc interaction in *Idotea baltica*: ultrastructure and X-ray analysis of the hepatopancreas. *Toxix substances mechanism*, **15**: 71-88.

GAMBARDELLA C., DE BENEDICTIS A., GUARINO S.M., DE NICOLA M. (1998) - Metal determination by atomic absorption spectrophotometry and X-ray microanalysis in *Idotea baltica* exposed to iron and copper. *Annali di chimica,* **88**: 223-234.

PULLEN J.S.H., RAINBOW P.S. (1991) - The composition of pyrophosphate heavy metal detoxification granules in barnacles. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.,* **150**: 249-266.

RAINBOW P.S. (1985) - Accumulation of Zn, Cu and Cd by crabs and barnacles. *Estuar., coastand Shelf Sci.,* **21**: 669-686.

RAINBOW P.S. (1995) - Physiology, Physicochemistry and metal uptake - a crustacean perspective. *Mar. Poll. Bull.,* **31**: 55-59.

Biol. Mar. Medit. (1999), 6 (1): 725-727

A. QUAGLIA, M. ORLANDI, G. BARTOLINI, M. L. VERZELLI, D. MINELLI

Dipartimento di Biologia Evoluzionistica Sperimentale, Università di Bologna,
Via Selmi, 3 - 40126 Bologna, Italia.

# AGGREGAZIONE DEI TROMBOCITI IN *ANGUILLA ANGUILLA* (OSTEICHTHYES, ACTINOPTERYGII)

## *AGGREGATION OF THROMBOCYTES OF* ANGUILLA ANGUILLA *(OSTEICHTHYES, ACTINOPTERYGII)*

***Abstract***

*In this study we present data on the aggregation of thrombocytes of* Anguilla anguilla *(Osteichthyes, Actinopterygii). Thrombocytes respond to arachidonate and aggregate producing high amounts of thromboxane A2.*

***Key-words:*** Anguilla anguilla, *thrombocytes, aggregation.*

## Introduzione

I dati sulla morfo-fisiologia dei trombociti degli Osteitti sono relativamente numerosi, ma spesso confusi e contraddittori (Fänge, 1992). Ciò è dovuto, soprattutto, alla difficoltà di separare le varie popolazioni corpuscolate che, essendo simili per dimensioni e tutte nucleate, non possono essere divise con le tecniche di separazione impiegate per il sangue umano.

Scopo di questo lavoro è stato quello di studiare, in *Anguilla anguilla*, l'aggregazione di trombociti isolati.

## Materiali e metodi

Le anguille, di circa 800 g ciascuna, sono state sacrificate per decapitazione ed il sangue (circa 4 ml per animale), raccolto su citrato di sodio, è stato diluito 5 volte in soluzione fisiologica. Su 6 ml di Ficoll sono stati messi 14 ml di sangue diluito ed il tutto è stato centrifugato a 360 x g per 15 minuti a temperatura ambiente. Al termine della centrifugazione sono stati ottenuti gli eritrociti sul fondo della provetta, e al di sopra, in un anello, numerosi trombociti con la caratteristica forma a fuso e leucociti; la contaminazione di eritrociti era molto limitata (Fig.1). Nella zona compresa tra l'anello e la parte superiore del Ficoll erano localizzati leucociti, ma nessun trombocita fusiforme.

Non è stato possibile, variando la velocità di centrifugazione,la diluizione del sangue, o impiegando anche Percoll, migliorare la separazione delle varie popolazioni cellulari.

La popolazione cellulare dell'anello è stata risospesa in soluzione fisiologica, centrifugata per 3 volte per 3 minuti a 750 x g a 4 °C e risospesa in 6 ml di soluzione fisiologica. Con essa sono state effettuate le prove di aggregazione dei trombociti utilizzando un aggregometro di Born.

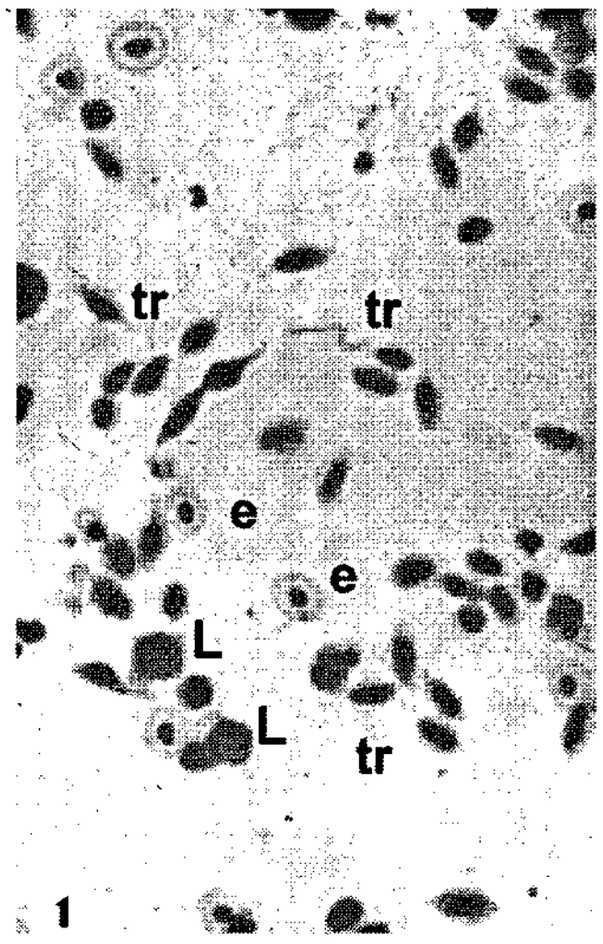



Fig.1 - Cellule del sangue presenti nell'anello. Notare i trombociti (tr) dalla forma affusata, alcuni leucociti (L) e rari eritrociti (e). x 500.

*Blood cells present in the ring. Note the spindle-shaped thrombocytes (tr), some leukocytes (L) and rare erithrocytes (e). x 500.*

## Risultati e conclusioni

Le piastrine umane aggregano in risposta ad una varietà di stimoli tra cui ADP, acido arachidonico e trombossano A2 (TXA2). Il TXA2 è il più potente agente aggregante conosciuto; le piastrine umane sono in grado di produrlo e la sua sintesi è inibita dall'acido acetilsalicilico che agisce sull'enzima ciclossigenasi.

Abbiamo voluto verificare se i trombociti di *A. anguilla* rispondono agli stessi stimoli delle piastrine umane. I trombociti aggregano (Fig. 2) in presenza di acido arachidonico (5 mM). Bloccando la produzione di TXA2 mediante l'aggiunta di acido acetilsalicilico (1.2 mM), i trombociti, similmente alle piastrine, non sono più in grado di aggregare (Fig.3). A differenza delle piastrine, i trombociti non rispondono all'ADP.

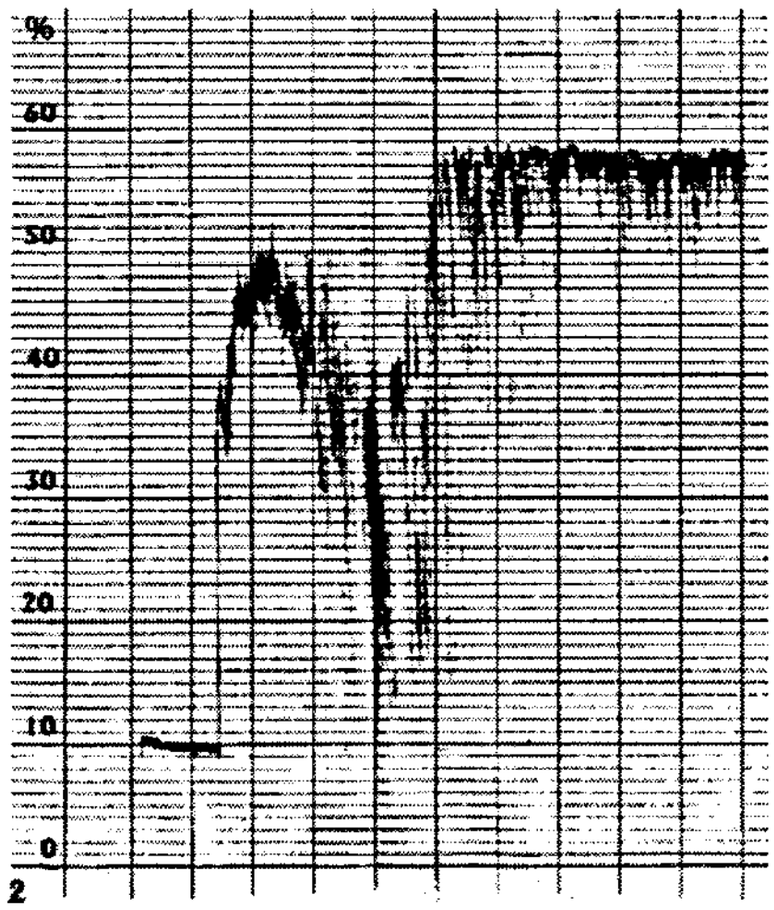



Fig.2 - Aggregazione dei trombociti in presenza di acido arachidonico (5 mM).

*Aggregation of thrombocytes in the presence of arachidonate (5 mM).*

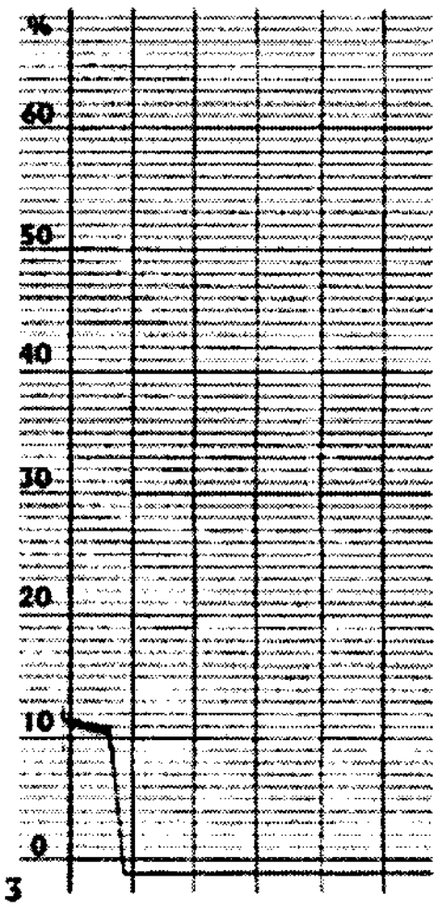



Fig.3 - Inibizione dell'aggregazione ad opera dell'acido acetilsalicilico (1.2 mM).

*Inhibition of aggregation by acetysalicilyc acid (1.2 mM).*

E' stata poi misurata, mediante dosaggio radioimmunologico, la produzione di TXB2 (metabolita stabile del TXA2) ad opera dei trombociti prima e dopo l' aggregazione e dopo l'aggiunta di agenti anti-aggreganti (Tab. 1). La produzione di TXB2 avviene solo nei trombociti che hanno aggregato.

Tab. 1 - Produzione di TXB2 pg/ml da parte di trombociti.
*Production of TXB2 pg/ml by thrombocytes.*

| | 1°giorno | 3° giorno | 6° giorno | 10°giorno |
|---|---|---|---|---|
| controllo | 20 | 15 | 20 | 20 |
| +Acido arachidonico | 10.000 | 6.000 | 4.700 | 4.500 |
| +Acido acetilsalicilico +Ac. arachidonico | 930 | 831 | 914 | 686 |

Infine sono state effettuate prove di vitalità e funzionalità dei trombociti saggiandone la capacità aggregante nel tempo. L'aggregazione avviene ancora dopo 10 giorni dal prelievo delle cellule, sia pure in misura ridotta rispetto ai primi giorni (Fig. 4).

In conclusione si può dire che i trombociti di *A. anguilla* presentano una buona capacità aggregante, che si conserva nel tempo e che l'aggregazione avviene tramite un meccanismo che coinvolge il TXA2, come le piastrine umane; a differenza di queste, però, i trombociti non rispondono all'ADP.

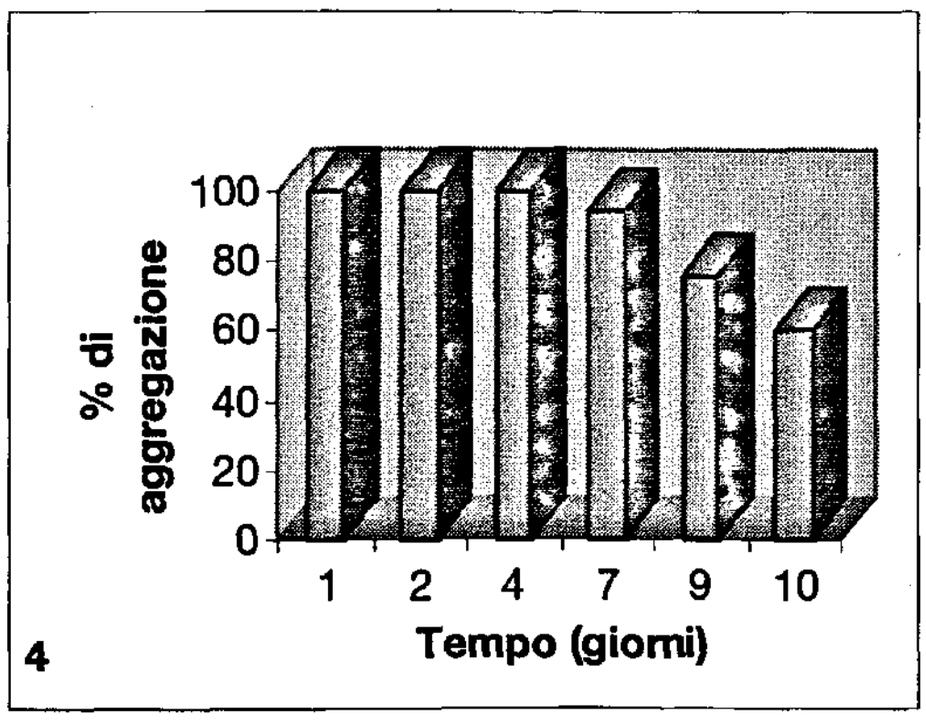



Fig.4 - Aggregazione dei trombociti nel tempo.
*Time course of thrombocyte aggregation.*

**Bibliografia**

FÄNGE R. (1992)- Fish blood cells. In: Hoar W.S., Randall D.J., Farrel A.P. (eds), *Fish physiology*, Acad. Press Inc., Usa, **12 B**: 1-54.

Biol. Mar. Medit. (1999), 6 (1): 728-729

G. P. SERRAZANETTI, G. PAGLIUCA, M. FABBRI, E. ZIRONI,
T. GAZZOTTI, M. KINDT

Dipartimento di Biochimica, Sezione di Biochimica Veterinaria, Università di Bologna,
Via Tolara di Sopra, 50 - 40064 Ozzano Emilia (Bologna), Italia.

# COMPOSIZIONE LIPIDICA DI *RAPANA VENOSA* (GASTROPODA) DELLA COSTA MARCHIGIANA

## *LIPID COMPOSITION IN GASTROPOD MOLLUSC* RAPANA VENOSA *OF MARCHE COAST*

***Abstract***

*Some lipid constituents of mollusc* Rapana venosa *(Gastropoda) recently settled in the Adriatic Sea was analyzed. Fatty acid in sterol esters, wax esters and triacylglicerols, sterols and hydrocarbons were determined by capillary gas chromatography and mass spectrometry.*

***Key-words:*** *Fatty acids, sterols, hydrocarbons, lipids,* Rapana venosa.

## Introduzione

La composizione lipidica degli organismi marini rappresenta tuttora un interessante campo di ricerca sia da un punto di vista metabolico che ambientale. Nella presente ricerca si è proceduto alla determinazione di alcuni importanti costituenti lipidici: steroli, idrocarburi ed acidi grassi (questi ultimi negli esteri degli steroli, nelle cere e nei triacilgliceroli) dei tessuti totali del mollusco gasteropode *Rapana venosa.* Tale specie, originaria dell'area indo-pacifica, si è insediata solo recentemente nei mari italiani.

## Materiali e metodi

I campioni sono stati raccolti manualmente nelle scogliere artificiali poste a protezione della costa in prossimità della città di Pesaro. I lipidi totali sono stati estratti mediante la miscela cloroformio: metanolo (2:1) (Bligh e Dyer, 1959) e dall'estratto lipidico totale si sono separati gli esteri degli steroli, le cere, e i triacilgliceroli (trigliceridi) mediante cromatografia su strato sottile. Gli acidi grassi di queste diverse frazioni sono stati determinati mediante gascromatografia capillare dopo transmetilazione (Serrazanetti *et al.,* 1994a). Gli idrocarburi alifatici (dal n-$C_{14}$ al n-$C_{32}$) e gli steroli totali sono stati analizzati mediante gascromatografia capillare e spettrometria di massa dopo saponificazione e separazione con cromatografia su strato sottile (Serrazanetti *et al.,* 1997).

## Risultati e discussione

Dall' esame degli acidi grassi isolati risulta che fra quelli saturi il 16:0 prevale in tutte le classi lipidiche analizzate con il 18:0 sempre in percentuali elevate. Fra i monoinsaturi il 18:1w9 è risultato il più abbondante negli esteri degli steroli e nelle cere, il 20:1w9 nei trigliceridi. Il 18:3w3 infine è risultato il poliinsaturo nettamente dominante nelle cere, mentre il 20:5w3 ha presentato concentrazioni più elevate sia negli esteri degli steroli che nei trigliceridi. In altre specie di

molluschi dell'Adriatico (Serrazanetti *et al.*, 1994b) gli acidi grassi poliinsaturi erano risultati prevalenti soprattutto per le alte percentuali del 20:5w3 e del 22:6w3. Quest'ultimo, caratteristico delle dinoflagellate, è risultato assai scarso in *R. venosa* e ciò si può collegare al tipo di dieta di questa specie carnivora diversa da quella degli altri molluschi precedentemente analizzati che erano filtratori selettivi o detritivori. Essi introducevano quindi direttamente dalla dieta gli acidi grassi poliinsaturi caratteristici del fitoplancton.

Il tipo di dieta ha condizionato anche la composizione sterolica in cui è evidente una elevata percentuale di colesterolo (73,1%). In altri molluschi detritivori o filtratori dell'Adriatico le percentuali di colesterolo erano risultate sensibilmente inferiori (Serrazanetti *et al.*, 1994b) a favore di steroli caratteristici del mondo vegetale ed evidentemente assunti con la dieta. In *R. venosa* invece, la percentuale del 22-deidrocolesterolo, precedentemente isolato nel fitoplancton dell'Adriatico in percentuali superiori al 50% e sterolo dominante in alcune specie di diatomee, non ha superato il 5%. Anche le percentuali del brassicasterolo (4,4%) e del 24-metilencolesterolo (4,0%), molto diffusi in alcune specie di alghe, sono risultate limitate. Diverso è il significato della presenza del desmosterolo (4,1%) che rappresenta l'intermedio metabolico terminale della trasformazione dei numerosi steroli vegetali in colesterolo. E' noto che questo processo nei molluschi è lento e ciò giustifica la presenza, seppur in quantità limitate, di altri steroli di origine vegetale nei tessuti di un mollusco carnivoro come *R. venosa*.

Le analisi hanno infine mostrato come idrocarburi principali il n-$C_{21}$ (30,3%) e lo squalene (12,6%) . Il primo si trova nella catena trofica marina perché è il principale idrocarburo biogenico in alcune specie di fitoplancton, il secondo rappresenta il precursore metabolico del colesterolo. La percentuale di squalene potrebbe essere la conseguenza della limitata capacità da parte dei molluschi di trasformarlo in colesterolo, ciò ne avrebbe causato l'accumulo. Fra i diversi idrocarburi è stato identificato anche un idrocarburo isoprenoide con 25 atomi di carbonio e quattro punti di insaturazione caratteristico di alcune diatomee già isolato in un altro mollusco carnivoro dell' Adriatico (Serrazanetti *et al.*, 1997) ed evidentemente assunto indirettamente da *R. venosa* con la dieta. La distribuzione complessiva dei diversi idrocarburi permette infine di escludere una evidente contaminazione da petrolio.

**Bibliografia**

BLIGH E.G., DYER W.J.(1959) - A rapid method of total lipid extraction and purification. *Can. J. Biochem. Physiol.*, **37**: 911-917.

SERRAZANETTI G.P., PAGNUCCO C., CONTE L.S., ARTUSI R.,FONDA UMANI S., BERGAMI C. (1994a) - Sterols and fatty acids in zooplankton of the Gulf of Trieste. *Comp. Biochem. Physiol.*, **107 B**: 443-446.

SERRAZANETTI G.P., ARTUSI R., PAGNUCCO C., PUTATURO G. (1994b) - Idrocarburi, steroli ed acidi grassi in molluschi della costa abruzzese. *Atti XLVIII Convegno Nazionale SISVet, Giardini-Naxos, 28-9/1-10-1994*: 863-867.

SERRAZANETTI G.P., ARTUSI R., PAGNUCCO C. (1997) - Aliphatic hydrocarbons, linear alkylbenzenes and highly branched isoprenoids in molluscs of the Adriatic Sea (Italy). In: R. Eganhouse (ed.), *Applications of Molecular Markers in Environmental Geochemistry*, American Chemical Society Book Series, Washington, USA: 276-290.

Lavoro eseguito con finanziamento 60%, MURST, Roma.

Biol. Mar. Medit. (1999), 6 (1): 730-733

M. LABATE, S. DESANTIS, A. CORRIERO*, G. DE METRIO*,
G. M. LABATE, G. PALMIERI**, F. ACONE**

Dipartimento di Zoologia, Università di Bari, via E. Orabona, 4 - 70125 Bari, Italia.
*Dip. di Produz. Animale, Università di Bari, Italia.
**Dip. Biol. Anim., Università di Sassari, Italia.

# GLICOCONIUGATI NEGLI OVOCITI DI PESCE SPADA (*XIPHIAS GLADIUS* L.) CATTURATO IN MAGGIO

# *GLYCOCONJUGATES IN OOCYTES OF SWORDFISH (*XIPHIAS GLADIUS *L.) CAPTURED IN MAY*

***Abstract***

*Lectin-HRP histochemistry was used to investigate the oligosaccharides of glycoproteins in previtellogenetic follicles of* Xiphias gladius *L. T. lectin-binding sites were found at the end of previtellogenetic phase in the granulosa cells, ooplasm and cortical alveoli. These structures showed O- and N-linked glycans having different sequences. Sialyl acid residues were only found in O-linked glicoconjugates.*

***Key-words:*** *lectins, glycoconjugates, ovary, teleost.*

## Introduzione

In una ricerca effettuata precedentemente su campioni di ovari previtellogenetici di pesce spada (*Xiphias gladius)* sono stati caratterizzati morfologicamente ed istochimicamente 7 stadi di sviluppo ovocitario (Desantis *et al.,* 1998).

Questo lavoro presenta ulteriori risultati istochimici, conseguiti mediante l'uso delle lectine, sui glicoconiugati presenti nei follicoli di tali ovari.

## Materiali e metodi

Frammenti di ovari, prelevati da una femmina di LJFL = 200 cm catturata nel mese di Maggio nel Golfo di Taranto, sono stati fissati in Bouin ed inclusi in paraffina.

Le lectine, glicoproteine vegetali ed animali, si legano a residui carboidratici terminali o interni appartenenti a catene oligosaccaridiche legate agli aminoacidi serina o treonina (O-legati) ovvero all'asparagina (N-legati).

Sezioni di 5 μm di spessore sono state colorate con dieci lectine coniugate con HRP (Tabella 1). I residui di acido sialico sono stati evidenziati indirettamente mediante digestione con sialidasi. Il glicogeno è stato rilevato su sezioni colorate con GSA II pretrattate con diastiasi.

## Risultati

Siti lectino leganti sono stati evidenziati negli stadi maturativi 6 e 7 a livello delle cellule follicolari, dell'ovoplasma e dei granuli ed alveoli corticali.

Le affinità lectiniche follicolari sono state riassunte nella Tabella 2.

Le cellule follicolari hanno mostrato glicani O-legati terminanti col dimero Galβ1,3GalNAc, con il residuo GalNAc, col pentasaccaride di Forssman (PF) libero

Tab. 1 - Lectine coniugate con HRP e loro specificità carboidratica.
*HRP-conjugated lectins and binding specificity.*

| | Lectina | Concetrazione (mg/ml) | Specificità carboidratica | Zucchero inibitore (0,2 M) |
|---|---|---|---|---|
| PNA | *Arachis h.* (peanut) | 20 | β-D-Gal(1-3)-GalNAc terminale | D-Gal |
| DBA | *Dolichos b.* (horse gram) | 20 | PF* terminale GalNAcα1,3GalNAc GalNAca1,3Gal | GalNAc |
| HPA | *Helix p.* (snail) | 20 | GalNAcα1,3GalNAc terminale GalNAcα1,3Galb1,3GlcNAc | GalNAc |
| SBA | *Glycine m.* (soybean) | 20 | α/β-D-GalNAc | D-GalNAc |
| Con A | *Canavalia e.* (jack bean) | 10 | α-D-Man α-D-Glc α-D-GlcNAc | D-Man |
| WGA | *Triticum v.* (wheat germ) | 10 | $(D\text{-}GlcNAc)_2$ NeuNAc | D-GlcNAc |
| UEA I | *Ulex e.* (gorse or furze) | 25 | α-L-Fuc | L-Fuc |
| LTA | *Lotus t.* (asparagus pea) | 20 | α-L-Fuc | L-Fuc |
| GSA II | *Bandeiraea s.* | 15 | α-DGal | DGal |
| $RCA_{120}$ | *Ricinus c.* (castor bean) | 15 | β-D-Gal | D-Gal |

* PF, pentasaccaride di Forssman GalNAcα1,3GalNAcα1,3Galβ1,4Galβ1,4GlcNAc.

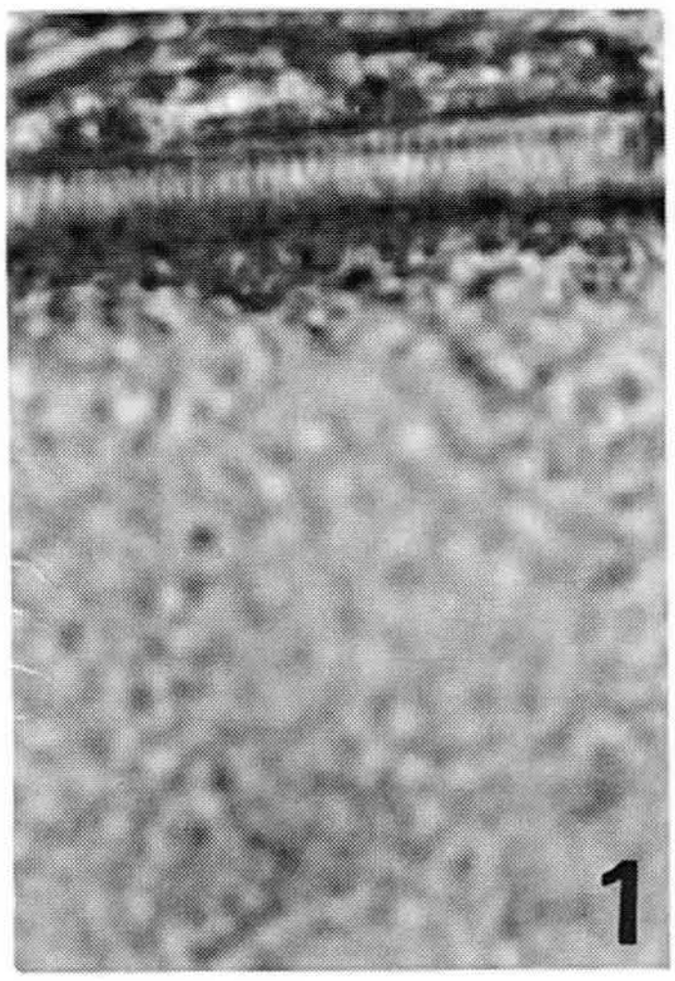
* *PF, Forssman pentasaccharide GalNAcα1,3GalNAcα1,3Galβ1,4Galβ1,4GlcNAc.*

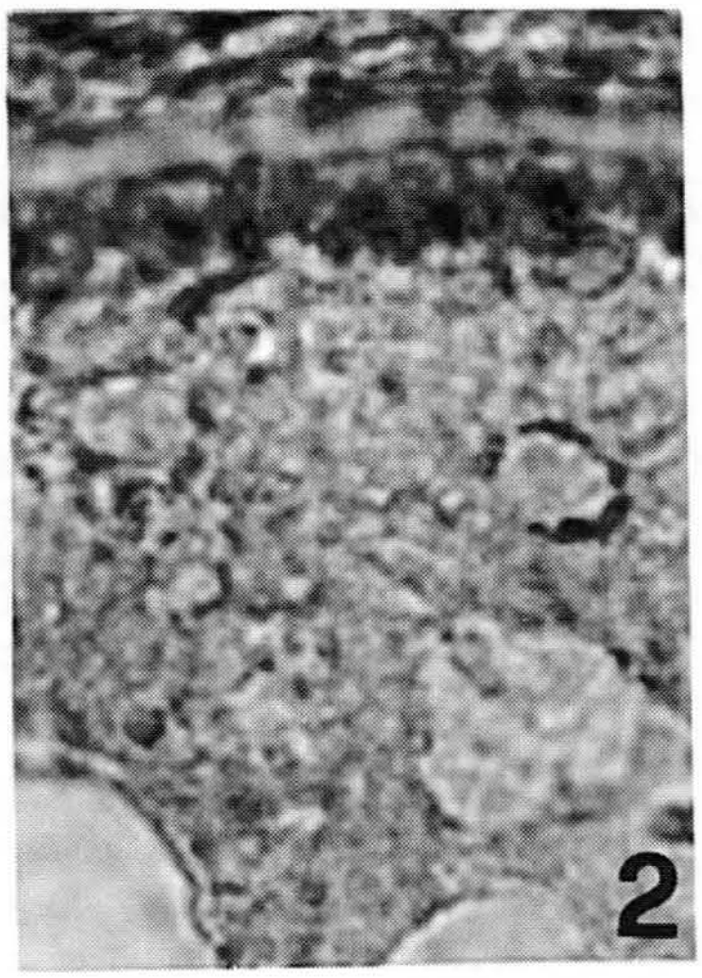
Tab. 2 - Le cifre rappresentano l'intensità di colorazione, soggettivamente determinata, secondo una scala da 0 (assenza di colorazione) a 5 (intensa colorazione). ±, colorazione appena percettibile. s, sialidasi.
*Numbers represent intensity of staining on a scale of 0 (no staining) to 5 (intense staining). ±, faintly visible staining. s, sialidase.*

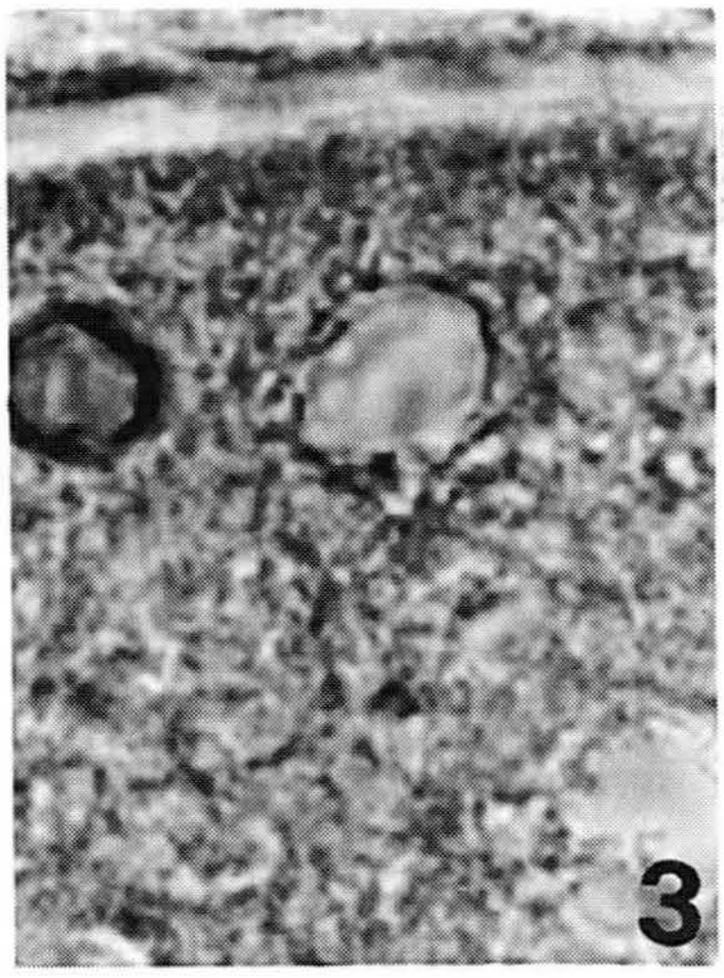
| stadio | | PNA | s-PNA | DBA | s-DBA | HPA | SBA | Con A | WGA | s-WGA | UEA I | LTA | GSA II | d-GSA II | $RCA_{120}$ | s-$RCA_{120}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| cellule follicolari | 6 | 3 | 3 | 0 | 2 | 1 | 3 | 1 | ± | 0 | 2 | 0 | 1 | ± | 0 | 0 |
| | 7 | 3 | 3 | 0 | 2 | 1 | 3 | 1 | ± | 0 | 2 | 0 | 1 | ± | 0 | 0 |
| zona radiata | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| ovoplasma | 6 | 1 | 2 | 2 | 3 | 1 | 3 | 2 | 3 | 3 | 2 | 0 | 1 | ± | 2+ | 2+ |
| | 7 | 1 | 2 | 2 | 3 | 1 | 3 | 2 | 3 | 3 | 2 | 0 | 1 | ± | 2+ | 2+ |
| alveoli e granuli corticali | 6 | 3 | 5 | 4 | 4 | 5 | 5 | 0 | 5 | 3 | 4 | 0 | 0 | 0 | 5 | 5 |
| | 7 | 4 | 5 | 4 | 4 | 3 | 4 | 0 | 5 | 3 | 4 | 0 | 0 | 0 | 5 | 5 |

o sialilato e glicani N-legati asialilati contenenti residui terminali di GlcNAc (evidenziati dalla GSA II) e residui interni mannosilici e fucosilici. Questi ultimi sono stati evidenziati dalla UEA I e non dalla LTA.

La zona radiata non ha mostrato alcuna affinità lectinica forse perchè i follicoli sono ancora in fase previtellogenetica o forse per le limitate possibilità di ingrandimento della microscopia ottica. Ciò non esclude che negli stadi vitellogenetici,

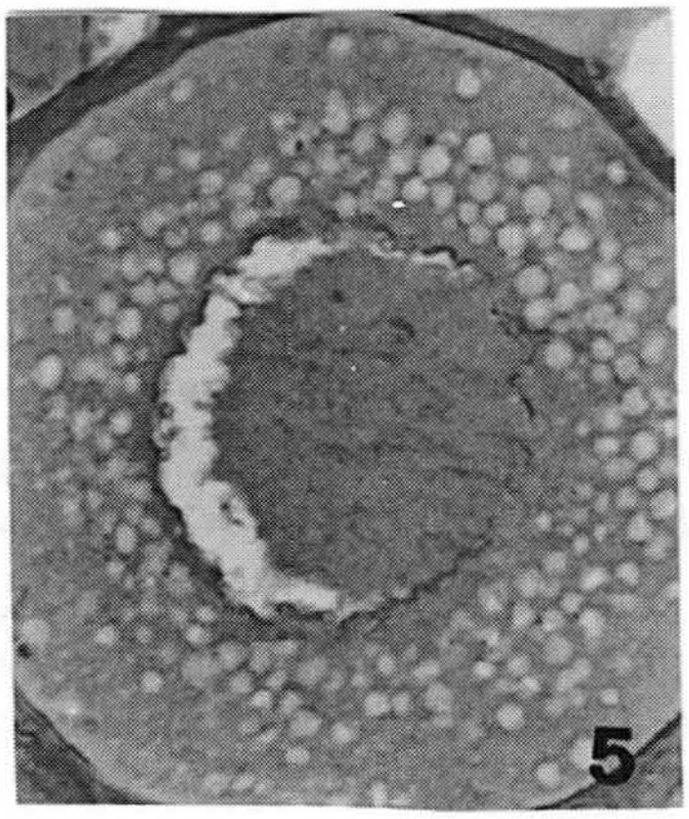


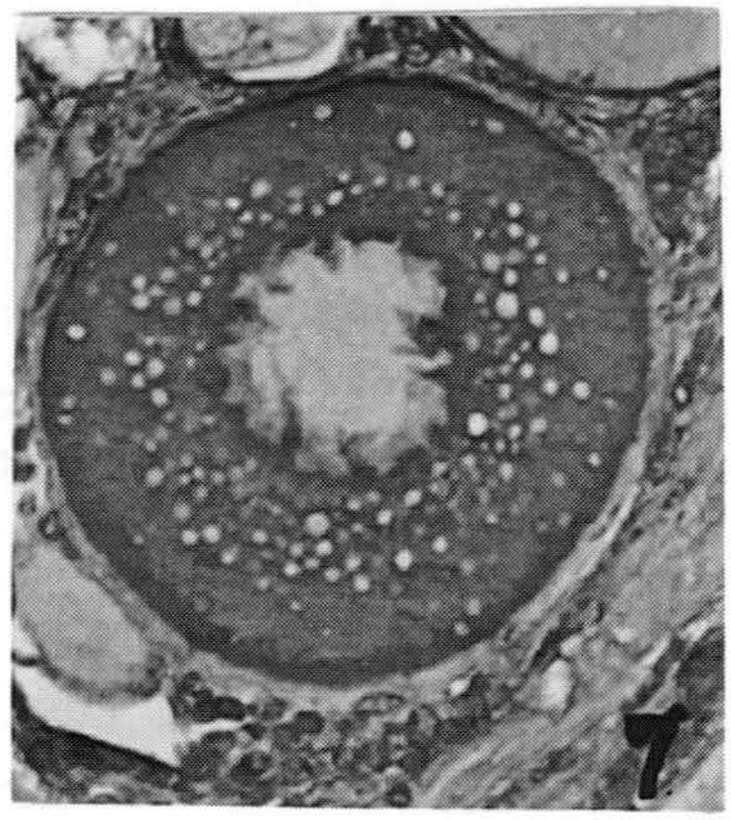



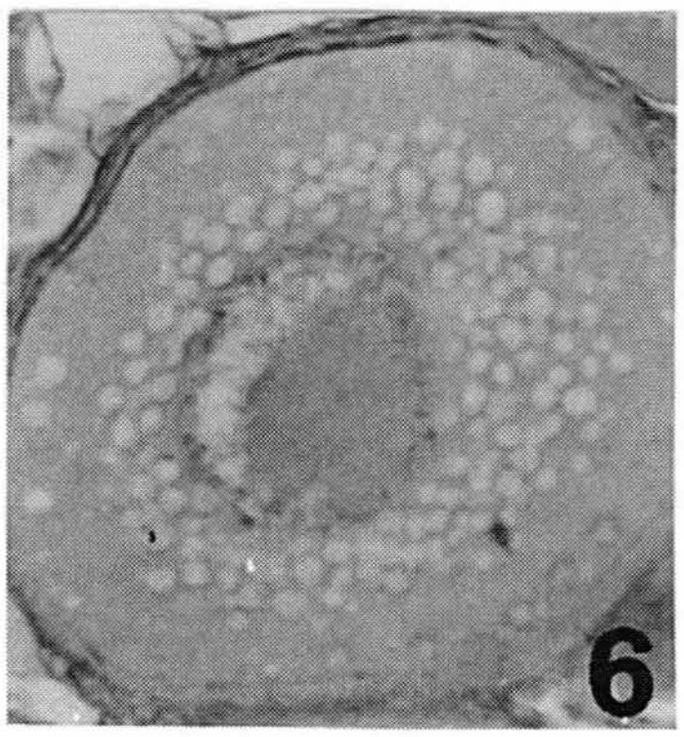









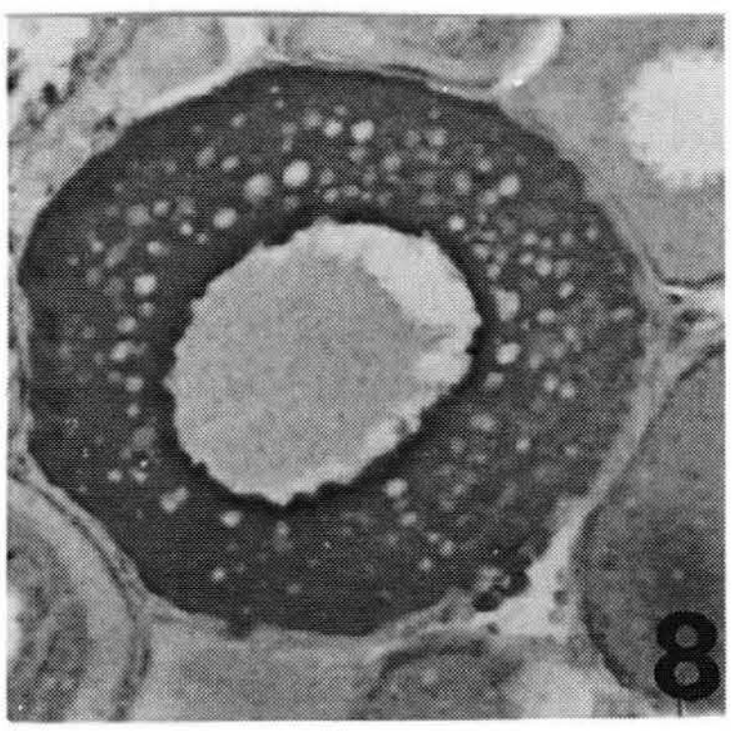




Fig. 1-8 - Esempi di siti lectino-leganti follicolari.

*Lectin-binding sites in ovarian follicles.*

1 - PNA x 520. *PNA x 520.*
2 - Sialidasi-PNA x 520. *PNA after sialidase-treatment x 520.*
3 - SBA x 520. *SBA x 520.*
4 - $RCA_{120}$ x 120. *$RCA_{120}$ x 120.*
5 - UEA I x 120. *UEA I x 120.*
6 - LTA x 120. *LTA x 120.*
7 - DBA x 120. *DBA x 120.*
8 - Sialidasi-DBA x 120. *DBA after sialidase-treatment x 120.*

quando la zona radiata raggiungerà il massimo spessore (Desantis *et al.*, 1998), compaiano siti lectino-leganti così come osservato in TEM in altri teleostei mediante l'uso di lectine coniugate con oro colloidale (Schindler e de Vries, 1989).

Nell'ovoplasma sono stati evidenziati: oligosaccaridi O-legati terminanti col trimero GalNAcα1,3Galβ1,3GlcNAc, col dimero Galβ1,3GlαlNAc, sialilato negli ovociti dello stadio 7, e con il PF, libero o sialilato; oligosaccaridi N-legati asialilati contenenti mannosio, GlcNAc terminale (GSA II) o interno (WGA), residui di fucosio. L'affinità per la lectina RCA ha dimostrato che nell'ovoplasma tra i glicani N-legati vi possno essere molecole tri o tetra-antennari contenenti il dimero Galβ1,4GlcNAc.

I granuli e gli alveoli corticali hanno mostrato oligosaccaridi O-legati asialilati terminanti con il dimero Galβ1,3GalNAc, col trimero GalNAcα1,3Galβ1,3GlcNAc e contenenti il fucosio ed il pentasaccaride di Forssman. Quest'ultimo residuo carboidratico è stato trovato anche negli alveoli corticali di altri teleostei (Selman *et al.*, 1988). I glicani N-legati hanno evidenziato una struttura tri e tetra-antennaria contenente residui interni di GlcNAc.

## Conclusioni

La comparsa di siti lectino-leganti é stata osservata negli ovociti in concomitanza con la comparsa dei granuli ed alveoli corticali, al termine dell'accrescimento previtellogenetico. Le tre sedi del follicolo che hanno mostrato reattività lectinica hanno evidenziato sempre glicoconiugati O- ed N-legati anche se con pattern lectino-leganti differenti. L'acido sialico è risultato essere presente solo negli oligosaccaridi O-legati: nelle cellule follicolari, legato a molecole con PF, mentre, solo nell'ovoplasma degli ovociti dello stadio 7, anche a molecole con dimero terminale Galβ1,3GalNAc. I glicani N-legati sono risultati essere costituiti da molecole più complesse, tri e tetra antennari, nell'ovoplasma, nei granuli e negli alveoli corticali; residui di fucosio sono stati evidenziati a livello del citoplasma sia delle cellule follicolari come degli ovociti.

### Bibliografia

DESANTIS S., CORRIERO A., LABATE M., DE METRIO G. (1998) - Osservazioni istologiche ed istochimiche su ovari di pesce spada (*Xiphias gladius L.*) del Golfo di Taranto. *Biol. Mar. Medit.*, **5** (1): 686-689.

SCKINDLER J.F., e de VRIES U. (1989) - Polarized distribution of binding sites for concanavalin A and wheat-germ agglutinin in the zona pellucida of goodeid oocytes (teleostei). *Histochemistry,* **91**: 413-417.

SELMAN K., WALLACE R.A., BARR V. (1988) - Oogenesis in *Fundulus heteroclitus*. V. The relationship of yolk vescicle and cortical alveoli. *J. Exper. Zool.*, **246**: 42-56.

# INDICI

# INDICE GENERALE

Presentazione del XXIX Congresso SIBM ..... III
Elenco partecipanti al XXIX Congresso SIBM ..... IX

*Relazioni ad invito:*

DOUMENGE F. – L'oscillation australe El Niño (ENSO): anomalies de l'hydroclimat et conséquences ..... 1
ASTRALDI M., GASPARINI G.P., VETRANO A., VIGNUDELLI S. – Studio della variabilità stagionale ed interannuale nel Canale di Corsica e nello Stretto di Sicilia sulla base di lunghe serie temporali di dati ..... 52

**Tema 1:** ***Gestione delle risorse e sviluppo di attività ecocompatibili in zone protette***

*Comunicazioni:*

BOMBACE G., FABI G., RIVAS G. - Effetti sul popolamento ittico indotto da una piattaforma estrattiva dell'Alto Adriatico: prospettive di gestione delle risorse costiere ..... 64
CUCCU D., CAMPISI S., FOLLESA M.C., MURENU M., SABATINI A. - Rivalutazione dei sistemi artigianali per la pesca dei cefalopodi in aree marine protette ..... 73
FABI G., GRATI F., LUCCARINI F., PANFILI M. - Indicazioni per la gestione razionale di una barriera artificiale: studio dell'evoluzione del popolamento necto-bentonico ..... 81
LEMBO G., FLEMING I.A., ØKLAND F., CARBONARA P., SPEDICATO M.T. - Homing behaviour and site fidelity of *Epinephelus marginatus* (Lowe, 1834) around the island of Ustica: preliminary results from a telemetry study ..... 90
ORSI RELINI L., CIMA C., GARIBALDI F., PALANDRI G., RELINI M., TORCHIA G. - La pesca professionale con i palamiti galleggianti nel "Santuario dei cetacei" del Mar Ligure: si tratta di attività ecocompatibili? ..... 100
SCALERA LIACI L., MERCURIO M., PALLADINO F., MASSARI S., CORRIERO G. - L'allevamento di spugne commerciali nella Riserva Marina di Porto Cesareo (LE) ..... 110
VETERE M., PESSANI D., FONTANA E., GIALLARA P.A., MUSSAT SARTOR R., PIASCO A., RENDINELLA S. - Sviluppo di un progetto per la protezione e valorizzazione del litorale di Aglientu (SS) ..... 119
MARANO G., DE ZIO V., PASTORELLI A. M., ROSITANI L., UNGARO N., VACCARELLA R. - Protezione di un'area marina: il biotopo "Pianosa" (Isole Tremiti) ..... 126

*Poster:*

BUSSOTTI S., BUIA M. C., DI CAPUA I., GAMBI M.C., LORENTI M., SCIPIONE M.B., TERLIZZI A., ZUPO V. - Preliminary biocoenotic characterization of the protected area "Banco Santa Croce" (Gulf of Naples, Italy) ..... 133
GIOVANARDI O., PRANOVI F. - Elementi per una gestione ecocompatibile della risorsa vongola (*Tapes philippinarum*) in un'area sensibile quale la Laguna di Venezia ..... 136
ØKLAND F., THORSTAD E.B., LEMBO G., RAGONESE S., SPEDICATO M. T. - Surgical procedures for implanting telemetry transmitters into the body cavity of *Epinephelus marginatus* (Lowe, 1834) ..... 139

**Tema 2: *Conoscenza, protezione ed evoluzione della biodiversità mediterranea***

*Relazioni:*

SARÀ M. - Il ruolo dei poriferi nella biodiversità, struttura e dinamica del coralligeno nel Mediterraneo ..... 144
RELINI G. - L'Italia e la protezione della biodiversità in Mediterraneo ..... 151

*Comunicazioni:*

BELMONTE G., PIRANDOLA P., DEGETTO S., BOERO F. - Abbondanza, distribuzione verticale e vitalità di forme di resistenza in sedimenti del nord Adriatico (studio preliminare) ..... 172
BIANCHI C. N., COCITO S., FERDEGHINI F., PEIRANO A., SGORBINI S., ALIANI S., DE BIASI A. M., BOYER M., PESTARINO M., BALDUZZI A., PANSINI M., MORRI C. - Biodiversità dell'epifauna sessile in un' isola del Mar Egeo: Milos, Cicladi ..... 179
FAMÀ P., ACUNTO S., CAMILLI L., MALTAGLIATI F., PROCACCINI G. - Genetic variation in two Mediterraneanean populations of *Halophila stipulacea* (Forssk.) Aschers ..... 184
FERDEGHINI F., COCITO S. - Biologically generated diversity in two bryozoan buildups ..... 191
FRASCHETTI S., BIANCHI C. N., BOERO F., BUIA M. C., DELLA TOMMASA L., DENITTO F., ESPOSITO L., FANELLI G., GIANGRANDE A., MIGLIETTA M. P., MORRI C., PIRAINO S., RUBINO F. - Human disturbance and biodiversity along the Apulian coast ..... 198
CHIMENZ C., GRAVINA M.F., NICOLETTI L. - Diversità delle strategie vitali dei briozoi infralitorali mediterranei ..... 205
PATTI F. P., GAMBI M.C. - Genetic diversity and relationship in different populations of *Sabella spallanzanii* (Gmelin) (Polychaeta, Sabellidae) ..... 214

*Poster:*

GIANGRANDE A., MONTANARO P. - Sabellidae (Polychaeta) del Mediterraneo: la distribuzione delle specie è fortemente correlata a quella degli specialisti . 216
MALTAGLIATI F., CAMILLI L. - Variabilità temporale della struttura genetica di una popolazione di *Aphanius fasciatus* (Teleostei: Cyprinodontidae) dell'Isola d'Elba (LI) ..... 221
PENNA A., MAGNANI M. - Identificazione del genere *Alexandrium* (Dinophiceae) tramite l'uso di PCR e sonde molecolari ..... 224

**Poster sezione Ustica**

ARCULEO M., MAZZOLA A., PARRINELLO N., GRISTINA M. - Dati sulla pesca dei fondali costieri dell'isola di Ustica (Tirreno Meridionale) ..... 228
BADALAMENTI F., CANTONE G., DOMINA R., DI PIETRO N., CATALANO D., MOLLICA E., D'ANNA G. - Primi dati sulla fauna a policheti di substrato duro dell'infralitorale fotofilo superiore dell'isola di Ustica ..... 230
BAVESTRELLO G., CATTANEO-VIETTI R., CERRANO C., LANZA S., MACCARONE M., MAGNINO G., SARÀ A., PRONZATO R. - Distribuzione dei popolamenti di gorgonie dell'isola di Ustica ..... 237
BUIA M.C., MAZZELLA L., GAMBI M.C., BRANDINI E., LORENTI M., PROCACCINI G., SCIPIONE M.B., TERLIZZI A., V. ZUPO – Preliminary data on epiphytic flora and vagile fauna of the *Posidonia oceanica* beds at the marine reserve of Ustica Island (Sicily) ..... 240

CARBONARA P., BILELLO D., CAMINITA G., CAMINITA F., CASERTA G., LICCIARDI A., LO SCHIAVO G., NATALE C., ZAGAMI R. - Lo studio della cernia di scoglio (*Epinephelus marginatus*, Lowe 1834) nella Riserva Marina di Ustica: osservazioni sulla cattura, la riabilitazione ed il rilascio di individui marcati con trasmettitori acustici ..... 243
CHEMELLO R., MILAZZO M., NASTA E., RIGGIO S. - Studio della malacofauna di alghe fotofile nella Riserva Marina "Isola di Ustica" (Sicilia settentrionale). 247
CORRIERO G., SCALERA LIACI L., GRISTINA M., CHEMELLO R., RIGGIO S., MERCURIO M. - Composizione tassonomica e distribuzione del macrozoobenthos in ambienti di grotta semisommersa della Riserva Naturale Marina "Isola di Ustica" ..... 250
GAINO E., BAVESTRELLO G., CERRANO C., LANZA S., MACCARONE M., MAGNINO G., SARÀ A., PRONZATO R. - Le spugne commerciali dell'isola di Ustica ..... 253
GRISTINA M., BALDUZZI A. - Prime osservazione sull'accrescimento di *Myriapora truncata* sui fondali di Ustica (Bryozoa: Cheilostomatida) ..... 256
GUSSO CHIMENZ C., LO TENERO A., DIVIACCO G., NICOLETTI L. - Contributo alla conoscenza della fauna a briozoi della Riserva Naturale Marina di Ustica ..... 259
MARINIELLO L., ORTIS M., MAZZOLA A., SEQUI R., MATTIUCCI S., PAGGI L. - Metazoi parassiti di specie ittiche presenti nella Riserva Naturale Marina "Isola di Ustica" ..... 265
PELLEGRINI D., ONORATI F., SALIVA B., MELLARA F. - Metalli in tracce in tessuti molli di organismi bento-nectonici dell'isola di Ustica ..... 269
PIRAINO S., BRANDINI E., DENITTO F., AVIAN M. - La diversità degli cnidari nella Riserva Marina di Ustica ..... 272
TOCCACELI M., GRISTINA M., LONGO N., CORRIERO G. - Progettazione e realizzazione di percorsi naturalistici presso la Riserva Naturale Marina "Isola di Ustica" ..... 275
VACCHI M., BUSSOTTI S., GUIDETTI P., LA MESA G. - Osservazioni preliminari sulle cernie della Riserva Marina di Ustica (Tirreno meridionale, Mar Mediterraneo) ..... 278

**Comitato Acquacoltura**

*Poster:*

BARBATO F., DE ANGELIS N., IMPERATRICE M., CANNAS A. - Un dispositivo di raccolta e recupero di rifiuti solidi generati da gabbie di allevamento ittico ..... 281
CANESE S., FRANCESCON A., BARBARO A., BARBATO F., BOZZATO G. - Fecondazione artificiale dell'ombrina, *Umbrina cirrosa* (L.), con sperma crioconservato ..... 284
CARDELLINI P., FRANCESCON A., ZANELLA S., BOZZATO G., BENEDETTI P., BORGONI N., BARBARO A. - Allevamento in cattività dell'ombrina, *Umbrina cirrosa* (L.), in diverse condizioni termiche ..... 287
CECCARELLI R., CARICCHIA A.M., FANTINI M., SALLUZZO A., DE ROSA L., SGUAZZARDO C., CANALI M., ANGIOLIN V., DE MARZI P. - Prime note sulle modificazioni chimico-fisiche e idrodinamiche indotte in grandi volumi da un depuratore organico ..... 291
CECCARELLI R., SALLUZZO A., FIORE V., SALERNO A., BARBERA G. - Primi risultati relativi all'impatto ambientale di un allevamento offshore nel Golfo di Gaeta ..... 294

CERVELLI M. - Caratterizzazione genetica di uno stock di *Dentex dentex* L. di riproduzione artificiale ..... 298
CERVELLI M. - *Diplodus sargus*: analisi genetica di una popolazione adriatica 302
COZZOLINO G., VALENTINI L., MINOIA P. - Adattamento alla cattività di *Epinephelus marginatus* (Lowe, 1834), costituzione di un parco riproduttori ed induzione alla maturazione gonadica con tecnica ormonale: osservazioni preliminari ..... 306
COZZOLINO G., MINOIA P., LA CALANDRA G. - Induzione riproduttiva nella spigola (*Dicentrarchus labrax* L.) con tecnica ormonale a lento rilascio ..... 310
CURATOLO A., SANTULLI A., GUNNELLA F., D'AMELIO V. - Biotecnologie in acquacoltura: trasferimento di geni nella spigola (*Dicentrarchus labrax* L.) 313
DI BITETTO M., CONGESTRI R., MASSINI G., COLLOCA F., CERASI S., CIATTAGLIA A., UGOLINI R. - Risultati preliminari del monitoraggio ambientale di un impianto di gabbie sommergibili offshore nel Golfo di Policastro 316
FABBROCINI A., BUTTINO I., ZUPA A., SANSONE G. - Attivazione di spermatozoi di spigola (*Dicentrarchus labrax* L.) e di orata (*Sparus aurata* L.). 319
LA ROSA T., MAUGERI T. L., GUGLIANDOLO C. - Variazioni spazio-temporali della comunità picoplanctonica in un sistema di maricoltura costiero ..... 322
LUBRANO LAVADERA S., FABBROCINI A., RISPOLI S., SANSONE G. - Prove di crescita di *Ostrea edulis* presso allevamento ittico "off-shore" ..... 325
MAIMONE G., VISALLI M., GENOVESE L. - Utilizzo di *Gracilaria bursa-pastoris* (Gmelin) Silva in acquacoltura: effetto sull'abbattimento dei composti azotati ..... 328
MIRTO S., FABIANO M., DANOVARO R., MANGANARO A., MAZZOLA A. - Use of meiofauna for detecting fish farming disturbance in coastal sediments: preliminary results ..... 331
PARRINELLO N., ARCULEO M., SCELSA G., CAMMARATA M., BALSAMO V. - Caratterizzazione genetica di forme ibride di interesse per l'acquacoltura 335
RISPOLI S., MARTINO D., DINACCI N., LUBRANO LAVADERA S., SANSONE G. - Differente sensibilità degli indici di stress in *Mytilus galloprovincialis* esposti a metalli pesanti (Cu++) ..... 337
SAVONA B. - Dati preliminari sulle attività digestive in *Diplodus puntazzo* (Cetti, 1777) ..... 340

**Comitato Benthos**

Poster:

BELMONTE G., COSTANTINI A., DENITTO F., DELLA TOMMASA L., MIGLIETTA M.P., ONORATO R., POTO M., VETERE M. - Indagine ecologica sulla grotta sottomarina delle Corvine (Nardò, Lecce): dati preliminari .. 343
CANTONE G., MÒLLICA E., FASSARI G., DI PIETRO N., CATALANO D. - Cartografia delle biocenosi della piattaforma continentale del Golfo di Noto (Sicilia orientale) ..... 347
CASELLATO S., FURLAN K., BORTOLOTTO L. - Ciclo riproduttivo di *Hediste diversicolor* (O.F. Müller) nella Laguna di Venezia ..... 351
CASTELLI A., CASU D., MILELLA I., SANTONI M., ROSSI F., LARDICCI C. - Analisi della polichetofauna di un sito presso Vulcano (Isole Eolie) interessato da fenomeni di vulcanismo secondario ..... 354
CASTELLI A., MASSEI S., VALENTINI A., CREMA R. - Distribuzione dei policheti sui fondi molli del medio e dell'alto Adriatico ..... 358
CECCHERELLI G., CINELLI F. - Capacità di insediamento dei frammenti vegetativi di *Caulerpa taxifolia* ..... 362
CECCHERELLI G., PIAZZI L. - L'effetto dell'orientamento dei margini di

*Posidonia oceanica* e della densità dei fasci sull'alga introdotta *Caulerpa racemosa* ..... 365
COSSU A., GAZALE V. - Nuove segnalazioni per la flora marina bentonica della Sardegna ..... 368
DE BIASI A. M. - Biologia delle Secche della Meloria: caratterizzazione bionomica lungo tre transetti pilota ..... 372
DE BIASI A. M., GAI F., VANNUCCI A. - Biologia delle Secche della Meloria: considerazioni sull'ecologia di *Caulerpa racemosa* (Forsskål) J. Agarth ..... 376
DE ZIO GRIMALDI S., GALLO D'ADDABBO M., DE LUCIA MORONE M. R., SANDULLI R., D'ADDABBO R., FAIENZA M. G., PIETANZA R. - First data on subtidal meiofauna of Tremiti Islands ..... 380
DI MARTINO V. - Eccezionale fruttificazione nel posidonieto dell' Isola di Capo Passero di Portopalo (SR) (Sicilia S.E.) ..... 383
FAIENZA M. G., FREGNI E., TONGIORGI P., DE ZIO GRIMALDI S. - Una faunula a gastrotrichi di detrito coralligeno e di una grotta sottomarina del basso Adriatico ..... 385
GHERARDI M. - Primi dati sul macrobenthos della Riserva Marina delle Isole Tremiti: i policheti ..... 388
MAGNINO G., GRAVINA M.F., RIGHINI P., SERENA F., PANSINI M. - Due demosponge Lithistidi nuove per i mari italiani ..... 391
MARINO G., PIZZUTO F., SERIO D. - Osservazioni preliminari su un popolamento a *Phyllariopsis brevipes* (C. Agardh) Henry *et* South di Punta Tavernara (Penisola Maddalena, Siracusa) ..... 394
MARTINELLI M., CADALANU R., FLORIS A., SANTONI M., ROSSI F., LARDICCI C., CASTELLI A. - Distribuzione dei policheti in alcuni stagni della Sardegna ..... 399
MERELLO S. E., FILIPPIN D., RELINI M., TORCHIA G. - Associazioni di substrato duro dei pontili della rada di Vado Ligure (Savona) ..... 403
PANNACCIULLI F. G., FALAUTANO M. - Time of larval release in barnacles of the genera *Chthamalus* ed *Euraphia* in the Gulf of Genoa (Ligurian Sea) and in the Gulf of Trieste (North Adriatic Sea) ..... 407
PANNACCIULLI F. G., RELINI G. - Time of settlement in barnacles of the genus *Chthamalus* in the Gulf of Genoa (Ligurian Sea) and in the Gulf of Trieste (North Adriatic Sea) ..... 411
PARDI G., PIAZZI L. - Osservazioni su un popolamento di *Cystoseira humilis* Kützing (Fucales, Cystoseiraceae) sul litorale a sud di Livorno (Mar Ligure) 415
PASTORELLI A.M., ROSITANI L., DE ZIO V., MARANO G. - Rinvenimento di *Adula simpsoni* (Marshall, 1900) e *Xylophaga dorsalis* (Turton, 1819) - Mollusca Bivalvia - sul relitto della Kater I Rhades ..... 418
PULCINI M., VIRNO LAMBERTI C., VALENTINI A., DE RANIERI S. - Contributo alla conoscenza delle biocenosi bentoniche di un'area marina prospiciente Mazara del Vallo (Stretto di Sicilia) ..... 421
RELINI G., MERELLO S. E. - Il fouling del porto di Loano dopo ventidue anni ..... 426
RINELLI P., SPANÒ N. - Alcune osservazioni su crostacei decapodi ed echinodermi dei fondi a *Errina aspera* (L.) dello Stretto di Messina ..... 430
ROSSI F., CASOTTI M., MALTAGLIATI F., LARDICCI C. - Benthic community structure in an area of the Gulf of Follonica influenced by a coastal power station ..... 433
SANDULLI R., GALLO D'ADDABBO M., DE LUCIA MORONE M.R., D'ADDABBO R., PIETANZA R., DE ZIO GRIMALDI S. – Preliminary investigations on meiofauna of two caves in San Domino Island (Tremiti Arcipelago, Adriatic Sea) ..... 437
SAVINI D., PEIRANO A., BIANCHI C. N. - Effects of anthropic disturbance on

shoot structure of plagiotropic and orthotropic rhizomes of *Posidonia oceanica* (L.) Delile in Monterosso Bay (NW Mediterranean) ..... 441
GIANGUZZA P., CHEMELLO R., RIGGIO S. - Analisi del popolamento a molluschi dei fondi duri dello Stagnone di Marsala (Sicilia occidentale) ..... 445
TAGLIAPIETRA D., CORNELLO M., PESSA G., ZITELLI A. - Variazioni nella distribuzione delle praterie a fanerogame marine presso la bocca di Porto del Lido (Laguna di Venezia) ..... 448
TODARO M. A. - Copepodi Arpacticoidi delle Secche della Meloria: segnalazione di generi nuovi per l'Italia ..... 452
TOMASSETTI P., TOSTI M., LATTANZI L., LA VALLE P., GUSSO CHIMENZ C. - Primi dati sui popolamenti bentonici circalitorali al largo di Sfax, Tunisia (Stretto di Sicilia) ..... 457
TRAPANI F., SCOTTI G., GIANGUZZA P., CHEMELLO R., RIGGIO S. - Struttura della malacofauna associata ai rodoliti dello Stagnone di Marsala (Sicilia occidentale) ..... 462

**Comitato Gestione e Valorizzazione della Fascia Costiera**

*Poster:*

BERTOLINO F., LOMBARDO S., RIVAS G., GIORDANO A., SANTULLI A. - Valutazione della risorsa pescabile nello Stagnone di Marsala ..... 466
CARUSO G., ZACCONE R., MONTICELLI L.S., CRISAFI E. - Determinazione annuale dei livelli di inquinamento urbano lungo la costa messinese: confronto fra m-FC e MUG agar ..... 470
CHESSA L. A., VITALE L., SCARDI M., GUTIERREZ M. - Censimento preliminare delle grotte sommerse del litorale di Alghero (Sardegna NW) ..... 474
COLLOCA F., CERASI S., DI BITETTO M., AGNESI S., CIATTAGLIA A., UGOLINI R. -Studio preliminare dell'effetto attrattivo sulla fauna ittica di un impianto di maricoltura ..... 480
CORSOLINI S., OLMASTRONI S., FRANCHI E., FOCARDI S., CLARKE J., LAWLESS R., TRÉMONT R., KERRY K. - Wood Bay, Ross Sea, Antartide: una zona protetta di rilevante importanza ecologica ..... 484
DI MARTINO V., BLUNDO M. C. - Osservazioni sulla prateria a *Posidonia oceanica* (L.) Delile della Riserva Naturale Orientata "Oasi Faunistica di Vendicari" (Sicilia SE) ..... 490
DIVIACCO G., TUNESI L. - Descrizione e cartografia dei principali popolamenti bentici della futura area protetta marina di Bergeggi (Mar Ligure)..... 493
DIVIACCO G., VIRNO LAMBERTI C., SPADA E. - Osservazioni sulla prateria di *Posidonia oceanica* (L.) Delile di "Marina di Tarquinia" (Lazio settentrionale)... 496
LAZZERETTI A., NICOLOSI P., VOLIANI A. - Analisi dei contenuti stomacali del cormorano *Phalacrocorax carbo sinensis* negli stagni di Oristano (Sardegna, Italia) ..... 500
MODICA A., RIVAS G., POLIMENI R., CANNATA S., LA BELLA G. - Valutazione degli effetti acuti e sub-acuti indotti dalle attivita di prospezione sismica su adulti e larve di organismi marini. Dati preliminari ..... 504
PIAZZI L., BALESTRI E., MAGRI M. - Studio preliminare degli effetti di alcuni regolatori di crescita su trapianti di *Posidonia oceanica* (L.) Delile .... 508
SARÀ G., PUSCEDDU A., MAZZOLA A., ARMENI M., FABIANO M. - Biopolymeric organic carbon in the sediments of the Marsala Lagoon: preliminary results ..... 510
VIGNES F., FIOCCA A., SAMMARCO P., MAGAZZÙ G. - Ciclo annuale delle caratteristiche chimico-fisiche e trofiche del lago Alimini Grande (Lecce) ..... 514

## Comitato Necton e Pesca

*Poster:*

BASANISI M., MEGLI F., PANZA M., CARLUCCI R. - Primo rinvenimento di *Tetragonurus cuvieri* (Risso, 1810) (Osteichthyes: Tetragonuridae) nel Mar Ionio ..... 521
BELCARI P., SARTOR P., NANNINI N., DE RANIERI S. - Relazione taglia-peso di *Todaropsis eblanae* (Cephalopoda: Ommastrephidae) nel Mar Tirreno settentrionale in funzione della maturità sessuale ..... 524
BIAGI F., SBRANA M., MORI M. - Valutazione dello stato di sfruttamento di *Nephrops norvegicus* (Crustacea; Decapoda) nel Mar Tirreno settentrionale .... 529
CANNAVÒ G., ROMEO T., HEMIDA F., D'ANDREA F. - Note tassonomiche su alcune razze del Mediterraneo centrale ..... 534
CANNIZZARO L., GAROFALO G., BONO G., SCALISI M. - *Dicentrarchus labrax* (Linnaeus, 1758) nella fascia costiera da Punta Raisi a Pozzallo ..... 537
CARBONARA P., CONTEGIACOMO M., ACRIVULIS A., SPEDICATO M. T. - La pesca con la sciabica nel compartimento di Crotone: osservazioni sulla composizione quali-quantitativa delle catture ..... 540
CASALI P., GIAMMARINI C., DI SILVERIO M. C., PARRILLI S. - Osservazioni preliminari sulla biologia di *Uranoscopus scaber* (Linneo, 1758) in alto e medio Adriatico ..... 544
CASAVOLA N., DE RUGGIERI P., LO CAPUTO S. - La pesca del "rossetto" nel Golfo di Manfredonia ..... 547
CASAVOLA N., DE RUGGIERI P., LO CAPUTO S., SGOBBA A. - Composizione autunnale ed invernale del "bianchetto" nel Golfo di Manfredonia ..... 550
CASAVOLA N. - Valutazione della biomassa di alici mediante la stima della produzione giornaliera di uova lungo le coste adriatiche pugliesi nel 1995 .... 553
CEFALI A., BRUNO R., MINNITI F., EGITTO M. - Stima dell'accrescimento di *Spondyliosoma cantharus* (Linnaeus, 1758): risultati preliminari ..... 556
CHESSA L. A., PAIS A., SCARDI M., SERRA S. - Distribuzione dei molluschi bivalvi di fondo mobile d'interesse commerciale nel compendio ittico di Calich (Sardegna nord-occidentale) ..... 561
CUTTITTA A., BASILONE G., PATTI B., BONANNO A., GARCIA A., MAZZOLA S., GIUSTO G.B. - Andamento temporale del fattore di condizione e dell'indice gonado-somatico di *Engraulis encrasicolus* nel Canale di Sicilia 566
DEFLORIO M., CACUCCI M., SION L., SANTAMARIA N., DE METRIO G. - Incidenza del cianciolo sulle catture di diverse specie di scombridi nei mari meridionali italiani - Nota preliminare ..... 569
GIORDANO D., CARBONARA P. – Nota sulla distribuzione di molluschi cefalopodi nel Tirreno centro-meridionale ..... 573
GIORDANO D., SPANÒ N., PERDICHIZZI F., RINELLI P., GRECO S. - Distribuzione batimetrica di crostacei decapodi in un'area del basso Tirreno ..... 576
MAIORANO P., MASTROTOTARO F., CASAMASSIMA F., PANETTA P. - Analisi comparativa della teutofauna catturata con due differenti reti a strascico. 579
MARANO C. A., MARSAN R., MARZANO M. C., UNGARO N. – Note sull'accrescimento di *Lepidotrigla cavillone* (Lacepede, 1802) - Osteichthyes, Triglidae - nelle acque del basso Adriatico ..... 584
MARINO G., MASSARI A., DI MARCO P., AZZURRO E., FINOIA M. G., MANDICH A. - Sex ratio, sexual maturity and sex change in *Epinephelus marginatus* (Lowe, 1834) ..... 587
PAIS A., CHESSA L.A., SERRA S., MURA F., LIGIOS L. - Ittiofauna di una prateria di *Posidonia oceanica* nella Riserva Marina di Tavolara-Capo Coda Cavallo (Sardegna nord-orientale) ..... 591

RAGONESE S., LEVI D., ANDREOLI M. G. - Le invarianti di Beverton e Holt e la stima dei parametri popolazionistici delle risorse demersali italiane ..... 595
RAGONESE S., GIUSTO G.B. - Su un esemplare di scorfano spinoso, *Trachyscorpia cristulata echinata* (Pisces - Scorpaenidae), catturato nel Mediterraneo occidentale ..... 599
RUSSO G., GIANGUZZA P., ZAVA B. - Osservazioni sulla dieta di *Caretta caretta* (Linnaeus, 1758) in Mediterraneo ..... 602
SARTOR P., BIAGI F., MORI M., SBRANA M. - Analisi dello scarto di importanti specie ittiche nella pesca a strascico del Mar Tirreno settentrionale..... 605
SBRANA M., SARTOR P., REALE B., BIAGI F. - Inter-specific selectivity of experimental set nets along Tuscany coast ..... 609
SECCI E., CUCCU D., FOLLESA M. C., SABATINI A., CAU A. - Ripopolamento di *Palinurus elephas* (Fabr. 1787) in un'area della Sardegna centro occidentale 614
SERENA F., SILVESTRI R., VOLIANI A. - Su una cattura accidentale di *Taeniura grabata* (E. Geoffroy Saint-Hilaire, 1817) (Chondrichthyes, Dasyatidae)..... 617
TRINGALI L. M., CALTAVUTURO G., GURRIERI G., DI MARTINO V. - Osservazioni preliminari sulla presenza estiva di balenottera comune (*Balaenoptera physalus*) e tursiope (*Tursiops truncatus*) nelle acque dello Stretto di Messina..... 619
UNGARO N., MARTINO M., DI TURI L., STRIPPOLI G. - Sulla distribuzione di taglia di alcune specie ittiche demersali catturate da differenti attrezzi ..... 623
VIZZINI S., SCILIPOTI D. - Prima segnalazione di *Opeatogenys gracilis* (Canestrini, 1864) (Osteichthyes: Gobiesocidae) in un'area della Sicilia occidentale (Stagnone di Marsala)..... 627
ZAMBONI A., ROSSI M., FIORENTINO F. - L'impiego della mortalità totale per valutare la sostenibilità dello sfruttamento di *Mullus barbatus* (L., 1758) (Osteichthyes - Mullidae) lungo la costa ligure ..... 630
ZAVA B., MARINO V. - Cattura di *Diplecogaster bimaculata* (Bonaterre, 1788) a nord-ovest di Tripoli, Libia (Osteichthyes, Gobiesocidae)..... 635
DESANTIS S., CORRIERO A., LABATE M., DE METRIO G., BRUNO R., MINNITI F., CEFALI A., LABATE G.M. - Studio istochimico sugli ovociti di pesce spada (*Xiphias glaudius* L.) in periodo riproduttivo ..... 637

**Poster Comitato Plancton**

*Poster:*

ACRI F., COMASCHI A., BIANCHI F., CAVALLONI B. - Cicli temporali di popolazioni zooplanctoniche in Adriatico settentrionale (anni 1991-1994) ..... 639
BARLETTA D., TOTTI C., CANDELARI G., ROMAGNOLI T., SOLAZZI A. - Distribuzione del fitoplancton nella fascia costiera marchigiana ..... 644
BERNARDI AUBRY F., BERTON A., BERTAGGIA R., BIANCHI F., SOCAL G. - Popolamenti fitoplanctonici in masse d'acqua ipossiche nell'area costiera della Regione Veneto..... 648
CAROPPO C. - Monitoraggio dei dinoflagellati potenzialmente tossici nella Laguna di Varano..... 652
CAVALLO R.A., CAROPPO C., STABILI L., RIZZI C., VOZZA T., PASTORE M. - Ciclo annuale della flora batterica eterotrofa e del fitoplancton nell'Adriatico meridionale ..... 656
DEL NEGRO P., RAMANI P., FONDA UMANI S. - Variabilità stagionale delle interazioni tra pico- e nanoplancton in Adriatico ..... 659
FAIMALI M., ANDRENACCI M., GARAVENTA F., GERACI S. - Comportamento fototattico naupliare di *Balanus amphitrite* (Crustacea, Cirripedia): fotoperiodo e ritmi circadiani ..... 662

GIULIANINI P. G., GHIRARDELLI E., FERRERO E. A. - Ultrastruttura comparativa della corona ciliata in *Spadella cephaloptera* e *Sagitta setosa* (Chaetognatha) ..... 666
MINGAZZINI M., ONORATO L. - Misure di produzione cellulare ed extracellulare in saggi di arricchimento sulla specie *Pheodactylum tricornutum* Bohlin ..... 670
VADRUCCI M.R., PUGLISI A., MAIMONE G., GIACOBBE M. G., MARRA P., MAGAZZÙ G. - Struttura della comunità fitoplanctonica di un ecosistema salmastro dell'Adriatico meridionale ..... 674
VANUCCI S., BRUNI V., MANGONI O. - Some observations on picophytoplanktonic and nanophytoplanktonic communities in the Strait of Magellan ..... 681

**Sezione Vari**

*Poster:*

CELLI C., RICCARDI N., MARIN M. G. - Composizione biochimica e contenuto energetico in alcuni Ascidiacei della Laguna Veneta ..... 685
COLUCCIA E., CANNAS R., DEIANA A. M., MILIA A., SALVADORI S., LIBERTINI A. - Dimensioni del genoma e contenuto in basi adenina-timina in cinque specie di Palinuridae (Crustacea Decapoda) ..... 688
DE LISI A., VAGLIO A., PASTORE M. - Preliminari osservazioni di alcune attività enzimatiche nella ghiandola digestiva di *Mytilus galloprovincialis* nel Mar Grande di Taranto (Puglia) ..... 692
DI MARCO P., MARINO G. - Effects of capture stress on some blood components in *Epinephelus marginatus* (Pisces, Serranidae) ..... 695
FAIMALI M., FORNI G., ANDRENACCI M., GARAVENTA F., GERACI S. - Saggi di laboratorio per la valutazione del potenziale impatto ambientale di biocidi per pitture antivegetative marine ..... 700
MINGAZZINI M., GRASSI M., ONORATO L., PEDRETTI E. - Complessazione dei metalli in ambiente marino: ruolo degli essudati algali ..... 704
MONARI M., SERRAZANETTI G. P., VITALI G., CATTANI O., VIVIANI R. - Effetti del benzo(a)pirene sul metabolismo energetico di *Scapharca inaequivalvis* (Mollusca, Bivalvia) ..... 709
NESTO N., POZZA S., BERTON B., NASCI C., DA ROS L. - Prime valutazioni quantitative di *Perkinsus* sp. (Haplosporidia, Apicomplexa) in popolazioni naturali di molluschi bivalvi dell'alto Adriatico ..... 712
PAPI I., CASTROGIOVANNI F. - Fenologia riproduttiva e variabilità genetica di una popolazione di *Laurencia microcladia* Kützing (Ceramiales, Rhodophyta) 716
PARRINELLO N., LO BRUTTO S., PICCIURRO A.., ARCULEO M., RINALDI A. M. - Taxonomic study of the family Cetrachantidae (Pisces) by RFLP analysis 719
PERNICE M. R., DE BENEDICTIS A., DE NICOLA M. - Effetti di zinco e cadmio sull'ultrastruttura dell'epatopancreas di *Sphaeroma serratum* (Crustacea, Isopoda) ..... 722
QUAGLIA A., ORLANDI M., BARTOLINI G., VERZELLI M. L., MINELLI D. - Aggregazione dei trombociti in *Anguilla anguilla* (Osteichthyes, Actinopterygii) 725
SERRAZANETTI G. P., PAGLIUCA G., FABBRI M., ZIRONI E., GAZZOTTI T., KINDT M. - Composizione lipidica di *Rapana venosa* (Gastropoda) della costa marchigiana ..... 728
LABATE M., DESANTIS S., CORRIERO A., DE METRIO G., LABATE G.M., PALMIERI G., ACONE F. - Glicoconiugati negli ovociti di pesce spada (*Xiphias glaudius* L.) catturato in maggio ..... 730

*Indice Generale* ..... 737
*Indice per Autori* ..... 747

# INDICE per AUTORI


## A

ACONE F. 730
ACRI F. 639
ACRIVULIS A. 540
ACUNTO S. 184
AGNESI S. 480
ALIANI S. 179
ANDRENACCI M. 662 - 700
ANDREOLI M. G. 595
ANGIOLIN V. 291
ARCULEO M. 228 - 335 - 719
ARMENI M. 510
ASTRALDI M. 52
AVIAN M. 272
AZZURRO E. 587

## B

BADALAMENTI F. 230
BALDUZZI A. 179 - 256
BALESTRI E. 508
BALSAMO V. 335
BARBARO A. 284 - 287
BARBATO F. 281 - 284
BARBERA G. 294
BARLETTA D. 644
BARTOLINI G. 725
BASANISI M. 521
BASILONE G. 566
BAVESTRELLO G. 253 - 237
BELCARI P. 524
BELMONTE G. 172 - 343
BENEDETTI P. 287
BERNARDI AUBRY F. 648
BERTAGGIA R. 648
BERTOLINO F. 466
BERTON A. 648
BERTON B. 712
BIAGI F. 529 - 605 - 609
BIANCHI C. N. 179 - 198 - 441
BIANCHI F. 639 - 648
BILELLO D. 243
BLUNDO M. C. 490
BOERO F. 198 - 172
BOMBACE G. 64
BONANNO A. 566
BONO G. 537
BORGONI N. 287
BORTOLOTTO L. 351
BOYER M. 179
BOZZATO G. 284 - 287
BRANDINI E. 240 - 272
BRUNI V. 681
BRUNO R. 556 - 637
BUIA M. C. 133 - 198 - 240
BUSSOTTI S. 133 - 278
BUTTINO I. 319

## C

CACUCCI M. 569
CADALANU R. 399
CALTAVUTURO G. 619
CAMILLI L. 184 - 221
CAMINITA F. 243
CAMINITA G. 243
CAMMARATA M. 335
CAMPISI S. 73
CANALI M. 291
CANDELARI G. 644
CANESE S. 284
CANNAS A. 281
CANNAS R. 688
CANNATA S. 504
CANNAVÒ G. 534
CANNIZZARO L. 537
CANTONE G. 230 - 347
CARBONARA P. 90 - 243 - 540 - 573
CARDELLINI P. 287
CARICCHIA A.M. 291
CARLUCCI R. 521
CAROPPO C. 652 - 656
CARUSO G. 470
CASALI P. 544
CASAMASSIMA F. 579
CASAVOLA N. 547 - 550 - 553
CASELLATO S. 351
CASERTA G. 243
CASOTTI M. 433
CASTELLI A. 354 - 358 - 399

CASTROGIOVANNI F. 716
CASU D. 354
CATALANO D. 230 - 347
CATTANEO-VIETTI R. 237
CATTANI O. 709
CAU A. 614
CAVALLO R.A. 656
CAVALLONI B. 639
CECCARELLI R. 291 - 294
CECCHERELLI G. 362 - 365
CEFALI A. 556 - 637
CELLI C. 685
CERASI S. 316 - 480
CERRANO C. 237 - 253
CERVELLI M. 298 - 302
CHEMELLO R. 247 - 247 - 445 - 462
CHESSA L. A. 474 - 561 - 591
CHIMENZ C. 205
CIATTAGLIA A. 316 - 480
CIMA C. 100
CINELLI F. 362
CLARKE J. 484
COCITO S. 179 - 191
COLLOCA F. 316 - 480
COLUCCIA E. 688
COMASCHI A. 639
CONGESTRI R. 316
CONTEGIACOMO M. 540
CORNELLO M. 448
CORRIERO A. 637 - 730
CORRIERO G. 110 - 247 - 275
CORSOLINI S.484
COSSU A. 368
COSTANTINI A. 343
COZZOLINO G. 306 - 310
CREMA R. 358
CRISAFI E. 470
CUCCU D. 73 - 614
CURATOLO A. 313
CUTTITTA A. 566

## D

D'ADDABBO R. 380 - 437
D'ANDREA F. 534
DA ROS L. 712
D'AMELIO V. 313
D'ANNA G. 230
DANOVARO R. 331
DE ANGELIS N. 281
DE BENEDICTIS A. 722
DE BIASI A. M. 179 - 372 - 376
DE LISI A. 692
DE LUCIA MORONE M. R. 380 - 437
DE MARZI P. 291
DE METRIO G. 569 - 637 - 730
DE NICOLA M. 722
DE RANIERI S. 421- 524
DE ROSA L. 291
DE RUGGIERI P. 547 - 550
DE ZIO GRIMALDI S. 380 - 385 - 437
DE ZIO V. 126 - 418
DEFLORIO M. 569
DEGETTO S. 172
DEIANA A. M. 688
DEL NEGRO P. 659
DELLA TOMMASA L. 198 - 343
DENITTO F. 198 - 272 - 343
DESANTIS S. 637 - 730
DI BITETTO M. 316 - 480
DI CAPUA I. 133
DI MARCO P. 587 - 695
DI MARTINO V. 383 - 490 - 619
DI PIETRO N. 230 - 347
DI SILVERIO M. C. 544
DI TURI L. 623
DINACCI N. 337
DIVIACCO G. 259 - 493 - 496
DOMINA R. 230
DOUMENGE F. 1

## E

EGITTO M. 556
ESPOSITO L. 198

## F

FABBRI M. 728
FABBROCINI A. 325 - 319
FABI G. 64 - 81
FABIANO M. 331 - 510
FAIENZA M. G. 380 - 385
FAIMALI M. 662 - 700
FALAUTANO M. 407
FAMÀ P. 184
FANELLI G. 198

FANTINI M. 291
FASSARI G. 347
FERDEGHINI F. 179 - 191
FERRERO E. A. 666
FILIPPIN D. 403
FINOIA M. G. 587
FIOCCA A. 514
FIORE V. 294
FIORENTINO F. 630
FLEMING I.A. 90
FLORIS A. 399
FOCARDI S. 484
FOLLESA M. C. 73 - 614
FONDA UMANI S. 659
FONTANA E. 119
FORNI G. 700
FRANCESCON A. 284 - 287
FRANCHI E. 484,
FRASCHETTI S. 198
FREGNI E. 385
FURLAN K. 351

**G**

GAI F. 376
GAINO E. 253
GALLO D'ADDABBO M. 380 - 437
GAMBI M.C. 133 - 214 - 240
GARAVENTA F. 662 - 700
GARCIA A. 566,
GARIBALDI F. 100
GAROFALO G. 537
GASPARINI G..P. 52
GAZALE V. 368
GAZZOTTI T.728
GENOVESE L. 328
GERACI S. 662 - 700
*GHERARDI M. 388*
GHIRARDELLI E. 666
GIACOBBE M. G. 674
GIALLARA P.A. 119
GIAMMARINI C. 544
GIANGRANDE A. 198 - 216
GIANGUZZA P. 445 - 462 - 602
GIORDANO A. 466,
GIORDANO D. 573 - 576
GIOVANARDI O. 136
GIULIANINI P. G. 666
GIUSTO G. B. 566 - 599
GRASSI M. 704
GRATI F. 81
GRAVINA M.F. 205 - 391
GRECO S. 576
GRISTINA M. 72 - 228 - 247 - 256
GUGLIANDOLO C. 322
GUIDETTI P. 278
GUNNELLA F. 313
GURRIERI G. 619
GUSSO CHIMENZ C. 259 - 457
GUTIERREZ M. 474

**H**

HEMIDA F. 534

**I**

IMPERATRICE M. 281

**K**

KERRY K. 484
KINDT M. 728

**L**

LA BELLA G. 504
LA CALANDRA G. 310
LA MESA G. 278
LA ROSA T. 322
LA VALLE P. 457
LABATE M. 637 - 730
LABATE G.M. 637 - 730
LANZA S. 237 - 253
LARDICCI C. 354 - 399 - 433
LATTANZI L. 457
*LAWLESS R. 484*
LAZZERETTI A. 500
LEMBO G. 90 - 139
LEVI D. 595
LIBERTINI A. 688
LICCIARDI A. 243
LIGIOS L. 591
LO BRUTTO S. 719
LO CAPUTO S. 547 - 550
LO SCHIAVO G. 243
LO TENERO A. 259
LOMBARDO S. 466

LONGO N. 272
LORENTI M. 133 - 240
LUBRANO LAVADERA S. 325 - 337
LUCCARINI F. 81

## M

MACCARONE M. 237 - 253
MAGAZZÙ G. 514 - 674
MAGNANI M. 224
MAGNINO G. 237 - 253 - 391
MAGRI M. 508
MAIMONE G. 328 - 674
MAIORANO P. 579
MALTAGLIATI F. 184 - 221 - 433
MANDICH A. 587
MANGANARO A. 331
MANGONI O. 681
MARANO C. A. 584
MARANO G. 126 - 418
MARIN M. G. 685
MARINIELLO L. 265
MARINO G. 394 - 587 - 695
MARINO V. 635
MARRA P. 674
MARSAN R. 584
MARTINELLI M. 399
MARTINO D. 337
MARTINO M. 623
MARZANO M. C. 584
MASSARI A. 587
MASSARI S. 110
MASSEI S. 358
MASSINI G. 316
MASTROTOTARO F. 579
MATTIUCCI S. 265
MAUGERI T. L. 322
MAZZELLA L. 240
MAZZOLA A. 228 - 265 - 331 - 510
MAZZOLA S. 566
MEGLI F. 521
MELLARA F. 269
MERCURIO M. 110 - 250
MERELLO S. E. 403 - 426
MIGLIETTA M. P. 198 - 343
MILAZZO M. 247
MILELLA I. 354
MILIA A. 688
MINELLI D. 725
MINGAZZINI M. 670 - 704
MINNITI F. 637 - 556
MINOIA P. 306 - 310
MIRTO S. 331
MODICA A. 504,
MOLLICA E. 230 - 347
MONARI M. 709
MONTANARO P. 216
MONTICELLI L.S. 470
MORI M. 529 - 605
MORRI C. 179 - 198
MURA F. 591
MURENU M. 73
MUSSAT SARTOR R. 119

## N

NANNINI N. 524
NASCI C. 712
NASTA E. 247
NATALE C. 243
NESTO N. 712
NICOLETTI L. 205 - 259
NICOLOSI P. 500

## O

ØKLAND F. 90 - 139
OLMASTRONI S. 484
ONORATI F. 269
ONORATO L. 670 - 704
ONORATO R. 343
ORLANDI M. 725
ORSI RELINI L. 100
ORTIS M. 265

## P

PAGGI L. 265
PAGLIUCA G. 728
PAIS A. 561 - 591

PALANDRI G. 100
PALLADINO F. 110
PALMIERI G. 730
PANETTA P. 579
PANFILI M. 81
PANNACCIULLI F. G. 407 - 411
PANSINI M. 179 - 391
PANZA M. 521
PAPI I. 716
PARDI G. 415
PARRILLI S. 544
PARRINELLO N. 228 - 335 - 719
PASTORE M. 656 - 692
PASTORELLI A. M. 126 - 418
PATTI B. 566
PATTI F. P. 214
PEDRETTI E. 704
PEIRANO A. 179 - 441
PELLEGRINI D. 269
PENNA A. 224
PERDICHIZZI F. 576
PERNICE M. R. 722
PESSA G. 448
PESSANI D. 119
PESTARINO M. 179
PIASCO A. 119
PIAZZI L. 365 - 415 - 508
PICCIURRO A. 719
PIETANZA R. 380 - 437
PIRAINO S. 198 - 272
PIRANDOLA P. 172
PIZZUTO F. 394
POLIMENI R. 504
POTO M. 343
POZZA S. 712
PRANOVI F. 136
PROCACCINI G. 184 - 240
PRONZATO R. 237 - 253
PUGLISI A. 674
PULCINI M. 421
PUSCEDDU A. 510

## Q

QUAGLIA A. 725

## R

RAGONESE S. 139 - 595 - 599
RAMANI P. 659
REALE B. 609
RELINI G. 151 - 411 - 426
RELINI M. 100 - 403
RENDINELLA S. 119
RICCARDI N. 685
RIGGIO S. 247 - 445 - 462
RIGHINI P. 391
RINALDI A. M. 719
RINELLI P. 430 - 576
RISPOLI S. 325 - 337
RIVAS G. 64 - 466 - 504
RIZZI C. 656
ROMAGNOLI T. 644
ROMEO T. 534
ROSITANI L. 126 - 418
ROSSI F. 354 - 399 - 433
ROSSI M. 630
RUBINO F. 198
RUSSO G. 602

## S

SABATINI A. 73 - 614
SALERNO A. 294
SALIVA B. 269
SALLUZZO A. 291 - 294
SALVADORI S. 688
SAMMARCO P. 514
SANDULLI R. 380 - 437
SANSONE G. 319 –325 - 337
SANTAMARIA N. 569
SANTONI M. 354 - 399
SANTULLI A. 313 - 466
SARÀ A. 237 - 253
SARÀ G. 510
SARÀ M. 144
SARTOR P. 524 - 605 - 609
SAVINI D. 441
SAVONA B. 340
SBRANA M. 529 - 605 - 609
SCALERA LIACI L. 110 - 247
SCALISI M. 537

SCARDI M. 474 - 561
SCELSA G. 335
SCILIPOTI D. 627
SCIPIONE M.B. 133 - 240
SCOTTI G. 462
SECCI E. 614
SEQUI R. 265
SERENA F. 391 - 617
SERIO D. 394
SERRA S. 561 - 591
SERRAZANETTI G. P. 709 - 728
SGOBBA A. 550
SGORBINI S. 179
SGUAZZARDO C. 291
SILVESTRI R. 617
SION L. 56
SOCAL G. 648
SOLAZZI A. 644
SPADA E. 496
SPANÒ N. 430 - 576
SPEDICATO M. T. 90 - 139 - 540
STABILI L. 656
STRIPPOLI G. 623

T

TAGLIAPIETRA D. 448
TERLIZZI A. 133 - 240
THORSTAD E.B. 139
TOCCACELI M. 272
TODARO M. A. 452
TOMASSETTI P. 457
TONGIORGI P. 385
TORCHIA G. 100 - 403
TOSTI M. 457
TOTTI C. 644
TRAPANI F.462
TRÉMONT R. 484
TRINGALI L. M. 619
TUNESI L. 493

U

UGOLINI R. 316 - 480
UNGARO N. 126 - 584 - 623

V

VACCARELLA R. 126
VACCHI M. 278
VADRUCCI M.R. 674
VAGLIO A. 692
VALENTINI A. 358 - 421
VALENTINI L. 306
VANNUCCI A. 376
VANUCCI S. 681
VERZELLI M. L. 725
VETERE M. 119 - 343
VETRANO A. 52
VIGNES F. 514
VIGNUDELLI S. 52
VIRNO LAMBERTI C. 421 - 496
VISALLI M. 328
VITALE L. 474
VITALI G. 709
VIVIANI R. 709
VIZZINI S. 627
VOLIANI A. 500 - 617
VOZZA T. 656

Z

ZACCONE R. 470
ZAGAMI R. 243
ZAMBONI A. 630
ZANELLA S. 287
ZAVA B. 602 - 635
ZIRONI E. 728
ZITELLI A. 448
ZUPA A. 319
ZUPO V. 133 - 240

FINITO DI STAMPARE NEL MESE DI GIUGNO 1999

Erredi Grafiche Editoriali S.n.c. - Via Trensasco, 11 - Genova