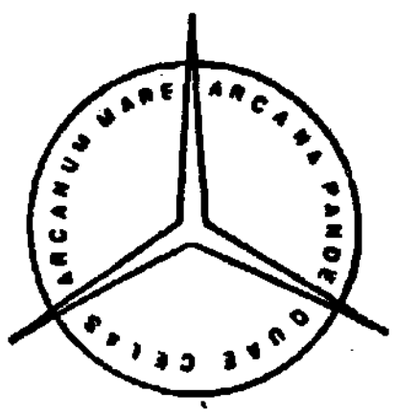
ISSN : 0392 - 6613

International Journal of Marine Biology and Oceanography

Published by:
Istituto Sperimentale Talassografico
"A. Cerruti"
CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RICERCHE

ATTI DEL XVI CONGRESSO NAZIONALE DELLA SOCIETÀ ITALIANA DI BIOLOGIA MARINA
(Lecce, 25 - 30 Settembre 1984)



Taranto (Italy) **Vol. XI-I, N.S., 1985**

PREFAZIONE

Il presente volume contiene gli Atti del XVI Congresso della Società Italiana di Biologia Marina (S.I.B.M.) svoltosi a Lecce nel Settembre 1984, organizzato da quella Università ed in particolare dal prof. Mario Grasso, Direttore del Laboratorio di Biologia Animale della facoltà di Scienze M.F.N.

La Rivista «OEBALIA» che da alcuni anni ha rinnovato il suo standard editoriale, allineandolo a quello delle maggiori Riviste internazionali presenti nel settore, è lieta di pubblicare gli Atti di questo Congresso Nazionale che rappresenta per tutti i biologi marini italiani il momento centrale di aggregazione e di confronto. Nell'ambito del Congresso Nazionale della S.I.B.M. vengono infatti annualmente dibattuti i principali temi della ricerca in biologia marina confrontando i risultati ottenuti nelle varie sedi dei numerosi ricercatori italiani (circa 450) impegnati nel settore.

Questo volume, stampato grazie al contributo economico dell'Università degli Studi di Lecce, viene pubblicato in lingua italiana su esplicita richiesta della S.I.B.M. In tutti i testi sono stati inseriti comunque dei riassunti in lingua inglese diretti ai colleghi stranieri cui questo volume giungerà portando il messaggio ed il saluto della Società Italiana di Biologia Marina nell'ottica di una sempre crescente collaborazione tecnico-scientifica sui grandi temi della ricerca sul mare.

LA REDAZIONE

FOREWORD

The present volume contains the proceedings of the 16th Italian Marine Biology Congress (S.I.B.M.) which took place in Lecce (Sept. 1984). The Congress was organized by the University of Lecce and in particular by prof. Mario Grasso, Director of the Animal Biology Laboratory, Faculty of Sciences M.F.N.

The journal «OEBALIA» which has gradually renovated and adapted its format to the editorial standards of the major international journals of its kind, is honoured to present the proceedings of this National Congress which represents a moment of meeting and confrontation among Italian marine biologists. During the annual S.I.B.M. National Congress the main research issues in marine biology are discussed comparing the results obtained in the various areas by Italian researches (these are about 450).

The present volume which has been printed, thanks to a financial contribution by the University of Lecce, is published in Italian on explicit request by the S.I.B.M. Nonetheless, summaries in English have been included for the foreign colleagues who will receive the volume with greetings from the Italian Marine Biology Society, in the hope of increasing the technical and scientific collaboration in marine research.

THE EDITORIAL BOARD

I N D E X

E. A. Ferrero - *Ecofisiologia: nuova disciplina o nuova etichetta?* 1

M. Vannini - G. Chelazzi - *Adattamenti comportamentali alla vita intertidale tropicale* 23

F. Ghiretti - *Le tossine degli animali marini. Incognite e prospettive* 39

M. Cervelli - *Primi risultati dell'analisi genetica di alcuni sistemi enzimatici di* Dicentrarchus labrax *L.* 45

M. Cervelli - A. Comparini - G. Fava - E. Rodinò - *Prime ricerche di genetica biochimica applicate all'acquacoltura di orata (*Sparus aurata *L.)* 49

G. Cassano - S. Vilella - M. Grasso - C. Storelli - *Studio dell'assorbimento di aminoacidi e zuccheri mediante l'uso di membrane plasmatiche isolate di intestino di* Anguilla anguilla 59

A. Santulli - V. D'amelio - *La distribuzione dei livelli di L-carnitina nei tessuti dei pesci ed il suo effetto sulla crescita degli stadi giovanili di* Dicentrarchus labrax 69

O. Cattani - E. Carpené - G. Isani - P. Cortesi — *Aspetti del metabolismo glucidico in tessuti di spigola (*Dicentrarchus labrax *(L.)) in rapporto a diete sperimentali* 73

A. Corti - S. Astancolle - P. Davalli - G. Piccinini - A. Casti - R. Viviani - *Poliammine ed enzimi della loro biosintesi in* Dicentrarchus labrax 85

E. Orlando - *Valutazione dell'inquinamento marino da metalli pesanti tramite l'uso di indicatori biologici* 93

R. Bargagli - *Il trasferimento del mercurio dai sedimenti agli organismi bentonici: osservazioni su* Stichopus regalis *(Cuv.) e* Holoturia tubulosa *Gm. (Echinodermata-Holothurioidea)* 101

N. Crescenti - S. Martella - G. Martino - *Concentrazione di cadmio e piombo in alcuni organi (cervello, fegato, gonade e muscolo) di* Lepidopus caudatus *(Euphrasen, 1788) in relazione ad alcuni fattori biotici. I. Primi risultati* 115

S. Focardi - C. Fossi - C. Leonzio - *Livelli di idrocarburi clorurati in alcune specie ornitiche marine* 127

S. Fonda Umani - *Hydrology and «red tides» in the Gulf of Trieste (North Adriatic sea)* 141

S. Fonda Umani - G. Honsell - M. Cabrini - L. Milani - *A tinntinnid «bloom» in the Gulf of Trieste (Northern Adriatic sea)* 149

C. ANDREOLI - C. TOLOMIO - *Indagine preliminare sulla biomassa fitoplanctonica in Val Dogà (Laguna di Venezia)* 157

D. MARINO - M. MODIGH - V. SAGGIOMO - A. ZINGONE - *Un ambiente costiero particolare: il Porto d'Ischia. Popolamenti fitoplanctonici e produzione primaria* 167

G. CATALANO - M. AVIAN - R. ZANELLI - *Influence of salinity on the behaviour of* Pelagia noctiluca *(Forskal) (Scyphozoa, Semaeostomeae)* 169

A. PONTICELLI - M. ANGELINI - M. LENZI - R. SALVATORI - *Raccolte di zooplancton in ambienti eutrofici a mezzo di un'apparecchiatura automatica* 181

I. FERRARI - R. COEN - *Distribuzione delle taxocenosi planctoniche a copepodi e cladoceri nella Sacca di Scardovari* 187

C. N. BIANCHI - C. MORRI - *I Policheti come descrittori della struttura trofica degli ecosistemi marini* 203

M. C. GAMBI - A. GIANGRANDE - *Analisi della struttura trofica del popolamento dei Policheti nei fondi mobili di due aree del Mar Tirreno* 215

M. C. GAMBI - A. GIANGRANDE - *Caratterizzazione e distribuzione delle categorie trofiche dei Policheti nei fondi mobili del Golfo di Salerno* 223

R. VACCARELLA - G. MARANO - G. BELLO - *Eunicidi e Nereidi del bacino portuale di Bari* 241

M. GHERARDI - E. LEPORE - M. SCISCIOLI - *Ricolonizzazione di substrati duri da parte di Anellidi Policheti (Serpuloidei esclusi)* 253

G. CANTONE - *Nota preliminare sulle variazioni stagionali del popolamento di Policheti nei fondi duri della rada di Augusta (Sicilia)* 267

M. MORI - S. BELLONI - *Distribution, abundance and infestation of* Ophryotrocha geryonicola *(Annelida: Dorvilleidae) in* Geryon longipes (Crustacea: Decapoda: Geryonidae) *of Ligurian bathyal bottoms* 277

M. C. GAMBI - C. N. BIANCHI - A. GIANGRANDE - R. COLOGNOLA - *Per un censimento della polichetofauna delle coste italiane. Nota preliminare* 289

M. F. GRAVINA - *Ecology and distribution of Polychaetes in two lagoons of central Italy (Latium): Fondi and Lungo* 303

G. F. RUSSO - L. A. CHESSA - E. FRESI - G. M. SPANU - *Zoobenthos della Rada di Palau (Sardegna Nord Orientale): II. Molluschi* 311

G. F. RUSSO - E. FRESI - M.C. BUIA - D. VINCI - *Malacofauna delle praterie a* Posidonia oceanica *(L.) delile della zona di Capo Passero (Sicilia sud-orientale): analisi comparativa con i popolamenti dell'isola d'Ischia* 319

E. Conti - L. Rossini - *I Molluschi del coralligeno del promontorio di Portofino* 325

G. Russo - E. Fresi - M. Scardi - *Il popolamento a Molluschi dei fondi mobili del Golfo di Salerno: analisi strutturale in rapporto al trofismo* 339

G. Bavestrello - *Idroidi simbionti di paguri e gasteropodi nella Riviera Ligure di Levante* 349

U. Salghetti-Drioli - F. Cinelli - *La vegetazione autunnale sommersa di Capo S. Andrea nell'Isola d'Elba (Mar Tirreno)* 363

E. Casola - M. Scardi - L. Mazzella - E. Fresi - *Struttura della comunità epifita delle lamine fogliari di* Posidonia oceanica *(L.) Delile: prateria superficiale, Lacco Ameno (Ischia)* 375

M. C. Buia - L. Mazzella - G.F. Russo - *Fenomeni riproduttivi della* Cymodocea nodosa *(Ucria) Aschers: in rapporto alla struttura della prateria* 377

A. Strusi - A. Tursi - E. Cecere - C. Montanaro - P. Panetta - R. Cavallo - *Il banco dell'Amendolara (Alto Jonio): descrizione generale* 379

G. D'Anna - G. Giaccone - S. Riggio - *Lineamenti bionomici dei banchi di mitili di Balestrate (Sicilia occidentale)* 389

A. Tursi - A. Matarrese - L. Scalera Liaci - G. Costantino - R. Cavallo - E. Cecere - *Colonizzazione di substrati duri artificiali immersi in una biocenosi coralligena ed in un posidonieto* 401

F. Badalamenti - G. Giaccone - M. Gristina - S. Riggio - *An eighteen months survey of the artificial reef off Terrasini (N/W Sicily): the algal settlements* 417

S. Riggio - M. Gristina - G. Giaccone - F. Badalamenti - *An eighteen months survey of the artificial reef of Terrasini (N/W Sicily): the Invertebrates* 427

N. Casavola - E. Rizzi - G. Marano - C. Saracino - *Ciclo riproduttivo e biometria di* Ensis minor *(Chenu)) (Bivalvia: Solenidae) nel Golgo di Manfredonia* 439

OEBALIA 1985, vol. XI, N.S.: 1-22 *ISSN 0392-6613*

E.A. FERRERO
Dipartimento di Biologia - Università di Trieste
Via A. Valerio, 32 - I-34127 - Trieste (Italy)

ECOFISIOLOGIA: NUOVA DISCIPLINA O NUOVA ETICHETTA?

Abstract

The status of Ecophysiology.

The place of Ecophysiology among the contiguous established disciplines is critically evaluated. Examples of sensory and behavioural adaptations and of molecular mechanisms enabling the tolerance to environmental stressors are given, in order to substantiate the heuristic value of this research area.

Key-words: Ecophysiology, Sensory ecology, Photomechanical responses, Chemotaxis, Stress proteins.

Sviluppo storico e status disciplinare dell'Ecofisiologia

L'Ecofisiologia o Fisiologia ambientale o Fisiologia adattativa emerge prorompente e trova una definizione e collocazione autonoma tra i campi di ricerca specifici negli anni '70. Prova ne sia nella Biologia marina la sua ripetuta presenza come tema centrale in tre simposi europei (Oban, 1974; Stirling, 1977; Isola di Man, 1978) e la sua prima sistematizzazione a livello manualistico proposta da VERNBERG & VERNBERG (1972) con «Environmental physiology of marine animals».

La problematica che le è pertinente non è stata precedentemente trascurata, ma i risultati si presentano dispersi in riviste specialistiche, in cui figurano come contributi occasionali rispetto al filone prevalente, sia esso biochimico cellulare, fisiologico comparativo, tossicologico, etologico o ecologico.

L'Ecologia considera il singolo individuo come unità naturale elementare e tratta relazioni sopraindividuali: tra individuo e fattori ambientali, tra individuo e individuo, tra specie e specie; i due membri della coppia vi hanno pari rilevanza.

La Fisiologia tratta *risposte* ad una o più *variabili*, di parti del singolo organismo, atte a garantirne la loro integrata coordinazione; si esaurisce nella sopravvivenza del singolo individuo e indirettamente del suo genoma.

L'Ecofisiologia è l'Ecologia dall'angolo visuale del singolo organismo e risponde alla necessità di raccordare discipline, ai due estremi nella gerarchia dei livelli d'indagine degli oggetti biologici, che indipendentemente hanno avuto in tempi recenti uno spettacolare sviluppo: la biologia molecolare da un lato e dall'altro l'analisi e la modellistica degli ecosistemi (JØRGENSEN, 1983).

Come metodologie e livello d'integrazione delle entità studiate, l'Ecofisiologia fa parte della Fisiologia (in senso lato) ma si colloca di diritto nell'Ecologia poiché ogni relazione ecologica è comunque riducibile: a) alla «recezione» di una variazione dell'ambiente esterno da parte di un singolo organismo, inteso come unità biologica elementare e trattato come «black box»; b) alla risposta dei suoi effettori che riporta l'individuo a uno stato di «equilibrio» con l'ambiente.

Quest'approccio «a blocchi», suggerito dall'analisi dei sistemi, permette non solo un'interpretazione qualitativo-descrittiva dei meccanismi di adattamento, ma anche una valutazione quantitativa dei costi energetici complessivi conseguenti al fenomeno.

Si estende così nell'autoecologia quella misurabilità delle transazioni energetiche per la sopravvivenza del genoma individuale, come parte del pool genico di gruppo, che TRIVERS (1972) nelle relazioni intraspecifiche definisce come «parental investment».

Il calcolo e la simulazione dei flussi energetici non rimane quindi più confinato all'«ecologia di produzione» ma può essere analizzato comparativamente e nel dettaglio dei rapporti tra «in-flusso» ambientale e le alternative strategie adattative messe in atto dai singoli individui.

L'affermarsi dell'Ecofisiologia è condizionato storicamente dal grado di avanzamento delle due discipline madri: la Fisiologia inizia il suo sviluppo nel '700, l'Ecologia ai primi di questo secolo.

Prima che la Fisiologia, inizialmente antropocentrica e ancillare alla Medicina riconoscesse che le diverse variabili esterne hanno diversa rilevanza sulla sopravvivenza degli organismi a seconda dell'ambiente a cui essi sono adattati, dovette passare attraverso successive fasi:

a) il riconoscimento della fondamentale *unitarietà* dei processi funzionali nell'uomo e nei vertebrati superiori (Fisiologia sperimentale);
b) l'individuazione in altri phyla di *modelli* semplici più adatti a dimostrare sperimentalmente principi fisiologici generali (Fisiologia generale);
c) l'integrazione, sotto la spinta dell'interpretazione evoluzionistica, della Fisiologia comparata con l'Anatomia comparata a dar corpo alla Morfologia funzionale.

Sul versante dell'Ecologia, se gran parte dell'autoecologia è dedicata allo studio delle strategie adattative degli organismi ai propri ambienti, tuttavia la portata di queste conoscenze basilari è stata più di recente oscurata dallo sviluppo del concetto di ecosistema, che segmentando in macroscala organismi e loro nicchie ecologiche in livelli trofici, legati tra loro dai soli flussi energetici (in senso lato), ha permesso operativamente la formulazione di modelli dinamici e la loro simulazione computerizzata, ma ha fatto perdere di vista il singolo individuo come unità discreta, naturale, di ogni biocenosi compresa in uno specifico biotopo.

La diversa collocazione della Fisiologia e dell'Ecologia a due diversi livelli sia di priorità storica che di organizzazione dell'oggetto di studio, non ne ha favorito l'integrazione; né questa sarebbe stata ragione sufficiente per la definizione dell'Ecofisiologia come disciplina autonoma. Ecologia e Fisiologia possono sussistere senza l'Ecofisiologia ma non viceversa.

Giustamente VERNBERG & VERNBERG (1972) riconoscono ad essa lo status di area di ricerca interdisciplinare che mutua metodologie, teorie e una cornice concettuale da altre discipline omogenee per livello d'organizzazione dell'oggetto di studio.

L'ambito dell'Ecofisiologia non è definito da confini operativi spaziali o temporali, non da omogeneità dei livelli d'organizzazione degli oggetti d'indagine, avendo natura integrativa ed interdisciplinare, né si definisce nel rapporto specifico con una particolare teoria. Il suo incerto status epistemologico si riflette nelle definizioni riportate da alcuni autori.

VERNBERG & VERNBERG (1972), con una visione dinamica, la definiscono come «le interrelazioni funzionali che si stabiliscono tra le componenti di un organismo nel confrontarsi con le restrizioni imposte dalle fluttuazioni ambientali».

NEWELL (1976), con un intento forse più filogenetico — comparativo, la definisce come «gli specifici adattamenti degli organismi (marini) alle particolari condizioni ambientali che con maggior probabilità possono incontrare nel loro habitat naturale».

ALI (1978) applicandola ad un settore più ristretto, l'Ecologia sensoriale, la definisce come «i mezzi mediante i quali la fitness degli organismi di una specie viene ottimizzata attraverso l'adattamento alle limitazioni dell'input informativo dall'ambiente sia fisico che biotico» o più semplicemente «i mezzi sensoriali mediante i quali la sopravvivenza degli organismi è resa ottimale in risposta ai vincoli imposti dall'ambiente».

JØRGENSEN (1983) più brevemente l'identifica con la risposta alla domanda: «come il corpo reagisce all'impatto con l'ambiente?».

Emerge più o meno trasparente il comune metro di base del valore adattativo delle risposte fisiologiche passate attraverso il vaglio della selezione naturale. Il referente teorico sottinteso nella formazione delle generalizzazioni ecofisiologiche è quindi la teoria evolutiva, strumento interpretativo comune a tutte le discipline biologiche, seppur ciascuna omogenea ed autonomamente definita.

È questa che unificando generalizzazioni induttive operate in ambiti e livelli integrativi diversi ha maggior contenuto empirico, nel senso dato da POPPER (1969), quindi maggior potere esplicativo e predittivo, ma anche maggiore improbabilità quindi più suscettibile di falsificazione, cioè di controllabilità.

A riprova dell'apporto interdisciplinare ed unificante della ricerca ecofisiologica, riporto alcuni esempi che riflettono interessi personali, principalmente riguardanti gli adattamenti ecosensoriali e il comportamento di organismi acquatici (FERRERO, 1978).

Si vuol dimostrare che ad una rispondenza delle capacità sensoriali a quelle condizioni ambientali che rappresentano gli stimoli prevalenti e più informativi, nel mantenimento della sopravvivenza in un dato ambiente, non necessariamente deve seguire un'integrazione centrale rigida ed un solo comportamento predeterminato, al limite da meccanismi genetici.

Una flessibilità tra le possibili uscite motorie ha di per sé valore adattativo, ma se i comportamenti che ne derivano non sono in grado di controbilanciare gli effetti della perturbazione ambientale che li hanno innescati, altre risposte fisiologiche di resistenza possono essere evocate a livello di organo o cellulare.

L'induzione o il potenziamento dell'attività di geni, i cui prodotti conferiscono tolleranza agli stress ambientali, può riguardare meccanismi molecolari primari, aspecifici e a breve latenza, o secondari, a maggiore latenza ma più specifici e duraturi. La loro espressione può infine essere incorporata nel programma genetico della specie, o della popolazione, ed essere regolata dall'andamento ciclico e prevedibile della variabile ambientale.

Trattando fenomeni generali si noterà qualche semplificazione necessaria alla scorrevolezza e per dare una visione d'insieme, che può estendersi al di là della specificità dell'ambiente marino, a cui comunque si cercherà di fare costante riferimento.

La luce come fattore limitante il mondo visivo degli organismi acquatici

L'ambiente fotico acquatico differisce per intensità e qualità spettrale a seconda della profondità e del tipo di acque. In acque limpide, la penetrazione delle radiazioni a minore lunghezza d'onda (blu-violetto) può superare i 100 m. In acque estuariali o lacustri, ricche di fitoplancton e di materiali organici disciolti, la profondità di penetrazione è spesso limitata alla decina di metri e sono dominanti le lunghezze d'onda intermedie dello spettro visibile (verde-giallo); nelle paludi e nelle «acque nere» dei fiumi, detriti e materiale di decomposizione vegetale (lignine, tannini) assorbono tutte le lunghezze d'onda tranne nell'estremo rosso e rendono le acque già afotiche a qualche metro di profondità (LEVINE & MCNICHOL, 1982). Inoltre la diffusione della luce da parte del materiale sospeso darà origine ad una colorazione uniforme lungo una data visuale che rappresenterà, sulla relativa area fotorecettoriale dell'organismo, una luminosità di sfondo contro cui percepire gli oggetti; questa è più monocromatica lungo una linea orizzontale che lungo la verticale (MCFARLAND & MUNTZ, 1975).

Le caratteristiche fotiche delle acque cambiano anche in relazione al ciclo giornaliero d'illuminazione. Organismi le cui abitudini di vita, diurne, notturne o aritmiche, portano in acque con caratteristiche fotiche simili, presenteranno convergenze adattative nei loro sistemi visivi.

In organismi abissali o di grotta si assisterà alla regressione dei fotorecettori o almeno degli apparati diottrici. Nei Misidacei mesopelagici (ELOFSSON, 1977) la cornea si fa liscia, il cono cristallino è assente, il rabdoma disordinato. In *Batysquilla*, riscontrata a profondità di 1200 m, oltre all'appiattimento della superficie corneale assistiamo alla degenerazione degli ommatidi (MANNING *et al.*, 1983).

In ambiente afotico la visione viene vicariata da altri sensi (LYTHGOE, 1978), come l'ecolocazione (caso dei delfini ciechi del Gange, *Platanista*), l'elettrolocazione e la comunicazione elettrica (nei Gimnotidi e Mormiridi delle acque fluviali fangose) (SCHWASSMANN, 1978), la vibrocezione sia acustica che attraverso il sistema della linea laterale, la comunicazione chimica, interindividuale, come in *Ictalurus* (TODD, 1971).

La visione scotopica, di profondità o notturna, a bassissima illuminazione (10^{-3} lux), paragonabile per certi versi all'ambiente afotico delle acque dolci, ottimizza la captazione dei fotoni a più alta energia, ma si realizza a scapito della risoluzione. È accompagnata da adattamenti degli apparati diottrici e fotosensibili dell'occhio tali da ottenere (ALI *et al.*, 1978):

a) la massima raccolta e focalizzazione della radiazione incidente, attraverso lenti sferiche, raccorciamento della distanza focale, formazione di occhi tubulari, p.es. Scopelarchidi (LYTHGOE, 1979), e tappeti lucidi riflettenti, p.es. *Squalus acanthias*, (DENTON, 1971; LAND, 1979).
b) La minima dispersione dei raggi, che vengono convogliati sui fotorecettori da guide ottiche, come vengono considerati sia i coni e i filamenti cristallini negli ommatidi dei Crostacei, sia, nella retina, i mioidi dei bastoncelli (MILLER, 1976), o rimangono confinati entro il fotorecettore da strati di pigmento riflettente o da differenze di indice di rifrazione del mezzo circostante (palizzate).
c) La massima densità di membrane fotosensibili. Cefalopodi batipelagici, che durante il loro ciclo vitale si trasferiscono da acque costiere ad acque oceaniche più profonde dimostrano un aumento relativo delle loro membrane fotorecettoriali (YOUNG, 1975). Nelle retine sono prevalenti od esclusivi i bastoncelli, fotorecettori a bassa soglia d'eccitazione, raggruppati, p.es. *Scopelarchus*, o stratificati, p.es. *Argentina* (ALI, 1978), con un lungo e stretto segmento esterno fotorecettoriale di dischi fittamente impilati o, negli occhi composti, i rabdomi sono chiusi e di maggior diametro.
d) Il massimo di sensibilità alla lunghezza d'onda più penetrante, quindi i fotopigmenti avranno picco d'assorbimento spostato verso il blu. Collocando i Crostacei in una scala di progressiva profondità dell'habitat e quindi di qualità delle acque, quelli di acqua dolce presentano picchi di sensibilità multipli: *Daphnia* a 405, 440, 570 e 690 nm (BUCHANAN & GOLDBERG, 1982); *Orconectes* e *Procambarus* a 510 e 562 nm (GOLDSMITH, 1972). Tra quelli marini, *Carcinus* e *Callinectes* hanno picco d'assorbimento a 508 nm e picchi secondari a 410 e 605 nm (MARTIN & MOTE, 1982); *Homarus* ha un solo picco a 515 nm (BRUNO *et al.*, 1977), *Nephrops* a 498 nm (LOEW, 1976) mentre gli Eufasiacei mesopelagici presentano picchi singoli compresi tra 460 e 480 nm (DENYS & BROWN, 1982).

Animali aritmici e epilagici si confronteranno invece con acque spettralmente più ricche e disomogenee e con forti variazioni giornaliere d'illuminazione da 10^{-3} a 10^{5} lux. Distinguere oggetti e le loro sagome contro diversi colori di sfondo diventa uno stimolo significativo; conferisce vantaggio adattativo il possesso di fotorecettori a minor sensibilità ma specifici per alcune lunghezze d'onda: i coni.

I picchi d'assorbimento dei loro fotopigmenti (rodopsina e porfiropsina) sono correlati con le caratteristiche spettrali degli specifici habitat (CRESCITELLI, 1972) e le quantità relative si modificano durante le migrazioni da/a acque dolci. Per esempio nelle anguille si passa da un sistema a rodopsina (picco a 501 nm) e porfiropsina (523 nm) prevalenti in acqua dolce, ad uno costituito da due rodopsine, la seconda con picco a 482 nm, in mare. Nelle migrazioni anadrome dei salmoni l'equilibrio viene spostato da

uno a rodpsina prevalente (503 nm) a quello a porfiropsina prevalente (527 nm) in acque dolci (LYTHGOE, 1979).

La conversione è graduale e precedente all'arrivo nel nuovo ambiente; è quindi sotto controllo endocrino, preadattativo.

Le forti variazioni giornaliere di intensità luminosa richiedono, per gli organismi dotati di retine miste (coni e bastoncelli) l'esposizione volta per volta del recettore più adatto a captare il tipo e la quantità di luce prevalente e contemporaneamente impongono la rigenerazione massiva delle membrane e del fotopigmento consumati nella fase precedente. Il ricambio di membrana può essere invece lento e continuo negli organismi a vita diurna o in quelli forniti di sola visione scotopica.

Le risposte fotomeccaniche o retinomotorie adempiono a questi requisiti. Esse rappresentano la forma filogeneticamente più primitiva di adattamento. Le abbiamo dimostrate già nei Turbellari (BEDINI *et al.*, 1977; LANFRANCHI *et al.*, 1984): a luce diurna i rabdomeri sono immersi nella coppa pigmentata e l'orientamento è tropotattico, di notte i fotorecettori sono esposti, fuori dalla coppa; l'orientamento avviene ora per klinotassia.

Nei bassi Vertebrati, dove la visione scotopica è rilevante per le abitudini di vita crepuscolari o migratorie le risposte retinomotorie suppliscono all'assenza della reazione pupillare, filogeneticamente più evoluta (ALI, 1975). Possono essere esemplificate dal caso di *Haemulon*, una specie di barriera corallina che compie migrazioni notturne nel territorio trofico di fondo. Sezioni della sua retina adattati all'oscurità (Dark Adapted - D.A.) mostrano il pigmento dell'epitelio retinico addossato in una stretta banda alla membrana di Bruch, mentre l'ellissoide dei bastoncelli è prossimo alla membrana limitante esterna, i coni si collocano più distalmente. L'esposizione alla luce (Light Adapted — L.A.) provoca l'espansione dei granuli di pigmento entro lo spessore dello strato recettoriale, la contrazione del mioide dei coni che diventano prossimali e l'allungamento del mioide dei bastoncelli che si collocano distalmente, schermati dal pigmento retinico; ciò si accompagna al passaggio dalla livrea notturna a quella diurna, marezzata.

Il pigmento retinico esteso (L.A.) isola otticamente i segmenti esterni dei coni migliorando l'acuità visiva e il potere di risoluzione, contemporaneamente protegge i bastoncelli, più sensibili, dalla luce intensa.

Nella forma concentrata (D.A.) scopre i bastoncelli, aumentandone la probabilità di cattura di fotoni anche per diffusione laterale, a spese dell'acuità.

I mioidi dei coni, allungati, fungono da fibre ottiche, convogliando la luce sui bastoncelli; si ha così il massimo sfruttamento dello spazio volta per volta esponendo gli elementi fotopici o scotopici.

Infine si realizza alternativamente una geometria favorevole al distacco delle membrane fotorecettoriali più distali che vengono fagocitate dal pigmento retinico adiacente, il quale ne assicura il turn-over. In *Carassius* la massima concentrazione dei fagosomi si riscontra due ore dopo l'alba per i bastoncelli e nelle ore successive al tramonto per i coni. Specie notturne hanno un solo picco dopo l'alba (BESHARSE, 1982).

Le risposte retinomotorie compaiono nelle larve dei Clupeidi (BLAXTER, 1969) e nei Salmonidi (ALI, 1975) con la metamorfosi e coincidono con l'inizio della vita attiva e del comportamento fototattico positivo.

La soglia luminosa della visione scotopica (dei bastoncelli) coincide con quella per la formazione dei banchi diurni di questi pesci, che si completa in pochi minuti (ALI, 1975).

Nei giovani di varie specie di *Oncorhynchus*, salmoni del Pacifico, la soglia per la cattura attiva della preda è al di sopra di quella della visione fotopica, ma in visione scotopica, causa la ridotta acuità visiva, l'animale adotta una strategia di caccia all'agguato dal fondo, localizzando le prede la cui sagoma si staglia contro lo sfondo della debole illuminazione incidente (ALI, 1975).

Nel periodo crepuscolare di semiadattamento, l'incapácità di utilizzare riferimenti visivi nella ricerca di un riparo di fondo, porta *O. gorbusha* alla superficie e qui viene passivamente trascinato dalla corrente compiendo la sua migrazione notturna verso il mare. Non così per *O. nerka*, la cui maggior sensibilità dei coni e la più rapida risposta retinomotoria limita il periodo di semicecità e la durata della migrazione passiva. In *O. kisutch* e analogamente in *S. salar* la soglia di eccitabilità dei coni è ancora più bassa e gli animali non migrano verso il mare durante la notte (ALI, 1975).

La risposta retinomotoria ha nei pesci una soglia compresa tra 10 e 10^{-2} lux, maggiore per il movimento del pigmento, minore per i coni, in relazione alle abitudini di vita.

L'adattamento alla luce è completato in 30' ma la velocità è proporzionale all'intensità luminosa e alla temperatura ambiente. Alte intensità di precedente L.A. aumentano la latenza dell'adattamento al buio e limitano la contrazione del pigmento (ALI, 1975). La lunghezza d'onda più efficace è quella corrispondente al picco d'assorbimento del pigmento scotopico, 515-520 nm, quello della porfiropsina nei pesci d'acqua dolce (*Lebistes, Salvelinus, Carassius*) (ALI, 1975).

È acquisito da studi ultrastrutturali, biochimici e farmacologici (BURNSIDE, 1976; FERRERO *et al.*, 1979; KLYNE & ALI, 1980) che nei Teleostei l'allungamento dei coni e dei bastoncelli è basato sull'assemblaggio e ridistribuzione spaziale per scorrimento reciproco dei microtubuli nel segmento interno. La contrazione sia in vivo che in vitro è mediata dai filamenti acto-miosinici ed è bloccata dalla citocalasina (O'CONNOR & BURNSIDE, 1982).

Il controllo del movimento è indipendente tra i due occhi e non umorale; le risposte retinomotorie permangono dopo sezione del nervo ottico, escludendo un controllo riflesso, e avvengono localmente, nella sola porzione della retina stimolata da una luce focalizzata (BESHARSE, 1982). In *Salmo gairdneri* lo scatenamento è del tipo tutto o nulla e il meccanismo innescato da un breve flash procede a completamento (MUNTZ & RICHARD, 1982).

L'osservazione di un alto contenuto di cAMP nella retina D.A. e la induzione della risposta D.A., somministrando nucleotidi ciclici in retine L. A., suggeriscono una funzione regolatrice per questo messaggero intracellulare (O'CONNOR & BURNSIDE, 1982). Il cAMP medierebbe attraverso la fosforilazione delle proteine citoscheletriche l'assemblaggio e/o lo scorrimento dei microtubuli (BESHARSE, 1982).

Al controllo locale si sovrappone un ritmo retinomotorio endogeno circadiano che può proseguire al buio continuo per più giorni ed è bloccato dalla luce (BESHARSE, 1982); esso è accompagnato da una parallela oscillazione di lunghezza dei nastri sinaptici dei fotorecettori e di efficienza della trasmissione sinaptica (WAGNER, 1975). Il fe-

nomeno è specialmente evidente in specie di acque tropicali (*Astyanax, Nannacara*) (JOHN & KAMINESTER, 1969) dove l'alternanza luce-buio è più marcata e presenta minori escursioni annuali; una precisa sincronizzazione con il tramonto è vantaggiosa per specie crepuscolari; il ritmo invece si smorza in 24-48 ore in specie a latitudini temperate (DOUGLAS & WAGNER, 1982).

Nel controllo del ritmo endogeno è stata implicata la melatonina, sia di origine epifisaria, ma i risultati di pinealectomia sono discordanti, più probabilmente di origine retinica, (BESHARSE, 1982). Infatti la melatonina è stata localizzata immunocitochimicamente nelle cellule amacrine e nei fotorecettori; la sua quantità e quella degli enzimi della sua via di sintesi variano nella retina con un ritmo circadiano ed hanno massimo al buio. Tuttavia l'interpretazione di BESHARSE (1982) di un'azione della melatonina sui microtubuli simile alla colchicina non spiega l'allungamento dei coni al buio mediato dall'assemblaggio e non dalla degradazione dei microtubuli.

Questo blow-up dalla nicchia ecologica alla molecola pare dimostrare quindi che le qualità fisiche dell'ambiente e gli stili di vita di un organismo modellano e delimitano la finestra sensoriale attraverso la quale avviene l'interazione individuo-ambiente.

Modulabilità dell'orientamento chemiotattico

In organismi che si confrontano con stimoli «naturali» alternativi, tuttavia, i comportamenti conseguenti non possono essere rigidamente determinati dalla sola capacità (entrata) sensoriale, ed è anzi la loro flessibilità ad avere valore adattativo. Ne è un esempio la modulabilità dell'orientamento chemiotattico tra specie simbionti.

Numerosi invertebrati marini, Turbellari (ATEMA *et al.*, 1973; FERRERO *et al.*, 1980b), Trematodi (SALADIN, 1979), Nemertini (ROE, 1970), Policheti (HICKOK & DAVENPORT, 1957; DIMOCK & DAVENPORT, 1971; FERRERO *et al.*, 1980b), Gasteropodi (WOOD, 1968; MURDOCH, 1969; PHILLIPS, 1975; SUSSWEIN *et al.*, 1982), Crostacei (CALDWELL, 1979; 1982; DERBY & ATEMA, 1980; CADWELL & LAMP, 1981), Asteroidei (LANDERBERGER, 1968; CASTILLA & CRISP., 1970; CASTILLA, 1972) in vari rapporti simbiontici di foresi, commensalismo, parassitismo, predazione o competizione, dimostrano un orientamento preferenziale verso l'acqua in cui hanno soggiornato i propri «ospiti».

In alcuni casi il rapporto è obbligato e monospecifico, in altri è facoltativo o polispecifico, ma campioni prelevati su un dato ospite si orientano esclusivamente o preferenzialmente su quello. La preferenza tuttavia può essere modificata mantenendo l'organismo su ospiti alternativi e inducendo una risposta orientata nei confronti del nuovo ospite.

FERRERO *et al.* (1980a) hanno rilevato questo fenomeno nel policlade *Stylochus mediterraneus* e analogamente nel polichete *Perinereis cultrifera*, abitualmente presenti nella biocenosi a mitilo, ma riportati anche come simbionti su ostriche (GALLENI *et al.*, 1980). Animali prelevati il giorno precedente su letti di mitili venivano saggiati per le loro preferenze verso gli ospiti alternativi in un labirinto ad Y. Una scelta positiva veniva defi-

nita quando l'animale raggiungeva l'estremità del braccio di somministrazione dell'effluente entro 30'.

Stabilita la preferenza per *Mytilus galloprovincialis* al tempo 0, *Stylochus* e *Perinereis* venivano trasferiti su *Crassostrea gigas* come ospite alternativo, e le loro preferenze saggiate periodicamente.

L'induzione da parte del nuovo ospite si compie nell'arco di circa due settimane.

Un gruppo che si orienta positivamente e significativamente rispetto a una scelta casuale verso il proprio ospite ed è al più indifferente verso l'ospite alternativo, una volta spostato sull'ospite alternativo manifesta un periodo di ridotta attività.

Tuttavia l'attività va crescendo nel tempo, parallelamente allo svilupparsi delle preferenze per il nuovo ospite. Al termine del periodo gli animali si dimostrano ben orientati nei confronti dell'ospite attuale e poco mobili o addirittura repulsi nei confronti dell'ospite precedente.

Il comportamento è reversibile ritrasferendo gli animali sull'ospite originario.

Osservazioni sperimentali sul polinoide *Arctonoe* (Dimock & Davenport, 1971), commensale di vari echinodermi, sul granchio *Pinnotheres* (Derby & Atema, 1980) simbionte su diversi bivalvi (*Mytilus*, *Modiolus*, *Placopecten*) e sulla stella di mare *Asterias* (Castilla, 1972) hanno dato risultati simili.

Risulta dunque evidente che l'orientamento chemiotattico verso i diversi ospiti transitori è modulabile e vi è un riconoscimento di kairomoni specifici (Prota *et al.*, 1977).

Ciò porterebbe ad escludere un rigido ed universale determinismo genetico della risposta, e suggerisce che, se la capacità di orientamento positivo verso un certo ospite può conferire un vantaggio adattativo, anche la plasticità di questa risposta è stata conservata o forse premiata selettivamente, data la sua diffusione nella scala zoologica, in quanto consente, in fenomeni di foresi o commensalismo, l'insediamento in nuove nicchie ecologiche e/o lo sfruttamento di diverse fonti alimentari nel caso di predatori o parassiti («olfactory conditioning» — Thorpe & Jones, 1937; «host induction» — Jeremy *et al.*, 1978; «ingestive conditioning» — Wood, 1968; «chemical search images» — Atema, 1980).

Si propone qui di interpretare l'acquisizione e il rinforzo della preferenza in natura verso un ospite e la modificazione o inversione delle preferenze per l'ospite alternativo come incremento non associativo della risposta, frequente nei bassi invertebrati, evitando così di ipotizzare forme di apprendimento associativo come il condizionamento classico, ancorché compatibili.

Tutte le specie citate presentano un evidente tigmotropismo.

Se nel caso dello pseudocondizionamento di tipo S (Dyal & Corning, 1973) attribuiamo alla stimolazione da contatto il valore di stimolo incondizionato (S^u) a cui corrisponde l'attivazione della risposta motoria di adesione con il substrato (R^u) e alla stimolazione olfattiva il valore di S^o, possiamo dar ragione dell'instaurarsi e del mantenersi della preferenza qualora adeguatamente e continuamente rinforzata.

Inizialmente lo stimolo S^o non evoca R^u, come avviene in animali appena giunti su un nuovo ospite o in continuo movimento tra diversi ospiti; la permanenza su un ospite in presenza dello stimolo di addestramento S^u (di contatto) porta ad una risposta R^u (motoria) sensibilizzata verso S^o (stimolo olfattivo).

Successivamente, alla presentazione di questo ultimo stimolo da solo l'animale risponde aderendo al substrato e proseguendo più efficacemente la locomozione nella zona caratterizzata dallo stimolo.

La stimolazione tattile e la chemorecezione di contatto agirebbero quindi da «sintonizzatori» della serie di filtri passivi che selezionano ed integrano l'informazione proveniente da recettori olfattivi «focalizzandoli» sulla costellazione di odori propri dell'ospite.

Meccanismi di tolleranza a stressori ambientali

Condizioni ambientali quantitativamente estreme o qualitativamente estranee (xenobiotici) per un organismo, non necessariamente vengono percepite come uno stimolo sensoriale e in più che dia origine ad una risposta comportamentale adattativa, per esempio di evitamento.

Nel caso di polluenti, questi possono portare: a) alla degradazione dei chemiorecettori e quindi all'inattivazione funzionale, come avviene con il Cu per le estetasche antennulari di *Callinectes* (BODAMMER, 1979) o con il Sodio Lauril Solfato sui recettori olfattivi di *Coregonus* e *Salmo* (HARA *et al.*, 1983); b) allo scatenamento di comportamenti che portano ad un'aumentata esposizione, come la frazione kerosenica del greggio che induce in *Homarus* una risposta alimentare (feeding) (ATEMA *et al.*, 1973), o Hg e Zn che a concentrazioni prossime a quelle letali agiscono su *Crangon* come attraenti (attractant) (PORTMANN, 1972).

Il considerare singoli organismi come sensori invece che come effettori entro un ecosistema solleva interessanti prospettive. Cambiamenti comportamentali si dimostrano indicatori molto sensibili di stress ambientali su organismi marini; ne influenzano ad esempio la scelta dei substrati o degli ospiti e l'insediamento (OLLA *et al.*, 1980a; HARA *et al.*, 1983) e possono quindi essere utilizzati nel monitoraggio biologico subletale degli inquinanti marini (OLLA *et al.*, 1980b).

Questi autori riassumono in un diagramma di flusso i possibili destini di un organismo sottoposto ad una perturbazione ambientale. Gli stress ambientali che non possono essere evitati con adattamenti comportamentali, possono tuttavia essere compensati dall'attivazione di meccanismi molecolari di tolleranza, a vario grado di specificità, la cui espressione genica può venir selezionata o indotta dall'esposizione allo stressore.

Adattamenti per selezione sono stati rilevati in popolazioni cronicamente sottoposte a stress ambientale. È il caso di *Capitella* e *Nereis* resistenti agli idrocarburi aromatici policiclici, la cui aumentata resistenza è trasmessa geneticamente ed è ascrivibile ad un aumento di attività delle ossidasi multifunzionali microsomiali (LEE *et al.*, 1979).

Se lo stress è costituito da un'aumentata concentrazione di elementi normalmente presenti ed essenziali al metabolismo, come il Cu e Zn, la tolleranza può instaurarsi limitando uno o più passaggi della loro regolazione: riducendo l'affinità per i trasportatori che ne mediano l'assorbimento, aumentandone l'immobilizzazione e/o l'accumulo, in compartimenti intra o extracellulari; aumentandone il catabolismo e l'escrezione. La stessa strategia può essere attuata per sostanze che pur non rivestendo un ruolo fisiolo-

gico, «parassitizzano» le stesse vie d'assunzione e metaboliche di quelle essenziali, come viene proposto per Hg e Cd in particolare tramite la pompa del Ca e per il Cs, tramite la pompa del K (BRYAN, 1979).

Oltre ai precedenti, che possono essere considerati adattamenti di capacità, si viene definendo negli ultimi anni l'esistenza di meccanismi di tolleranza ubiquitari in tutti gli Eucarioti, aspecifici, la cui espressione genica viene indotta a breve latenza (ore), di effetto temporaneo, che garantiscono il mantenimento di funzioni essenziali alla sopravvivenza cellulare. Si tratta di una famiglia di proteine, inizialmente dette da shock termico (HS), ora *stress proteins*, probabilmente coevolutesi (LEVINSON *et al.*, 1982).

Alcune sono espresse costitutivamente a bassi livelli, ma la loro massiccia trascrizione e sintesi è indotta rapidamente da stress chimici (metalli pesanti, chinoni ed epossidi, chelanti, inibitori metabolici, antibiotici, ipossia), fisici (aumento di temperatura), biologici (virus) (MORIMOTO & MESELSON, 1982).

Quelle espresse in embrioni di salmone *Onchorhynchus tsawytscha* (HEIKKILA *et al.*, 1982) si raggruppano in tre complessi, uno a più basso P.M. 51, 46, 28 K che è indotto esclusivamente dall'esposizione a Cd o Zn; quelle a PM 65 e 41 K sono conseguenti al solo HS, quelle ad alto PM 84, 70, 68 K sono comuni a entrambi gli stress.

La presenza di stress proteins e il loro andamento quantitativo correlano con l'acquisizione e la durata della tolleranza all'innalzamento della temperatura (MORIMOTO & MESELSON, 1982). Un pretrattamento a più basse temperature aumenta esponenzialmente sia la resistenza a una successiva più alta temperatura sia la quantità di proteine sintetizzate (SUBJECK & SCIANDRA, 1982). Quelle indotte da metalli pesanti conferiscono anche tolleranza all'HS ma non viceversa (LEVINSON *et al.*, 1982). La loro sintesi è regolata indipendentemente sia tra di esse che rispetto alla protezione conferita dalla proteina d'accumulo, indotta successivamente, la metallotioneina (HEIKKILA *et al.*, 1982).

Alcune migrano durante lo stress dal citoplasma al nucleo (70, 29 K) (TANGUAY & VINCENT, 1982; LOOMIS & WHEELER, 1982), ove sono state messe in relazione con la concomitante aumentata fosforilazione dell'istone Hl che in tale forma stabilizza i nucleosomi nella forma condensata, impedisce la trascrizione del DNA e ne protegge la struttura (GOROVSKI *et al.*, 1982).

Una seconda funzione ipotizzata è il controllo attraverso la fosforilazione della stabilità del citoscheletro e indirettamente della localizzazione e funzionalità degli organuli cellulari (TANGUAY & VINCENT, 1982).

L'induzione della trascrizione e sintesi massiccia di stress proteins è accompagnata dalla soppressione attiva della traduzione degli altri mRNA citoplasmatici, riducendo quindi la probabilità di errori nella sintesi proteinica e la formazione di fenocopie teratogenetiche (ASHBURNER & BONNER, 1979; PETERSEN & MITCHELL, 1982).

Poiché questa risposta a stress è conservativa durante l'evoluzione degli Eucarioti è da ritenere che abbia significato adattativo proteggendo in particolare quegli stadi del ciclo vitale, embrionali e larvali, più soggetti all'esposizione passiva agli stressori (ASHBURNER & BONNER, 1979; GRAZIOSI *et al.*, 1982; GIUDICE *et al.*, 1980).

Una tolleranza sul medio periodo è assicurata dall'induzione o aumento di sintesi di proteine ad azione più selettiva, quali p.es. le *metallotioneine*.

Esse costituiscono una famiglia di isoproteine che svolgono un probabile ruolo fisiologico nel controllo del metabolismo di Cu e Zn. Hanno basso peso molecolare, attorno a 10 K., alto contenuto in gruppi sulfidrilici della cisteina (15-20% dei residui) e quasi prive di aminoacidi aromatici ed istidina. Libere nella frazione citoplasmatica solubile sono stabili al calore. (VIARENGO *et al.*, 1980; 1984).

L'esposizione a livelli subletali di metalli pesanti ne induce la sintesi nell'arco di giorni in diversi tessuti (branchie, ghiandole digestive, apparato escretore); legano preferenzialmente Cd e Hg e conferiscono successivamente una tolleranza anche a livelli tossici di polluente, come riportano BOUQUEGNEAU *et al.* (1975) per l'anguilla nei confronti del Hg.

Queste proteine facilitando la segregazione e l'accumulo dei metalli pesanti nei granuli lisosomiali e la successiva detossificazione per esocitosi, rappresentano un valido indicatore della qualità delle acque (VIARENGO *et al.*, 1982).

La distribuzione diffusa in invertebrati e vertebrati, e l'omogeneità della loro composizione aminoacidica ne suggeriscono la conservatività evolutiva (LERCH *et al.*, 1982), anche se sono state identificate altre proteine tioneino-simili a più alto PM complessanti metalli, nel sistema escretore e digestivo di *Ostrea*, *Mytilus* e *Modiolus* (JULSHAM & ANDERSEN, 1983).

Anche il permanere della sintesi costitutiva di molecole normalmente a regolazione ciclica che fungano da ligandi di composti organo-clorurati può rappresentare una modalità di adattamento ad alte concentrazioni di tali pesticidi. Infatti la sede di accumulo e la via di eliminazione dei composti organo-clorurati è data dai depositi lipidici e lipoproteici. Le vitellogenine circolanti e le lipovitelline oocitarie legano DDT e altri polluenti liposolubili; l'emissione delle uova ne è uno dei meccanismi di «escrezione» (eliminazione).

In popolazioni naturali di *Gambusia* esposte cronicamente a DDT e resistenti, perdura la sintesi di lipoproteine vitellogeniche (LV) anche nella fase non riproduttiva contrariamente a popolazioni DDT sensibili (DENISON *et al.*, 1981). Il legame irreversibile DDT/LV immobilizza l'insetticida circolante riducendone gli effetti tossici sugli organi bersaglio. È da definire se la mancata regolazione sia dovuta all'attacco diretto del polluente sui recettori dell'estradiolo, mimandone l'azione, o se ciò venga svolto da altri xenobiotici presenti nell'ambiente.

Se la comparsa dello stressore ambientale non è aleatoria o imposta artificialmente ma deriva da fluttuazioni stagionali, cicliche e prevedibili, di una variabile come la temperatura, un meccanismo di resistenza la cui espressione genica sia incorporata nel programma genetico, garantisce un permanente vantaggio adattativo. Ne troviamo un esempio nelle *proteine anticongelanti* nei fluidi extracellulari.

Il milieu interno dei Teleostei marini è infatti ipotonico rispetto all'acqua di mare, la cui temperatura in ambienti circumpolari può scendere al di sotto del punto di congelamento dei liquidi interstiziali. In organismi eterotermi ed osmoregolatori ciò non può essere controbilanciato da un aumento dell'osmolarità ma vengono sintetizzate molecole a notevole PM che per la loro composizione e struttura spaziale inteferiscono con la formazione e l'accrescimento dei cristalli di ghiaccio (SOMERO & HOCHACHKA, 1976). Le glicoproteine del pesce antartico *Trematomus*, p.es., hanno struttura ripetitiva, rag-

giungendo PM da 2.6 a 8.0 K., presentano catene laterali disaccaridiche i cui gruppi ossidrilici sono essenziali per la formazione di legami idrogeno con i dipoli acquosi dei nuclei di cristallizzazione del ghiaccio, impedendone la crescita.

In pesci artici come *Pseudopleuronectes* analoga funzione è invece svolta da proteine ad alto contenuto di residui polari (ac. aspartico) (BERGER *et al.*, 1982). La sintesi stagionale è indotta dall'abbassamento della temperatura mentre la sua cessazione è anche sotto il controllo del fotoperiodo (SOMERO & HOCHACHKA, 1976).

Organismi intertidali osmoconformi delle zone artiche sono sottoposti a cicli di congelamento/scongelamento a temperature ben inferiori al punto di congelamento dei propri liquidi interni e impedirne il congelamento per abbassamento del punto crioscopico è energeticamente impossibile.

Popolazioni tolleranti di *Mytilus* adottano una diversa strategia rispetto ai Teleostei (AUNAAS, 1982). Essi sintetizzano stagionalmente ed immettono nell'emolinfa agenti nucleanti che inducono la formazione di cristalli di ghiaccio nel compartimento extracellulare: ne segue un richiamo di acqua dal compartimento intracellulare e il mantenimento di entrambi in equilibrio alla temperatura di fusione. Il limitato danno dovuto all'ipertonicità cellulare è compensato dal vantaggio di impedire la formazione e l'azione disgregante dei grossi cristalli di ghiaccio intracitoplasmatici ed è inoltre tollerato dalle ridotte attività metaboliche a quelle temperature.

Conclusione

In conclusione, dalla vita di relazione dell'intero organismo fino alla sopravvivenza cellulare constatiamo un continuum di reciproche interazioni e di flusso informazionale tra condizioni ambientali e sistema biologico. Si concretizzano in un limitato numero di funzioni cellulari e di strategie adattative; è compito dell'Ecofisiologia coglierne gli aspetti unificanti. Essa infatti, per la sua collocazione di area d'indagine ponte, interdisciplinare, contribuisce ad aumentare il contenuto logico della teoria evolutiva estendendone i campi su cui saggiare la potenziale falsificabilità e adeguandola al criterio di soddisfacenza relativa e potenziale esposto da POPPER (1969) nella sua «Logica della scoperta scientifica».

L'approccio ecofisiologico si caratterizza per il suo valore euristico e la fecondità è dimostrata dagli esempi precedentemente esposti di come osservazioni, inizialmente occasionali e registrate a livello fenomenologico, possono trovare coerenza interpretativa nelle generalizzazioni ecofisiologiche.

Ringraziamenti

L'Autore è grato ai proff. E. Ghirardelli e P. Tongiorgi per la lettura critica del testo ed i suggerimenti ricevuti.

Summary

*The environmental physiology or ecophysiology or adaptive physiology emerged and was defined as an autonomous discipline in the seventies. It aims at studying the functional interrelationships taking place among the components of an organism when it faces the constraints imposed onto it by environmental fluctations (*VERNBERG & VERNBERG, *1972). The ecophysiology applies the interpretative keys of physiology, by and large, to problems whose purpose is at an ecological level. It thus integrates two different hierarchically superimposed levels of organisation, the one of the individual and the one of the ecosystem (*JØRGENSEN, *1983).*

*Differences between environmental factors are noticed in space and time. In the first instance it is up to adaptive physiology to identify the abilities and modalities, shared by more species even if phylogenetically far away, of responding to biotic and abiotic features in a same ecological niche or similar niches. The adaptations of sensory receptors, for example, show an utilization and a selective filtering of the most relevant physical and biotic informative inputs that characterize the different environmental complexes (*ALI, *1978).*

*In the second instance, the adaptive strategies of resistance, able to compensate the effect of temporal, transient variations homeostatically, in one or more variables defining the environmental complex, are to be recognized. Thus, high concentrations of heavy metals induce the synthesis of metallothioneins, proteins having a detoxicating function for Cd and Zn, through immobilization and accumulation (*VIARENGO et al., *1980;* LERCH et al., *1982). Similary, the seasonal temperature lowering controls the synthesis of «antifreezing» proteins in polar sea teleosteans (*SOMERO & HOCHACHKA, *1976) and of agents, nucleating the ice crystals, in arthropods and molluscs* (AUNAAS, 1982), *which confer tolerance to freezing.*

*Considering single organisms as sensors instead of as effectors, within an ecosystem, gives rise to interesting prospects. Behavioral variations proved to be very much sensitive indicators of environmental stresses on marine organisms. For example, they affect the choice of substrata or hosts and the settling on them (*OLLA et al., *1980a). They may thus be employed in sublethal biological monitoring of marine pollutants (*OLLA et al., *1980b).*

To envisage the physiological characteristics and modifications of an organism in adaptive terms is, for the biologist, the plain consequence of the evolutionistic-selective interpretation of the fitness. In this context, the ecophysiological approach has proved to have a sure heuristic and predictive value when dealing with the study of the effects of perturbations, even if artificial ones, imposed upon an ecosystem.

Riassunto

La fisiologia ambientale o ecofisiologia adattativa, emersa e definita come disciplina autonoma negli anni '70, mira allo studio delle interrelazioni funzionali che si stabiliscono tra le componenti di un organismo nel confrontarsi con i vincoli imposti dalle fluttuazioni ambientali (VERNBERG & VERNBERG, 1972). Applicando le chiavi interpretative della Fisiologia, in senso lato, su problemi il cui scopo si trova al livello dell'Ecologia, essa integra quindi due diversi livelli d'organizzazione gerarchicamente sovrapposti, quello dell'individuo e quello dell'ecosistema (JORGENSEN, 1983).

Diversità tra fattori ambientali si riscontrano nello spazio e nel tempo. Nel primo caso è compito della fisiologia adattativa identificare capacità e modalità comuni a più specie, anche filogeneticamente distanti, nel rispondere alle caratteristiche biotiche e abiotiche di una stessa nicchia ecologica o di nicchie simili. Gli adattamenti dei recettori sensoriali, per esempio, dimostrano un'utilizzazione ed un filtraggio selettivo degli inputs informativi fisici o biotici più rilevanti e caratterizzanti i diversi complessi ambientali (ALI, 1978).

Nel secondo caso si devono riconoscere le strategie adattative di resistenza in grado di compensare omeostaticamente l'effetto di modificazioni temporali, transitorie, in una o più variabili che definiscono il complesso ambientale. Così, alte concentrazioni di metalli pesanti inducono la sintesi di metallotioneine, proteine con funzione detossificante per Cd e Zn, mediante immobilizzazione e accumulo (VIARENGO *et al.*, 1980; LERCH *et al.*. 1982). Analogamente l'abbassamento stagionale della temperatura controlla la sintesi di proteine «anticongelanti» in Teleostei marini polari (SOMERO & HOCHACHKA, 1976) e di agenti nucleanti i cristalli di ghiaccio in Artropodi e Molluschi (AUNAAS, 1982), che conferiscono una tolleranza al congelamento.

Il considerare i singoli organismi come sensori invece che come effettori entro un ecosistema solleva interessanti prospettive. Cambiamenti comportamentali si dimostrano indicatori molto sensibili di stress ambientali su organismi marini; ne influenzano ad esempio la scelta dei substrati o degli ospiti e l'insediamento (OLLA *et al.*, 1980a) e possono quindi essere utilizzati nel monitoraggio biologico subletale degli inquinanti marini (OLLA *et al.*, 1980b).

Se l'inquadramento in termini adattativi delle caratteristiche e delle modificazioni fisiologiche degli organismi è per il biologo la naturale conseguenza dell'interpretazione evoluzionistico-selettiva della fitness, l'approccio ecofisiologico ha dimostrato un indubbio valore euristico e predittivo nell'affrontare lo studio degli effetti di perturbazioni, anche artificiali, imposte ad un ecosistema.

Bibliografia

ALI M.A. (1975) - Les réponses rétinomotrices: caractères et mécanismes. *Vision Res.*, **11**: 1225-1288.

ALI M.A. (1978) - General introduction. In «Sensory Ecology», M.A. Ali Ed. Plenum Press, New York: 3-8.

ALI M.A., ANCTIL M., CERVETTO L. (1978) - Photoreception. In «Sensory Ecology», M.A. Ali Ed.; Plenum Press, New York: 467-502.

ASHBURNER M., BONNER J.J. (1979) - The induction of gene activity in *Drosophila* by heat shock. *Cell* **17**: 241-254.

ATEMA J. (1980) - Chemical senses, chemical signals, and feeding behavior in fishes. In «Fish behavior and its use in the capture and culture of fishes», J.E. Bardach, J.J. Magnuson, R.C. May and J.M. Reinhart Eds., International Center for Living Aquatic Resources Management, Manila.

ATEMA J., JACOBSON S., TODD J., BOYLAN D. (1973) - The importance of chemical signals in stimulating behavior of marine organisms: effect of altered environmental chemistry on animal communication. In «Bioassay techniques and environmental chemistry», Ann Arbor Science Publishers, Inc., Ann Arbor.

AUNAAS T. (1982) - Nucleating agents in the haemolymph of an intertidal mollusc tolerant to freezing. *Experientia* **38**: 1456-1457.

BEDINI C., FERRERO E., LANFRANCHI A. (1977) - Fine structural changes induced by circadian light-dark cycles in photoreceptors of Dalyelliidae (Turbellaria: Rhabdocoela). *J. Ultrastruct. Res.* **58**: 66-77.

BERGER E.G., BUDDECKE E., KAMERLING J.P., KOBATA A., PAULSON J.C., VLIEGENTHART J.F.G. (1982) - Structure, biosynthesis and functions of glycoprotein glycans. *Experientia* **38**: 1129-1162.

BESHARSE J.C. (1982) - The daily light-dark cycle and rhythmic metabolism in the photoreceptor — pigment epithelial complex. In «Progress in retinal research», N. Osborne & G. Chader Eds., Pergamon Press, Oxford: 81-124.

BLAXTER J.H.S. (1969) - Development: eggs and larvae. In «Fish physiology» W.S. Hoar & D.J. Randall Eds., **3**: 177-252. *Academic Press*, New York.

BODAMMER J.E. (1979) - Preliminary observations on the cytopathological effects of copper sulfate on the chemoreceptors of *Callinectes sapidus*; In «Marine pollution: functional responses», W.B. Vernberg, F.P. Thurberg, A. Calabrese, F.J. Vernberg Eds. *Academic Press*, New York.

BOUQUEGNEAU J.M., GERDAY C., DISTECHE A. (1975) - Fish mercury-binding thionein related to adaptation mechanisms. *FEBS Lett.*, **55**: 173-177.

BRUNO M.S., BARNES S.N., GOLDSMITH T.H. (1977) - The visual pigment and visual cycle of the lobster, *Homarus. J. comp. Physiol.* **120**: 123-142. *Phil. Trans. R. Soc. Lond. B* **286**: 483-505.

BUCHANAN C., GOLDBERG B. (1981) - The action spectrum of *Daphnia magna* (Crustacea) phototaxis in a simulated natural environment. *Photochem. Photobiol.* **34**: 711-717.

BURNSIDE B. (1976) - Microtubules and actin filaments in teleost visual cone elongation and contraction. *J. Supramol. Struct.* **5**: 257-275.

CALDWELL R.L. (1979) - Cavity occupation and defensive behaviour in the stomatopod *Gonodactylus festai*: evidence for chemically mediated individual recognition. *Anim. Behav.* **27**: 194-201.

CALDWELL R.L. (1982) - Interspecific chemically mediated recognition in two competing stomatopods. *Mar. Behav. Physiol.* **8**: 189-197.

CALDWELL R.L., LAMP K. (1981) - Chemically mediated recognition by the stomatopod *Gonodactylus bredini* of its competitor, the octopus *Octopus joubini*. *Mar. Behav. Physiol.* **8**: 35-41.

CASTILLA J.C. (1972) - Responses of *Asterias rubens* to bivalve prey in a Y maze. *Mar. Biol. (Berl.)* **12**: 222-228.

CASTILLA J.C., CRISP D.J. (1970) - Responses of *Asterias rubens* to olfactory stimuli. *J. mar. Biol. Ass. U.K.* **50**: 829-847.

CRESCITELLI F. (1972) - The visual cells and visual pigments of the vertebrate eye. In «Handbook of sensory physiology», vol. VII/1. H.J.A. Dartnall Ed., Springer Verlag, New York; 245-263.

DENISON M.S., CHAMBES J.E., YARBROUGH J.D. (1981) - Persistent vitellogenin-like protein and binding of DDT in the serum of insecticide resistant mosquitofish (*Gambusia affinis*). *Comp. Biochem. Physiol.* **69C**: 109-112.

DENTON E. (1971) - I riflettori dei pesci. *Le Scienze* **32**: 92-100.

DENYS C.J., BROWN P.K. (1982) - Euphasiid visual pigments. The rhodopsins of *Euphausia superba* and *Meganyctiphanes norvegica* (Crustacea, Euphausiacea). *J. Gen. Physiol.* **80**: 451-472.

DERBY C.D., ATEMA J. (1980) - Induced host odor attraction in the pea crab *Pinnotheres maculatus*. *Biol. Bull.* **158**: 26-33.

DIMOCK R.V., DAVENPORT D. (1971) - Behavioral specificity and the induction of host recognition in a symbiotic polychaete. *Biol. Bull.* **141**: 472-484.

DOUGLAS R.H., WAGNER H.J. (1982) - Endogenous patterns of photomechanical movement in teleosts and their relation to activity rhythms. *Cell Tiss. Res.* 226: 133-144.

DYAL J.A., CORNING W.C. (1973) - Invertebrate learning and behavior taxonomies. In «Invertebrate learning», W.C. Corning, J.A. Dyal, A.O.D. Willows Eds., Plenum Press, New York 1: 1-48.

FERRERO E.A. (1978) - Ecosensory functions in lower invertebrates. In «Sensory Ecology» M. Ali Ed., Plenum Press, New York.

FERRERO E., ANCTIL M., ALI M.A. (1979) - Ultrastructural correlates of retinomotor responses in inner segments of vertebrate photoreceptors. *Rev. Can. Biol.* 38: 249-264.

FERRERO E., FERRO M., SALVADEGO P., TONGIORGI P. (1980) - Modificazioni del comportamento chemiotattico di *Stylochus mediterraneus* e *Perinereis cultrifera,* abituali componenti della biocenosi a mitili. *Mem. Biol. Mar. Oceanogr.* N.S. 10 Suppl.: 395-396.

FERRERO E., TONGIORGI P., GALLENI L., SALGHETTI U., SALVADEGO P. (1980) Chemical attraction of *Stylochus mediterraneus* Galleni, 1976 (Turbellaria: Polycladida) toward its prey *Mytilus galloprovincialis* L. *Mar. Biol. Lett.,* 1: 213-224.

GALLENI L., TONGIORGI P., FERRERO E., SALGHETTI U. (1980) - *Stylochus mediterraneus* (Turbellaria: Polycladida), predator on the mussel *Mytilus galloprovincialis. Mar. Biol. (Berl.)* 55: 317-326.

GIUDICE G., ROCCHERI M.C., DI BERNARDO M.G. (1980) - Synthesis of «heat shock» proteins in sea urchin embryos. *Cell. Biol. Int. Reports* 4: 69-74.

GOLDSMITH T.H. (1972) - The natural history of invertebrate visual pigments. In «Handbook of sensory physiology», VII/1. H.J.A. Dartnall Ed., Springer Verlag, Berlin: 685-719.

GOROVSKY M.A., GLOVER C.V., GUTTMAN S.D., VAVRA K.J., HOROWITZ S., PEDERSON D.S. (1982) - Stress-induced changes in nuclear proteins of *Tetrahymena.* Abstract of the Cold Spring Harbor Meeting on «Induction of heat shock proteins» 5-9 May 1982, Cold Spring Harbor N.Y.

GRAZIOSI G., MICALI F., DI MARCOTULLIO A., SAVOINI A., de CRISTINI F. (1982) - Heat shock of the *Drosophila* egg: mortality, cellular multiplication, DNA replication and HSP synthesis. Abstract of the Cold Spring Harbor Meeting on «Induction of heat shock proteins» 5-9 May 1982, Cold Spring Harbor N.Y.

HARA T.J., BROWN S.B., EVANS R.E. (1983) - Pollutants and chemoreception in aquatic organisms. In «Aquatic Toxicology», J.A. Nriagu Ed., John Wiley & Sons, New York.

HEIKKILA J.J., GEDAMU L., IATROU K., SCHULTZ G.A. (1982) - Expression of a set of fish genes following heat or metal ion exposure. Abstracts of the Cold Spring Harbor Meeting on «Induction of heat shock proteins» 5-9 May 1982, Cold Spring Harbor New York.

HICKOK J.F., DAVENPORT D. (1957) - Further studies in the behavior of commensal polychaetes. *Biol. Bull.* **113**: 397-406.

JERMY T., HANSON F.E., DETHIER V.G. (1968) - Induction of specific food preference in lepidopterous larvae. *Entomol. Exp. Appl.* **11**: 211-230.

JOHN K.R., KAMINESTER L.H. (1969) - Further studies on retinomotor rhythms in the teleost *Astyanax mexicanus*. *Physiol. Zool.* **42**: 60-70.

JØRGENSEN C.B. (1983) - Ecological physiology: background and perspectives. *Comp. Biochem. Physiol.* **75A**: 5-7.

JULSHAMN K., ANDERSEN K.J. (1983) Subcellular distribution of major and minor elements in unexposed molluscs in Western Norway — I., II., III. Comp. Biochem. Physiol. **75A**: 9-20.

KLYNE M.A., ALI M.A. (1980) - Retinomotor responses: role of microtubules. *Mikroskopie* **36**: 199-210.

LAND M.F. (1979) - Animali forniti di occhi a specchio. *Le Scienze* **126**: 34-42.

LANDERBERGER D.E. (1968) - Studies on selective feeding in the Pacific starfish *Pisaster* in Southern California. *Ecology* **49**: 1062-1075.

LANFRANCHI A., FERRERO E., BEDINI C. (1984) - The action of some microtubular poisons on the retinomotor response of the eyes in *Dalyellia viridis* (Turbellaria Rhabdocoela). *Atti Soc. Tosc. Sci. Nat. - Mem. B* **91**: (in stampa).

LEE R.F., SINGER S.C., TENORE K.R., GARDNER W.S., PHILPOT R.M. (1979) - Detoxification system in polychaete worms: importance in the degradation of sediment hydrocarbons. In «Marine Pollution: Functional Responses» W.B. Vernberg, F.P. Thurberg, A. Calabrese, F.J. Vernberg Eds., *Academic Press*, New York.

LERCH K., AMMER D., OLAFSON R.W. (1982) - Crab metallothionein. Primary structure of metallothioneins 1 and 2. *J. Biol. Chem.* **257**: 2420-2426.

LEVINE J.S., MacNICHOL E.F. Jr. (1982) - La visione dei colori nei pesci. *Le Scienze* **164**: 80-92.

LEVINSON W., LI G., OPPERMAN H., JOHNSTON D., JACKSON J. (1982) - Chemical induction of heat shock proteins. Abstracts of the Cold Spring Harbor Meeting on «Induction of heat shock proteins» 5-9 May 1982, Cold Spring Harbor N.Y.

LOEW E.R. (1976) - Light and photoreceptor degeneration in the Norway lobster, *Nephrops norvegicus* (L.). *Proc. R. Soc. Lond. B* **193**: 31-44.

LOOMIS W., WHEELER S. (1982) - The physiological role of heat proteins in *Dictyostelium*. Abstracts of the Cold Spring Harbor Meeting on «Induction of heat shock proteins» 5-9 May 1982, Cold Spring Harbor N.Y.

LYTHGOE J.N. (1978) - Fishes: vision in dim light and surrogate senses. In «Sensory Ecology» M.A.Ali Ed., Plenum Press, New York: 155-168.

LYTHGOE J.N. (1979) - The Ecology of Vision. Oxford University Press, Oxford.

McFARLAND W.N., MUNTZ F.W. (1975) - The evolution of photopic visual pigments in fishes: part III. *Vision Res.* **15**: 1071-1080.

MANNING R.B., SCHIFF H., ABBOTT B.C. (1984) - Cornea shape and surface structure in some stomatopod crustacea. J. Crustacean Biol. **4**: 502-513.

MARTIN F.G., MOTE M.I. (1982) - Color receptors in marine crustaceans; a second spectral class of retinular cell in the compound eyes of *Callinectes* and *Carcinus*. *J. Comp. Physiol. A* **145**: 549-554.

MILLER W.H. (1976) - Optical guiding by photoreceptor cells. *Fed. Proc.* **35**: 37-43.

MORIMOTO R., MESELSON M. (1982) - The hyperthermal protective role of the mammalian 68 K stress induced protein. Abstracts of the Cold Spring Harbor Meeting on «Induction of heat shock proteins» 5-9 May 1982, Cold Spring Harbor N.Y.

MUNTZ W.R.A., RICHARD D.S. (1982) - Photomechanical movements in the trout retina following brief flashes of light. *Vision Res.* **22**: 529-530.

MURDOCH W.W. (1969) - Switching in general predators: experiments on predator specificity and stability of prey populations. *Ecol. Monogr.* **39**: 335-354.

NEWELL R.C. (Ed.) (1976) - Adaptation to environment: essays on the physiology of marine animals. Butterworths, London.

O'CONNOR P., BURNSIDE B. (1982) - Elevation of cyclic AMP activates an actin-dependent contraction in teleost retinal rods. *J. Cell. Biol.* **95**: 445-452.

OLLA B.L., ATEMA J., FORWARD R., KITTREDGE J., LIVINGSTON R.J., McLEESE D.W., MILLER D.C., VERNBERG W.B., WELLS P.G., WILSON K. (1980) - The role of behavior in marine pollution monitoring. *Rapp. P. - v. Réun. Cons. int. Explor. Mer* **179**: 174-181.

OLLA B.L., PEARSON W.H., STUDHOLME A.L. (1980) - Applicability of behavioral measures in environmental stress assessment. *Rapp. P. - v. Réun. Cons. int. Explor. Mer* **179**: 162-173.

PETERSEN N.S., MITCHELL H.K. (1982) - Effects of heat shock on messenger RNA synthesis, stability, and translation in differentiating *Drosophila* wings. Abstracts of the Cold Spring Harbor Meeting on «Induction of heat shock proteins» 5-9 May 1982, Cold Spring Harbor N.Y.

PHILLIPS D.W. (1975) - Distance chemoreception-triggered avoidance behavior of the limpets *Acmaea (Collisella) limatula* and *Acmaea (Notoacmea) scutum* to the predatory starfish *Pisaster ochraceus*. *J. Exp. Zool.* **191**: 199-210.

POPPER K.R. (1969) - Problemi, scopi e responsabilità della scienza. In «Scienza e filosofia», Giulio Einaudi editore spa, Torino.

PORTMANN J.E. (1972) - Results of acute toxicity tests with marine organisms, using a standard method. In «Marine pollution and Sea Life», M. Ruivo Ed., Fishing news (Books) Ltd., London.

PROTA G., CARIELLO L., ZANETTI L. (1977) - Recenti aquisizioni sulle «comunicazioni chimiche» tra gli organismi marini. Atti IX Congresso S.I.B.M., Ischia 1977: 87-102.

ROE P. (1970) - The nutrition of *Paranemertes peregrina* (Rhynchocoela: Hoplonemertea). L. Studies on food and feeding behavior. *Biol. Bull.* **139**: 80-91.

SALADIN K.S. (1979) - Behavioral parasitology and perspectives on miracidial host-finding. *Z. Parasitenkd.* **60**: 197-210.

SCHWASSMANN H.O. (1978) - Ecological aspects of electroreception. In «Sensory Ecology» M.A. Ali Ed., Plenum Press, New York.

SOMERO G.N., HOCHACHKA P.W. (1976) - Biochemical adaptations to temperature. In «Adaptation to Environment: Essays on the Physiology of Marine Animals» R.C. Newell Ed., Butterworths, London: 125-190.

SUBJECK J.R., SCIANDRA J.J. (1982) - Heat shock proteins and thermotolerance. Abstracts of the Cold Spring Harbor Meeting on «Induction of heat shock proteins» 5-9 May 1982, Cold Spring Harbor N.Y.

SUSSWEIN A.J., CAPPELL M.S., BENNETT M.V.L. (1982) - Distance chemoreception in *Navanax inermis*. *Mar. Behav. Physiol.* **8**: 231-241.

TANGUAY R.M., VINCENT M. (1982) - Intracellular distribution and modification of cellular and heat shock proteins during heat shock in *Drosophila*. Abstracts of the Cold Spring Harbor Meeting on «Induction of heat shock proteins» 5-9 May 1982, Cold Spring Harbor N.Y.

THORPE W.H., JONES F.G.W. (1937) - Olfactory conditioning in a parasitic insect and its relation to the problem of host selection. *Proc. R. Soc. Lond. B* **124**: 56-81.

TODD J.H. (1971) - Il linguaggio chimico dei pesci. *Le Scienze* **36**: 90-100.

TRIVERS R.L. (1972) - Parental investment and sexual selection. In «Sexual selection and the descent of man» B. Campbell Ed., Aldine, Chicago.

VERNBERG W.B., VERNBERG F.J. (1972) - Environmental physiology of marine animals. Springer Verlag, Berlin.

VIARENGO A., PERTICA M., MANCINELLI G., PALMERO S., ZANICCHI G., ORUNESU M. (1982) - Evaluation of general and specific stress indices in mussels collected from populations subjected to different levels of heavy metal pollution. *Mar. Environm. Res.* **6**: 235-243.

VIARENGO A., PERTICA M., MANCINELLI G., ZANICCHI G., BOUQUEGNEAU J.M., ORUNESU M. (1984) - Biochemical characterization of copper-thioneins isolated from the tissues of mussel exposed to the metal. *Mol. Physiol.* **5**: 41-52.

VIARENGO A., PERTICA M., MANCINELLI G., ZANICCHI G., ORUNESU M. (1980) - Rapid induction of copper-binding proteins in the gills of metal exposed mussels. *Comp. Biochem. Physiol.* **67 C**: 215-218.

WAGNER H.J. (1975) - Quantitative changes of synaptic ribbons in the cone pedicles of *Nannacara*: light dependent or governed by a circadian retina? In «Vision in Fishes; New Approaches in Research» M.A. Ali Ed., *Plenum Press*, New York.

WOOD L. (1968) - Physiological and ecological aspects of prey selection by the marine gastropod *Urosalpynx cinerea* (Prosobranchia, Muricidae). *Malacologia* **6**: 267-320.

YOUNG R.E. (1975) - Transitory eye shapes and the vertical distribution of two midwater squids. *Pacif. Sci.* **29**: 243-255.

OEBALIA 1985, vol. XI, N.S.: 23-37 *ISSN 0392-6613*

M. VANNINI G. CHELAZZI

Istituto di Zoologia dell'Università di Firenze - Italy

ADATTAMENTI COMPORTAMENTALI ALLA VITA INTERTIDALE TROPICALE

Abstract

The typical behavioural adaptations to the intertidal habitat are mostly a consequence of a) the cyclic variation of water-air interface position and of b) the local storage of energy and trophic matter.

Key-words: Intertidal, Tropical waters, tidal rhythms, orientation, Homing.

Introduzione

Se osserviamo il confine tra ambiente aereo e marino, così come si realizza lungo le coste, è facile osservare che, rispetto ad altri sistemi di confine analoghi (es.: prato-bosco, lago-riva, ecc.), questo presenta caratteristiche biotiche ed abiotiche del tutto particolari.

La complessità del sistema terra-acqua-aria è ovviamente frutto delle complesse caratteristiche chimico-fisiche di ognuna delle tre fasi (pendenza e coerenza del substrato, moto ondoso e turbolenza del mare, temperatura, irradiazione ecc.) ma non v'è dubbio che l'aspetto più rilevante di questo sistema è costituito dalla variazione del livello dell'acqua cioè dalla possibilità che il confine stesso ha di variare.

Il sistema è quindi perennemente instabile e tale instabilità fa sì che la transizione acqua-aria si realizzi attraverso una fascia più o meno ampia. I limiti di questa fascia sono costituiti, da un lato, dal limite inferiore delle estreme basse maree e dall'altro, dal massimo livello a cui, per effetto della marea e del moto ondoso, il mare esplica una qualche influenza diretta (zona degli spruzzi). Dal punto di vista eco-etologico riteniamo utile definire tale fascia col termine complessivo di «zona intertidale» anche se tale definizione è solo in parziale accordo con le più tradizionali classificazioni basate prevalentemente sulla distribuzione delle forme sessili (STEPHENSON & STEPHENSON, 1949; LEWIS, 1964; NEWELL, 1970).

Lungo l'interfaccia aria-acqua ci attendiamo 1) una graduale sostituzione di forme acquatiche con forme aeree, 2) una rarefazione del numero di specie in grado di colonizzare il confine stesso e 3) la comparsa di specie «di confine», specializzate cioè nel vivere proprio in questa zona.

In senso faunistico, non c'è dubbio che queste attese sono ampiamente verificate. Dobbiamo però sottolineare che, soprattutto a livello fisico, la zona intertidale gode di proprietà assai particolari, non riconducibili cioè alla semplice coesistenza, in misura sia pur varia, di caratteristiche tipiche dei due ambienti limitrofi.

Nella zona intertidale infatti si realizza un accumulo di energia e di materiale trofico assai elevato, accumulo che non ha nessun riscontro con quanto avviene nelle zone adiacenti. Avvicinandosi alla costa, la massa d'acqua è sempre meno soggetta al moto rotatorio e sempre più a quello laminare, orientato perpendicolarmente alla costa stessa. Qui si hanno sia fenomeni di riflessione che formazione di correnti parallele alla riva. Tali movimenti determinano un'azione di dislocazione, a volte drammatica, che su substrati coerenti riguarda i soli animali mentre su substrati incoerenti coinvolge sia gli animali che il substrato stesso.

Strategie adattative

Dal punto di vista eco-etologico si possono distinguere due principali complessi faunistici intertidali caratterizzati da due distinte strategie adattative.

Nel primo gruppo si collocano forme adattate sia all'ambiente aereo che a quello marino che, mediante una elevata vagilità, accedono alla zona intertidale nei periodi in cui questa è investita dalla fase favorevole (strategia isofasica). Si tratta quindi di specie soggette a variare di posizione mediante ritmiche migrazioni zonali in risposta alle oscillazioni dell'interfaccia acqua-aria ed in grado così di mantenersi costantemente all'interno della fase (acqua o aria) adatta.

Della seconda categoria fanno invece parte animali che, per evitare le condizioni sfavorevoli, non sfruttano la mobilità (non sempre particolarmente elevata) ma permangono nella fascia intertidale indipendentemente dall'alternanza temporale delle due fasi (strategia isospaziale). L'isospazialità è in genere ottenuta o mediante la colonizzazione di speciali micro-ambienti (pozze di marea e camere d'aria) nei quali l'acqua o l'aria si conservino indipendemente dalle vicende tidali oppure grazie al mantenimento di riserve autonome. Anche nel caso di forme largamente anfibie, è raro che esse si mantengano ugualmente attive nelle due diverse condizioni ed una delle due fasi è sempre trascorsa all'interno di un qualche rifugio. Un tratto saliente dell'adattamento comportamentale di molte forme isospaziali consiste quindi nella capacità di reperire (o eventualmente costruire) rifugi adeguati, di sapervi tornare e spesso di difenderli da competitori vari.

Animali isofasici

Le specie isofasiche prevalenti sulle spiagge tropicali (insetti, acari, crostacei e gasteropodi) sono per lo più forme detritivore terrestri o semiterrestri, soggette a periodiche migrazioni zonali che permettono loro di sfruttare i detriti degli orizzonti inferiori e

di riguadagnare le zone superiori durante le ore sfavorevoli (BROWN, 1983; MCLACHLAN, 1983).

È da notare che in zone a ridotta escursione tidale la migrazione dominante può avere però un aspetto diametralmente opposto: ad esempio, le quotidiane escursioni notturne dei talitridi mediterranei si svolgono dalla linea del surf (dove gli animali si rifugiano durante il giorno) verso l'entroterra (GEPPETTI & TONGIORGI, 1967).

Sulle coste rocciose il numero di specie isofasiche aeree è molto ridotto e comunque i consumatori primari (gasteropodi prosobranchi) risultano prevalenti rispetto ai detritivori (alcuni insetti ed isopodi seguiti da predatori più o meno specifici quali rettili, miriapodi, ragni).

Nel caso degli animali marini, il vantaggio della migrazione zonale è spesso dello stesso tipo di quello della fauna migratrice terrestre. *Synchelidium* (ENRIGHT, 1963) e *Bullia* (BROWN, 1982) sono detritivori che emergono dalla sabbia in alta marea e guadagnano gli orizzonti superiori della spiaggia immersa, cibandosi di residui organici di vario tipo.

Caratteristici migratori marini tropicali sono i crostacei hippidei (CHANDRASHEKARAN, 1965; EFFORD, 1976) ed i bivalvi donacidi (ANSELL, 1983); ambedue effettuano ampie escursioni zonali (solo parzialmente attive) il cui vantaggio adattativo sembra consistere nell'incremento di efficienza trofica e nella riduzione dell'intensità predatoria che si realizzano nella zona di battigia.

Sui litorali rocciosi, nonostante l'ampia disponibilità di produzione primaria e di potenziali prede, gli esempi di migratori marini sono assai più rari; tra questi, varie specie di pesci tra cui alcuni tetraodontidi, predatori di poliplacofori e forse di altri molluschi.

—

Animali isospaziali

La fauna di origine terrestre è minoritaria tra gli isospaziali: essa comprende per lo più aracnidi, miriapodi ed insetti che, sfruttando camere d'aria, rimangono durante l'alta marea in anfratti della roccia o in scheletri di cirripedi. Nel caso di ragni e pseudoscorpioni, la ritenzione d'aria è spesso facilitata dalla produzione di involucri di seta (ROTH & BROWN, 1976; VANNINI & CHELAZZI, 1978b).

Relativamente più semplice è il problema che si presenta agli animali marini isospaziali di coste rocciose; qui infatti, abbondanti riserve d'acqua possono sussistere, a vari livelli, durante tutta la bassa marea. Oltre ad una fauna esclusivamente marina (echinodermi, celenterati, anellidi, pesci, ecc.) le pozze di marea ospitano anche forme che effettuano periodiche escursioni nelle adiacenti zone esposte (decapodi, gasteropodi, cefalopodi, gobiidi). Tra le specie capaci di trattanere una riserva d'acqua autonoma durante tutta la bassa marea, sono frequenti i gasteropodi, con interi generi prevalentemente adattati in questo senso (*Patella, Acmaea, Nerita*) e molti decapodi (grapsidi, ocypodidi, xanthidi).

Sulle spiagge sabbiose, a causa dell'incoerenza del substrato, la strategia isospaziale pone problemi assai ardui ed è adottata solo da poche forme (alcuni isopodi marini e taluni granchi ocypodidi).

Dal punto di vista strettamente etologico abbiamo quindi stabilito che il tratto salien· te dell'adattamento isofasico consiste nella periodica migrazione zonale così come la rilocazione di rifugi definiti è il carattere dominante dell'adattamento isospaziale. Una migrazione zonale periodica consiste in un succedersi regolare di flussi migratori di ver· so opposto tra due diverse zone (di riposo e di foraggiamento). Esaminiamo quindi in modo distinto gli aspetti ritmici dei fenomeni migratori (ritmi di attività), i meccanismi che permettono agli animali di individuare verso e direzione secondo cui migrare (orien· tamento) ed infine i meccanismi grazie a cui molti animali intertidali sono in grado di rilocalizzare tane e rifugi definiti (homing).

Ritmi di attività

La modulazione nictiemerale dell'attività è uno degli aspetti ritmici predominanti anche per gli animali intertidali. Se le oscillazioni dell'interfaccia acqua-aria risultano però generate, più che dall'irregolare moto ondoso, dal regolare susseguirsi delle maree, assistiamo allora alla comparsa di meccanismi di sincronizzazione tidale.

Ritmo nictiemerale e tidale possono variamente interagire, spesso in relazione alla zonazione dell'animale. Confrontando l'attività di specie che vivono lungo un immaginario transect di una spiaggia tropicale si osserva come, anche tra gruppi relativamente affini (es. crostacei), si passi da forme ad attività esclusivamente nictiemerale (*Cardisoma*) a specie il cui ritmo tidale e nictiemerale coesistono (*Ocypode*) o in cui quest'ultimo appare addirittura assente (*Hippa*), fino a specie in cui nuovamente è presente il solo ritmo nictiemerale (*Homarus*) (CHANDRASHEKARAN, 1965; PALMER, 1971; PARDI *et al.*, 1973; VANNINI, 1976a, 1976b; DE COURSEY, 1983).

Un'analoga relazione si può ravvisare anche sulle coste rocciose, ad esempio tra diverse specie di prosobranchi dello stesso genere (*Nerita*) (ZANN, 1973; VANNINI & CHELAZZI, 1978a; CHELLAZZI, 1980).

Spesso è stato possibile dimostrare che ritmi di 12,4 h (circatidali), più o meno coesistenti con ritmi di 24 ore (circadiani), persistono anche in laboratorio, in CC (PALMER, 1973; NEUMANN, 1981; WEBB, 1983; DE COURSEY, 1983). Ne sono stati osservati relativamente a varie funzioni:

1) filtraggio: *Mytilus* (RAO, 1954)
2) consumo di 0_2: *Uca* (BROWN *et al.*, 1954), *Urosalpynx* (SANDEEN *et al.*, 1954), *Carcinus* (ARUDPRAGASAM & NAYLOR, 1964), *Nassarius* (BROWN *et al.*, 1958).
3) migrazioni verticali: turbellari (BOHN, 1903)
4) espansione dei cromatofori: *Uca* (BROWN *et al.* 1953; BARNWELL, 1963)
5) attività locomotoria: moltissimi esempi (per una revisione recente vedi PALMER, 1973; NAYLOR, 1973; NEUMANN, 1981; DE COURSEY, 1983).

In molti casi: ancora, il ritmo circatidale osservato in laboratorio è, non solo in fase con la marea, ma di questa simula addirittura la diseguaglianza diurna (ENRIGHT, 1965).

I ritmi circatidali, analogamente ai ritmi circadiani, tendono a scomparire col tempo, hanno un periodo di circa 12,4 h e possono essere ripristinati, o comunque mantenuti in fase, da una varietà di stimoli quali:

1) turbolenza: *Synchelidium* (ENRIGHT, 1963); *Excirolana* (ENRIGHT, 1965); *Eurydice* (JONES & NAYLOR, 1970), *Uca* (LEHMANN *et al.*, 1974), *Crangon* (AL-ADHUB & NAYLOR, 1975), *Carcinus* (NAYLOR, 1976)
2) luce: *Crangon* (AL-ADHUB & NAYLOR, 1975)
3) pressione idrostatica: *Corophium* (MORGAN, 1965), *Blennius* (GIBSON, 1971)
4) temperatura: *Eurydice* (JONES & NAYLOR, 1970), *Blennius* (GIBSON, 1971), *Melanerita* (ZANN, 1973), *Clunio* (PFLUGER, 1973).

I ritmi circatidali, a differenza però dei ritmi circadiani, appaiono estremamente labili e solo in rari casi si è potuto osservare una loro persistenza in CC al di là di qualche giorno.

La necessità per gli animali intertidali di una sincronizzazione endogena con gli eventi esterni, tidali o tidali + diurnali, è dal punto di vista eco-etologico assai evidente.

Ad esempio, una *Nerita* o una *Dotilla* che non siano in grado di «prevedere» l'arrivo dell'alta marea, al sopraggiungere di questa, non avranno più il tempo di riguadagnare il rifugio e correranno un alto rischio di asportazione e predazione.

D'altro canto anche la labilità dei ritmi circatidali ha un preciso significato adattativo (ENRIGHT, 1970). La regolarità delle maree è in realtà assai relativa, sia in senso geografico (forma del bacino, correnti di marea) che temporale (alternanza di maree diurnali-semidiurnali, variazioni sinodiche); un meccanismo relativamente labile permette quindi un continuo aggiustamento del ritmo di base in relazione alle effettive condizioni locali.

Notiamo infine che l'orologio lunare non è automaticamente anche un orologio tidale (al di là della uni- o bi-modalità dell'onda di marea); in altre parole, un orologio rigidamente lunare comporterebbe, almeno in certi periodi ed in certe località, delle serie discrepanze con l'effettiva situazione del mare.

In conclusione, solo la possibilità di raggiustare continuamente un orologio relativamente labile conferisce agli animali intertidali la capacità sia di prevedere che di adattarsi alle complessità tidali locali.

Alcuni aspetti dell'attività di molti animali intertidali sono legati alla periodicità tidale di tipo mensile (29,5 gg.) Si tratta per lo più di attività legate al ciclo riproduttivo quali ovogenesi, corteggiamento e migrazioni connesse con l'ovodeposizione.

Anche in questo caso vi possono essere diverse strategie: *Sesarma*, ad esempio, depone solo durante le maree sizigiali (SAIGUSA & HIDAKA, 1978), mentre *Uca* sfrutta le sole maree di quadratura (CHRISTY, 1978; DE COURSEY, 1983).

In alcuni casi, anche per i ritmi mensili, si è individuata una base endogena il cui Zeitgeber pare costituito dalla luce lùnare (ENRIGHT, 1972b; NEUMANN, 1981).

Esistono infine forme in cui la riproduzione è limitata a particolari maree sizigiali, di due o un solo periodo l'anno (*Platynereis*, *Eunyce*: KORRINGA, 1947; Gecarcinidi: GIF-

FORD, 1962; *Coenobita*: DE WILDE, 1973) ma nulla sappiamo dei meccanismi endogeni e degli Zeitgeber relativi a periodicità a così bassa frequenza.

Orientamento

Nella maggioranza dei casi le migrazioni zonali degli animali intertidali sono basate su movimenti attivi e su meccanismi di orientamento costituiti da risposte tattiche. Gli animali sfruttano raramente stimoli orientanti diretti quali odori, rumori o la stessa visione del mare ma fanno invece prevalentemente uso di informazioni indirette. Tali informazioni possono essere locali, di tipo meccanico (correnti, venti) e visivo (scototassia, riferimenti topografici, «colore» della volta celeste) oppure universali, di tipo astronomico (sole, luna) e geofisico (campi magnetico e gravitazionale) (PARDI & PAPI, 1961; SCHÖNE, 1975; CREUTZBERG, 1975; PARDI, 1979; HERRNKIND, 1983; REBACH, 1983; ERCOLINI *et al.*, 1983).

Un dato che emerge di frequente è che l'orientamento direzionale appare sottoposto in realtà ad un controllo multiplo: due, tre o più dei fattori ora citati appaiono di fatto coesistere nella stessa specie e nelle stesse condizioni ambientali, secondo un complesso ordinamento gerarchico che però è tuttora solo parzialmente chiarito (ERCOLINI & SCAPINI, 1974; VANNINI, 1975; PARDI, 1979; SCAPINI & UGOLINI, 1981; PARDI & ERCOLINI, 1984).

Si noti che le sorgenti di alcune informazioni orientanti sono mobili: in questo caso la capacità di mantenere una direzione costante richiede quindi adeguate informazioni sulla periodicità del riferimento orientante. Nelle zone intertropicali il periodico cambiamento di emisfero della culminazione solare rende questo meccanismo di compensazione ancora più complesso (ERCOLINI, 1964). Un intero capitolo degli studi sull'orientamento degli animali litorali si è sviluppato appunto attorno al tema dell'orientamento astronomico (PARDI & ERCOLINI, 1984).

Nel caso dell'orientamento solare, la necessaria compensazione del moto apparente del sole è effettuata sulla base dell'orologio circadiano. Nel caso dell'orientamento lunare, l'ipotesi più accreditata fa riferimento alla presenza di un orologio circalunare con funzione analoga (PAPI & PARDI, 1959; ENRIGHT, 1972b). Come abbiamo visto in precedenza, periodicità lunare e tidale possono, in certe condizioni, essere notevolmente discordanti. Se i due meccanismi siano distinti e, ancora, che relazione sussista con la periodicità nictemerale o sinodica è una questione tuttora non risolta.

Il problema dell'orientamento zonale non è però solo quello del mantenimento di una direzione ottimale ma anche quello della modulazione appropriata del verso da adottare durante i vari spostamenti.

Il fenomeno può presentare vari livelli di complessità. Ad esempio, su una stessa spiaggia, a seconda delle risorse utilizzate, specie affini possono compiere migrazioni di diversa estensione (VANNINI, 1976a; CHELAZZI & FERRARA, 1978; CHELAZZI *et al.*, 1983a). In certi casi (*Nerita*), accanto a specie non migratorie, possono esistere forme anche tassonomicamente molto vicine, che presentano diversi tipi di migrazioni zonali, anche

di segno opposto (VANNINI & CHELAZZI, 1978a; CHELAZZI, 1982). In altri casi ancora il verso della migrazione risulta influenzato da determinate caratteristiche ambientali (NEWELL, 1970; VANNINI, 1976a; SCAPINI, 1979).

Homing

Come abbiamo già detto, la sopravvivenza degli animali isospaziali è prevalentemente legata alla capacità di reperire rifugi. La rilocalizzazione dei rifugi dopo ogni escursione (homing) e spesso la loro difesa contro competitori, deve essere tanto più efficiente quanto minore è la disponibilità dei rifugi stessi e quanto maggiore è l'investimento in termini temporali ed energetici eventualmente impiegati dall'animale per scavare il rifugio (come in vari decapodi, patelle, poliplacofori).

Homing su spiagge

Le tane dei granchi *Ocypode, Dotilla, Scopimera* (ocypodidi delle spiagge tropicali) assolvono ad un compito in realtà più complesso che non il semplice superamento della fase tidale avversa. Gli ocypodidi usano infatti la tana anche durante la fase attiva (in bassa marea) per proteggersi dalla insolazione, per estrarre acqua dagli orizzonti inferiori senza necessità di recarsi lungo la linea del surf, per mutare e per accoppiarsi. L'attività di tali animali in bassa marea è quindi costituita da un continuo succedersi di escursioni e di tempestivi ritorni alla tana.

Meccanismi di rilocazione basati su fenomeni prevalentemente cinestetici (orientamento idiotetico) sono tipici delle brevi escursioni (ALTEVOGT & VON HAGEN, 1964) mentre le forme ad escursioni più ampie, addirittura transdunali, si avvalgono ampiamente di meccanismi visuali diretti (riconoscimento della tana e di oggetti salienti degli immediati dintorni) oltre che di riferimenti topografici ed astronomici (HUGHES, 1966; HERRNKIND, 1968; CREUTZBERG, 1975).

Homing su coste rocciose

Sulle coste rocciose, la natura stessa del substrato favorisce evidentemente la presenza di rifugi permanenti. Tra la fauna mobile, vari gruppi di molluschi usano intervenire sul substrato stesso rimodellandolo o costruendosi ex-novo un rifugio appropriato. In taluni casi il rifugio può essere strettamente individuale ed il proprietario vi fa regolarmente ritorno dopo ogni escursione alimentare, talvolta per tutta la vita (CHELAZZI, 1980).

Il significato di questa elevata fedeltà alla casa è evidente nel caso delle patelle: col tempo la conchiglia si conforma alla micromorfologia del substrato riducendo così la perdita d'acqua durante fase inattiva, in bassa marea (DAVIES, 1969).

In altre specie (decapodi, stomatopodi, sifonari, blennidi) il rifugio individuale è utilizzato per lo più per ridurre la dislocazione e la predazione durante l'alta marea (Cook, 1976).

In altri casi ancora, il rifugio, sia pur attivamente costruito, non è strettamente personale: il poliplacoforo *Acanthopleura gemmata* scava buchi nella roccia che lo proteggono dalla predazione durante l'alta marea; la disponibilità di rifugi è un fattore fortemente limitante e vi è un'elevata competizione interindividuale con continua sostituzione dei proprietari. È in questi casi che possono svilupparsi comportamenti aggressivi per la difesa della casa (Chelazzi *et al.*, 1983b).

Un'ulteriore complicazione del fenomeno si osserva infine con la comparsa di comportamenti gregari. Diversi gasteropodi (*Acmaea, Nerita, Cerithium*) occupano rifugi collettivi che in alcune forme (*Onchidium*) possono essere addirittura familiari (Arey & Crozier, 1921; Vannini & Chelazzi, 1978a).

Homing cues

L'homing, spesso a lungo termine, che si riscontra in molti animali di substrati coerenti è probabilmente basato sugli stessi meccanismi di orientamento individuati per le forme isospaziali di spiaggia. Nei molluschi però la coerenza del substrato ha favorito lo sviluppo della capacità di lasciare (e successivamente riconoscere) informazioni chimiche contenute nella traccia mucosa deposta durante gli spostamenti (Funke, 1968; Townsend, 1974).

Quali siano le molecole critiche per il riconoscimento della traccia non è ancora stato chiarito; il meccanismo è comunque assai affidabile sia in termini di stabilità temporale (sopravvivenza delle informazioni anche per alcuni giorni) che di contenuto informativo (polarizzazzione e individualità) (Cook & Cook, 1975; McFarlane, 1980; Chelazzi *et al.*, 1983c). La ritracciatura interindividuale è, in molte specie, alla base di veri e propri fenomeni di protosocialità (Chelazzi *et al.*, 1984).

Conclusioni

I vari esempi esposti si riferiscono prevalentemente ad un ristretto gruppo di animali; tra i crostracei, alcuni generi di anfipodi, isopodi e decapodi e tra i molluschi, littorinidi, patelle e chitoni. Questo fatto riflette l'estrema frammentarietà che attualmente presentano le conoscenze sul comportamento degli animali intertidali.

Nei decapodi ad esempio, i soli generi *Uca* ed *Ocypode* sono stati studiati con qualche dettaglio mentre praticamente ignorati sono i rappresentanti della più ricca famiglia di brachiuri tropicali (xantidi). Analogamente nei molluschi, la maggior parte delle indagini è relativa a poche specie dei generi *Littorina, Patella, Acmaea* e *Nerita* mentre sporadiche sono le notizie riguardanti i pur comunissimi trochidi e muricidi.

Nonostante la frammentarietà delle nostre conoscenze, i principali problemi di tipo eco-etologico caratteristici dell'ambiente intertidale, sembrano tutti riconducibili a quelli da noi indicati. In un ambiente ad alto rischio, perennemente instabile, tutte le forme non sessili sono soggette a continui spostamenti: l'aspetto cruciale del loro adattamento comportamentale a tale situazione non può che consistere nel risolvere correttamente il duplice problema di quando e dove spostarsi.

Summary

The typical features of the intertidal habitat are mostly a consequence of a) the cyclic variation of water-air interface position and b) the local storage of energy and trophic matter. Most of the behavioural adaptations to intertidal life are either part of 1) an «isophasic» strategy, displayed by animals which reach the intertidal zone only during the favourable phase and are thus subject to a rhythmic zonal migration controlled by zonal orientation mechanisms or 2) an «isospatial» strategy, displayed by animals which permanently inhabit the intertidal zone and avoid the adverse phase by maintaining water or air reserves and colonizing suitable microhabitats. Isospatial species are capable of finding (and often defending) a permanent refuge, and of returnig after every foraging excursion (homing). When their foraging and resting areas do not strictly overlap (which is the commonest case), isospatial species can also undertake periodical foraging migrations. Migrations are controlled by both a diurnal and tidal clock, whose relative importance varies with the animal's position in the intertidal zone. Orientation mechanisms are based mainly upon indirect cues (landscape, slope, wind, magnetic field) some of which need time-compensating mechanisms (solar or lunar compass). Little is known about long distance homing mechanisms: among molluscs, chemical cues released with the mucous trail are involved.

Riassunto

Le caratteristiche peculiari dell'habitat intertidale sono per lo più una conseguenza: a) della variazioni ciclica della posizione dell'interfaccia acqua-aria e b) del depositarsi in loco di energia e di materiale trofico.

La maggior parte degli adattamenti comportamentali alla vita intertidale sono o parte di: 1) una strategia «isofasica», adottata da animali che raggiungono la zona intertidale solo durante la fase favorevole e soggetti quindi ad una migrazione zonale ritmica, controllata dai meccanismi di orientamento zonale, oppure 2) di una strategia «isospaziale» adottata da animali che abitano nella zona intertidale permanentemente ed evitano la fase avversa conservando delle riserve di acqua e di aria e colonizzando dei microhabitat adatti. Le specie isospaziali sono capaci di trovare (e spesso difendere) un rifugio permanente e di ritornarvi dopo ogni escursione alimentare (homing). Quando le aree di riposo e di foraggiamento non si sovrappongono molto (caso più comune)

le specie isospaziali possono anche effettuare delle migrazioni periodiche per la ricerca del cibo. Le migrazioni sono controllate da un orologio diurno ed uno tidale, la cui relativa importanza varia secondo la posizione dell'animale nella zona intertidale. I meccanismi di orientamento sono basati soprattutto su informazioni indirette (paesaggio, pendenza, vento, campo magnetico) alcune delle quali (sole, luna) necessitano di compensazione cronometrica. Poco si sa sui meccanismi di homing da lunga distanza: nei molluschi giocano sicuramente un ruolo le informazioni chimiche presenti nelle tracce mucose.

Bibliografia

AL-ADHUB A.H.Y., NAYLOR E. (1975) - Emergence rhythms and tidal migrations in the brown shrimp *Crangon crangon* (L.). *J. mar. biol. Assoc. U.K.*, **55**: 801-810.

ALTEVOGT R., von HAGEN H. (1964) - Zur Orientierung vo *Uca tangeri* in Freiland. *Z. Morph. Okol. Tiere*, **53**: 636-656.

ANSELL A.D. (1983) - The biology of the genus *Donax*. In: McLachlan, A. & Erasmus, T. (Eds.), Sandy beaches as ecosystems, 607-636. Junk, The Hague.

AREY L.B., CROZIER W.J. (1921) - On the natural history of *Onchidium*. *J. exp. Zool.*, **32**: 443-502.

ARUDPRAGASAM K.D., NAYLOR E. (1964) - Gill ventilation, oxigen consumption and respiratory rhythms in *Carcinus maenas*. *J. exp. Biol.*, **41**: 309-321.

BARNWELL F.H. (1963) - Observations on daily and tidal rhythms in some fiddler crabs from equatorial *Brazil*. *Biol. Bull.*, **125**: 399-415.

BOHN G. (1903) - Sur les mouvements oscillatoires des *Convoluta roscoffensis*. *C.r. hebd. Seanc. Acad. Sci.* Paris, **137**: 576-578.

BROWN A.C. (1982) - The biology of sandy-beach whelks of the genus *Bullia* (Nassariidae). *Oceanogr. mar. Biol. Ann. Rev.*, **20**: 309-361.

BROWN A.C. (1983) - The ecophysiology of sandy beach animals. In: McLachlan, A. & Erasmus, R. (Eds.), Sandy beaches as acosystems, 575-606. Junk, The Hague.

BROWN F.A. Jr., BENNETT M.F., WEBB H.M. (1954) - Daily and tidal rhythms of 02 consumption in fiddler crabs. *J. Cell. Comp. Physiol.*, **44**: 477-506.

BROWN F.A. Jr., BRETT W.J., WEBB H.M. (1958) - The rhythmic nature of metabolism in *Ilyanassa* in constant conditions. *Biol. Bull.*, **115**: 345.

BROWN F.A. Jr., FINGERMAN M., SANDEEN M., WEBB H.M. (1953) - Persistent diurnal and tidal rhythms of colour change in the fiddler crab, *Uca pugnax*, *J. exp. Zool.*, **123:** 29-60.

CHANDRASHEKARAN M..K. (1965) - Persistent tidal and diurnal rhythm of locomotor activity and oxygen consumption in *Emerita asiatica*. *Z. vrgl. Physiol.*, **50:** 137-150.

CHELAZZI G. (1980) - Zonazione dinamica e meccanismi di orientamento nei molluschi litorali. *Atti Accad. Fisiocr.*, **52:** 275-293.

CHELAZZI G. (1982) - Behavioural adaptation of the gastropod *Nerita polita* L. on different shores at Aldabra Atoll. *Proc. R. Soc., Lond.*, **b215:** 451-467.

CHELAZZI G., CHELAZZI L., FOCARDI S. (1983a) - Dynamic zonation of staphylinoid beetles (Coleoptera: Staphylinoidea) on a sandy beach in East Africa. In: McLachlan, A. & Erasmus, T. (Eds.), Sandy beaches as ecosystems, 405-412. Junk, The Hague.

CHELAZZI G., DENEUBOURG J.L., FOCARDI S. (1983b) - Competition for the home and aggressive behaviour in the chiton *Acanthopleura gemmata* (Blainville) (Mollusca: Polyplacophora). *Behav. Ecol. Sociobiol.*, **14:** 15-20.

CHELAZZI G., DENEUBOURG J.L., FOCARDI S. (1984) - Cooperative interactions and environmental control in the intertidal clustering of *Nerita textilis* (Gasteropoda: Prosobranchia). Behaviour, **90:** 151-166.

CHELAZZI G., FERRARA F. (1978) - Researches on the coast of Somalia. The shore and the dune of Sar Uanle. 19. Zonation and activity of terrestrial isopods (Oniscoidea). *Monit. Zool. Ital. NS (Suppl.)*, **11**: 1-13.

CHELAZZI G., FOCARDI S., DENEUBOURG J.L. (1983c) - A comparative study on the movement pattern of two sympatric tropical chitons (Mollusca: Polyplacophora). *Mar. Biol.*, **74:** 115-125.

CHRISTY J.H. (1978) - Adaptive significance of reproductive cycles in fiddler crab *Uca pugilator*: an hypothesis. Science, **199:** 453-455.

COOK S.B. (1976) - The role of the home scar in pulmonate limpets. Bull. Am. Mal. Union **1976:** 34-37.

COOK S.B., COOK C.B. (1975) - Directionality in the trail following response of the pulmonate limpet *Siphonaria alternata*. *Mar. Behav. Physiol.*, **3:** 147-155.

CREUTZBERG F. (1975) - Orientation in space: animals. Invertebrates. In: Kinne, O. (Ed.), Marine Ecology, Vol. **2:** 555-655. Wiley, Ney York.

DAVIES P.S. (1969) - Physiological ecology of *Patella*. III. Dessication effects. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.*, **49:** 291-304.

DE COURSEY P.J. (1983) - Biological timing. In: Vernberg, F.J. & Vernberg, W.B., Eds., The Biology of Crustacea (Bliss, D.E., Ed. - in - chief), vol. 7, Behavior and Ecology, 107-162, *Academic Press.*

DE WILDE P. (1973) - On the ecology of *Coenobita clypetaus* in Curaçao with reference to reproduction, water economy and osmoregulation in terrestrial hermit crabs. *Stud. Fauna Curaçao,* **44**: 1-138.

EFFORD I.E. (1976) - Distribution of the sand crab in the genus *Emerita* (Decapoda, Hippidae). Crustaceana, **30:** 169-183.

ENRIGHT J.T. (1963) - The tidal rhythms of activity of a sand-beach amphipod. *Z. vrgl. Physiol.*, **46:** 276-313.

ENRIGHT J.T. (1965) - Entrainment of a tidal rhythm. *Science,* **147:** 864-867.

ENRIGHT J.T. (1970) - Ecological aspects of endogenous rhythmicity. *Annu. Rev. Ecol. Syst.*, **1:** 221-238:

ENRIGHT J.T. 61972a) - A virtuoso isopod: circa-lunar rhythms and their tidal fine structure. *J. comp. Pysiol.*, **77:** 141-162.

ENRIGHT J.T. (1972b) - When the beach-hopper looks at the moon: the moon-compass hypothesis. In: Galler S.R., Schmidt-Koenig K., Jacobs G.J. & Belleville R.E., Eds., Animal Orientation and Navigation, 523-555. NASA, Washington, D.C.

ERCOLINI A. (1964) - Ricerche sull'orientamento astronomico di Anfipodi litorali della zona equatoriale. IV. Compensazione differenziale giornaliera del moto azimutale del sole in una popolazione somala di *Talorchestia martensili* Weber. *Redia*, **49**: 119-128.

ERCOLINI A., PARDI L., SCAPINI F. (1983) - An optical directional factor in the sky might improve the direction finding of sandhoppers on the seashore. *Monit. Zool. Ital. NS.*, **17:** 313-327.

ERCOLINI A., SCAPINI F. (1974) - Sun compass and shore slope in the orientation of littoral Amphipods (*Talitrus saltator* Montagu). *Monit. Zool. Ital. NS*, **8:** 85-115.

FUNKE W. (1968) - Heimfindvermögen und Ortstreue bei *Patella* L. (Gasteropoda, Prosobranchia). *Oecologia*, **2:** 19-142.

GEPPETTI L., TONGIORGI P. (1967) - Ricerche ecologiche sugli Artropodi di una spiaggia sabbiosa del litorale tirrenico. II. Le migrazioni di *Talitrus saltator* (Montagu) (Crustacea-Amphipoda). Redia, **50:** 309-336.

GIBSON R.N. (1971) - Factors affecting the rhythmic activity of *Blennius pholis* (Teleostei). *Anim. Behav.*, **19:** 336-343.

GIFFORD C.A. (1962) - Some observations on the general biology of land crabs, *Cardisoma guanhumi* (Latreille), in South Florida. *Biol. Bull.*, **123:** 207-223.

HERRNKIND W. (1968) - Adaptive visually-directed orientation in *Uca pugilator*. *Am. Zool.*, **8:** 585-598.

HERRNKIND W. (1983) - Movement patterms and orientation. In: Bliss D.E. (Ed. - in - chief), The Biology of Crustacea, Vol. 7, Vernberg F.J. & Vernberg W.B. (Eds.), Behaviour and ecology, 41-105. *Academic Press, New York*.

HUGHES D. (1966) - Behavioural and ecological investigations on the crab *Ocypode ceratophthalmus* (Crustacea: Ocypodidae). *J. Zool.*, **150:** 129-143.

JONES D.A., NAYLOR E. (1970) - The swimming rhythm of the sand beach isopod *Eurydice pulchra*. *J. exp. mar. Biol. Ecol.*, **4:** 188-199.

KORRINGA P. (1947) - Lunar periodicity. Mem. Geol. Soc. Am., **67:** 917-934.

LEHMANN U., NEUMANN D., KEISER H. (1974) - Gezeitenrhythmische und spontane Aktivitatsmuster von Winkerkrabben. I. Ein neuer Ansatz zur quantitativem Analyse von Lokomotionsrhythmen. *J. comp. Physiol.*, **91:** 187-221.

LEWIS J.R. (1964) - The ecology of rocky shores. *English Univ. Press.*, London.

McLACHLAN A. (1983) - Sandy beach ecology - a review. In: McLachlan A. & Erasmus T. (Eds.), Sandy beaches as ecosystems, 607-636. Junk, The Hague.

MORGAN E. (1965) - The activity rhythm of the amphipod *Corophium volutator* (Pallas) and its possible relationship to changes in hydrostatic pressure associated with the tides. *J. Anim. Ecol.*, **34:** 731-746.

NAYLOR E. (1976) - Rhythmic behavior and reproduction in marine animals. In: Newell R.C. /Ed.), Adaptation to the Environment: Essays on the Physiology of Marine Animals. Butterworths, London.

NEUMANN D. (1981) - Tidal and lunar rhythms. In: Aschoff J. (Ed.), Handbook of Behavioral Neurobiology. *Biological Rhythms*, **4:** 351-380. Plenum, New York.

NEWELL R.C. (1970) - Biology of intertidal animals. Elek, London.

PALMER J.D. (1967) - Daily and tidal component in the persistent rhythmic activity of the crab *Sesarma*. *Nature*, **215**: 64:66.

PALMER J.D. (1971) - Comparative studies of circadian locomotory rhythms in four species of terrestrial crabs. *Am. Midl. Nat.***85:** 97-107.

PALMER J.D. (1973) - Tidal rhythms: the clock control of the rhythmic physiology of marine organisms. *Biol. Rev.*, **48:** 377-418.

PAPI F., PARDI L. (1959) - Nuovi reperti sull'orientamento lunare di *Talitrus saltator* Montagu (Crustacea Amphipoda). *Z. urgl. Physiol.*, **41:** 583-596.

PARDI L. (1979) - Orientamento degli animali. In: Enciclopedia del '900. Roma: Istituto dell'Enciclopedia Italiana. **4:** 965-988.

PARDI L., ERCOLINI A. (1984) - Meccanismi di recupero zonale nei Crostacei. Relazione al Convegno dell'U.Z.I., Padova, 26-30 Giugno, 1984.

PARDI L., ERCOLINI A., FERRARA F. (1973) - Ritmi di attività e migrazioni di un Crostaceo Anfipodo (*Talorchestia martensii Weber*) sul litorale della Somalia. *Atti Accad. naz. Lincei*, Rc (Cl. Sci. fis. mat. nat.), **55** (8): 609-623.

PARDI L., PAPI F. (1961) - Kinetic and tactic responses. In: Waterman T. (Ed.), The Physiology of Crustacea, *Academic Press*, New York: 365-399.

PFLÜGER W. (1973) - Die Sanduhrsteuerung der gezeitensynchronen Schlupfrhythmik der Mucke *Clunio marinus* im arktischen Mittsommer. *Oecologia*, **11:** 113-150.

RAO K.P. (1954) - Tidal rhythmicity of rate of water propulsion in *Mytilus*, and its modifiability by transplantation. *Biol. Bull.*, **106:** 353-359.

REBACH S. (1983) - Orientation and migration in Crustacea. In: Rebach S. & Dunham, D.W. (Eds.), Studies in Adaptation. *The Behavior of Higher Crustacea*, 217-264. Wiley, New York.

ROTH V.D., BROWN W.L. (1976) - In: Cheng L. (Ed.), Marine Insects, 119-150. North Holland, Amsterdam.

SAIGUSA M., HIDAKA T. (1978) - Semilunar rhythm in the zoea-release activity of the land crab *Sesarma. Oecologica*, **37:** 163-176.

SANDEEN M.I., STEPHENS G.C., BROWN F.A. Jr. (1954) - Persistent daily and tidal rhythms of 02 consumption in two species of marine snails. *Physiol. Zool.*, **27:** 350-356.

SCAPINI F. (1979) - Orientation of *Talitrus saltator* Montagu (Crustacea Amphipoda) in fresh, sea and diluted sea water. *Monit. Zool. Ital. NS*, **13:** 71-76.

SCAPINI F., UGOLINI A. (1981) - Influence of landscape on the orientation of *Talitrus saltator* Montagu (Crustaces Amphipoda). *Monit. Zool. Ital. NS*, **15**: 324-325.

SCHÖNE H. (1975) - Orientation in space: Animals. General introduction. In: Kinne O. (Ed.), Marine Ecology, vol. **2:** 499-553. Wiley, New York.

STEPHENSON T.A., STEPHENSON A. (1949) - The universal features of zonation between tidemarks on rocky coasts. *J. Ecol.*, **38:** 289-305.

TOWNSEND C.R. (1974) - Mucus trail following by the snail *Biomphalaria. Anim. Behav.*, **22:** 170-177.

VANNINI M. (1975) - Researches on the coast of Somalia. The shore and the dune of Sar Uanle. 4. Orientation and anemotaxis in the land hermit crab, *Coonobita rugous* Milne Edwards. *Monit. Zool. Ital. NS* (Suppl.), **6:** 57-90.

VANNINI M. (1976a) - Researches on the coast of Somalia. The shore and the dune of Sar Uanle. 7. Field observations on the periodical transdunal migrations of the hermit crab, *Coenobita rugosus* Milne Edwards. *Monit. Zool. Ital. NS.* (Suppl.), **7:** 145-185.

VANNINI M. (1976b) - Researches on the coast of Somalia. The shore and the dune of Sar Uanle. 10. Sandy beach decapods. *Monit. Zool. Ital. NS* (Suppl.), **8:** 255-286.

VANNINI M., CHELAZZI G. (1978a) - Field obervations on the rhythmic behaviour of *Nerita textilis* (Gasteropoda: Prosobranchia). *Mar. Biol.*, **45:** 113-121.

VANNINI M., CHELAZZI G. (1978b) - Researches on the coast of Somalia. The shore and the dune of Sar Uanle. 17. Description of a new species of intertidal cricket, *Speonemobius litoreus*, with notes on its ecology and behaviour. *Monit. Zool. Ital. NS* (Suppl.), **11:** 1-13.

WEBB H.M. (1983) - Persistent rhythms of Decapod Crustaceans. In: Rebach S. & Dunham D.W. (Eds.), Studies in Adaptation. The Behavior of Higher Crustacean, 197-216. Wily, New York.

ZANN L.P. (1973) - Interactions of the circadian and circatidal rhythms of the littoral gastropod *Melanerita atramentosa* Reeve. *J. exp. mar. Biol.*, **11:** 249-261.

OEBALIA 1985, vol. XI, N.S.: 39-44 *ISSN 0392-6613*

F. GHIRETTI
Dipartimento di Biologia - Università di Padova - Italy

LE TOSSINE DEGLI ANIMALI MARINI. INCOGNITE E PROSPETTIVE

Abstract

Marine organisms biotoxins. Unknown problems and perspectives.

The starting point for the study of biotoxins biological activity is the knowledge of their chemical nature. In this paper we describe briefly the origin, the chemical composition, the functional significance, the action mechanism and the biochemical implications of biotoxins from marine animals.

Key-words: Marine animals, biotoxins.

Introduzione

Ad eccezione forse degli Artropodi, tutti gli animali marini hanno perennemente o saltuariamente sostanze che risultano tossiche per gli altri animali e per l'uomo quando vengono ingerite oppure quando sono introdotte nel sangue.

Nonostante il grandissimo numero di ricerche che sono state fatte fino ad ora (la letteratura è sterminata e copre diverse migliaia di voci), solo qualche dozzina di biotossine sono state caratterizzate chimicamente. Completamente sconosciute sono le biotossine di tanti animali marini che pure hanno una grandissima rilevanza per l'uomo nei campi alimentare e sanitario. Completamente sconosciuto è l'agente di quel tipo di avvelenamento chiamato Ciguatera che limita lo sfruttamento della pesca in tantissime regioni tropicali e subtropicali. Sconosciute sono le tossine di moltissimi Celenterati anche assai comuni, dei ricci di mare, di quasi tutti i Molluschi Conidi. Non sono stati mai identificati i veleni del pungiglione dei trigoni, delle spine delle tracine, degli aculei degli scorfani che causano tanti incidenti ai lavoratori del mare.

Natura chimica

L'identificazione della natura chimica è il punto di partenza per qualsiasi ricerca sul significato fisiologico delle biotossine, sulle loro proprietà farmacologiche, sul mecca-

nismo di azione a livello cellulare e soprattutto per qualunque tentativo di trovare mezzi preventivi e curativi per l'uomo.

Anche se molto scarsi, i dati chimici sicuramente accertati hanno messo in evidenza due fatti. Primo: le biotossine identificate fino ad ora presentano una sorprendente varietà e diversità di composizione chimica. Si va da composti a basso peso molecolare come derivati amminici e fenolici di sostanze comuni ad esteri insoliti della colina, a glucosidi steroidei; da derivati dell'isochinolina come la tetrodotossina di certi pesci a macrolidi come le latrunculine delle Spugne; da peptidi con un numero relativamente piccolo di ammino acidi come le tossine di molti Celenterati e dei serpenti marini a proteine di peso molecolare elevato. Secondo: le tossine differiscono per la loro natura chimica non solo da un gruppo tassonomico all'altro ma anche nell'ambito di uno stesso gruppo, delle famiglie, dei generi, delle specie. Nella maggioranza dei casi le tossine degli animali marini sono specie specifiche.

Ciò significa che il ricercatore che voglia identificare la natura chimica di una tossina di un dato animale viene a trovarsi in un labirinto e può cercare la strada di uscita solo per tentativi «provando e riprovando», seguendo esattamente il motto dell'Accademia del Cimento. E una volta che è riuscito a identificare quella tossina, non può estendere il dato nemmeno alle specie più vicine che vivono magari nello stesso habitat, ma deve ricominciare da capo.

Funzione

Per quanto riguarda il significato funzionale, le biotossine sono comparse nella storia evolutiva come mezzo di presa per immobilizzare e catturare la preda nella funzione della nutrizione. È accertato che il passaggio dalla microfagia alla macrofagia è avvenuto anche per la presenza delle biotossine. Molte altre tossine, come per esempio quelle dei trigoni, delle tracine, degli scorfani, sono usate invece come mezzi di difesa. Anche questo sembra accertato. Ma qual è la funzione di tutte quelle tossine che si trovano nei muscoli, nel sangue, nelle gonadi di tanti animali marini? Qual è la funzione dei glucosidi steroidei delle oloturie, della tetrodotossina dei pesci palla e dei pesci istrice, dell'emotossina delle murene e delle anguille, della ciguatossina di tanti pesci? Per quale ragione quelle tossine compaiono negli animali in alcuni periodi dell'anno e si accumulano nelle gonadi al tempo della riproduzione?

Per rispondere a queste domande dovremmo sapere qualcosa sulla biosintesi delle tossine. Ma su questo punto la nostra ignoranza è pressoché totale. Molte sono certamente di origine endogena ma molte altre potrebbero derivare, come è stato dimostrato per la saxitossina dei Molluschi Bivalvi, dall'ambiente esterno. Di origine esogena potrebbe essere forse la ciguatossina che compare saltuariamente in modo imprevedibile e occasionale. Dimostrare però che una biotossina non è sintetizzata dall'animale ma deriva dall'ambiente in cui vive,

è tutt'altro che facile. Basterà ricordare che per accertare il rapporto di causa ed effetto fra la comparsa delle maree rosse e l'avvelenamento dei mitili ci sono voluti cinquant'anni di ininterrotte ricerche.

Per le biotossine di natura peptidica non abbiamo alcuna difficoltà a ritenere che esse siano sintetizzate dagli animali stessi oppure che derivino da precursori proteici che gli animali sono capaci di produrre. Più difficile sembra invece ammettere che gli animali riescano a sintetizzare composti organici come le latrunculine, la tetrodotossina, la palitossina, la surugatossina e altri che per la loro complessità richiedono certamente l'intervento di sistemi enzimatici specifici e complessi. Anche per questo preferiamo assumere acriticamente che queste sostanze sono di origine esogena e derivano dai microrganismi che contaminano l'ambiente dove gli animali vivono o dalle alghe di cui gli animali si nutrono. Perfino di un composto così semplice come l'ossido di trimetilammonio che si trova nei pesci Teleostei, diciamo che forse è di origine esogena solo perché non conosciamo come gli animali potrebbero sintetizzarlo.

Molte tossine animali presentano in effetti analogie chimiche molto strette con sostanze di origine vegetale. Le latrunculine delle spugne, per esempio, rassomigliano alle citocalasine dei funghi ed hanno la stessa azione di queste. Certi vermi Nemertini hanno l'anabasina, la stessa sostanza che si rinviene nelle radici di *Anabas aphylla* e che è identica alla nicotineina del tabacco. Le tossine di natura terpenica isolate dall'*Aplysia*: l'aplisina, l'aplisinolo, l'aplisiatossina, potrebbero derivare dai terpeni delle alghe di cui questi animali si nutrono. Recentemente però Cimino *et al.* (1983) hanno dimostrato che un sesquiterpene isolato dal Nudibranco *Dendrodoris limbata* (del Tirreno) che si riteneva provenire dalla alghe tramite le spugne di cui l'animale si nutre, può essere sintetizzato dall'animale stesso a partire dall'acido mevalonico. A mio avviso questo lavoro è molto importante non solo perché è il primo sulla sintesi di una biotossina, ma perché indica che anche altre tossine ritenute di origine esogena possono invece essere sintetizzate dagli animali. La biosintesi delle tossine degli animali marini è un campo di indagine ancora inesplorato ma è assai stimolante e promettente.

Un altro fatto misterioso è l'incolumità di molti animali marini per le tossine che essi producono. Ciò può essere dovuto a diversi fattori e sarebbe per noi assai importante conoscerli. Che il veleno della vipera è innocuo anche per l'uomo se viene ingerito, fu dimostrato da Francesco Redi nel 1684 fra l'incredulità e lo stupore dei presenti alla corte del Granduca di Toscana. Se Redi avesse saputo qualcosa sulle proteine e sulla digestione delle proteine, avrebbe scoperto fin da allora anche la natura chimica del veleno. Non meno sorprendente è oggi per noi vedere che la tetrodotossina e la saxitossina, che in quantità infinitesime bloccano irreversibilmente la conduzione dell'impulso nervoso, non hanno alcuna azione sui nervi degli animali che le producono o le accumulano nel corpo in quantità abbondanti. Quali meccanismi posseggono questi animali per non risentire dell'azione tossica?

Mezzi preventivi e curativi

L'ultimo punto che vorrei poter illustrare riguarda i mezzi preventivi e curativi che abbiamo per difenderci dalle tossine degli animali marini. Ma su questo punto non sappiamo assolutamente nulla. Eppure esso è l'aspetto forse più importante di questo campo della Biologia. Lo è certamente per tutte le implicazioni economiche e sanitarie. I prodotti del mare immessi sui mercati locali sotto forma di materiale affumicato, congelato, inscatolato, provengono da regioni lontanissime da quelle in cui sono consumati. Nessuno conosce l'ecologia dei luoghi di raccolta né abbiamo alcun mezzo per accertare l'innocuità del materiale. E noi lo prendiamo per buono. Ma qualche anno fa due turisti in Italia rimasero fulminati dalla tetrodotossina per aver mangiato pesce congelato proveniente dalla Corea e venduto come coda di rospo. Ogni estate sulle nostre spiagge si verificano tantissimi infortuni per essere stati sfiorati o punti da animali marini. Fra i pescatori non si contano le lesioni gravissime e dolorosissime causate dalle tracine e dagli scorfani. Non esistono vaccini per prevenire; non ci sono farmaci per curare.

La ricerca dei mezzi preventivi e curativi contro le tossine degli animali marini è un tipico esempio di ricerca biologica finalizzata. Ma la Biologia finalizzata, applicata, programmata o indirizzata che dir si voglia, è possibile solo se abbiamo una buona conoscenza della Biologia di base. Da questa sede vorrei esortare la Società Italiana di Biologia Marina di farsi promotrice di un programma per lo studio delle biotossine degli animali marini. Questo studio interdisciplinare richiede la collaborazione di esperti nelle discipline più diverse: Botanica, Zoologia, Ecologia, Chimica, Fisiologia, Farmacologia, Biologia molecolare. Si badi bene: le tossine degli animali marini non sono agenti esotici che possiamo continuare ad ignorare. Da tempo le maree rosse compaiono anche nell'Adriatico. I Celenterati ricoprono ogni anno la superficie dei nostri mari. Trigoni, tracine e scorfani sono pesci tipici del Mediterraneo. Ancora oggi però il medico che dovesse curare una lesione di qualunque genere causata da qualsiasi animale marino; altro non può fare che spruzzarci sopra un poco di ammoniaca come si fa per una puntura di vespa. E chi volesse prevenire casi di avvelenamento, altro non può che dare prima il pesce al gatto o mettere la moneta d'argento nella padella. Ma oggi non abbiamo nemmeno le monete d'argento.

Summary

The starting point for the study of the biological activity of biotoxins is the knowledge of their chemical nature. Biotoxins from marine animals belong to a great variety of organic substances and their nature cannot be predicted on the basis of (nor can be correlated to) the taxonomic position of the animals or their natural environment.

One of the most important problems in the field of biotoxins from marine animals is to find drugs for preventing and treating injuries caused by stings and bites of toxic

animals or by feeding poisonous fishes. But this problem requires also the knowledge of the toxic agent chemical-nature.

In this paper the origin, the chemical composition, the functional significance, the action mechanism and the biomedical implications of biotoxins from marine animals are briefly described. Most biotoxins are neurotoxins and are used during the search of food for paralysing and capturing the prey. Some of them are known to act as blocking agents in nerve conduction and transmission of the electric impulse, by acting on the ions channels of the plasma membrane. Their use as a physiological scalpel allows neurophysiologists to analyse the complex mechanisms of the synaptic function, exactly as the use of curare did, one hundred years ago, for the discovery of nerve transmission at the muscle junction.

Riassunto

Sono illustrate brevemente le nostre conoscenze sulle biotossine degli animali marini, in particolare l'origine e la natura chimica di queste sostanze, il loro significato fisiologico, il meccanismo di azione e i mezzi preventivi e curativi oggi disponibili. Sono ricordate anche le problematiche riguardanti il riconoscimento delle biotossine nei prodotti alimentari e la necessità di farmaci per prevenire e curare i casi di avvelenamento nell'uomo.

Bibliografia

BASLOW M.H. (1969) - Marine Pharmacology. *The William and Wilkins Co.* Baltimore.

BUCHERL W., BUCKLEY E.E. (1971) - Venomous Animals and their Venoms. **1-3** *Academic Press*, N.Y.

CIMINO G., DE ROSA S., DE STEFANO S., SODANO G., VILLANI G. (1983) - Dorid Nudibranch elaborates its own chemical defense. *Science*, **219**: 1237.

GHIRETTI F., CARIELLO L. (1984) - Gli animali marini velenosi e le loro tossine. Piccin, Padova.

HABERMEHL G.G. (1981) - Venoumous Animals and their Toxins. Springer Verlag, Berlin.

HALSTEAD B.W. (1965/7) - Poisonous and venomous Marine Animals of the World. **1-3** U.S. Govt. Printing Office, USA.

HASHIMOTO Y. (1979) - Marine Toxins and other Bioactive Marine Metabolites. *Jap. Scient. Soc. Press.* Tokyo.

KAISER E., MICHL H. (1958) - Die Biochemie der Tierischen Gifte. Denticke F. Wien.

RUSSELL F.E., SAUNDERS P.R. (1967) - Animal toxins. *Acad. Press.*

SCHEURER P.J. (1978) - Marine natural Products. *Academic Press.*

OEBALIA 1985, vol. XI, N.S.: 45-48 *ISSN: 0392-6613*

M. CERVELLI
CNR - Istituto di Biologia del Mare - Venezia (Italy)

PRIMI RISULTATI DELL'ANALISI GENETICA DI ALCUNI SISTEMI ENZIMATICI DI *DICENTRARCHUS LABRAX* L.([1])

Abstract:

First results of Dicentrarchus labrax *genetic analysis.*

One sample of Dicentrarchus labrax, *from a stock artificially reproduced in the SIRAP farm (Pellestrina-Venice), was examinated by horizontal starch gel electrophoresis in order to evaluate the genetic variability, and to identify allozymes of potential use as genetic markers of different stocks.*

Key-words: Aquaculture, *Dicentrarchus labrax*, Enzymatic Polymorphism.

Introduzione

Si è dato inizio di recente, nell'ambito del piano finalizzato IPRA, ad una serie di ricerche preliminari sulla genetica di specie ittiche oggetto di acquacoltura. Il primo obbiettivo consiste nella messa a punto di tecniche atte a valutare e comparare il livello di variabilità genetica e di eterogeneità esistenti nelle diverse popolazioni naturali e sperimentali. Tali possibilità sono offerte dall'analisi elettroforetica dei sistemi gene-enzima su gel di amido. Le variazioni dàte dalle differenti mobilità delle varianti alleliche sono una proprietà intrinseca del singolo individuo, e la loro espressione non è influenzata direttamente dall'ambiente (benché ci possa essere un effetto indiretto, attraverso i processi di selezione naturale) (UTTER *et al.* 1974); inoltre la distribuzione dei fenotipi può essere sottoposta a dei test per calcolare la deviazione dei valori attesi basati su modelli genetici semplici, quale uno importante come il modello di Hardy-Weinberg. In particolare è possibile, esaminando comparativamente popolazioni di diversa origine, verificare se alcune di queste sono sottoposte a riduzione di variabilità genetica; particolarmente interessante sarà, perciò, un futuro confronto tra le popolazioni di riproduzione artificiale e quelle selvatiche per ottenere una stima della eventuale perdita di variabilità che spesso accompagna l'allevamento. Questa stessa tecnica, inoltre, permette di ot-

([1]) Lavoro eseguito con un contributo del CNR nell'ambito del P.F. IPRA; - Sottoprogetto 1. Pubblicazione 346.

tenere, in alcuni casi, informazioni su geni che si possono rivelare marcatori di caratteri vantaggiosi, rendendo più semplici ed economici eventuali programmi di selezione per ottenere un miglioramento genetico degli stock (WILKINS, 1981). I risultati presentati si riferiscono a studi preliminari effettuati sul branzino (*Dicentrarchus labrax* L.), specie che riveste una notevole importanza economica.

Risultati

È stato esaminato un campione di avannotti, di circa 50 giorni di età, provenienti dagli impianti di riproduzione artificiale della SIRAP di Pellestrina-Venezia. Su di essi sono stati provati numerosi sistemi enzimatici, mettendo a punto le tecniche per quelli che davano i migliori risultati di colorazione. Si sono ottenuti, così, risultati soddisfacenti per i 20 sistemi enzimatici indicati nella Tab. 1, per un totale di 34 loci. Di questi

Tab. 1 - *Quadro riassuntivo dei sistemi enzimatici. P: polimorfismo; $\overline{N}$° numero medio di individui esaminati. $\overline{Ho}$: eterozigosi osservata media (media ± errore standard).*

Sistemi enzimatici	N° individui	N° loci	Loci polimorfi	N° alleli osservati	Eterozigosi osservata
Adenilato chinasi (AK)	97	1	—	—	—
Alcool deidrogenasi (ADH)	112	2	—	—	—
Aldolasi (ALD)	107	1	—	—	—
Aminopeptidasi (PEP)	63	2	—	—	—
Creatina chinasi (CK)	112	3	—	—	—
Enzima malico (ME)	112	1	—	—	—
Esochinasi (HK)	40	2	—	—	—
a-Esterasi (ES)	93	2	—	—	—
P-glucomutasi (PGM)	112	2	PGM-2	2	0,250
6-P-gluconato deidrogenasi (PGD)	112	1	—	—	—
Fumarasi (FH)	92	1	—	—	—
Gliceraldeide-3-P deidrogenasi (GAPDH)	107	1	—	—	—
a-Glicero-P deidrogenasi (GPD)	112	1	—	—	—
Glucosio-6-P deidrogenasi (Gd)	52	2	—	—	—
Glucosio-P isomerasi (GPI)	112	2	—	—	—
Isocitrico deidrogenasi (LDH)	112	2	—	—	—
Malico deidrogenasi (MDH)	112	2	—	—	—
Mannosio-6-P isomerasi (MPI)	87	1	—	—	—
Superossido dismutasi (SOD)	60	1	SOD-1	2	0,217
20	N° = 95,8 ± 5,2	34	2 P = 0,059	36	Ho = 0,023 ± 0,016

sti solo due sono risultati polimorfi: PGM-2 e SOD-1; i dati relativi vengono presentati nella Tab. 2. Per questi due loci si può facilmente intuire, dalle rispettive frequenze e dalle cifre dell'eterozigosi osservata, come il rapporto tra allele meno frequente e più frequente sia 2 : 8. Questo dato rispecchia il fatto che lo stock di avannotti campionato ha avuto origine da due coppie poste a riprodurre in una vasca comune, e cioè ha ereditato le caratteristiche genetiche di otto cromosomi, due dei quali hanno codificato l'allele lento.

Tab. 2 - *Frequenze per ciascun allele, eterozigosi osservata ed eterozigosi attesa nei loci polimorfi.*

LOCUS	FREQUENZE ALLELICHE		ETEROZIGOSI OSSERVATA	ETEROZIGOSI ATTESA
	1	2		
PGM-2	0,125	0,875	0,250	0,219
SOD-1	0,108	0,892	0,217	0,193

L'eterozigosi osservata media di tutto il campione ha raggiunto un valore di $0{,}023 \pm 0{,}016$ e.s., con una frequenza di loci polimorfi di $1{,}026 \pm 0{,}018$ e.s. Questi dati indicano, per il campione in questione, un grado di variabilità molto basso, sia per l'eterozigosi che per il polimorfismo, se viene confrontato ai risultati ottenuti nei pesci da altri Autori. Per tutti si può fare riferimento alle grosse rassegne di Powell (1974), Smith & Fujio (1982), Nevo *et. al.* (1984), i quali riportano rispettivamente per 31, 89 e 183 specie diverse di pesci delle medie di eterozigosi intorno a 0,05-0,06. Per quanto riguarda il polimorfismo Nevo *et al.* (1984) indicano nel loro lavoro una frequenza media di 0,209 loci polimorfi.

In questa fase della ricerca è prematuro dire se questi bassi valori di variabilità siano dovuti a fenomeni di deriva genetica e di «collo di bottiglia» causati dai sistemi di allevamento, oppure se essi possano essere caratteristici della specie studiata. Infatti non sono ancora stati presi in esame dei campioni di popolazioni naturali per effettuare un esame di confronto.

Summary

One sample of Dicentrarchus labrax, *from a stock artificially reproduced in the SIRAP farm (Pellestrina-Venice), was examinated by horizontal starch gel electrophoresis in order to evaluate the genetic variability, and to identify allozymes of potential use as genetic markers of different stocks. Techniques were assessed for 20 enzymes encoded by a total of 34 gene loci. A very low genetic variability was found. The results are briefly discussed.*

Riassunto

È stata eseguita l'analisi elettroforetica di un campione di *Dicentrarchus labrax* L. proveniente da un impianto di riproduzione artificiale. Su di esso sono stati messi a punto 20 sistemi enzimatici per un totale di 34 loci; di questi sono risultati polimorfi solo PGM-2 e SOD-1 dando un'eterozigosi osservata media di 0,023 e un polimorfismo di 1,026, molto bassi rispetto ai valori riportati per altre specie di pesci. Non è possibile per ora definire se questi valori siano dovuti agli effetti dell'allevamento artificiale, oppure se siano caratteristici della specie in esame.

Bibliografia

NEVO E., BEILES A., BEN-SHLOMO R. (1984) - The evolutionary significance of genetic diversity: ecological, demographic and life history correlates. *Evolutionary dynamics of genetic diversity*, G.S. Mani Ed., *Lecture notes in biomathematic*, **53**: 13-213.

POWELL J.R. (1975) - Protein variation in natural populations of animals. *Evol. Biol.* **8**: 79-119.

SMITH P.J., FUJIO Y. (1982) - Genetic variation in marine teleosts: high variability in habitat generalists. *Mar. Biol.*, **69**, 7-20.

HUTTER F.M., HODGINS H.O., ALLENDORF F.W. (1974) - Biochemical genetic studies of fishes: potentialities and limitations. *Biochemical and biophysical perspectives in marine biology*. D.C. Malins e S.R. Sargent Eds. *Academy Press*, New York, **I:** 213-238.

WILKINS N.P. (1981) - The rationale and relevance of genetics in aquaculture: an overview. *Aquaculture*, **22**: 209-228.

OEBALIA 1985, vol. XI, N.S.: 49-58 *ISSN 0392-6613*

M. CERVELLI* A. COMPARINI** G. FAVA* E. RODINÒ**

* CNR - Istituto di Biologia del Mare - Venezia (Italy)

** Dipartimento di Biologia dell'Università di Padova (Italy)

PRIME RICERCHE DI GENETICA BIOCHIMICA APPLICATE ALL'ACQUACOLTURA DI ORATA (*SPARUS AURATA* L.)([1])

Abstract

Biochemical genetics of Sparus aurata *L.*

The genetic structure of natural and artificial populations of Sparus aurata *L. was examined with electrophoresis on starch gel. 13-18 enzyme systems were studied.*

Key-words: Genetic variability, Enzymatic polymorphism, Aquaculture.

Introduzione

Le sempre maggiori difficoltà a reperire in natura il novellame di Orata da introdurre nelle valli da pesca, ha indotto da tempo ad iniziare una produzione artificiale di avannotti da usare per la semina in valle. Tale approccio tende a superare i limiti dell'acquacoltura tradizionale di specie ittiche marine, basata sull'allevamento estensivo di individui raccolti allo stato selvatico e rappresenta un primo passo verso l'uso di metodologie più moderne. Queste, in prospettiva, potranno consentire il miglioramento della produzione, analogamente a quanto ottenuto nell'allevamento di specie terrestri.

In questo contesto, gli studi di genetica rivestono un ruolo importante. Grandi progressi sono stati, come è noto, compiuti negli ultimi 15 anni nel campo della genetica evolutiva e di popolazioni, mediante la tecnica di elettroforesi su gel di amido (SMITHIES, 1955) e su gel di acrilamide (RAYMONDS & WEINTRAUB, 1959). Con questi metodi è possibile separare proteine con diversa composizione in aminoacidi, sfruttando le differenze nelle loro proprietà chimico-fisiche, in particolare la carica elettrica. Differenze nella struttura primaria gene-dipendente (un gene: una proteina) risultano in diverse mobilità nelle piastre di gel. L'analisi delle varianti enzimatiche in diversi individui, che rap-

([1]) Lavoro eseguito con un contributo del CNR nell'ambito del P.F. IPRA - Sottoprogetto 1. Pubblicazione n. 347.

presentano varianti alleliche a loci specifici, danno infatti informazioni sulla variabilità genetica delle popolazioni naturali ed artificiali e sulla struttura genetica di tali popolazioni.

Fra le possibili applicazioni di tali metodiche vi è l'utilizzazione di varianti elettroforetiche di proteine quali marcatori genetici da un lato per la caratterizzazione e l'identificazione delle popolazioni, dall'altro lato per avviare programmi di selezione genetica in modo rapido ed economicamente vantaggioso.

È noto che una delle conseguenze della riproduzione artificiale può essere la perdita di variabilità genetica, in relazione a quella delle popolazioni naturali (WILKINS, 1981), a causa di fenomeni di deriva genetica dovuti alla scelta di un basso numero di riproduttori. Questo fenomeno, come anche quello dell'aumento di consanguineità degli animali in allevamento, può essere molto ben controllato mediante l'uso di opportuni marcatori genetici analizzabili con elettroforesi.

Scopo del presente lavoro è quello di applicare queste metodiche allo studio di una delle specie delle quali è in corso la sperimentazione di riproduzione artificiale su scala industriale, *Sparus aurata* L. Sono qui riportati i dati ottenuti mettendo a confronto campioni di provenienza naturale con avannotti di riproduzione artificiale.

Materiali e metodi

Sono stati esaminati 4 campioni di avannotti di circa 50 giorni di età. Due di essi, provenienti da popolazioni selvatiche delle coste a Sud della Sicilia e della laguna di Marano dell'Adriatico settentrionale, sono state acquistate presso un commerciante di novellame. Gli altri due sono stati procurati direttamente dagli impianti di riproduzione artificiale della SIRAP di Venezia e sono campioni della produzione di due anni successivi, il 1983 e il 1984.

Da ogni avannotto è stato ottenuto un omogenato totale usando una quantità equivalente al volume corporeo di tampone di estrazione (Tris Sigma 0,01 M; EDTA 0,001 M; NADP 0,00005 M; Saccarosio 0,3M; portato a pH 6,8 con HCl), successivamente sottoposto a una centrifugazione per 5' a 9.800 g; tutte queste operazioni sono state eseguite a 4°C circa. Col supernatante sono stati imbevuti dei rettangolini di carta da filtro Whatman n° 3, che sono stati inseriti in piastre di gel di amido e sottoposti ad elettroforesi orizzontale, in armadio termostatico a 4°C, usando vasche da elettroforesi Shandon alimentate a corrente continua con alimentatori Heathkit IP-17; il voltaggio, l'amperaggio e i tempi di elettroforesi erano variabili a seconda dei tamponi utilizzati, dello spessore delle piastre di gel, dei sistemi enzimatici da separare; si è avuto cura comunque di non superare mai i 50 mA per non riscaldare le piastre per l'eccessiva resistenza.

Nel corso del procedimento sono stati usati i due seguenti sistemi di tampone: 1) sistema continuo C: per l'elettrodo Acido Citrico 0,04 M, Tris 0,14 M, EDTA 0,01 M; per il gel la stessa soluzione diluita 1/15, 2) sistema continuo B: per l'elettrodo Acido Bori-

co 0,16 M, Tris 0,23 M, EDTA 0,03 M; per il gel la stessa soluzione diluita 1/10. Nella Tab. 1 sono elencati i sistemi enzimatici analizzati, le rispettive abbreviazioni, i tamponi usati e le repliche analizzate dei vari campioni. Le colorazioni sono state eseguite secondo i metodi descritti da SHAW & PRASAD (1970) portando però a pH 8,0 tutte le soluzioni, tranne che per ES e PEP colorate a pH 7,2.

Tab. 1 - *Elenco dei sistemi enzimatici con le relative abbreviazioni; numero dei loci, sistema di tampone usato e numero di individui analizzati in ciascuno di essi.*

Sistemi enzimatici	Loci	Tamponi	N° individui MAR	SIC	S83	S84
Adenilato chinasi (AK)	1	B	—	—	—	40
Alcool deidrogenasi (ADH)	2	C	54	50	37	85
Aminopeptidasi (PEP)	2	B	—	—	—	55
Creatina chinasi (CK)	3	B	70	31	56	88
Enzima malico (ME)	1	B	62	50	56	88
a-Esterasi (ES)	2	B	—	—	—	88
6-P-Gluconato deidrogenasi (PGD)	1	C	29	50	56	88
Fumarasi (FH)	1	B	—	—	—	88
Gliceraldeide-3-P deidrogenasi (GAPDH)	1	C	—	—	—	73
a-Glicerofosfato deidrogenasi (GDP)	2	C	16	50	56	85
Glucosio deidrogenasi (GDH)	1	C	54	50	56	—
Glucosio-6-P deidrogenasi (Gd)	2	C	61	50	56	75
Glucosio-P isomerasi (GPI)	2	C	62	50	56	88
Glutamato-ossalacetato transferasi (GOT)	3	C	70	50	56	85
Isocitrico deidrogenasi (ICD)	2	C	36	50	56	88
Lattico deidrogenasi (LDH)	3	C	54	50	56	88
Malico deidrogenasi (MDH)	3	C	54	50	56	88
Mannosio-6-P isomerasi (MPI)	2	B	—	—	—	73
Superossido dismutasi (SOD)	2	C	81	50	56	70

Risultati

La Tab. 2 dà un quadro generale della variabilità trovata nei quattro campioni. Nel campione SIRAP 84 è stato analizzato un maggior numero di sistemi enzimatici (18 anziché 13). Nessuno dei sistemi studiati in più in questo campione è risultato polimorfo, di conseguenza i livelli di variabilità genetica appaiono più bassi che negli altri

Tab. 2 - *Quadro riassuntivo del numero dei sistemi, loci, loci polimorfi, rapporto alleli per locus rinvenuti; del polimorfismo (% loci pòlimorfi); dell'eterozigosi osservata media Ho (± errore standard). La colonna segnata SIRAP 84 contiene i dati completi ottenuti nel campione; la colonna segnata SIRAP 84* contiene solo i sistemi enzimatici comuni a tutti i campioni per un migliore confronto con i precedenti.*

	SICILIA	MARANO	SIRAP 83	SIRAP 84*	SIRAP 84
N° sistemi	13	13	13	13	18
N° loci	27	27	27	27	35
Loci polimorfi	3	4	3	3	3
% loci polimorfi	11,11	14,81	11,11	11,11	8,57
N° alleli	34	35	33	32	40
Alleli / locus	1,26	1,30	1,22	1,18	1,14
Ho	0,041 ± 0,023	0,041 ± 0,022	0,054 ± 0,030	0,051 ± 0,029	0,040 ± 0,022

campioni. Nella stessa Tabella sono riportati i risultati ottenuti per questo campione considerando separatamente i risultati su 13, tenendo conto solamente dei sistemi comuni, e 18 loci per facilitare i confronti.

In tutti i campioni considerati l'eterozigosi media osservata è rimasta compresa tra 0,04 e 0,05, nella media di valori riportati per altri pesci. POWELL (1975) riporta per 31 specie di pesci di ambienti diversi una escursione di variabilità genetica tra 0,05 e 0,180; la media calcolata tra tutte porta ad un valore di 0,058. Nella rassegna di SMITH & FUJIO (1982) basata sullo studio di 89 specie di teleostei marini, delle quali sono stati indagati i loci enzimatici, il grado di eterozigosi media osservata è di 0,06 ± 0,032. NEVO *et al.* (1984) nella recente raccolta compiuta allo scopo di trovare correlazioni tra eterogeneità genetica ed ambientale, riporta i dati relativi a 183 specie di teleostei di ogni ambiente; l'eterozigosi media trovata è di 0,051 ± 0,035. Come si può vedere tali risultati sono molto vicini a quanto da noi osservato in *S. aurata*. Da notare, però, che secondo questi Autori la percentuale dei loci polimorfi è, in media, intorno a 0,209, mentre nei nostri campioni essa è molto inferiore con solo 3 loci polimorfi su 27 esaminati.

Nella Tab. 3 sono presi in considerazione i loci che si sono dimostrati polimorfi; per ciascuno di essi sono messi a confronto gli equilibri allelici e le eterozigosi osservate ed attese nei diversi campioni.

GPI-1 è il locus esaminato che presenta il più alto numero di varianti alleliche. Le frequenze riscontrate nei campioni di Marano e della Sicilia sono equilibrate ed omogenee tra di loro; la simmetria si perde invece nei campioni della SIRAP in particolare per quanto riguarda gli alleli 3 e 4. Un confronto incrociato tra i campioni eseguito col test G (SOKAL & ROHLF, 1969), riportato in Tab. 4(a), evidenzia le differenze molto si-

Tab. 3 - *Frequenze alleliche riscontrate nei loci polimorfi dei vari campioni. N° alleli: numero di alleli esaminati per ciascun locus; allele 1, 2...: frequenze trovate per i vari alleli; Ho: eterozigosi osservata.*

	SICILIA	MARANO	SIRAP 83	SIRAP 84
GPI-1				
N° alleli	124	100	112	176
Allele 1	0,008	0,020	—	—
2	0,766	0,780	0,536	0,756
3	0,153	0,150	0,009	0,051
4	0,064	0,040	0,420	0,159
5	0,008	0,010	0,152	0,034
Ho	0,452	0,360	0,571	0,375
ICD-2				
N° alleli	72	100	112	176
Allele 1	0,069	0,080	0,107	—
2	0,778	0,700	0,705	0,568
3	0,153	0,220	0,187	0,432
Ho	0,333	0,440	0,393	0,523
PGD				
N° alleli	58	100	112	176
Allele 1	0,232	0,200	0,384	0,369
2	0,768	0,800	0,616	0,631
Ho	0,321	0,240	0,500	0,489
LDH-2				
N° alleli	108	100	112	176
Allele 1	—	0,030	—	—
2	1,0	0,970	1,0	1,0
Ho	—	0,060	—	—

gnificative che corrono tra gli avannotti di allevamento e quelli di popolazione naturale; fortemente significativa è anche la differenza tra i due campioni di allevamento di anni successivi (Tab. 4(a)).

Tab. 4 - *Risultati dei test di significatività tra le differenze delle frequenze geniche dei diversi campioni per locus polimorfo.*
*(—: non significativo; *: P < 0,05; **: P < 0,01; ***: P < 0,001)*

GPI-1

	MAR	S83	S84
SIC	—	***	*
MAR		***	***
S83			***

(a)

ICD-2

	MAR	S83	S84
SIC	—	—	***
MAR		—	***
S83			***

(b)

PGD

	MAR	S83	S84
SIC	—	*	*
MAR		***	**
S83			—

(c)

ICD-2: anche qui le popolazioni di Sicilia e di Marano sono omogenee tra di loro (Tab. 4(b)); vi è, inoltre, omogeneità col campione della SIRAP del 1983. Vi sono, invece, differenze altamente significative tra questi e gli avannotti di allevamento del 1984. Dai calcoli condotti con il test G risulta che per quest'ultimo non è improbabile il rapporto 1 : 1 tra gli alleli presenti (0,5 > P > 0,1), a differenza degli altri tre campioni.

PGD: in questo locus i campioni appaiono divisi in due blocchi omogenei, il primo formato dai campioni di Sicilia e di Marano, il secondo dagli avannotti provenienti dalla riproduzione artificiale nei due anni presi in esame (Tab. 4(c)); i due gruppi sono separati da differenze statisticamente significative.

LDH-2: in questo locus è stato riscontrato un grado di variabilità molto basso, e presente nel solo campione di Marano. Il polimorfismo è dovuto alla comparsa di un allele raro con la frequenza di 0,03. Questa, comunque, all'analisi statistica, non si è rivelata significativamente diversa dalla frequenza 0 degli altri campioni.

In tutte le tabelle sono stati riportati i soli valori dell'eterozigosi media osservata e non quelli dell'eterozigosi attesa secondo l'equilibrio di Hardy-Weinberg; tuttavia quest'ultima è stata sempre calcolata, ma in nessun caso è stata trovata una differenza significativa tra le due. Così pure non è risultata significativa la differenza tra le due eterozigosi per ciascun locus tra i diversi campioni.

Discussione e conclusioni

Alla luce di questi risultati si possono trarre diverse conclusioni.

In primo luogo si può notare, almeno relativamente ai loci studiati, che non compaiono differenze genetiche tra le due popolazioni naturali dell'Adriatico settentrionale e del Tirreno meridionale; questo suggerirebbe un'uniformità tra le due popolazioni mediterranee geograficamente distanti tra loro. Tali risultati sono diversi da quelli osservati da SMITH *et al.* (1978) sulla specie affine *Chrysophrys auratus* Forster della Nuova Zelanda. Tale specie, unico altro Sparide del quale esistono dati, anche se certamente diverso dalla nostra specie (TORTONESE, 1975), sembra essere differenziata in almeno due popolazioni leggermente diverse lungo le due coste Est-Ovest della Nuova Zelanda.

Resta da verificare, comunque, la consistenza della diversità tra le due popolazioni nel locus LDH-2 dovuta alla presenza negli avannotti di Marano di un allele raro. Infatti, se la differenza non è risultata significativa ciò può anche essere dovuto al limitato numero di repliche per campione analizzato; è possibile che considerando due campioni quantitativamente più consistenti possa essere superata la soglia della significatività. Bisogna, tuttavia, tener presente che l'assenza di differenze significative tra i due gruppi deve essere vista solamente nel senso che essi non sono necessariamente differenti, ma non come evidenza che costituiscono una stessa popolazione. D'altronde è anche possibile che analizzando un numero maggiore di avannotti siciliani si possa trovare anche in quella popolazione la presenza dell'allele registrato in quelli di Marano.

In secondo luogo si può notare, invece, che compaiono rilevanti diversità, in tutti i loci che sono risultati variabili, tra le due popolazioni naturali e i due stock di riproduzione artificiale. In GPI-1 di questi ultimi scompare, rispetto alle prime, l'allele raro 1, e gli altri alleli a bassa frequenza, il 3, 4, 5, mostrano rilevanti cambiamenti. Tali equilibri allelici alterati si riscontrano anche nel locus PGD per entrambi i campioni SIRAP; e così pure avviene in ICD-2 per SIRAP 84 con la contemporanea scomparsa, anche qui, dell'allele 1 meno frequente.

Per ultimo, si può vedere che differenze significative compaiono nelle frequenze alleliche dei loci GPI-1 e ICD-2 tra gli stock di avannotti di allevamento prodotti nei due anni successivi.

Questo porta a pensare che i metodi di riproduzione artificiale influiscano in una certa misura sulla struttura genetica degli avannotti che vengono riprodotti e commerciati. Probabilmente tutto è riportabile al piccolo numero di riproduttori che, di volta in volta, producono le uova fecondate e al loro metodo di reperimento.

Gli adulti che la SIRAP si procura, provengono dalle valli da pesca dove in genere vengono immessi avannotti delle provenienze più disparate; si trovano infatti in commercio stock di avannotti di zone geografiche che vanno dalla Francia al Nord-Africa. L'unica cura è quella di non pescare da stock precedenti della SIRAP stessa per evitare di aumentare il grado di inincrocio della produzione. Durante la fase della riproduzione vengono tenute in una vasca comune cinque coppie per volta che continuano ad emettere gameti maturi per circa 20 giorni.

Questo metodo sembra portare a conseguenze diverse. 1) Da un lato possono venire introdotte negli stock artificiali caratteristiche genetiche che provengono da popolazioni diverse, a seconda dell'origine degli avannotti da cui sono derivati gli adulti. Queste caratteristiche possono consistere in frequenze alleliche differenti a seconda della popolazione, oppure in alleli che compaiono in certe località e non in altre. 2) Dall'altro, il piccolo numero di riproduttori può portare a fenomeni di deriva genetica che possono sia aumentare la frequenza di alleli altrimenti rari, sia, con fenomeni di «bottle-neck», portare ad una perdita di variabilità, intesa non nel senso dell'eterozigosi media che si mantiene alta (anzi più che nelle popolazioni naturali), ma nel numero di alleli che compaiono negli stock di allevamento.

È possibile, tuttavia, avanzare anche un'altra ipotesi che spiega la diversità notevole negli stock della SIRAP; si può pensare cioè che l'ambiente di allevamento selezioni alcuni alleli dei loci polimorfi, o più probabilmente di altri loci ad essi concatenati e con valore adattativo maggiore, portando ad un accentuato aumento delle loro frequenze negli avannotti riprodotti artificialmente. In questo caso, però, la selezione dovrebbe operare sempre nella stessa maniera, se si suppongono costanti le condizioni ambientali create nel metodo industriale; invece, in questi due campioni, ciò non avviene e in GPI-1 e ICD-2 troviamo in anni diversi, situazioni diverse. L'unico fattore che potrebbe avvalorare tale ipotesi è il comportamento simile in entrambi i gruppi del PGD. Si dovrebbe allora supporre che nel nostro caso si tratti di influenze combinate di fattori diversi.

Un dato che si evidenzia positivamente dall'analisi, è il mantenimento dei livelli di eterozigosi nei campioni di allevamento rispetto a quelli selvatici; i valori calcolati nei primi sono risultati leggermente, seppure non significativamente, superiori che nei secondi. Questo indica che i metodi adottati nella produzione riescono ad ovviare all'inconveniente dell'aumento del grado di inincrocio nel novellame.

In ogni caso appare chiara la potenzialità degli enzimi come indicatori delle situazioni genetiche degli stock artificiali e come marcatori di questi e delle popolazioni naturali.

Summary

The genetic structure of natural and artificial populations of Sparus aurata *L. was examined with electrophoresis on starch gel. 13-18 enzyme systems were studied (27-35 loci) on different samples: two were caught in the wild came from Sicily and from the Marano lagoon; two samples were taken from stock reproduced artificially in the following years (1983, 1984) from the SIRAP farm (Pellestrina-Venice). A fairly low degree of variability was observed in the samples; only four loci showed variations (GPI-1, ICD-2, LDH-2, PGD). The two natural populations were very similar; strong differences in gene frequency were instead observed between natural and artificial samples, and even between artificial samples in different years. The results seem to show a direct influence of the artificial reproduction on the genetic characteristics of our samples due essentially to bottle-neck and genetic drive effects. The hypothesis of selection of the artificial environment on some of the studied alleged, is also discussed.*

Riassunto

Sono stati analizzati 13-18 sistemi enzimatici per un totale di 27-35 loci, in quattro campioni di *Sparus aurata* L., due di origine naturale della Sicilia e della laguna di Marano, due di riproduzione artificiale provenienti da stock di anni diversi della ditta SIRAP di Pellestrina-Venezia.

Tra tutti i loci, quattro hanno mostrato variabilità genetica: GPI-1, ICD-2, LDH-2, PGD. Dai confronti degli equilibri allelici le due popolazioni naturali non hanno mostrato differenze significative tra di loro; sono state trovate invece notevoli differenze tra queste e i due campioni di allevamento da un lato, tra gli stessi campioni di allevamento di anni diversi dall'altro.

Questi risultati portano a supporre che vi sia un'influenza dei metodi di riproduzione artificiale sulle caratteristiche genetiche della produzione; esse possono essere principalmente dovute a fenomeni di «bottle-neck» e di deriva genetica. Viene infine discussa l'ipotesi di un effetto di selezione dell'ambiente di allevamento nei confronti di alcuni alleli degli enzimi studiati.

Bibliografia

NEVO E., BEILES A., BEN-SHLOMO R. (1984) - The evolutionary significance of genetic diversity: ecological, demographic and life history correlates. *Evolutionary dynamics of genetic diversity*, G.S. Mani Ed. *Lecture notes in biomathematic*, **53**: 13-213.

POWELL J.R. (1975) - Protein variation in natural populations of animals. *Evol. Biol.*, **8**: 79-119.

RAYMONDS S., WEINTRAUB L.S. (1959) - Acrylamide gel as supporting medium for zone electrophoresis. *Science*, **130**: 711.

SHAW C.R., PRASAD R. (1970) - Starch gel electrophoresis of enzymes - A compilation of recipes. *Biochem. Genet.*, **4**: 297-320.

SMITH P.J., FRANCIS R.I.C.C., PAUL L.J. (1978) - Genetic variation and population structure in the New Zealand snapper *N. Z. Jl mar. Freshwat. Res.*, **12**: 343-350.

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.

SMITHIES D. (1955) - Zone electrophoresis in starch gel; group variations in the serum proteins of normal human adults. *Biochem. J.*, **61**: 629-641.

SOKAL R.R., ROHLF F.J. (1969) - Biometry. W.H. Freeman & C., San Francisco: 776.

TORTONESE E. (1975) - Osteichthyes. II parte. Edizioni Calderini, Bologna: 636.

WILKINS N.P. (1981) - The rationale and relavance of genetics in aquaculture: an overview. *Aquaculture*, **22**: 209-228.

OEBALIA 1985, vol. XI, N.S.: 59-68 *ISSN 0392-6613*

G. CASSANO S. VILELLA M. GRASSO* C. STORELLI

Laboratorio di Fisiologia Generale

* Laboratorio di Zoologia - Università degli Studi di Lecce

Strada Prov.le Monteroni - 73100 Lecce - Italy

STUDIO DELL'ASSORBIMENTO DI AMINOACIDI E ZUCCHERI MEDIANTE L'USO DI MEMBRANE PLASMATICHE ISOLATE DI INTESTINO DI *ANGUILLA ANGUILLA*

Abstract

Amino acids and sugar absorption in Anguilla anguilla *intestine.*

Eel (Anguilla anguilla) *intestinal brush border membrane vesicles were isolated by a Mg-EGTA precipitation method. Transport studies, performed with isotopes and rapid filtration technique, showed that the D-glucose and L-alanine transport mechanisms present in the eel intestine are similar to those found in mammals.*

Key-words: European eel, intestinal absorption, nutrition, brush-border membrane vesicles, uptake.

Introduzione

L'anguilla è una specie ubiquitaria che si adatta molto bene alle diverse condizioni ambientali quali salinità, temperatura etc. Il facile reperimento ne ha fatto da una parte una specie largamente utilizzata per l'alimentazione umana, mentre la sua grande adattabilità alle condizioni ambientali ne ha favorito lo sviluppo della coltura artificiale.

Nell'ambito dell'anguillicoltura e più in generale in quello della pescicoltura, un problema centrale è costituito dalle tecniche di alimentazione, dall'utilizzazione cioè di regimi alimentari bilanciati che possano permettere una più rapida ed efficace utilizzazione dei nutrienti impiegati e di conseguenza un più rapido accrescimento.

Sfortunatamente, però, fino ad ora i criteri con i quali si è proceduto alla composizione delle diete da somministrare ai pesci, sono stati formulati sull'osservazione dell'effetto complessivo che una certa dieta esercitava sull'accrescimento della popolazione ittica in esame.

Non è stato possibile, cioè, adattare la composizione della dieta alle capacità di assorbimento specifiche che l'animale possiede o in termini più precisi programmare la composizione dei mangimi in funzione dei meccanismi molecolari di assorbimento dei nutrienti presenti a livello intestinale.

Recentemente la comprensione dei meccanismi molecolari che sono alla base dell'assorbimento intestinale nei mammiferi è stata fortemente favorita dalla utilizzazione di una metodica che utilizza per studi di trasporto, membrane plasmatiche (luminali e controluminali) delle cellule assorbenti isolate sotto forma di vescicole (MURER *et al.*, 1980).

Lo studio dei movimenti di traccianti radioisotopici in presenza di vescicole osmoticamente attive ed in condizioni sperimentali strettamente controllate ha permesso ad esempio:

a) di dimostrare l'esistenza di sistemi di trasporto specifici per gli zuccheri, aminoacidi, ioni etc.

b) di chiarire la natura della energia utilizzata dai nutrienti (gradiente elettrochimico del sodio, ATP, etc.) per muoversi attraverso le membrane plasmatiche secondo, o contro il loro gradiente (elettro) chimico;

c) le caratteristiche cinetiche dei sistemi di trasporto; ad esempio l'affinità che un substrato mostra per un carrier o la capacità di trasporto massimo, etc.

È appena da ricordare che l'assorbimento intestinale di un nutriente consiste, in tempi distinti e probabilmente utilizzando meccanismi di trasporto differenti, nel superamento di due barriere poste in serie tra il lume intestinale ed il liquido interstiziale:

1) la membrana plasmatica luminale (orletti a spazzola) superata la quale il metabolita diffonde (o si accumula) in cellula;

2) la membrana baso-laterale che separa la cellula dal liquido interstiziale.

Grazie alla messa a punto di opportuni metodi di frazionamento cellulare e di isolamento è stato possibile nei mammiferi (STEVENS *et al.*, 1984) dimostrare che le due membrane non sono diverse solo morfologicamente ma hanno anche differenti corredi enzimatici e sistemi di trasporto di caratteristiche diverse per gli stessi metaboliti.

Il nostro approccio sperimentale è consistito nel mettere a punto un sistema di frazionamento cellulare e di isolamento delle membrane plasmatiche di orletto a spazzola che fosse applicabile all'intestino dei pesci.

Analisi di carattere enzimatico e di microscopia elettronica hanno evidenziato nel nostro preparato finale la presenza di membrane di orletti a spazzola sotto forma di vescicole chiuse, adatte quindi a studi di trasporto.

Inoltre l'utilizzazione di traccianti radioisotopici combinata con una tecnica di filtrazione rapida ha permesso di dimostrare che queste membrane posseggono sistemi di trasporto simili a quelli osservati nell'intestino dei mammiferi.

Materiali e metodi

I reagenti sono stati acquistati da Merck o Sigma; ^{3}H-D-glucosio e ^{3}H-L-alanina da New England Nuclear (Firenze). Le anguille sono state acquistate da Ittica Ugento-Lecce e tenute in acquari sino al momento dell'esperimento.

Preparazione delle vescicole

Gli animali erano sacrificati per decapitazione e l'intestino immediatamente rimosso, aperto longitudinalmente e sciacquato in NaCl 154 mM. 3-4 g di mucosa intestinale, rimossa mediante vetrini da microscopio, erano aggiunti a 30 ml di una soluzione di mannitolo 300 mM, TRIS 12 mM portato a pH 7,4 con EGTA e a 120 ml di H_2O: questa sospensione era omogenizzata 3 min in un frullatore. 1,8 ml di $MgCl_2$ 1 M venivano aggiunti alla sospensione ed il tutto era lasciato in ghiaccio per 15 min, e successivamente centrifugato a 4500 rpm × 15 min; il sovranatante così ottenuto era nuovamente centrifugato a 18000 rpm × 30 min Il sedimento era risospeso in 35 ml di soluzione di mannitolo 60 mM, EGTA 6 mM portato a pH 7,4 con TRIS, e riprecipitato in presenza di Mg^{2+} mediante aggiunta di 0,42 ml di $MgCl_2$ 1 M. Dopo 15 min la sospensione veniva nuovamente centrifugata a 7000 rpm × 15 min e 18000 rpm × 30 min Il risultante sedimento veniva risospeso nell'opportuno tampone di lavoro, centrifugato a 18000 rpm × 30 min e infine risospeso con una siringa ad ago sottile (Biber *et al.*, 1981).

Tutte le operazioni erano effettuate a 0-4°C. Per le fasi di centrifugazione era usata una centrifuga Beckman J2-21 ed il rotore JA-20.

Microscopia elettronica.

L'intestino dell'anguilla e la frazione finale arricchita in membrane plasmatiche dell'orletto a spazzola sono state fissate in aldeide glutarica 2,5% e tetrossido d'osmio 1%, fosfato di sodio 0,1 M. Il materiale è stato successivamente disidratato in acetone, incluso in araldite e sezionato con ultramicrotomo Reichert 0M-U2, colorato con piombo citrato secondo Reynolds (1963).

Misure di attività enzimatica

La leucin aminopeptidasi era misurata seguendo fotometricamente la comparsa di para-nitroanilide, e la fosfatasi alcalina (Scalera *et al.*, 1980) la comparsa di para-nitrofenolo.

La concentrazione delle proteine era misurata con il kit «Bio Rad protein assay» usando gamma globuline bovine come standard.

Misure di trasporto nelle vescicole

La reazione, a 25°C, inizia con l'aggiunta di 10 µl di sospensione di vescicole (50 µg di proteine) a 10 µl di mezzo di incubazione contenente ^{3}H-D-glucosio o ^{3}H-L-alanina.

La reazione veniva bloccata (rapid uptake machine, Innovativ Labor, Adliswill CH) ai tempi indicati in Fig. 3, aggiungendo 2 ml di una soluzione bloccante (stop solution) a 0°C; si filtrava sotto aspirazione attraverso filtri Millipore (HAWP, diametro dei pori 0,45 µ); il filtro era sciacquato nuovamente con altri 2 ml di soluzione bloccante. Si misurava quindi la radioattività rimasta nel filtro con un contatore per scintillazione in fase liquida Beckman LS-1800 usando Ready Solv EP come miscela scintillante.

Nella legenda della Fig. 3 si riportano la composizione dei tamponi di risospensione delle vescicole e dei mezzi di incubazione. La soluzione bloccante aveva composizione simile a quella dei mezzi di incubazione; rispetto a questi ultimi inoltre era resa il 20% ipertonica con aggiunta di NaCl.

Ogni punto sperimentale è la media di almeno tre determinazioni ed ogni esperimento è stato ripetuto almeno tre volte con differenti preparazioni di vescicole; in figura sono mostrate le Deviazioni Standard.

Risultati e discussione

La mucosa intestinale dell'anguilla non è organizzata in cripte e villi (come nei mammiferi), ma in pliche la cui funzione è quella di aumentare la superficie assorbente (Kapoor *et al.*, 1975). Per lo stesso motivo la membrana plasmatica luminale delle cellule assorbenti è organizzata in microvilli, come mostrato in Fig. 1. All'interno dei microvilli è presente materiale proteico opaco agli elettroni, con funzione probabilmente contrattile, che costituisce una impalcatura connessa alla trama terminale ed alle giunzioni cellulari. Ben distinta dall'orletto a spazzola è la membrana cellulare basolaterale, che separa l'ambiente cellulare dagli spazi extracellulari interni.

La membrana degli orletti a spazzola è sede esclusiva di enzimi quali la leucin aminopeptidasi e la fosfatasi alcalina. Andando a misurare l'attività specifica di questi enzimi marker all'inizio (omogenato) e alla fine (sospensione finale) della preparazione è possibile stabilire un fattore di arricchimento (rapporto fra le attività enzimatiche specifiche iniziali e finali) che riflette il grado di purificazione delle membrane. Nella Tab. 1 sono riportati i fattori di arricchimento per i due enzimi marker dell'orletto a spazzola (rispettivamente 24 per la leucin aminopeptidasi e 16 per la fosfatasi alcalina); la concentrazione di altre frazioni subcellulari è esclusa perché non è stato misurato arricchimento nei rispettivi enzimi marker (dati non pubblicati).

La Fig. 2 mostra la frazione finale della preparazione in una osservazione al microscopio elettronico. Il materiale proteico è essenzialmente presente sotto forma di vescicole; la loro forma differente è dovuta al piano di sezione casuale; all'interno delle vescicole si nota quel materiale opaco presente all'interno dei microvilli in Fig. 1.

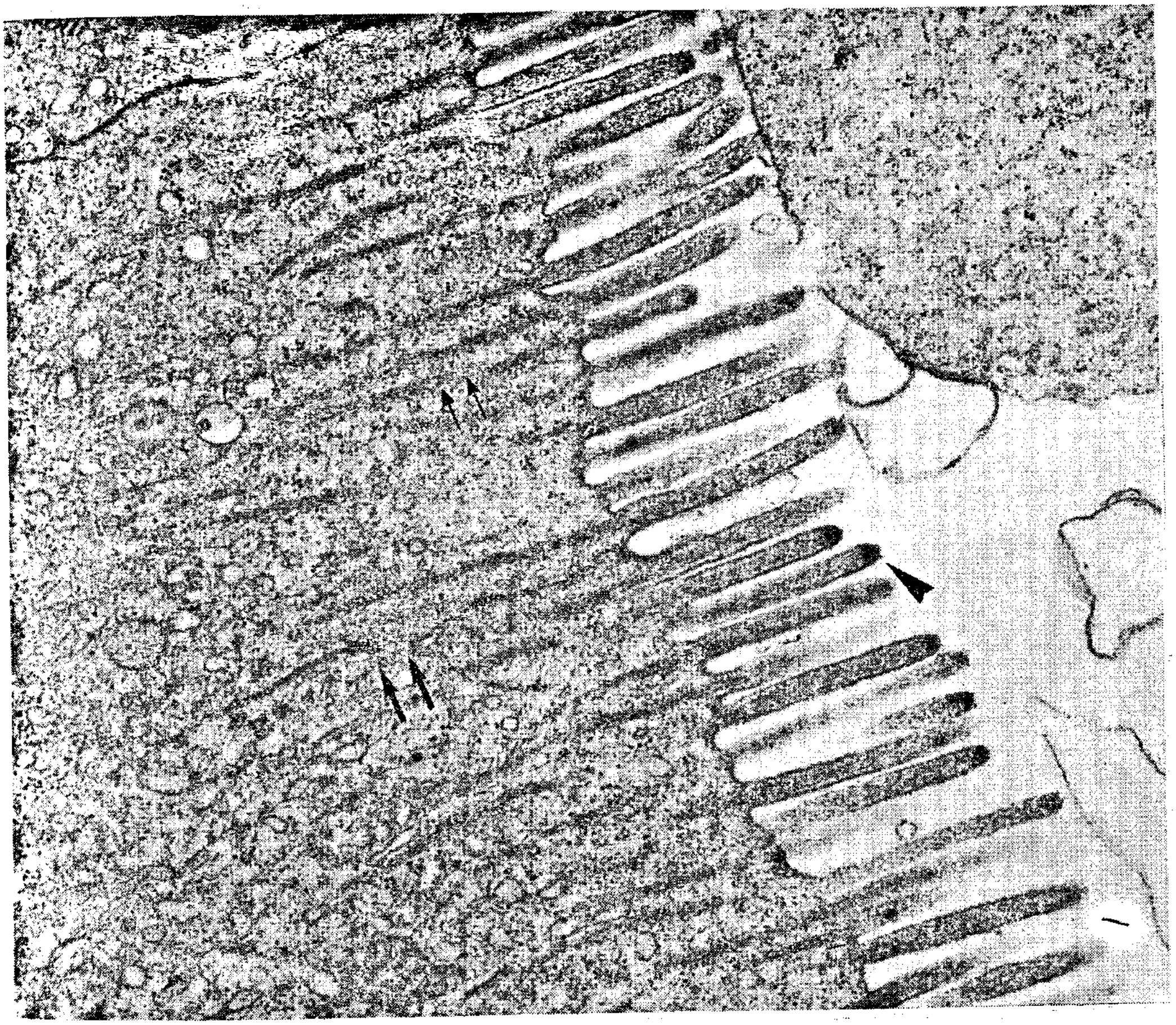


Fig. 1 - Regione dell'orletto a spazzola di cellule assorbenti intestinali di *Anguilla anguilla*; testa di freccia = capitulum, frecce sottili = microfilamenti, frecce spesse = complessi di giunzione; × 25.000.

Tab. 1 - *Enzimi presenti nella frazione arricchita in membrane plasmatiche dell'orletto a spazzola.*

		FATTORE DI ARRICCHIMENTO ± D.S.
Leucin aminopeptidasi	(19)	23,8 ± 9,5
Fosfatasi alcalina	(19)	16 ± 6

In parentesi il numero delle determinazioni. Il fattore di arricchimento è il rapporto tra le attività specifiche enzimatiche presenti nella frazione finale e nell'omogenato.

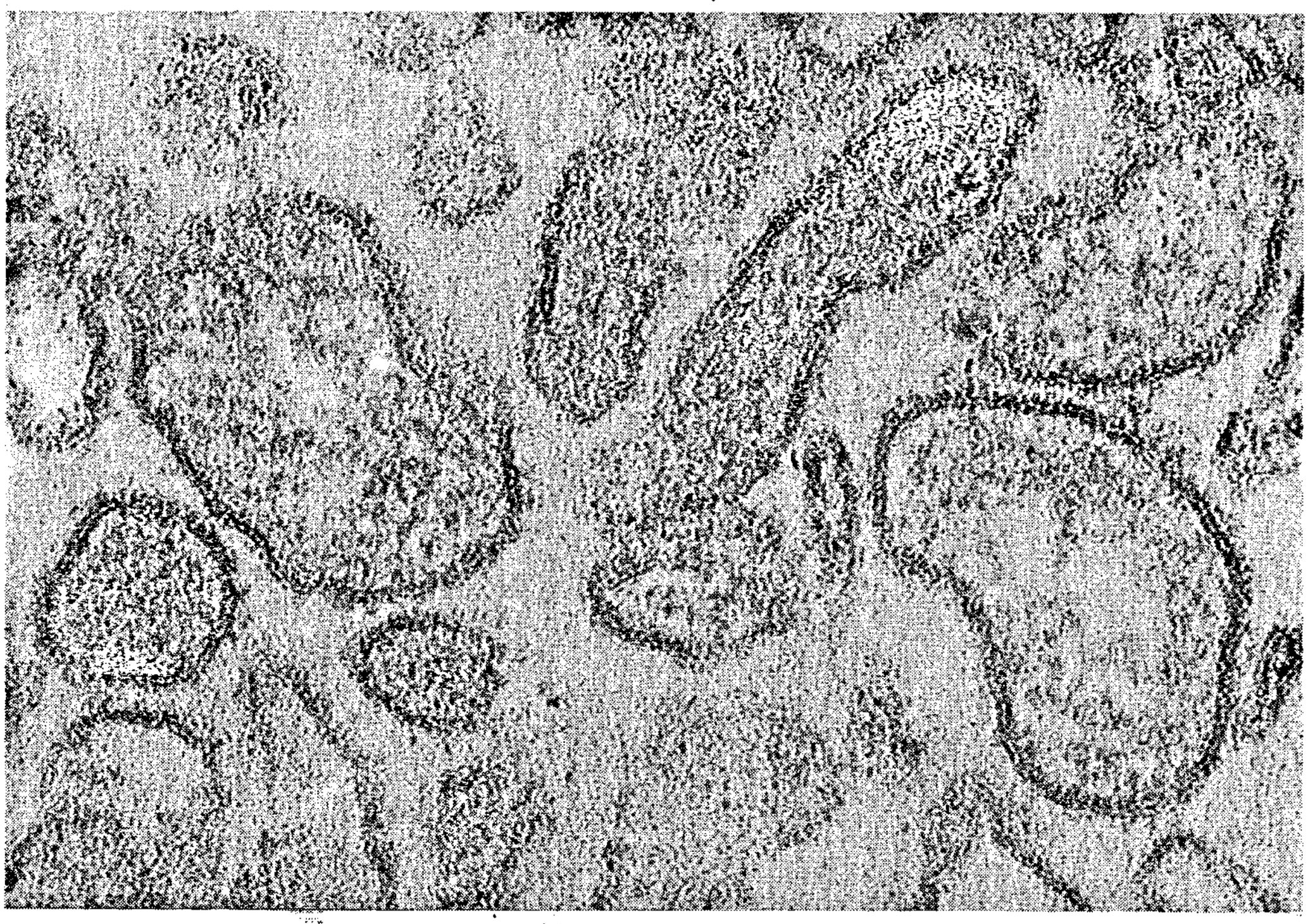


Fig. 2 - Vescicole di membrane plasmatiche dell'orletto a spazzola isolate dall'intestino di *Anguilla anguilla*; × 100.000.

Misure di attività enzimatica e osservazioni al microscopio elettronico confermano quindi l'avvenuto isolamento di membrane plasmatiche luminali.

Usando vescicole di orletti a spazzola isolate da intestino di mammiferi (HOPFER *et al.*, 1973) si è potùto dimostrare che in assenza di altre fonti di energia, i sistemi di trasporto specifici per zuccheri o aminoacidi sono in grado di utilizzare il gradiente elettrochimico del sodio presente a cavallo della membrana per accelerare l'ingresso o addirittura concentrare nell'interno delle vescicole la molecola trasportata. Questo meccanismo di trasporto prevede quindi un trasportatore (carrier a due siti) che può legare specificamente la molecola del metabolita e uno o più ioni sodio. La Fig. 3a-b mostra il trasporto di D-glucosio ed L-alanina in vescicole di orletto a spazzola di anguilla, in presenza di diverse condizioni sperimentali tendenti a dimostrare un simile meccanismo anche nelle membrane di orletto a spazzola di anguilla; per il glucosio: a) in presenza di un gradiente di ioni sodio diretto verso l'interno delle vescicole, b) in presenza di un gradiente di ioni colina (per sostituire il sodio). Il trasporto di glucosio all'interno delle vescicole è molto più rapido in presenza di ioni sodio che in presenza di ioni colina. Inoltre solo in presenza di ioni sodio la quantità di glucosio entrata nelle vescicole nei primi minuti supera di molto quella presente all'equilibrio (valore misurato dopo

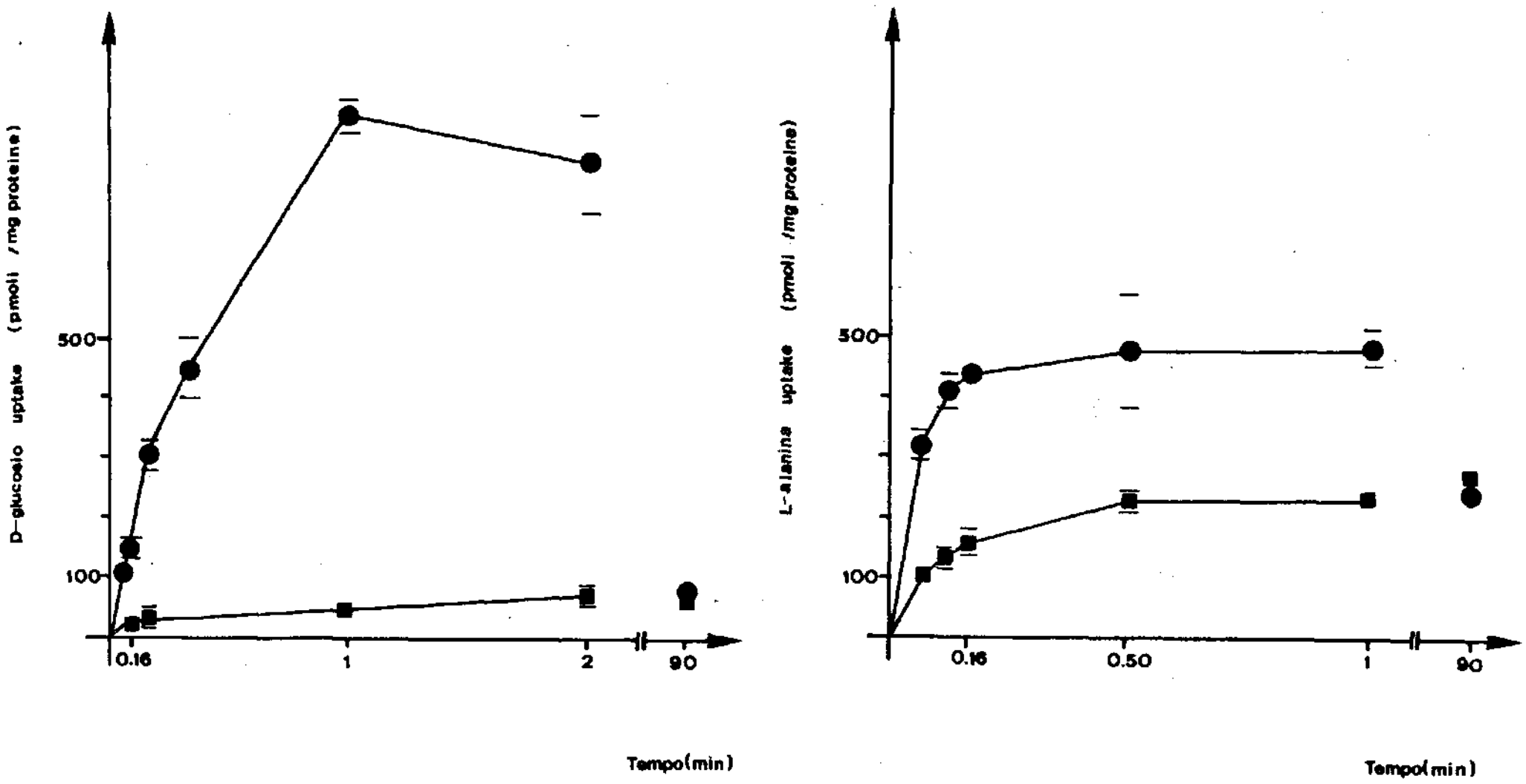


Fig. 3a-b - Na-dipendenza dell'ingresso di D-glucosio e L-alanina in vescicole di orletto a spazzola. 3a: le vescicole erano preparate in (mM) mannitolo 400, HEPES 20 portato a pH 7,4 con TRIS; dopo aver aggiunto le vescicole la composizione finale del mezzo di incubazione era mannitolo 200, HEPES 20 portato a pH 7,4 con TRIS, D-glucosio 0,1 e o (•) NaCl 100, o (■) Colina Cl 100. 3b: le vescicole erano preparate come su descritto, dopo aver aggiunto le vescicole la composizione finale del mezzo di incubazione era mannitolo 200, HEPES 20 portato a pH 7,4 con TRIS, L-alanina 0,1 e o (•) NaSCN 100, o (■) KSCN 100.

che si è lasciato equilibrare ogni gradiente di soluti presenti al momento in cui si pongono a contatto vescicole e mezzo di incubazione): si dimostra così che l'accumulo («overshoot») di glucosio è reso possibile sfruttando il gradiente di ioni sodio. Quando questo gradiente è sostituito da un simile gradiente di ioni colina, il trasporto di glucosio all'interno delle vescicole è molto più lento e s'arresta all'equilibrio (non si determina accumulo).

La Fig. 3b mostra l'ingresso nelle vescicole di alanina: a) in presenza di un gradiente di ioni sodio diretto verso l'interno delle vescicole, b) di un gradiente di ioni potassio (per sostituire il sodio). La velocità di ingresso di alanina in presenza di ioni sodio è il doppio di quella misurata in presenza di ioni potassio, quindi è presente sicuramente un sistema di trasporto Na^+-dipendente. Nelle vescicole di membrane di orletti a spazzola isolate da intestino di anguilla si possono dunque misurare trasporti Na^+-dipendenti simili a quelli presenti nei mammiferi; questa osservazione apre le porte allo studio sistematico del numero e delle caratteristiche (cinetiche e non) dei sistemi di trasporto per gli aminoacidi e gli zuccheri (Stevens *et al.*, 1982).

Esperimenti sono in corso per definire questa situazione nei pesci.

Conclusioni

I dati presentati in questo lavoro dimostrano che, come per i mammiferi, anche per i pesci è possibile utilizzare la tecnica delle membrane plasmatiche, isolate sotto forma di vescicole, per lo studio dei meccanismi molecolari che sono alla base dell'assorbimento intestinale dei nutrienti.

La parziale modificazione di una metodica già utilizzata per il frazionamento cellulare e l'isolamento da altri tessuti assorbenti o riassorbenti ha permesso di isolare membrane plasmatiche con un'alta attività specifica di leucin aminopeptidasi, enzima normalmente utilizzato quale marker di membrane di orletti a spazzola.

Di notevole importanza è il fatto che questo metodo di preparazione richiede tempi relativamente rapidi (4h) compatibili con l'esigenza di effettuare studi di trasporto nella medesima giornata.

I risultati ottenuti al microscopio elettronico hanno confermato la presenza di una popolazione di membrane essenzialmente sotto forma di vescicole chiuse.

Queste vescicole si sono dimostrate osmoticamente attive cioè adatte a studi di trasporto dai risultati mostrati in Fig. 3.

In conclusione si può affermare che:

a) il metodo descritto permette di preparare membrane plasmatiche isolate dell'orletto a spazzola dell'intestino di anguilla;

b) queste membrane si prestano a studi sui meccanismi molecolari di trasporto;

c) sulle membrane degli orletti a spazzola delle cellule assorbenti intestinali delle anguille esistono sistemi di trasporto sodio dipendenti di D-glucosio ed L-alanina simili a quelli esistenti nei mammiferi;

d) l'uso di questa tecnica può dare un contributo fondamentale alla risoluzione dei problemi connessi all'alimentazione artificiale dei pesci.

Ringraziamenti

Ringraziamo il Prof. Antonio Quaglia dell'Istituto di Anatomia Comparata dell'Università di Bologna per la collaborazione agli studi di microscopia elettronica.

Summary

Data reported in this paper show that the molecular mechanisms of the intestinal absorption can be studied in fish, as already done in mammals, by using isolated plasma membrane vesicles.

*A method is described to isolate eel (*Anguilla anguilla*) intestinal brush border membrane vesicles. The isolation is confirmed by electron microscope observations (Fig. 1-2)*

and measuring the enzyme activity of specific markers. Alkaline phosphatase and leucin aminopeptidase activities (located to the brush border membrane of the intestinal absorbing cells) in the final vesicles fraction are enriched respectively 16 and 24 times (Tab. 1).

The D-glucose and L-alanine transport across brush border membrane has been studied by tracer isotopes and rapid filtration technique. A Na-dependent transport system has been found for both substrates (Fig. 3), these systems are similar to those found in mammalian intestine.

Riassunto

I dati presentati in questo lavoro dimostrano che, come per i mammiferi, anche per i pesci è possibile utilizzare la tecnica delle membrane plasmatiche isolate sotto forma di vescicole, per lo studio dei meccanismi molecolari dell'assorbimento intestinale.

In questo lavoro è descritto un metodo che consente (4h) l'isolamento di membrane plasmatiche luminali dell'orletto a spazzola dall'intestino di *Anguilla anguilla*. L'avvenuto isolamento e purificazione è stato dimostrato con osservazioni al microscopio elettronico (Fig. 1 e 2) e seguendo l'attività enzimatica di marker specifici. Gli enzimi fosfatasi alcalina e leucin aminopeptidasi (presenti nelle cellule assorbenti intestinali esclusivamente sull'orletto a spazzola) durante la preparazione delle membrane vengono concentrati rispettivamente 16 e 24 volte (Tab. 1).

Il trasporto attraverso le membrane dell'orletto a spazzola di glucosio e alanina è stato studiato mediante l'uso di traccianti isotopici e filtrazione rapida. Per ognuno dei substrati esiste un sistema di trasporto dipendente dalla presenza dello ione sodio (Fig. 3); tali sistemi sono paragonabili a quelli trovati nei mammiferi.

Bibliografia

BIBER J., STIEGER B., HAASE W., MURER H. (1981) - A high yield preparation for rat kidney brush border membranes. Different behaviour of lisosomal markers. *Biochim. Biophis. Acta* **647**: 169-176.

HOPFER U., NELSON K., PERROTTO I., ISSELBACHER K.I. (1973) - Glucose transport in isolated brush border membrane from rat small intestine. *J. Biol. Chem.* **248**: 25-32.

KAPOOR B.G., SMIT H., VERGHIRA I.A. (1975) - The alimentary canal and digestion in teleosts. In Advances in marine biology, edited by Russell F.S. e C.M. Yonge; London: *Academic Press* **13**: 102-219.

MURER H., KINNE R. (1980) - The use of isolated membrane vesicles to study epithelial transport processes. *J. Membrane Biol.*, **55**: 81-95.

REYNOLDS E.S. (1963) - The use of lead at high pH as an electron-opaque stain in electron microscopy. *J. Cell. Biol.* **17:** 208-212.

SCALERA V., STORELLI C., STORELLI C.-JOSS, HAASE W., MURER H. (1980) - A simple and fast method for the isolation of basolateral plasma membranes from rat small-intestinal epithelial cells. *Biochem. J.* **186:** 177-181.

STEVENS B.R., KAUNITZ J.D., WRIGHT E.M. (1984) - Intestinal transport of aminoacids and sugars: advances using membrane vesicles. *Ann. Rev. Physiol.* **46:** 417-433.

STEVENS B.R., ROSS. H.J., WRIGHT E.M. (1982) - Multiple transport pathways for neutral amino acids in rabbit jejunal brush border vesicles. *J. Membrane Biol.* **66:** 213-225.

OEBALIA 1985, vol. XI, N.S.: 69-71 *ISSN: 0392-6613*

A. SANTULLI* V. D'AMELIO**

*Istituto di Biologia Marina «Villa Nasi» - Consorzio per il Libero Istituto di Studi Universitari Piazza Scarlatti - 91100 Trapani - Italy

**Istituto di Istologia ed Embriologia - Facoltà di Scienze Università di Palermo - Via Archirafi, 20 - 90123 Palermo - Italy

LA DISTRIBUZIONE DEI LIVELLI DI L-CARNITINA NEI TESSUTI DEI PESCI ED IL SUO EFFETTO SULLA CRESCITA DEGLI STADI GIOVANILI DI *DICENTRARCHUS LABRAX*[1]

Abstract

L-carnitine levels distribution in the fish.
L-carnitine, the isomer biologically active in acyl groups, stimulates the growth of D. labrax *fry.*

Key-words: l-carnitine, fish metabolism.

Introduzione

La carnitina levogira è il «carrier» che permette ai gruppi acilici di penetrare all'interno dei mitocondri (FRITZ & YUE, 1963; PANDE and PARVIN, 1976), dove vengono sottoposti alla β-ossidazione (BRESSLER, 1970). In questo modo la l-carnitina controlla il catabolismo cellulare dei lipidi.

Dall'analisi della distribuzione dei livelli di l-carnitina libera nei tessuti di alcune specie ittiche (SANTULLI & D'AMELIO, 1984) è risultato che le specie riprodotte ed allevate in cattività presentano livelli ridotti di l-carnitina. In considerazione del ruolo svolto dalla carnitina nel metabolismo, ci è parso opportuno verificare l'effetto della somministrazione di l-carnitina e d-carnitina sull'accrescimento di avannotti di *Dicentrarchus labrax* (L.) (Osteichthyes Serranidae).

[1]Questo lavoro è stato svolto presso il Laboratorio di Biologia Marina «Villa Nasi» del Consorzio per il Libero Istituto di Studi Universitari della Provincia di Trapani, con un finanziamento della Sigma-Tau (Industrie Farmaceutiche Riunite S.p.A. - Roma, Italia).

Materiali e metodi

Avannotti di *D. labrax*, riprodotti in cattività presso il Centro di Riproduzione Specie Ittiche «ITALITTICA S.p.A.» di Marsala, sono stati tenuti in vasche di plexiglass di 20 litri in ragione di 10 individui per litro (Barnabé, 1976), provviste di un sistema di filtraggio a circuito chiuso. Quotidianamente si è provveduto manualmente (D'Alessio, 1975) a tre ricambi d'acqua, filtrata su di una rete a maglie di 20 microns, la cui temperatura è stata tenuta in un range di 19-20°C.

Come alimento venivano somministrati nauplii e metanauplii di *Artemia salina*, in ragione di 4-6 esemplari per millilitro.

La l-carnitina e la d-carnitina, messe a disposizione dalla SIGMA-TAU (Industrie Farmaceutiche Riunite, Roma), sono state disciolte direttamente nell'acqua, alla concentrazione di 10 millimolare.

La crescita degli animali trattati con l-carnitina e d-carnitina è stata seguita, rispetto ad animali controllo non trattati, misurando la lunghezza totale di 10 individui, campionati casualmente nelle vasche d'allevamento (D'Alessio, 1975). Su ogni campione è stato determinato il contenuto proteico (Lowry *et al.*, 1951) e il contenuto di lipidi totali (Zoellnner & Kirsch, 1962) dei tessuti.

Risultati e discussione

Dai dati raccolti risulta che la carnitina agisce attivamente sul metabolismo dei pesci, modificando la velocità d'accrescimento, l'accumulo dei lipidi e delle proteine nei tessuti degli animali trattati.

Alla fine della sperimentazione, infatti, gli animali trattati con l-carnitina mostrano, rispetto agli animali controllo non trattati, un incremento di lunghezza totale pari al 8,3%, il test del «t» di Student indica che queste differenze sono statisticamente significative ($P = 0{,}001$). Si nota inoltre una riduzione dell'accumulo di lipidi nei tessuti (—27,2%) e un aumento del contenuto proteico (+6,3%).

La d-carnitina, che è antagonista dell'isomero levogiro (Bressler, 1970), provoca, come atteso, degli effetti contrari sul metabolismo e sulla crescita degli animali trattati. Questi effetti si traducono in una riduzione del 4% della velocità di accrescimento ($P = 0{,}01$), in un accumulo di lipidi (+7,0%) e una riduzione del contenuto proteico (—12,7%). Il tasso di mortalità, che negli animali trattati con l-carnitina è lievemente ridotto, in questo caso è aumentato del 17,3% rispetto ai controlli.

I risultati ottenuti indicano che la l-carnitina stimola, nei pesci trattati, l'utilizzazione degli acidi grassi per la produzione di energia richiesta per il metabolismo. Questo si traduce in una migliore efficienza d'accrescimento, che è conseguenza diretta dell'aumento dei processi anabolici, aumento evidenziato dal maggiore contenuto proteico dei tessuti dei pesci trattati con l-carnitina.

Summary

L-carnitine, the isomer biologically active in the transport of acyl groups into the mitochondrion matrix, stimulates the growth of D. labrax *fry, increases the protein content and reduces the lipids accumulation in the tissues. D-carnitine shows an apposite effect.*

Riassunto

La l-carnitina, che è l'isomero biologicamente attivo nel trasporto dei gruppi acilici dal citoplasma alla matrice mitocondriale, stimola la crescita degli avannotti di *D. labrax*, aumenta il contenuto proteico e riduce l'accumulo dei lipidi nei tessuti degli animali trattati. La d-carnitina mostra un effetto contrario.

Bibliografia

ALESSIO G. (1975) - Riproduzione artificiale di orata, *Sparus aurata* (L.). *Boll. Pesca Piscic. Idrobiol.*, **30** (1): 71.

ALESSIO G. (1976) - Tecniche e metodiche generali di riproduzione artificiale di spigola, *Dicentrarchus labrax* (L.). *I.C.S., Rapp. Tec. Int.*, **64**: 1.

BARNABÉ G. (1976) - Rapport technique sur la ponte induite et l'élevage des larves du loup *Dicentrarchus labrax* (L.) et de la dorade *Sparus aurata* (L.). *Etudes et Revues du Cons. Gen. des Pêches pour la Méditerranée*, **55**: 63.

BRESSLER R. (1970) - Fatty acids oxidation. *Comprehen. Biochem.*, **18**: 331.

FRITZ I.B., YUE K.T.N. (1963) - Long-chain carnitine acetyltransferase and the role of acylcarnitine derivates in the catalytic increase of fatty acids oxidation induced by carnitine. *J. Lipid Res.*, 4: 279.

LOWRY O.H., ROSEBOUGH N.J., FARR L.A., RANDALL R.J. (1951) - Protein measurement with the Folin phenol reagent. *J. Biol. Chem.* **193**: 256.

PANDE S.V., PARVIN R. (1976) - Characterization of carnitine-acylcarnitine transferase system of heart mitochondrion. *J. Biol. Chem.*, **251**: 6683.

SANTULLI A., D'AMELIO V. (1984) - Preliminary data on l-carnitine levels in fishes tissues (skeletal muscle, heart and plasma). *Rev. Int. Oceanogr. Med.*, (in press).

ZOELLNNER B., KIRSCH K. (1962) - *Z. Ges. Exp. Med.*, **135**: 545.

OEBALIA 1985, vol. XI, N.S.: 73-84 *ISSN: 0392-6613*

O. CATTANI E. CARPENÉ G. ISANI P. CORTESI

Istituto di Biochimica - Facoltà di Medicina Veterinaria
Università di Bologna - Italy

ASPETTI DEL METABOLISMO GLUCIDICO IN TESSUTI DI SPIGOLA (*DICENTRARCHUS LABRAX* (L.)) IN RAPPORTO A DIETE SPERIMENTALI

Abstract

Carbohydrate metabolism in cultured fed sea bass.

Reasearches on sea bass, fed on an experimental diet, showed for the glycogen reserves the following decreasing order: liver > muscle > heart > brain; for the pyruvate kinase activity: muscle > brain > heart > liver >, whereas the phosphoenolpyruvate carboxykinase activity was found only in the liver, in the red muscle and in the heart.

Key-words: Glycogen, Pyruvate kinase, Phosphoenolpyruvate carboxykinase, Sea bass, Diet.

Introduzione

Nei Pesci gli stretti rapporti tra metabolismo glucidico e proteico sono dovuti al fatto che in questi animali, sia allo stato naturale che in allevamento, la dieta è ad alto contenuto proteico (50-60%). Per questa ragione gli aminoacidi esogeni ed endogeni hanno un ruolo predominante nel processo gluconeogenetico, che nei Pesci è particolarmente intenso. A tal riguardo come nei Mammiferi alanina e serina sembrano essere i maggiori precursori di glicogeno e glucosio, mentre l'acido glutammico e aspartico contribuiscono in maniera trascurabile; a dfferenza dei Mammiferi anche la glicina dà un apporto notevole a tale processo (WALTON & COWEY, 1982).

Diete ad alto contenuto di glucidi hanno l'effetto di diminuire l'intensità della gluconeogenesi (COWEY *et al.*, 1977; 1981).

Inoltre la composizione della dieta, assieme a fattori intrinseci, può influenzare anche la utilizzazione di glucosio.

La intensità della via glicolitica nel tessuto muscolare dei Pesci è, in generale, inversamente proporzionale alla quota proteica alimentare.

A differenza di quanto avviene per gli aminoacidi non essenziali, i Pesci rispetto

ai Mammiferi hanno una minore facilità di catabolizzare le riserve glucidiche.

A tal riguardo nei Pesci è stata riscontrata, a differenza dei Mammiferi, una scarsa attività della fosforilasi, una minore attività della esocinasi e l'assenza della gluconinasi (COWEY & SARGENT, 1980).

Tuttavia non si conoscono bene ancora i fattori che controllano la glicolisi nei Pesci in normali condizioni alimentari o di digiuno.

Per quanto riguarda il digiuno è interessante notare che, a differenza dei Mammiferi, in cui si ha un rapido consumo delle riserve di glicogeno epatico, in molte specie di Pesci l'utilizzazione di tale riserva è molto più lenta ed in alcune specie apparentemente nulla.

In questo ultimo caso il glicogeno epatico consumato verrebbe compensato da una più attiva gluconeogenesi (LOVE, 1980).

Nella presente ricerca sono state determinate, in vari organi e tessuti di esemplari di spigola (*Dicentrarchus labrax*) (L.) alimentati con una dieta sperimentale in cui la farina di pesce era parzialmente sostituita da caseina, la distribuzione delle riserve di glicogeno e l'attività specifica della piruvato cinasi e della fosfoenolpiruvato carbossicinasi, che possono essere indici rispettivamente del potenziale glicolitico e gluconeogenetico.

Materiali e metodi

Reagenti chimici

I substrati, gli enzimi, l'albumina di siero bovino e il glicogeno sono stati forniti dalla Boehringer (Mannheim). Tutti gli altri reagenti sono stati ottenuti dalla Merck (Darmstadt).

Animali

Esemplari giovani di spigola sono stati allevati presso gli stabilimenti S.I.Val.Co di Comacchio, in vasche di acqua ottenuta dalla valle (salinità 33-38‰, temperatura 17-26°C) e sottoposti per 85 giorni, nei mesi di agosto-ottobre 1983, ad una dieta sperimentale in cui la componente proteica (50%) era data da farina di pesce e caseina in parti uguali.

Dopo la cattura, allo scopo di evitare ulteriori stress dovuti alle successive manipolazioni, i pesci sono stati anestetizzati con etil-m-aminobenzoato (0,1 g/l) ed in seguito misurati, pesati e sezionati (Tab. 1). Il fegato e il muscolo sono stati suddivisi in 3 pools di 5 esemplari, mentre il cuore ed il cervello sono stati riuniti ciascuno in un unico pool di 15 animali per ottenere un quantitativo di tessuto sufficiente per le varie analisi. Tutti i tessuti sono stati immediatamente congelati in azoto liquido e qui conservati fino alle effettuazioni delle analisi.

Tab. 1 - ***Dati biometrici relativi agli esemplari di spigola utilizzati per le determinazioni biochimiche.***

	POOL I		POOL II		POOL III	
	L	P	L	P	L	P
1	25,9	182,4	25,4	183,7	19,1	80,8
2	25,1	166,9	26,8	221,5	19,5	95,1
3	20,2	93,0	16,9	59,3	23,6	146,0
4	25,6	183,8	19,4	78,5	20,7	91,6
5	21,5	98,9	27,1	216,4	20,2	93,1
$\bar{X} \pm$ DS	23,7 ± 2,6	145,0 ± 45,3	23,1 ± 4,7	151,9 ± 77,4	20,6 ± 1,8	101,3 ± 25,6

Determinazione del glicogeno

La determinazione del glicogeno è stata seguita utilizzando il metodo dell'antrone come descritto da VAN HANDEL (1965). Il contenuto di glicogeno nei tessuti è stato espresso come percentuale di peso fresco.

Determinazione delle attività enzimatiche

5 grammi di tessuto sono stati omogeneizzati con un omogeneizzatore «Ultra-Turrax» per 60'' in 5 volumi di tampone fosfato 50 mM, 2 mM EDTA, 3 mM cisteina, pH 7,6. L'omogenato è stato poi centrifugato a 10.000 g. per 10 min. in una centrifuga Sorvall RC-5B, il sopranatante è stato ulteriormente centrifugato a 25.000 g per 30 min. Il sopranatante è stato poi filtrato prima di essere usato per saggiare le attività enzimatiche. Tutti i passaggi dell'estrazione sono stati condotti a 4°C.

L'attività della piruvato cinasi è stata misurata in accordo con il metodo di BÜCHER & PFLEIDERER (1955). Il saggio enzimatico è costituito da tampone imidazolo 100 mM, 67 mM KCl, 8 mM $MgSO_4$, 0,12 mM NADH, 2,5 mM PEP, 2 mM ADP, lattico deidrogenasi in eccesso, pH finale 7,6.

L'attività della fosfoenolpiruvato carbossicinasi è stata determinata in direzione della sintesi di ossaloacetato secondo il metodo di UTTER & KURAHASHI (1954). Il saggio enzimatico contiene tampone tris maleato 200 mM, 1,5 mM $MgCl_2$, 1 mM IDP, 0,15 mM NADH, 7,5 mM PEP, 40 mM $KHCO_3$ e malico deidrogenasi in eccesso, pH finale 6,3.

In entrambi i casi l'attività è stata determinata seguendo le variazioni di assorbanza a 340 nm a 25°C con uno spettrofotometro Beckman modello 35 ed espressa come attività specifica (μmoli di substrato trasformate/min/mg di proteina).

Determinazione delle proteine

La concentrazione delle proteine negli estratti è stata determinata secondo il metodo di BRADFORD (1976) usando come standard l'albumina di siero bovino.

Risultati e discussione

Glicogeno

In tutti gli organi e tessuti in esame il glicogeno risulta presente e mostra livelli nel seguente ordine decrescente: fegato > muscolo > cuore > cervello (Tab. 2, Fig. 1).

Come in tutti i Vertebrati il fegato risulta quindi il principale organo di sintesi e di riserva di tale composto (12,8% peso fresco). Esistono tuttavia notevoli differenze sia

Tab. 2 - *Variazioni della concentrazione di glicogeno in tessuti di spigole alimentate con una dieta sperimentale.*

	GLICOGENO (% di peso fresco)				
Tessuto	Pool I	Pool II	Pool III	$\bar{X} \pm DS$	Fegato / Altro tessuto
Fegato	13,20	9,90	15,30	12,80 ± 2,78	—
Muscolo	0,51	0,65	0,64	0,60 ± 0,07	21,60
Cuore*	0,51				25,10
Cervello*	0,22				58,20

* Pool unico.

nel contenuto sia nella funzione di tali riserve glucidiche rispetto ai Mammiferi. In molte specie di Pesci, infatti, il contenuto di glicogeno epatico può essere 3-4 volte più alto dei Mammiferi. L'elevato rapporto tra glicogeno epatico e muscolare (22 : 1) nella spigola è caratteristico dei Pesci dove può arrivare anche a valori di 50 : 1, e risulta più alto di quello osservato nei Mammiferi (10 : 1) (LOVE, 1980).

A tal riguardo, come eccezioni si possono citare (*Salmo salar* in cui, in alcuni periodi dell'anno, è stato determinato un rapporto (7 : 1) inferiore anche a quello dei Mammiferi e *Lampetra fluviatilis* in cui il rapporto è addirittura a favore del muscolo, che presenta, a seconda delle stagioni, livelli di glicogeno da 3 a 10 volte superiori a quelli del fegato (SAVINA & WÓJTCZAK, 1977).

I livelli di glicogeno epatico possono variare all'interno di una singola specie di Pesci

a seconda del sesso (più abbondanti nei maschi), del ciclo riproduttivo, della stagione e del digiuno.

A tal riguardo è da rilevare che i livelli di glicogeno epatico presenti negli esemplari di spigola da noi analizzati nel mese di ottobre risultano più elevati rispetto a quelli riscontrati da STIRLING (1972) in precedenti ricerche in esemplari pescati in aprile nella baia di Napoli. Ciò potrebbe indicare variazioni stagionali di tali riserve negli esemplari giovani immaturi, anche se c'è da tener presente la diversa provenienza geografica ed ambientale (i nostri campioni d'allevamento, quelli di Napoli allo stato naturale).

Per quanto riguarda il digiuno la spigola presenta un rapido consumo delle riserve epatiche di glicogeno (STIRLING, 1976) come avviene in molti Pesci, mentre in altri non si osserva sia per l'elevata attività gluconeogenetica di questo organo, sia per il consumo di lipidi epatici o proteine muscolari.

Per quanto riguarda il muscolo, a somiglianza della maggior parte delle specie di Pesci, tale riserva glucidica risulta, da analisi effettuate su altri campioni di spigola, più concentrata nel muscolo rosso (0,77% peso fresco) rispetto al muscolo bianco (0,35%), anche se, come è noto, è quest'ultimo tipo di muscolo che utilizza preferenzialmente glucidi a scopo energetico, mentre il muscolo rosso utilizza maggiormente acidi grassi secondo l'ipotesi di due sistemi motori funzionalmente indipendenti. Alcuni Autori suggeriscono tuttavia l'ipotesi di interdipendenza funzionale dei due tipi di muscolo per cui il ruolo del muscolo rosso sarebbe quello di produrre metaboliti che verrebbero utilizzati nel muscolo bianco (LOVE, 1980).

Nel cuore di spigola le riserve di glicogeno (0,6%) risultano simili a quelle riscontrate in altre specie dell'Adriatico (PAVLOVIC, 1961) ed inferiori a quelle di *Tinca vulgaris* (2,7%) (DEMAEL-SUARD, 1972) e *Cyprinus carpio* (2,2%) (MURAT & SERFATY, 1970). È interessante infine notare che, a differenza delle specie suddette, in lampreda i livelli di glicogeno nel cuore sono più elevati rispetto al muscolo e al fegato (SAVINA & WOJTCZAK, 1977).

I livelli di glicogeno riscontrati nel cervello di spigola risultano simili a quelli osservati in altre specie di Pesci (HU & FRIEDE, 1970; NARASHIMAN & SUNDARARAJ, 1971). Ciò conferma che i Pesci tendono ad avere in questo organo riserve di glicogeno più elevate rispetto ai Mammiferi, che mantengono rigorosamente costanti anche durante l'esercizio fisico ed il digiuno. Tali riserve verrebbero quindi utilizzate solo in particolari situazioni di emergenza o di stress ambientale come, ad esempio, in condizioni di ipossia (LOVE, 1980).

A tal riguardo si può ricordare l'ipotesi secondo la quale le relativamente alte riserve di glicogeno cerebrale, assieme a quelle miocardiche, sarebbero, nei Pesci, animali eterotermi, un fattore di stabilità contro la ipoglicemia (PLISESTSKAJA, 1968). Altri autori sostengono tuttavia che cuore e cervello sarebbero troppo piccoli per poter avere, con le loro riserve glucidiche, un simile ruolo (OTTOLENGHI *et al.*, 1981).

Attività enzimatiche

Per avere ulteriori informazioni sul metabolismo glucidico sono state inoltre determinate le attività specifice della piruvato cinasi e della fosfoenolpiruvato carbossicinasi, enzimi chiave rispettivamente della glicolisi e della gluconeogenesi.

È chiaro che un'interpretazione metabolica basata esclusivamente sulla determinazione delle attività enzimatiche non può essere conclusiva in assenza di dati sulla concentrazione di metaboliti che possono funzionare «in vivo» da modulatori di questi enzimi chiave. Tuttavia le attività enzimatiche misurate «in vitro» possono fornire utili indicazioni sul potenziale glicolitico e gluconeogenetico dei tessuti in esame.

— Piruvato cinasi

La piruvato cinasi, che catalizza nella via glicolitica la formazione di piruvato da fosfoenolpiruvato, è stata trovata presente in tutti i tessuti ed organi esaminati (Tab. 3, Fig. 2) ed ha mostrato il seguente ordine decrescente: muscolo > cervello > cuore > fegato con rapporti di circa 90 : 21 : 16 : 1. La distribuzione della piruvato cinasi nella spigola è in accordo con quanto riscontrato in altre specie di Pesci (Knox *et al.*, 1980) a conferma che tutti i tessuti in esame hanno, in vario grado, capacità glicolitiche.

Tab. 3 - *Valori dell'attività specifica della piruvato cinasi relativi a tessuti di spigole alimentate con una dieta sperimentale.*

	PIRUVATO CINASI (PK) μmoli min^{-1} mg^{-1} prot.				
Tessuto	Pool I	Pool II	Pool III	$\bar{X} \pm$ DS	Altro tessuto / Fegato
Fegato	0,11	0,05	0,05	0,07 ± 0,04	—
Muscolo	4,06	8,67	5,93	6,22 ± 2,31	90
Cuore*	1,12				16
Cervello*	1,50				21

* Pool unico.

Il tessuto muscolare presenta di gran lunga l'attività specifica più elevata (6,22 U/mg proteina) a conferma che la glicolisi rappresenta in questo tessuto la maggior fonte di energia. In particolare su altri esemplari di spigola da noi esaminati, la piruvato cinasi del muscolo bianco risulta circa due volte più attiva (7,13 U/mg proteina) rispetto al

muscolo rosso (3,41 U/mg proteina) in accordo con la diversa utilizzazione delle riserve glucidiche nei due tipi di muscolo.

La piruvato cinasi muscolare dei Pesci si differenzia da quella corrispondente dei Mammiferi perché, in generale regolabile sia ad opera di modulatori (ATP, alanina e fruttosio 1-6 difosfato) (ZAMMIT *et al.*, 1978), sia ad opera di processi di fosforilazione-defosforilazione (HAKIM *et al.*, 1984). Tali caratteristiche la rendono pertanto più simile al tipo L presente nel fegato dei Mammiferi e conferiscono la possibilità di modulare meglio l'intensità del processo glicolitico anche in rapporto a stress ambientali.

La più bassa attività di piruvato cinasi riscontrata nel fegato (0,07 U/mg proteina) fa pensare ad uno scarso contributo energetico da parte della glicolisi in questo organo. Nel fegato di trota, ad esempio, sembra che la principale via di produzione di energia sia la ossidazione, nel ciclo di Krebs, di chetoacidi derivati dal catabolismo di aminoacidi, e qualche contributo sarebbe dato dalla ossidazione di acidi grassi. Nel fegato quindi il ruolo della glicolisi sarebbe piuttosto quello di fornire precursori per processi biosintetici (WALTON & OPWEY, 1982).

— Fosfoenolpiruvato carbossicinasi

La fosfoenolpiruvato carbossicinasi, che catalizza la riconversione da piruvato a fosfoenolpiruvato, a differenza della piruvato cinasi, non è ubiquitaria risultando infatti presente solo nel fegato e nel cuore con il rapporto di 10 : 1 (Tab. 4, Fig. 3).

Anche nella spigola il fegato risulta quindi il principale organo gluconeogenetico, in accordo con le più elevate quantità di glicogeno riscontrate. La presenza in questo organo di tutti gli enzimi necessari per la gluconeogenesi è stata dimostrata in fegati per-

Tab. 4 - *Valori dell'attività specifica della fosfoenolpiruvato carbossicinasi relativi a tessuti di spigole alimentate con una dieta sperimentale.*

FOSFOENOLPIRUVATO CARBOSSICINASI (PEPCK)

µmoli min^{-1} mg^{-1} prot.

Tessuto	Pool I	Pool II	Pool III	$\bar{X} \pm DS$	Fegato / Cuore
Fegato	0,016	0,011	0,009	0,012 ± 0,004	—
Muscolo	—	—	—	—	—
Cuore*	0,0012				10
Cervello*	—				—

* Pool unico.

Fig.1

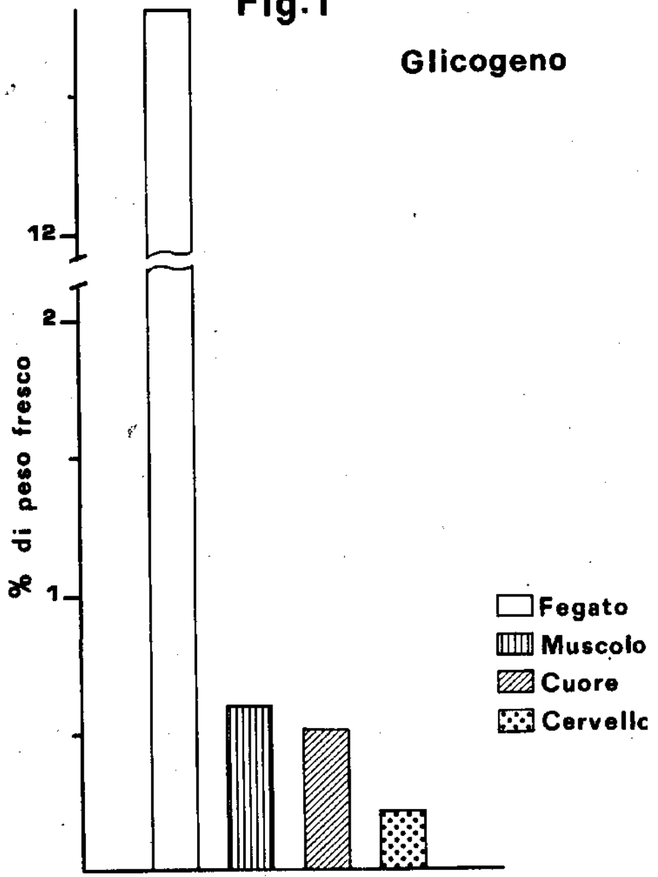


Fig. 2

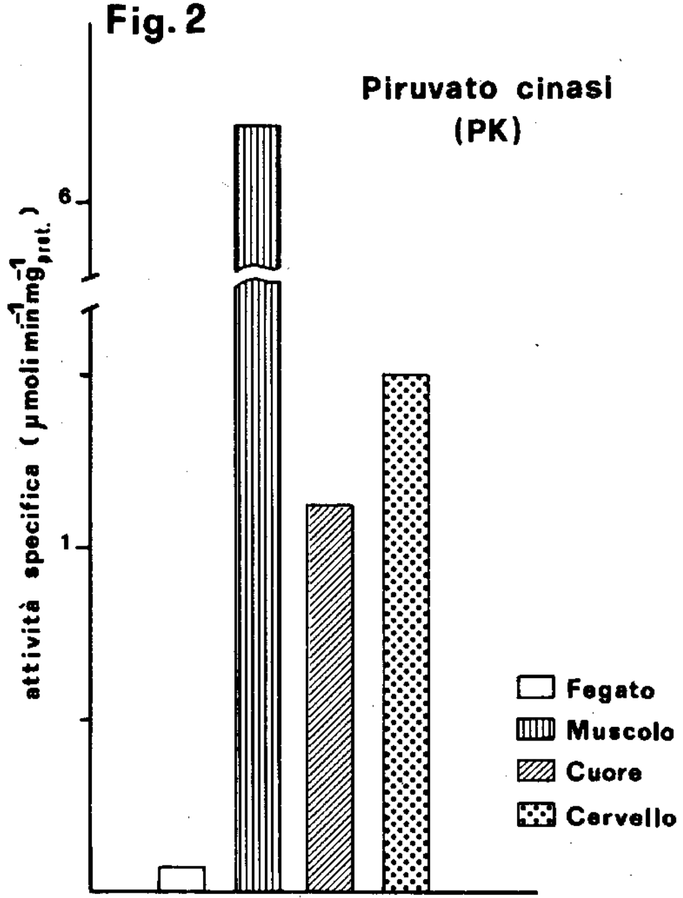
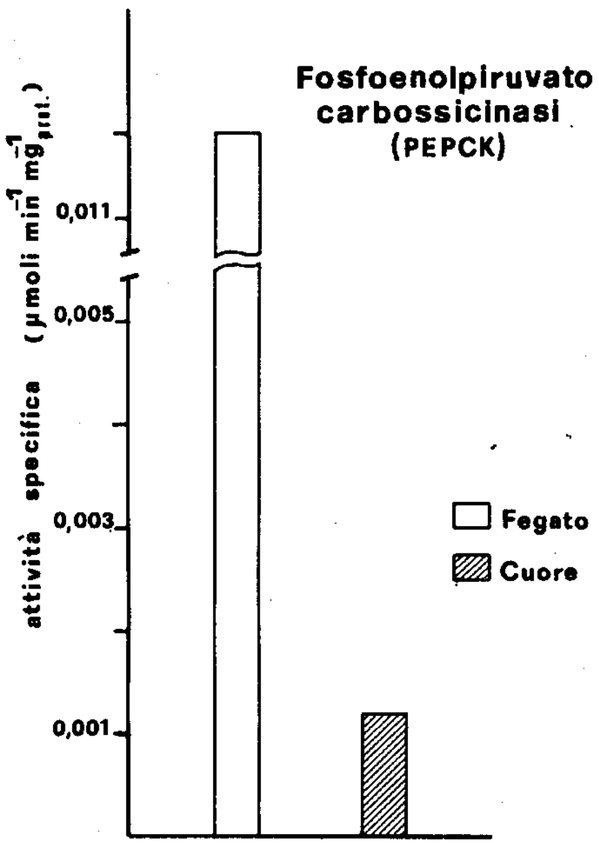


Fig. 3



Distribuzione delle riserve di glicogeno (Fig. 1), attività specifica della piruvato cinasi (Fig. 2) e della fosfoenolpiruvato carbossicinasi (Fig. 3) in tessuti di spigole alimentate con una dieta sperimentale.

fusi di anguilla, con la formazione di glucosio a partire da lattato o piruvato (HAYASHI & OOSHIRO, 1975).

È interessante notare che tale enzima può essere presente nel citoplasma e/o nel mitocondrio, a seconda delle varie specie di Pesci. La diversa distribuzione subcellulare può essere importante per capire le differenze tra le specie nel controllo della gluconeogenesi.

La presenza della fosfoenolpiruvato carbossicinasi nel cuore di spigola non è caratteristica comune a tutti i Pesci. Ad esempio KNOX *et al.* (1980) non trovano tale enzima nel cuore di *Salmo*, *Gadus* e *Pleuronectes*, mentre è descritto presente nel tessuto cardiaco di altre specie.

Si può notare infine che in ricerche eseguite su altri esemplari di spigola tale enzima è stato trovato presente anche nel muscolo rosso, con una attività (0,0022 U/mg proteina) superiore a quella riscontrata nel cuore. Ciò potrebbe collegarsi all'ipotesi avanzata da WITTENBERG (1972; 1973) secondo il quale, in alcuni Pesci, il lattato, prodotto in maggior misura nel muscolo bianco, potrebbe essere trasferito al muscolo rosso per essere trasformato in glucosio. Al contrario, altri Autori, in altre specie di Pesci, non riscontrando la presenza di fosfoenolpiruvato carbossicinasi, escludono la possibilità di gluconeogenesi nel tessuto muscolare a partire dal piruvato (KNOX *et al.*, 1980).

In conclusione tali ricerche hanno fornito indicazioni sulla distribuzione nei vari organi o tessuti di spigola delle riserve di glicogeno e del potenziale glicolitico e gluconeogenetico, ed i risultati ottenuti potranno essere comparati con quelli relativi alla dieta standard e ad altre diete sperimentali, in corso di studio, a differente composizione azotata, per vedere se ed in quale misura, per quanto riguarda i parametri utilizzati, il diverso apporto proteico possa influenzare il metabolismo glucidico nella spigola.

Summary

Gluconeogenesis in fish is an intense process which utilizes, owing to high protein content in the diet, especially endogenous and exogenous aminoacids, mainly alanine, serine and, by contrast with Mammals, glycine.

The diet composition with intrinsic factors, can influence also the glucose utilization.

The rate of glycolytic process in the muscular tissue of fish is, in general, inversely related to the dietary protein amount.

In the present research specimens of sea bass (Dicentrarchus labrax (L.)) were fed for 85 days on an experimental diet containing 25% of fish meal and 25% of casein.

In tissues of 3 pools of specimens glycogen, pyruvat kinase and phosphoenolpyruvate carboxykinase were determined.

Glycogen reserves showed always the following decreasing order: liver > red muscle > white muscle > heart > brain.

Particularly the ratio of liver glycogen to muscle glycogen (22: 1) was shown to be characteristic of Fish, and greater than in Mammals (10 : 1).

Pyruvate kinase activity, an index of glycolytic potential, decrease in the following order: white muscle > red muscle > brain > heart > liver > , phoshoenolpyruvate carboxykinase, an index of gluconeogenetic potential, was found in the liver, which is the main site of gluconeogenesis, in the red muscle and in the heart, which showed an activity respectively 5 and 10 times smaller than the liver.

These results will be compared with those of other experimental diets, actually studied, with different protein composition, in order to see if different diets can influence the sea bass carbohydrates metabolism.

Riassunto

Nella presente ricerca esemplari di spigola sono stati sottoposti per 43 giorni a una dieta sperimentale contenente il 25% di farina di pesce ed il 25% di caseina.

Nei tessuti di 3 pools di esemplari sono stati in seguito determinati il glicogeno, la piruvato cinasi e la fosfoenolpiruvato carbossicinasi.

L'andamento delle riserve di glicogeno ha mostrato il seguente ordine decrescente: fegato > muscolo rosso > muscolo bianco > cuore > cervello. In particolare il rapporto tra il glicogeno epatico e muscolare (22 : 1) è risultato caratteristico dei Pesci e più alto di quello dei Mammiferi (10 : 1).

L'attività della piruvato cinasi, indice del potenziale glicolitico, decresce nel seguente ordine: muscolo bianco > muscolo rosso > cervello > cuore > fegato.

La fosfoenolpiruvato carbossicinasi, indice del potenziale gluconeogenetico, è stata trovata attiva unicamente nel fegato che, come è noto, è il principale organo in cui si attua la ricostituzione delle riserve glucidiche, nel muscolo rosso e nel cuore che presentano un'attività rispettivamente 5 e 10 volte minore rispetto al fegato.

Ricerca effettuata con i fondi del Ministero dell'Agricoltura e Foreste nell'ambito del Progetto «Sviluppo Acquacoltura Nazionale», Sottoprogetto «Piscicoltura Marina».

Bibliografia

BRADFORD M. (1976) - A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Anal. Biochem.*, **72**: 248-254.

BÜCHER T., PFLEIDERER G. (1955) - Methods in Enzymology (Edited by Colowick S.P. and Kaplan N.O.), *Academic Press*, New York., **1**: 435-436.

DEMAËL-SUARD A. (1972) - Influence d'une anoxie brutale sur la régulation endocrinienne du métabolisme glucidique d'un Poisson Cyprinidé *Tinca vulgaris* L. *Societé de Biologie de Lyon*, **166**: 394-398.

HAKIM G., CARPENÉ E., CORTESI P., ISANI G. (1984) - Regolazione mediante fosforilazione della piruvato cinasi di animali acquatici. *Atti del 30° Congresso della Società Italiana di Biochimica*, 389. Lacco Ameno d'Ischia 7-10/10/1984.

HAO HU K., FRIEDE R.L. (1971) - Factors affecting glucose and glycogen content of bowfin brain *in vitro*. *Brain Research*, **25**: 143-151.

HAYASHI S., OOSHIRO Z. (1975) - Gluconeogenesis and glycolysis in isolated perfused liver of the eel. *Bull. Jap. Soc. Scient. Fish*, **41**: 201-208.

KNOX D., WALTON M.J., COWEY C.B. (1980) - Distribution of enzymes of glycolysis and gluconeogenesis in fish tissues. *Marine Biology*, **56**: 7-10.

LOVE R.M. (1980) - The chemical biology of Fishes. **2** Academic Press.

MURAT J.C., SERFATY A. (1970) - Au sujet d'un effet hypoglycémiant sur la thyroxine chez la Carpe, *Cyprinus carpio* L. *Societé de Biologie de Toulouse*, **164**: 1842-1843.

NARASIMHAN P.V., BANGALORE I., SUNDARARAJ (1971) - Effects of stress on carbohydrate metabolism in the Teleost *Notopterus notopterus* (Pallas). *J. Fish Biol.*, **3**: 441-451.

OTTOLENGHI C., PUVIANI A.C., BRIGHENTI L. (1981) - Glycogen in liver and other organs of catfish (*Ictalurus melas*): seasonal changes and fasting effects. *Comp. Biochem. Physiol.*, **68A**: 313-321.

PAVLOVIC V., KEKIC H., MLADJENOVIC O., VUKOTIC N. (1961) - Le sucre du sang et la concentration de glycogène dans le foie, le cœur et les muscles de certaines espèces de poissons de la mer Adriatique. *Rapp. P.-v. Réun. Comm. Int. Explor. Scient. Mer Méditerr.*, **18**: 279-281.

PLISETSKAYA E. (1968) - Brain and heart glycogen content in some Vertebrates and effect of insulin. *Endocr. Exp.*, **2**: 251-262.

SAVINA M.V., WOJTCZAK A.B. (1977) - Enzymes gluconeogenesis and the synthesis of glycogen from glycerol in various organs of the lamprey (*Lampetra fluviatilis*). *Comp. Biochem. Physiol.*, **57B**: 185-190.

STIRLING H.P. (1972) - The proximate composition of the european bass *Dicentarchus labrax* (L.) from the bay of Naples. *J. Cons. int. Explor. Mer*, **34**, (3): 357-364.

STIRLING H.P. (1976) - Effects of experimental feeding and starvation on the proximate composition of the european bass *Dicentrarchus labrax Mar. Biol.*, **34**: 85-91.

UTTER M.F., KURAHASHI K. (1954) - Mechanism of action of oxaloacetic carboxylase. *J. Biol. Chem.*, **207**: 821-840.

VAN HANDEL E. (1965) - Estimation of glycogen in small amounts of tissues. *Anal. Biochem.*, **11**: 256-265.

WALTON M.J., COWEY C.B. (1982) - Aspects of intermediary metabolism in salmonid fish. *Comp. Biochem. Physiol.*, **73B** (1): 59-79.

WITTENBERGER C. (1972) - The glycogen turnover rate in mackerel muscles. *Mar. Biol.*, **16**: 279-280.

WITTENBERGER C. (1973) - Metabolic interaction between isolated white and red carp muscles. *Revue roum. Biol.* (Sér. Zool.), **18**: 71-76.

ZAMMIT V.A., BEIS I., NEWSHOLME E.A. (1978) - Maximum activities and effects of fructose biphosphate on pyruvate kinase from muscles of Vertebrates and Invertebrates in relation to the control of glycolysis. *Biochem. J.* , **174**: 989-998.

OEBALIA 1985, vol. XI, N.S.: 85-92 *ISSN: 0392-6613*

A. CORTI* S. ASTANCOLLE* P. DAVALLI* G. PICCININI*
A. CASTI** R. VIVIANI***

*Istituto di Chimica Biologica dell'Università di Modena - Italy
**Istituto di Chimica Biologica dell'Università di Parma - Italy
***Istituto di Biochimica dell'Università di Bologna - Italy

POLIAMINE ED ENZIMI DELLA LORO BIOSINTESI IN *DICENTRARCHUS LABRAX*

Abstract

Polyamines and enzymes of their bio-synthesis in Dicentrarchus labrax.

Both the concentration of polyamines and the activity of the two enzymes of their biosynthesis ornithine decarboxylase and s-adenosylmethionine decarboxylase, are well detectable in the liver of Dicentrarchus labrax.

Key-words: *Dicentrarchus labrax*, polyamines, arginase.

Introduzione

Le poliamine spermidina e spermina e la diamina putrescina, precursore biosintetico delle prime due, sono derivati alifatici aminati presenti in tutte le cellule. Negli ultimi vent'anni il loro studio ha avuto uno sviluppo esplosivo, soprattutto per il ruolo ad esse attribuito nei processi di crescita e moltiplicazione cellulare (WILLIAMS-ASHMAN *el al.*, 1975; TABOR & TABOR, 1984); non è stato, tuttavia, ancora individuato il meccanismo molecolare attraverso cui la loro azione si esercita.

L'ornitina decarbossilasi (ODC), primo enzima nella via di biosintesi delle poliamine, catalizza la decarbossilazione dell'aminoacido ornitina per dare putrescina e regola la velocità di tutto il processo. Si tratta di un enzima con caratteristiche molto particolari: la sua mezza vita di 10-15 minuti, è la più breve fra gli enzimi conosciuti; è pertanto estramente instabile nella cellula e la sua sintesi può essere indotta da un gran numero di stimoli chimici, nervosi, ormonali ecc., in particolare da quelli che causano aumenti di sintesi proteica e crescita cellulare (WILLIAMS-ASHMAN *et al.*, 1975; TABOR & TABOR, 1984).

Il secondo enzima della via di biosintesi delle poliamine è la S-adenosilmetionina decarbossilasi (SAMDC) (CORTI *et al.*, 1984), che catalizza la formazione di S-adenosilmetionina decarbossilata; questa fornisce il gruppo propilaminico che la sper-

midina sintasi trasferisce alla putrescina per dare spermidina e la spermina sintasi trasferisce sulla spermidina per dare spermina.

Anche questa seconda decarbossilasi rappresenta un punto di regolazione, seppure meno importante, nella produzione di poliamine. Nei Mammiferi la sua attività dipende dalla disponibilità di putrescina.

In considerazione del coinvolgimento delle poliamine nei processi di crescita e moltiplicazione cellulare, abbiamo ritenuto utile avviare il loro studio in un teleosteo marino, il *Dicentrarchus labrax* (branzino), allevato in acquicoltura, con il fine di ottenere indicazioni sulle risposte del metabolismo dell'animale al variare delle condizioni di allevamento. Non ci risulta che esistano nella letteratura internazionale dati sulle poliamine in questo organismo.

Materiali

D-L ornitina-^{14}COOH (57 mCi/mmole), L-S-adenosilmetionina-^{14}COOH (60 mCi/mmole) e L-Arginina ^{14}C (336 mCi/mmole) erano prodotti Amersham, England. Dansile, ditiotreitolo, putrescina spermidina e spermina erano acquistate da Sigma, st. Louis, Mo., USA. Iamina da New England Nuclear, Dreieich, West Germany e ureasi tipo S da Boehringer Mannheim, Mannheim, West Germany. α-DFMO era gentilmente offerto dalla Merrell Dow, Strasbourg, France.

Metodi

Gli estratti per determinare le attività enzimatiche erano ottenuti omogenizzando il fegato di branzino in 10 volumi di Tris-HCl 20 mM pH 7,20 e centrifugando 20.000 × g × 30' a 0°C.

L'attività dell'ornitina decarbossilasi era saggiata misurando la quantità di $^{14}CO_2$ rilasciata da ornitina-^{14}COOH come indicato precedentemente (Casti *et al.*, 1978). In un volume di 0,5 ml erano presenti: Tris-HCl 100 mM pH 7,20, ditiotreitolo 1,0 mM piridossal-5'-fosfato 0,1 mM, ornitina-^{14}COOH 1 μCi e un volume di estratto di fegato corrispondente circa a 1 ml di proteina. Dopo un'incubazione a 37°C per 30 min. la reazione era bloccata con 1 ml di acido tricloroacetico 10%, la $^{14}CO_2$ liberata veniva intrappolata con iamina e la radioattività misurata con un contatore a scintillazione liquida.

La S-adenosilmetionina decarbossilasi era determinata (Casti *et al.*, 1978) nello stesso estratto incubando per 30 min. a 37°C una miscela contenente tampone fosfato 50 mM pH 7,20, ditiotreitolo 5,0 mM, putrescina 5,0 mM, S-adenosilmetionina-^{14}COOH 1 μCi e un volume di estratto corrispondente circa a 2 mg di proteina. La $^{14}CO_2$ era determinata come per l'ornitina decarbossilasi.

L'attività arginasica era saggiata determinando, mediante ureasi, l'urea-^{14}C liberata da arginina uniformemente marcata con ^{14}C (0,5 μCi); la determinazione era eseguita dopo 30 min. di incubazione dell'estratto di fegato nelle condizioni dell'ornitina decar-

bossilasi, in presenza di α-DFMO 1,0 mM per bloccare quest'ultima attività. La $^{14}CO_2$ liberata per azione dell'ureasi era misurata come sopra.

Per determinare la concentrazione delle poliamine i fegati erano omogenizzati in 2,5 volumi di acido perclorico 0,2 M e l'omogenato era centrifugato a 8000 g × 15 min.

Ad aliquote del sopranatante portate a pH 7,0 con KOH 1,8 N veniva aggiunto carbonato di sodio 1,5 M e dansile (15 mg/ml di acetone) secondo la metodica indicata da SEILER *et al.* (1978).

Dopo aver lasciato reagire la miscela al buio per 16 ore le poliamine coniugate con il dansile venivano estratte con benzene e la loro concentrazione determinata mediante cromatografia liquida ad alta pressione (Waters Associate, Milford, MA., USA). Le proteine erano misurate secondo LOWRY *et al.* (1951), utilizzando albumina sierica bovina come standard.

Risultati

La Tab. 1 riporta il quadro complessivo della presenza di poliamine, di putrescina e dei due enzimi principali della loro biosintesi in fegato di vari esemplari di branzino. Gli animali, alimentati con una dieta standard (55% farina di aringhe, 23% destrine, 11% lipidi, integrato a 100 con sali minerali e vitamine) avevano pesi oscillanti fra 211

Tab. 1 - *Attività ornitina decarbossilasi e S-adenosilmetionina decarbossilasi in vari campioni di fegato di branzino.*

Campione	ODC nmoli CO_2/h/mg prot.	SAMDC	PUT nmoli/g	SPD peso	SP fresco
1	120	8	—	—	—
2	76	—	—	—	—
3	160	17	—	—	—
4	46	—	—	—	—
5	39	18	102	483	256
6	60	31	220	690	276
7	144	31	372	866	282
8	—	28	106	474	301

Il sistema di incubazione per le decarbossilasi è indicato in Materiale e Metodi. (L'incubazione era fatta a 37°C; incubando a 21°C l'attività si riduceva di due terzi). L'attività specifica di due enzimi in fegato di ratto adulto misurata nelle stesse condizioni oscilla fra 4 e 40 per l'ODC e 20-32 per la SAMDC. Le concentrazioni di putrescina nello stesso organo sono attornò a 20 nmoli/g.p.f., quelle di spermidina 850 nmoli/g.p.f., quelle di spermina.900 nmoli/g.p.f.

e 293 gr. L'attività ODC mostra ampie variazioni individuali, ma in media si mantiene ben al di sopra dei valori trovati in fegato di ratto, nelle stesse condizioni sperimentali. La SAMDC ha un andamento più omogeneo e non segue le oscillazioni della prima decarbossilasi; ciò conferma che anche in questo organismo la SAMDC non è soggetta alle rapide fluttuazioni di concentrazioni enzimatica a cui è soggetta l'ODC. Va però ricordato che l'attività da noi misurata *in vitro* è stata ottenuta con concentrazioni ottimali di putrescina (vedi Materiale e Metodi), mentre *in vivo* le fluttuazioni della diamina, dovute alle variazioni dell'ODC, possono determinare una maggiore corrispondenza nell'attività dei due enzimi nei vari esemplari.

La distribuzione delle poliamine in fegato di branzino ha un andamento assai particolare rispetto al quadro che si incontra nel fegato di ratto e in altri organi di Mammiferi in generale. Le concentrazioni di putrescina sono straordinariamente elevate sia come valore assoluto, che in rapporto a spermidina e spermina. Questi alti valori di putrescina non si trovano neppure durante il periodo di più rapida crescita del ratto. I valori di concentrazione di spermidina sono invece assai prossimi a quelli che mediamente si trovano in fegato di ratto adulto e quelli di spermina sono notevolmente inferiori. Per questo motivo il rapporto spermidina/spermina, considerato da molti come indice di crescita dei tessuti e che in animali adulti si aggira sull'unità, risulta qui assai elevato.

La Tab. 2 indica la notevole sensibilità dell'ODC nell'estratto di fegato di pesce alla denaturazione termica. Incubando per 30 min. a 40°C si perde più del 50% dell'attività, in 60 min. più dell'80%. Grande effetto stabilizzante è esercitato dal coenzima della decarbossilasi, il piridossal-5'-fosfato; non esercita invece nessuna protezione la presenza di ditiotreitolo, che pure, aggiunto in concentrazioni ottimali nel sistema di incubazione, fa aumentare l'attività dell'enzima. Per questo motivo il piridossal-5'-fosfato veniva sempre aggiunto al mezzo di omogenizzazione.

Tab. 2 - *Effetto della denaturazione termica (bagnomaria 40°C) sull'attività ODC di estratto di fegato di branzino. L'estratto usato è quello del campione 7 della tabella precedente.*

	+ NULLA	+ DTT 1,0 mM	+ PLP 0,1 mM	+ DTT + PLP
0	100%			
30'	45%	31%	88%	74%
60'	17%	18%	50%	58%
120'	13%	8%	67%	60%

La funzione classicamente svolta dall'ornitina nel metabolismo degli animali cosiddetti ureotelici è quello di partecipare, nel fegato, al ciclo dell'urea. In questo processo essa rappresenta il supporto molecolare che acquisisce due gruppi aminici provenienti dalla deaminazione degli aminoacidi, dando luogo ad una molecola di arginina; da questa, ad opera dell'arginasi, si riforma ornitina e si libera urea.

L'ornitina non è un aminoacido presente nelle proteine, la quantità introdotta con la dieta è quindi modesta, la reazione arginasica, pertanto, non è solo parte integrante del ciclo dell'urea, ma ha anche significato per la sua biosintesi da arginina. Negli animali cosiddetti ammoniotelici, come è appunto il caso dei Teleostei, la funzionalità del ciclo dell'urea è molto limitata. Infatti, anche se gli enzimi del ciclo sono probabilmente tutti presenti (HUGGINS *et al.*, 1969) la loro attività è bassissima. Il più attivo rimane l'arginasi (HUGGINS *et al.*, 1969) e appare molto probabile che il significato di ciò sia la necessità di produrre ornitina per la biosintesi delle poliamine (vale la pena di ricordare che è stata descritta nei Mammiferi anche una via metabolica reversibile che da ornitina porta a prolina)(SHIH, 1981).

Per quanto su esposto, ci è sembrato opportuno studiare l'attività arginasica nel fegato di branzino e la sua capacità di fornire substrato di ornitina per la sintesi delle poliamine. La Tab. 3 dà un'indicazione indiretta della presenza dell'arginina in quest'organo; l'estratto da esso ottenuto infatti determina liberazione della stessa quantità di $^{14}CO_2$ sia utilizzando come substrato ornitina-^{14}COOH, oppure arginina uniformemente marcata con ^{14}C, alle stesse concentrazioni. Nell'estratto di fegato di branzino dunque è presente un'attività arginasica che trasforma rapidamente l'arginina marcata in ornitina marcata, e questa diventa substrato per l'ODC. La reazione arginasica è sufficientemente veloce, nel nostro sistema, da trasformare tutta l'arginina in ornitina, fornendo una quantità di substrato all'ODC uguale a quella che l'enzima ha a disposizione quando viene aggiunta direttamente una concentrazione di ornitina uguale a quella di arginina. Il fatto che la liberazione di CO_2 dell'arginina sia completamente bloccata dall'inibitore specifico dell'ODC, α-DFMO, ci assicura che non si tratta di attività arginina decarbossilasi, che catalizza il distacco diretto di CO_2 da arginina e che è stata descritta, a tutt'ora, solo in piante e batteri.

Tab. 3 - *Attività specifica dell'ornitina decarbossilasi di fegato di branzino da L-arginina-^{14}C o L-ornitina-^{14}C in presenza o assenza dell'inibitore specifico dell'ornitina decarbossilasi* α-difluorometilornitina (α-DFMO).

Substrato	L-arginina-^{14}C 17,6 μM	L-arginina-^{14}C + α-DFMO 1,0 mM	L-ornitina 17,6 μM	L-ornitina + α-DFMO 1,0 mM
pmoli/h mg prot.	89	0	95	0

La determinazione diretta dell'attività arginasica, effettuata titolando mediante ureasi, l'urea radioattiva prodotta da arginina uniformemente marcata, consentiva di confermare che questo enzima è presente nel fegato di branzino, con un'attività specifica molto elevata (8,4 nmoli urea-^{14}C/h/mg proteina) paragonabile a quella del fegato di ratto misurata nelle stesse condizioni (18,5 nmoli urea-^{14}C/h/mg proteina). Era inoltre confermato da questi ultimi esperimenti che la molarità dell'urea liberata (14,1 nmoli) corrisponde praticamente alla molarità dell'arginina aggiunta nella miscela di reazione (17,6 nmoli), a riprova che quest'ultima è quasi totalmente trasformata in ornitina dall'arginasi nel periodo di incubazione considerato.

Discussione

Il fegato di branzino presenta un'elevata attività ornitina decarbossilasi, che, pure con ampie variazioni individuali, è al di sopra dei livelli riscontrabili in ratto in periodi di intensa crescita. Questo sta forse ad indicare che gli animali da noi studiati si trovano ancora in fase di accrescimento. Le ampie variazioni individuali dell'ODC, molto maggiori che per la SAMDC, indicano che anche in branzino l'ODC è sensibile a molteplici stimoli fisiologici in parte riconosciuti. D'altra parte gli animali in esperimento non hanno le caratteristiche di uniformità genetica dei tipici mammiferi selezionati per gli esperimenti di laboratorio (ratto, topo, ecc.).

L'elevata concentrazione di putrescina e quella relativamente più bassa di spermidina e spermina, fanno pensare che la produzione di poliamine non sia limitata solo dalla disponibilità del precursore, ma che esista un'altra tappa importante di controllo a valle dell'ODC che regola l'utilizzazione del suo prodotto.

L'arginasi, enzima che catalizza l'idrolisi dell'arginità per dare urea e ornitina, va probabilmente considerato non solo come partecipante alla formazione dell'urea, ma anche come enzima della biosintesi delle poliamine. Con ciò si può spiegare la sua presenza in tessuti extraepatici nei mammiferi e nel fegato di animali ammoniotelici.

In fegato di branzino l'attività da noi trovata è dello stesso ordine di grandezza che in fegato di ratto, ed è comunque sufficientemente elevata da trasformare totalmente le concentrazioni di arginina che sono state saggiate (Materiali e Metodi) in ornitina. Infatti l'attività ODC che contemporaneamente si svolge non risulta limitata dalla disponibilità di substrato. L'esigenza di alte concentrazioni di putrescina presentata dal teleosteo da noi studiato può dunque, almeno in parte, spiegare la presenza di un'attività arginasi elevata nel fegato di animali che non utilizzano l'urea per eliminare l'azoto aminico.

Summary

Both the concentration of polyamines and the activity of the two enzymes of their biosynthesis, ornithine decarboxylase and S-adenosylmethionine decarboxylase, are well detectable in the liver of Dicentrarchus labrax. *The activity of the first decarboxylase is higher than in the liver of adult rat, so is the concentration of its product putrescine. The activity of S-adenosylmethionine decarboxylase and the concentration of spermidine are the same as in rat liver, while the concentration of spermine is lower.*

*Arginase is also present in the liver of the teleost with high activity, probably related to polyamine production. In fact the enzyme, present in the crude extract together with ornithine decarboxylase, converts (*in vitro*) arginine to ornithine and urea at such a rate that the same activity of ornithine decarboxylase is obtained either with labeled ornithine or with the same concentration of labeled arginase as substrate.*

When tested by titration of the urea product, arginase specific activity showed to be about one half that of rat liver under the same conditions.

Riassunto

In fegato di branzino (*Dicentrarchus labrax*) è stata determinata la concentrazione di poliamine e l'attività dei primi due enzimi della loro biosinesi, orinitina decarbossilasi e S-adenosilmetionina decarbossilasi. L'attività specifica della prima decarbossilasi è più alta che in fegato di ratto adulto come pure la concentrazione del suo prodotto putrescina. L'attività S-adenosilmetionina decarbossilasi e la concentrazione di spermina sono allo stesso livello del fegato di ratto, mentre la concentrazione di spermina è più bassa.

Anche l'arginasi è presente nel fegato del teleosteo con un'attività molto elevata. Probabilmente essa è in relazione con la produzione di poliamine. Infatti, *in vitro*, l'enzima che è presente nell'estratto grezzo assieme all'ornitina decarbossilasi, catalizza la trasformazione di arginina in ornitina ed urea ad una tale velocità che l'attività ornitina decarbossilasi si mantiene allo stesso livello sia in presenza di ornitina-^{14}COOH che di arginina-^{14}C alla stessa concentrazione.

Titolando mediante ureasi l'urea prodotta l'attività specifica dell'arginasi del fegato di branzino mostrava di essere circa la metà di quella del fegato di ratto saggiato nelle stesse condizioni.

Bibliografia

CASTI A., CORTI A., ORLANDINI G., DRUSIANI F., CALDARERA C.M. (1978) - Polyamines biosynthesis in rabbit perfused heart under various degrees of oxygen tension. *Life Sci.*, **23:** 1337-1342.

CORTI A., DAVE C., WILLIAMS-ASHMAN H.G., MIHICH E., SCHENONE A. (1984) - Specific inhibition of the enzymathic decarboxylation of S-adenosylmethionine by methylglyoxal bis - (guanylhydrazon) and related substances. *Biochem J.*, **139:** 351-357.

HUGGINS A.K., SKUTSCH G., BALDWIN E. (1969) - Ornithine-urea cycle enzymes in teleostean fish. *Comp. Biochem. Physiol.*, **28**: 581-602.

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.

SEILER N., KNODGEN B., EISENBEISS F. (1978) - Determination of di-and polyamines by high performance liquid chromatographic separation of their 5-dimethylaminonaphthalene-1-sulphonyl derivatives. *J. Chromatogr.*, **145:** 29-39.

SHIH V.E. (1981) - Regulation of ornithine metabolism. *Enzyme*, **26**: 254-258.

TABOR C.W., TABOR H. (1984) - Polyamines, *Ann. Rev. Biochem.*, **53:** 749-790.

WILLIAMS-ASHMAN H.G., CORTI A., TADOLINI B. (1975) - On the development of specific inhibition of animal polyamines biosynthetic enzymes. *It. J. Biochem.*, **25**: 5-31.

OEBALIA 1985, vol. XI, N.S.: 93-100 *ISSN 0392-6613*

E. ORLANDO
Istituto di Zoologia dell'Università
Via Università, 4 - 41100 Modena - Italy

VALUTAZIONE DELL'INQUINAMENTO MARINO DA METALLI PESANTI TRAMITE L'USO DI INDICATORI BIOLOGICI

Abstract

Evaluation of heavy metals sea pollution by marine bioindicators.

This study points out the various problems faced when biomonitoring heavy metals pollution in seawater as the criteria to follow in the selection of an appropriate bioindicator and the methods of sampling. The influence of factors such as body-size, season and sex, are discussed.

Key-words: Biomonitoring, Heavy metals, Bivalves, Accumulation, Concretions.

Introduzione

L'inquinamento ambientale da metalli pesanti ad opera dell'uomo inizia verso la metà del XIX secolo con l'avvento dello sviluppo industriale di molti paesi e coincide praticamente con lo sfruttamento delle risorse carbonifere. La sequenza cronologica del contenuto di metalli pesanti, dedotta dall'analisi di carote estratte dal sedimento del mar Baltico, indica un progressivo arricchimento di questi elementi negli ultimi 150 anni (SUESS & ERLENKEUSER, 1975).

I ben noti e catastrofici casi di avvelenamento da mercurio nella baia di Minamata negli anni 1950 scossero fortemente l'opinione pubblica e sollevarono il problema della pericolosità dei metalli quando scaricati indiscriminatamente nell'ambiente. Da allora l'attenzione di moltissimi ricercatori è stata diretta a problematiche di monitoraggio di metalli pesanti nelle acque e nel materiale biologico, ai meccanismi di accumulo ed ai conseguenti eventuali effetti tossici sugli animali e sull'uomo. La reale pericolosità di alcuni metalli è verosimilmente molto inferiore a quella stimata dai primi ricercatori, tanto che oggi solo il cadmio figura nella cosiddetta lista nera delle sostanze che richiedono attente misure internazionali di controllo per il loro utilizzo. Recentemente però sono stati messi in dubbio anche alcuni effetti deleteri del cadmio sulla salute dell'uomo, come ad esempio il suo coinvolgimento nella dolorosa malattia ossea di «itai-itai», nell'ipertensione e nell'insorgenza del cancro (TAYLOR, 1984).

La tossicità dei metalli pesanti per gli organismi deriva dalla loro capacità di ridurre od inibire l'attività di molti enzimi: anche metalli quali rame, manganese e zinco che in basse concentrazioni sono «essenziali» per una corretta crescita e sviluppo dell'organismo divengono tossici a concentrazioni cellulari elevate.

La presenza di aree marine con elevate concentrazioni di metalli pesanti di origine naturale o derivati dall'attività umana ha probabilmente imposto una serie di strategie di adattamento per la sopravvivenza degli organismi. Nelle aree inquinate da metalli di molti estuari si ritrovano ad esempio popolazioni di molluschi lamellibranchi che risultano perfettamente adattati alla presenza di questi elementi: la base della tolleranza verso i metalli pesanti implica probabilmente sia meccanismi genetici involgenti la selezione dei genotipi più adatti a sopravvivere in ambiente ad alto livello di metalli, sia meccanismi non genetici basati sulla plasticità dei genotipi ad adattarsi ad un ampio spettro di condizioni ambientali attuando diverse strategie per ridurre l'effetto tossico di questi elementi.

Una di queste strategie consiste ad esempio nella capacità di detossificare certi metalli legandoli in un complesso non tossico con proteine a basso peso molecolare, le metallotioneine (Lowe & Moore, 1979; Roesijadi, 1981; Viarengo *et al.*, 1980), la cui funzione naturale sarebbe collegata al metabolismo del rame e dello zinco (Buhler & Kagi, 1974).

Problemi del monitoraggio di metalli pesanti

Monitoraggio nelle acque

Lo scopo del monitoraggio ambientale di metalli pesanti è quello di collezionare dati sulle concentrazioni di metalli nell'ambiente, dati che opportunamente elaborati possono servire a ricavare mappe indicanti le concentrazioni metalliche nelle zone esaminate. Tali mappe sono utilizzabili per tenere sotto controllo il grado d'inquinamento seguendo nel tempo eventuali variazioni dai livelli di concentrazione riscontrati nella prima operazione di monitoraggio.

Generalmente, dal momento che la maggior parte degli apporti di contaminanti si ritrova nella fascia costiera ed in specie alla foce dei grandi fiumi dei paesi a forte sviluppo industriale, un'operazione di monitoraggio delle acque dovrebbe verosimilmente iniziare da queste zone e procedere progressivamente verso il largo tenendo conto che se concentrazioni poco elevate si rinvengono nelle acque costiere e negli organismi accumulatori, non vi è generalmente ragione di sospettare inquinamenti elevati nelle aree marine più distanti dalla costa. Le misure di metalli eseguite direttamente sull'acqua di mare sono analiticamente spesso più complesse rispetto alle determinazioni che vengono eseguite su organismi. Ciò per i problemi connessi alla matrice salina e per le metodiche spesso difficoltose quando l'elemento è presente solo in tracce. I dati forniti dalle acque danno inoltre un'immagine «flash» della situazione al momento del prelie-

vo: quindi nelle zone costiere come gli estuari, dove esiste possibilità di rimescolamento di masse di acque diverse, le misure sono suscettibili di forti variazioni nel tempo in dipendenza di vari fattori come quelli metereologici, climatici, idrodinamici, ecc.

Monitoraggio negli organismi

Molti di questi svantaggi sono superabili mediante l'impiego di «indicatori biologici», organismi generalmente incapaci di regolare le concentrazioni interne e che accumulano metalli con fattori di concentrazione che talora possono raggiungere valori di 10^5-10^7 rispetto all'acqua di mare.

La conoscenza delle concentrazioni di metallo nel materiale biologico fornisce inoltre indicazioni molto importanti per la salvaguardia della salute dell'uomo, dal momento che è principalmente attraverso la dieta che l'uomo assume questi elementi. Attraverso le catene alimentari si può avere infatti un arricchimento di metallo.

Le concentrazioni nelle acque anche se elevate non necessariamente significano pericolo per gli organismi acquatici in quanto non tutto il metallo può essere presente in forma biologicamente disponibile. Ad esempio Howell (1983) in uno studio sull'accumulo di rame in nematodi marini viventi in due zone a diversa quantità di rame nei sedimenti ha rilevato una maggiore quantità di rame legato alla cuticola negli animali provenienti dalla zona meno inquinata. Questo fenomeno è stato imputato alla diversa forma chimica in cui è presente il metallo: nella zona meno inquinata infatti la maggior parte di esso era presente in forma ionica mentre nella zona più inquinata il rame risultava legato in complessi con sostanze organiche. La forma ionica del rame è la sola disponibile a legarsi a siti di segno contrario presenti nelle molecole organiche della cuticola.

Un indicatore biologico fornisce inoltre rispetto all'acqua una immagine dell'inquinamento di tipo «integrato», riferita cioè a tutto l'arco di vita dell'organismo e pertanto più rappresentativa delle condizioni ambientali.

Scelta del biondicatore

La scelta dell'organismo bioindicatore va effettuata tenendo conto che deve presentare un fattore di concentrazione sufficientemente elevato per i metalli da monitorare, deve essere di facile reperibilità nelle zone da studiare ed essere abbastanza sedentario per rappresentare effettivamente l'area considerata. Ciò naturalmente in linea generale dal momento che il tipo di contaminante o la particolare area possono richiedere qualche deroga.

Un programma di monitoraggio su larga scala è già stato avviato da parecchi anni negli Stati Uniti utilizzando i mitili come bioindicatori (Mussel Watch Programme): tuttavia molte volte i dati raccolti in questo programma non sono pienamente sfruttabili perché non accompagnati da alcuni dettagli che possono essere importanti per la loro interpretazione. Alcuni di questi dettagli si riferiscono all'ubicazione precisa del cam-

pionamento, come ad esempio la profondità e le caratteristiche del substrato, l'epoca del prelievo ad esempio in relazione all'emissione dei gameti, la specificazione dei valori di alcuni parametri chimico-fisici più importanti quali la salinità e la temperatura delle acque.

Pianificazione del campionamento

Una volta scelto l'organismo indicatore, occorre effettuare un'indagine preliminare, importante ai fini della pianificazione dell'esperimento, volta a rilevare la naturale variabilità delle concentrazioni metalliche nel bioindicatore. Tale indagine viene normalmente effettuata in un'area possibilmente non contaminata con le stesse caratteristiche ecologiche delle zone marine da monitorare e che può essere quindi utilizzata nel confronto dal momento che i valori qui ottenuti possono essere considerati come livelli di base.

I parametri statistici relativi a questa popolazione possono, opportunamente elaborati, fornire indicazioni sulla dimensione del campione necessaria per ottenere sufficiente precisione di analisi permettendo contemporaneamente di ridurre i costi dell'impresa ed i tempi di lavoro (GORDON *et al.*, 1980). Tali metodi, quale ad esempio quello descritto da DIXON & MASSEY (1969), si avvalgono della stima di μ e σ^2 e permettono di stabilire la dimensione del campione espressa in numero di individui, una volta fissata la risoluzione che vogliamo ottenere nell'analisi della differenza tra medie.

Alcune volte per ottenere una stima migliore della media della popolazione e nello stesso tempo ridurre la quantità delle analisi si impiegano pools di individui anzicché individui singoli. Comunque l'utilizzo di pools non deve prescindere dalla fase iniziale di misure individuali volte a stimare la variabilità individuale nella popolazione.

La variabilità delle misure può risultare molto elevata anche in condizioni di non contaminazione in quanto influenzata da fattori di natura diversa. Oltre a fattori chimico fisici quali la temperatura, la salinità delle acque, ecc. (PHILLIPS, 1976), occorre prendere in considerazione:

1 - la taglia o età degli animali
2 - la stagione di campionamento
3 - il sesso degli individui

Influenza della taglia

L'influenza della taglia, studiata da BOYDEN (1974) in vari molluschi gasteropodi e lamellibranchi, si può esprimere mediante un' equazione di tipo geometrico

$$Q_{me} = a\ P^b$$

dove Q_{me} è la quantità di metallo corporeo, P il peso corporeo, a e b sono costanti. Tale espressione si può linearizzare dopo trasformazione logaritmica di entrambi gli assi cartesiani. BOYDEN ha individuato inoltre tre diversi tipi di regressione lineare. Per $b = 0,77$ si può ipotizzare una connessione tra l'andamento del contenuto di metalli pesanti e il metabolismo corporeo, in quanto una simile relazione è mostrata da molti processi metabolici quali ad esempio la respirazione; $b = 1$, il contenuto di metallo è correlato linearmente al peso del corpo, sottintende invece la formazione di composti metallici meno facilmente scambiabili all'interno dei tessuti; $b = 2$ presuppone invece un accumulo nei tessuti.

L'influenza della taglia può essere minimizzata ricorrendo per il campionamento ad individui di grandezza corporea omogenea, oppure operando opportune correzioni una volta individuato il tipo di regressione metallo corporeo-taglia. Il problema comunque non è sempre così semplice poiché taglie simili in popolazioni diverse possono rappresentare età diverse a causa di differenti velocità di accrescimento.

Influenza della stagione e del sesso

Influenze stagionali sull'accumulo di diversi metalli sono state descritte in varie specie di molluschi bivalvi e possono dipendere da variazioni di molti fattori che presentano andamento stagionale. Così ad esempio le concentrazioni di Zn e Mn in *Pecten maximus* e *Chlamys opercularis* sono correlate alla disponibilità di cibo (BRYAN, 1973), molti metalli nei mitili presentano variazioni in relazione all'apporto in mare di materiale particolato a causa di forti precipitazioni (FOWLER & OREGIONI, 1976); inoltre le variazioni stagionali delle concentrazioni di cadmio in *Mytilus edulis* sono state attribuite a variazioni del peso contro una quantità costante di metallo corporeo (PHILLIPS, 1976).

L'influenza della stagione talora appare legata a quella della taglia e del sesso in una sorta di interazione assai complessa. Lo sviluppo delle gonadi costituisce un importante fattore di variazioni in *Choromytilus meridionalis* (LATOUCHE & MIX, 1982; LOBEL & WRIGHT, 1982) e in *Donax* (MAURI & ORLANDO, 1983).

In *Donax* la concentrazione di Zn corporeo è più elevata nelle femmine, ma il fenomeno è ristretto solo ad alcuni mesi dell'anno: la più alta concentrazione di Zn negli ovari rispetto al tessuto testicolare è alla base di queste differenze, che raggiungono il massimo nel mese di maggio in concomitanza con il massimo sviluppo del tessuto gonadico.

Quando le differenze di concentrazione tra i due sessi sono marcate, la media stimata da un campione misto di individui dei due sessi può essere di poco valore per rappresentare la popolazione (HENNING & ORREN, 1983). In questo caso il confronto con altre popolazioni dovrà venire effettuato utilizzando campioni separati di maschi e di femmine e considerando gli andamenti relativi delle regressioni rispetto alla taglia nei due sessi.

L'influenza del sesso sull'accumulo può comunque esplicarsi in altri organi oltre che

le gonadi. Così ad es. le fortissime differenze nelle concentrazioni di Mn tra maschi e femmine in *Donax* solo in piccola parte è spiegabile con la maggiore concentrazione di metallo nella gonade femminile. Le differenze fra i due sessi, che non sono stagionali, dipendono infatti in massima parte da una maggiore quantità di concrezioni renali contenenti manganese. Il fenomeno è verosimilmente legato ad una maggiore velocità di incorporazione o ad una minore velocità di escrezione del manganese nelle femmine (Mauri & Orlando, 1982). Quando *Donax* provenienti da una popolazione naturalmente priva di concrezioni vengono allevate in acqua di mare addizionata del metallo, le femmine formano concrezioni ed accumulano manganese ad una velocità molto maggiore dei maschi. Il processo appare tuttavia complesso, in quanto probabilmente legato a fattori stagionali, dal momento che la velocità di accumulo in laboratorio è risultata diversa nei differenti periodi dell'anno.

Le concrezioni formate nei reni di *Donax* contengono manganese associato a fosfati di calcio in una struttura, simile alle fosforiti, che si rinviene in molti altri molluschi lamellibranchi, crostacei decapodi ed insetti (Simkiss, 1976). Alcuni Autori hanno proposto l'uso di queste concrezioni o dei tessuti che le contengono nel monitoraggio, in quanto più numerose concrezioni si rinvengono in popolazioni di aree a maggior inquinamento e una correlazione positiva tra concentrazione di metallo ambientale e quantità di concrezioni è stata in effetti riscontrata in un crostaceo anfipode, *Corophium volutator* (Icely & Nott, 1980).

Tuttavia tale proposta va considerata con cautela, dal momento che il processo di formazione delle concrezioni, come è stato dimostrato ad es. in *Donax*, è assai complesso e può coinvolgere altri fattori oltre la quantità di metallo ambientale.

Conclusioni

Nel monitoraggio di metalli pesanti l'uso di indicatori biologici deve accompagnare sempre le misure analitiche eseguite sull'acqua di mare in quanto rende più completo il quadro della situazione di inquinamento negli areali marini studiati e dà maggiori indicazioni sulla qualità dell'ambiente dal punto di vista della conservazione e sfruttamento delle risorse biologiche da parte dell'uomo.

L'uso degli indicatori biologici nel monitoraggio richiede però un'attenta considerazione della problematica relativa all'individuazione di tutti quei fattori ambientali, fisiologici e genetici che possono influenzare l'accumulo e ampliare la dispersione delle misure. Infatti trascurare tali fattori può rendere difficoltosa l'interpretazione dei dati sminuendo o addirittura pregiudicando l'intera operazione di monitoraggio.

Summary

This study points out the various problems faced by an environmental project to monitor heavy metals pollution. The criteria to follow when selecting a bioindicator are discussed and the advantages obtained from biomonitoring in respect to direct monitoring on seawater are listed.

Attention is focused on the necessity of a preliminary study on bioindicator, performed in a preferably uncontaminated area, aimed to estimate the influence of factors such as body-size, season and sex on metal concentration. Sampling must be carried out in order to minimize the variability of concentrations. The influence of sex sometimes appears according to the different concentrations of heavy metals in the gonads of the two sexes, and therefore a seasonal variation, related to the development of the gonads, may follow. In some other cases, the differences between sexes appear only minimally related to gonadal heavy metals content, as it is observed for manganese in Donax. *Indeed in this species the high level of manganese found only in females is associated with a strong formation of renal stones.*

Riassunto

Viene discusso l'utilizzo di indicatori biologici nel monitoraggio ambientale di metalli pesanti e le varie problematiche connesse.

Preliminarmente all'operazione di monitoraggio è richiesto uno studio da effettuare possibilmente in una zona non contaminata, volto a stimare l'influenza di fattori quali la taglia, la stagione, il sesso sulla concentrazione di metallo nel bioindicatore. I dati raccolti saranno utili inoltre per elaborare una metodica di campionamento che minimizzi gli effetti di tali fattori.

Bibliografia

BOYDEN C.R. (1974) - Trace element content and body size in molluscs. *Nature*, **251**: 311-314.

BRYAN G.W. (1973) - The occurence and seasonal variation of trace metals in the scallops *Pecten maximus* (L.) and *Chlamys opercularis* (L.) *J. Mar. Biol. Ass. U.K.*, **53**: 145-166.

BUHLER R.H.O., KAGI J.H.R. (1974) - Human hepatic metallothionein. *FEBS Lett.*, **39**: 229-234.

DIXON W.J., MASSEY F.J.Jr. (1969) - Introduction to statistical analysis. McGraw-Hill, San Francisco.

FOWLER S.W., OREGIONI B. (1976) - Trace metals in mussels from the N.W. Mediterranean. *Mar. Pollut. Bull.*, **7**: 26-29.

GORDON M., KNAUER G.A., MARTIN J.H. (1980) - *Mytilus californianus* as a bioindicator of trace metal pollution: variability and statistical considerations. *Mar. Pollut. Bull.*, **11**: 195-198.

HENNIG H.F-K.O., ORREN M.J. (1983) - Suggestion to «baseline». A record of contamination levels.

HOWELL R. (1983) - Heavy metals in marine nematodes: uptake, tissue distribution and loss of copper and zinc. *Mar. Pollut. Bull.*, **14**: 263-268.

ICELY J.D., NOTT J.A. (1980) - Accumulation of copper within the hepatopancreatic caeca of *Corophium volutator* (Crustacea: Amphipoda). *Mar. Biol.*, **57**: 193-199.

LATOUCHE J.D., MIX M.C. (1982) - The effects of depuration, size and sex on trace metal levels in Bay mussels. *Mar. Pollut. Bull.*, **13**: 27-29.

LOBEL P.B., WRIGHT D.A. (1982) - Gonadal and non gonadal zinc concentrations in mussels. *Mar. Pollut. Bull.*, **9**: 320-323.

LOWE D.M., MOORE M.N. (1979) - The cytochemical distributions of zinc (II) and iron (III) in the common mussel, *Mytilus edulis*, and their relationship with lysosomes. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.*, **59**: 851-858.

MAURI M., ORLANDO E. (1982) - Experimental study on renal concretions in the wedge shell *Donax trunculus* L. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, **63**: 47-57.

MAURI M., ORLANDO E. (1983) - Variability of zinc and manganese concentrations in relation to sex and season in the bivalve *Donax trunculus* L. *Mar. Pollut. Bull.*, **14**: 342-346.

PHILLIPS D.J.H. (1976) - The common mussel *Mytilus edulis* as an indicator of pollution by zinc, cadmium, lead and copper. I. Effects of environmental variables on uptake of metals. *Mar. Biol.*, **38**: 59-69.

ROESIJADI G. (1981) - The significance of low molecular weight metallothionein-like proteins in marine invertebrates: current status. *Mar. Envir. Res.*, **4**: 167-179.

SIMKISS K. (1976) - Intracellular and extracellular routes in biomineralization. In: Calcium in biological systems. Symp. Soc. Exp. Biol., **30**: 423-444.

SUESS E., ERLENKEUSER H. (1975) - History of metal pollution and carbon input in Baltic Sea sediments. *Meyniana*, **27**: 63-75.

TAYLOR D. (1984) - Cadmium. A case of mistaken identity. *Mar. Pollut. Bull.*, **15**: 168-170.

VIARENGO A., PERTICA M., MANCINELLI G., CAPELLI R., ORUNESU M. (1980) - Rapid induction of copper-binding proteins in the gills of metal exposed mussels. *Comp. Biochem. Physiol.*, **67**: 215-218.

OEBALIA 1985, vol. XI, N.S.: 101-113 *ISSN 0392-6613*

R. BARGAGLI
Dipartimento di Biologia Ambientale - Università di Siena - Italy

IL TRASFERIMENTO DEL MERCURIO DAI SEDIMENTI AGLI ORGANISMI BENTONICI: OSSERVAZIONI SU *STICHOPUS REGALIS* (CUV.) E *HOLOTURIA TUBULOSA* GM. (ECHINODERMATA-HOLOTHURIOIDEA)[1]

Abstract

Mercury uptake in holothurians of the Tyrrhenian Continental shelf.
Concentrations of total mercury and methylmercury in muscular and tegumental tissue, in superficial mucus and gut content of two species of deposit/feeding Holothurians were compared with the metal content of sediments.

Key-words: Holothurians, sediment, mercury, methylmercury, uptake.

Introduzione

Dalle più recenti acquisizioni analitiche risulterebbe che l'acqua, i sedimenti ed alcuni organismi plactonici del Mediterraneo, se prelevati oltre la piattaforma continentale, generalmente presentano dei tenori di mercurio più o meno corrispondenti a quelli rilevati in campioni prelevati nell'Oceano Atlantico o nel Pacifico (ASTON *et al.*, 1984). Alla luce di questi risultati sembra difficile poter comprendere le ragioni per cui crostacei, pesci (pelagici e bentonici), uccelli e mammiferi marini del Mediterraneo contengano concentrazioni di mercurio molto più elevate rispetto ad organismi prelevati nell'Atlantico (THIBAUD, 1971; CUMONT *et al.*, 1972; BERNHARD & RENZONI, 1977; LEONZIO *et al.*, 1984).

Alcuni fattori ecologici, quali le abitudini alimentari, il diverso grado di accrescimento e per alcune specie l'alimentazione con prede che hanno trascorso parte del loro ciclo vitale in aree costiere del Mediterraneo gravemente contaminate da mercurio, possono venir considerati responsabili di questa disparità di reperti più volte confermata.

* Ricerca finanziata da contributo FAO/UNEP (Med Trust Fund) e dalla ECC (Grant ENV 512/I).

L'accumulo del mercurio negli organismi è dovuto soprattutto al metilmercurio, una forma chimica con notevole affinità per le membrane biologiche e con un periodo di dimezzamento molto lungo. Nell'acqua e nei sedimenti il metilmercurio è presente in bassissime concentrazioni (spesso ai limiti della rivelabilità strumentale) per cui l'assunzione negli organismi dovrebbe avvenire soprattutto per via alimentare; poiché questi sono in grado di eliminarlo solo in misura limitata, il metallo si accumula nei tessuti (soprattutto nervoso e muscolare) durante l'intero ciclo vitale. È stato ripetutamente rilevato che le più alte concentrazioni del metallo si riscontrano negli organismi marini di maggiori dimensioni e generalmente in quelli situati ai vertici delle catene alimentari; risulta quindi evidente, che le specie predatrici, oltre ad avere un ciclo vitale più lungo, si alimentano con animali che hanno già concentrato (in funzione della loro età e delle loro abitudini alimentari) una certa quantità di metilmercurio.

Questo processo di trasferimento e di accumulo del mercurio nelle catene trofiche del Mediterraneo resta tuttavia in gran parte da chiarire, data anche la scarsa conoscenza dell'ecologia e dei tenori di mercurio (e metilmercurio) negli organismi pelagici e bentonici ai più bassi livelli della catena alimentare. Riguardo quest'ultimo aspetto, i valori riportati in letteratura sia sul Mediterraneo che su altri bacini sono molto scarsi e soprattutto poco affidabili. Infatti spesso si riferiscono a piccoli invertebrati marini analizzati *in toto*, senza considerare che nelle specie bentoniche per esempio, la concentrazione del metilmercurio nel campione può essere «diluita» in misura significativa dalle particelle di sedimento presenti nell'apparato digerente degli organismi stessi.

Indagini su invertebrati marini bentonici dei quali si conoscono le abitudini alimentari e che soprattutto, offrano l'opportunità di eseguire le analisi sui singoli organi sembrano di primaria importanza per l'interpretazione del ciclo biogeochimico del metallo.

Alcuni Holothurioidei con dimensioni adeguate, ad ampia diffusione nel Mar Tirreno (da pochi metri di profondità fino oltre 400 m) e caratterizzati da modeste possibilità di spostamento durante tutto l'arco della loro vita adulta, sembrano particolarmente adatti per uno studio teso a valutare, per aree marine ben definite, il trasferimento del mercurio dall'ambiente sedimentario alla catena alimentare bentonica.

Materiali e metodi

Tra le specie di Echinodermi presenti nel Mediterraneo, sono state prescelte due tra quelle di maggiori dimensioni: *Holothuria tubulosa* Gm. e *Stichopus regalis* (Cuv.). Gli esemplari delle due specie, oltre ad essere dotati di muscoli longitudinali molto sviluppati (tali da permettere l'analisi di un tessuto generalmente considerato comparto di accumulo del mercurio), sono distribuite sia nella fascia costiera che nella piattaforma continentale esterna e quindi permettono l'analisi comparativa tra aree a diverso grado di contaminazione.

Gli esemplari sono stati raccolti mediante rete a strascico in 8 stazioni situate nell'Arcipelago Toscano (Fig. 1) e posti subito in congelatore (venivano esclusi tutti quegli individui che, una volta a bordo, davano luogo a processi di eviscerazione). In ogni sta-

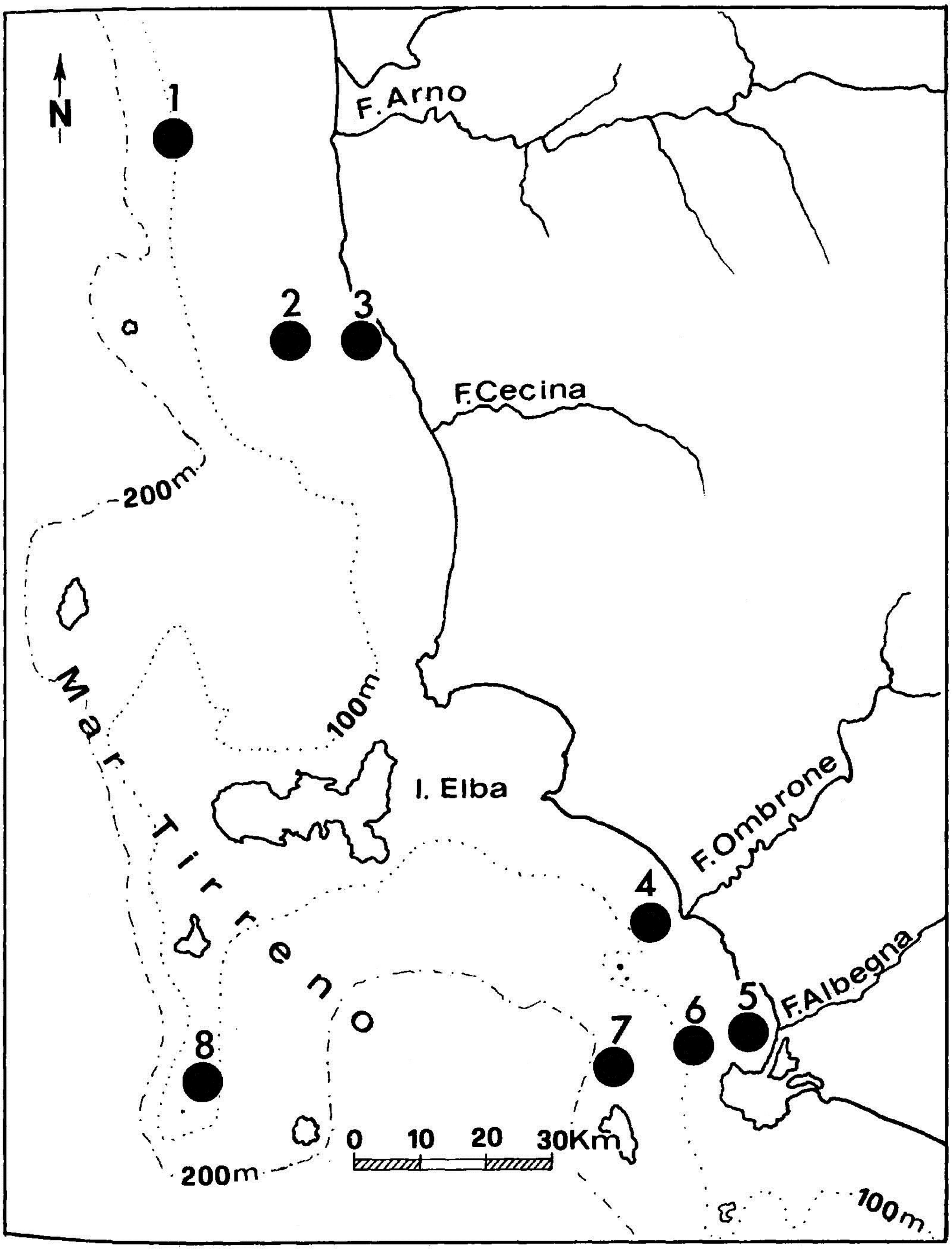


Fig. 1 - Aree di raccolta dei campioni di sedimento e delle oloturie.

zione sono stati raccolti anche campioni di sedimento superficiale (5 cm) mediante una benna tipo Shipek.

In laboratorio, i sedimenti venivano fatti asciugare a 37°C mentre per le oloturie veniva determinata la specie e la lunghezza totale. Da ogni esemplare veniva prelevato il muco superficiale, parte del tegumento (il più possibile privo di muco), i muscoli longitudinali ed il tubo digerente con tutti i materiali in esso contenuti. Dopo liofilizzazione ed omogeneizzazione, 100 mg di campione (tessuto o sedimento) venivano mineralizzati con 3 ml di HNO_3 conc. in contenitori di Teflon sotto pressione a 120°C per 6h (Stoeppler & Backhaus, 1978). La determinazione del mercurio totale è stata eseguita mediante spettrofotometro di assorbimento atomico con cella a vapore freddo; quella del metilmercurio mediante spettrofotometria di assorbimento atomico, secondo la procedura proposta da Capelli *et al.* (1979), leggermente modificata (Bargagli & Baldi, 1984).

Sui campioni di sedimento sono state eseguite inoltre l'analisi granulometrica, analizzando sia la frazione psammitica che quella pelitica, secondo le procedure descritte da Malesani (1966) e la determinazione del contenuto in carbonio organico (titolazione di Walkley-Black modificata da Gaudette *et al.* (1974).

Risultati

Sedimenti

I risultati delle analisi eseguite sui sedimenti superficiali prelevati nelle 8 stazioni di pesca, sono riportati in Tab. 1. Mentre i campioni prelevati al largo risultano poco o affatto contaminati da mercurio, i sedimenti raccolti nella fascia costiera contengono concentrazioni del metallo chiaramente anomale. I campioni della St. 2 e soprattutto quelli della St. 3 provengono da un'area marina situata nelle vicinanze di una sorgente di mercurio di tipo industriale: uno stabilimento chimico che, fino a pochi anni fa, rilasciava in mare notevoli quantità del metallo. Come rilevato in precedenti ricerche sulla distribuzione del mercurio nei sedimenti della piattaforma tirrenica (Baldi *et al.*, 1979; Baldi & Bargagli, 1982), i campioni delle St. 4, 5 e 6 provengono da una zona interessata dagli apporti di fiumi che drenano in parte, l'area cinabrifera del M. Amiata.

Sebbene i sedimenti contengano concentrazioni di mercurio totale molto diverse tra loro ed il metallo abbia sia una provenienza industriale che naturale, i livelli del metilmercurio risultano particolarmente bassi in tutti i campioni (generalmente < 1% del mercurio totale).

Le concentrazioni del carbonio organico diminuiscono significativamente nei sedimenti sabbiosi, mentre nei campioni di fango sono abbastanza uniformi e risultano ben corrispondenti ai valori precedentemente rilevati nella piattaforma tirrenica (Bargagli & Baldi, 1983). Oltre che per le caratteristiche granulometriche, i sedimenti si diversificano anche per la loro origine: nella St. 3 i materiali sono costituiti quasi esclusivamente da sabbia carbonatica immessa in mare dagli stabilimenti industriali; nella St.

Tab. 1 - *Concentrazioni di Hg totale, metilmercurio, carbonio organico e caratteristiche granulometriche dei sedimenti superficiali.*

STAZ.	PROFONDITÀ (m)	Hg TOTALE ($\mu g \cdot g^{-1}$)	CH_3Hg^+ ($\mu g \cdot g^{-1}$)	C ORGANICO (%)	GRANULOMETRIA*
1	100	0,28	< 0,010	1,1	Medium silty very fine silt
2	75	0,57	< 0,010	1,0	Coarse silty fine silt
3	26	2,28	0,020	0,7	Medium silty fine sand
4	75	0,72	< 0,010	1,2	Very fine silt
5	50	1,72	0,015	1,4	Medium silty fine silt
6	90	1,39	0,011	1,3	Clayey fine silt
7	190	0,36	< 0,010	1,0	Fine silty clay
8	30	0,05	< 0,010	0,7	Coarse sandy medium sand

* Secondo la classificazione proposta da DOEGLAS (1968).

8, a notevole distanza dalla terra emersa, il sedimento è costituito esclusivamente da bioclasti (spoglie carbonatiche di molluschi, foraminiferi, briozoi); in tutte le altre stazioni è costituito da materiali terrigeni.

Oloturie

Le concentrazioni medie del mercurio totale nei tessuti tegumentario e muscolare, nel muco superficiale e nel contenuto intestinale di *S. regalis* e *H. tubulosa* sono riportati in Tab. 2 e Tab. 3. Appare subito evidente che nei muscoli longitudinali si accumula una quantità di mercurio nettamente superiore a quella contenuta nel muco superficiale. Nei materiali del tubo digerente i livelli del metallo sono corrispondenti o leggermente superiori a quelli riscontrati nei substrati dove le oloturie si alimentano.

Tenori particolarmente elevati sono stati evidenziati nel tessuto muscolare delle oloturie delle St. 1, 7 ed 8 (a notevole distanza dalla costa e con sedimenti poco o non affatto contaminati); in queste zone la «bioconcentrazione» del metallo è di 5-7 volte rispetto al substrato.

Per ciò che concerne l'*uptake* del mercurio non sembrano esistere evidenti differenze fra le due specie di oloturie, né, in mancanza di esemplari di varie classi di età, è stato possibile mettere in evidenza eventuali differenze nel grado di accumulo del metallo in funzione dell'età.

Per quanto riguarda infine il metilmercurio (Tab. 4), questo costituisce il 20-39% del mercurio totale nei muscoli longitudinali, mentre nel tegumento e nel muco tale percentuale diminuisce in misura significativa (4-17%); nei materiali del tubo digerente è sempre inferiore al 3% del mercurio totale. Nessuna differenza apprezzabile è stata riscontrata tra le due specie.

Discussione

Le analisi eseguite sui sedimenti indicano che nella piattaforma continentale tirrenica, la distribuzione di *S. regalis* e *H. tubulosa* non sembra risentire delle caratteristiche granulometriche o della natura del substrato. Questa notevole capacità di adattamento, come pure l'assenza di una qualche relazione tra taglia degli individui e granulometria dei sedimenti, sono state messe in evidenza in diverse specie di oloturie (Yingst, 1976; Massin & Jangoux, 1976).

Sebbene parte del mercurio possa venir assorbito in questi organismi direttamente dall'acqua attraverso i polmoni acquatici, sembra ormai accertato che la maggior parte del metallo in tutte le specie animali venga assunto attraverso gli alimenti. Walker & Bambach (1974) definiscono le oloturie come dei «deposit-feeders, sediment-water interface selective», organismi cioè, in grado di selezionare tra le particelle organiche del substrato quelle più facilmente utilizzabili: batteri, funghi, diatomee ed organismi planc-

Tab. 2 - *Concentrazioni medie (± D.S.) di Hg totale in* Stichopus regalis.

STAZ.	N° ESEMP.	LUNGHEZZA (range cm)	Hg TOTALE ($\mu g \cdot g^{-1}$ p.s.) MUSCOLI LONG.	TEGUMENTO	MUCO SUPERF.	CONTENUTO INTE.
1	12	22-26	1,64 ± 0,43	0,86 ± 0,20	0,49 ± 0,12	0,56 ± 0,05
2	3	20-22	0,96 ± 0,21	0,33 ± 0,02	0,35 ± 0,10	0,63 ± 0,06
4	4	20-23	1,28 ± 0,38	0,47 ± 0,11	0,52 ± 0,09	0,90 ± 0,07
6	3	21-25	0,87 ± 0,16	0,38 ± 0,05	0,64 ± 0,14	1,62 ± 0,10
7	8	20-25	2,55 ± 0,33	0,60 ± 0,07	0,76 ± 0,12	0,74 ± 0,02

Tab. 3 - *Concentrazioni medie (± D.S.) di Hg totale in* Holothuria tubulosa.

STAZ.	N° ESEMP.	LUNGHEZZA (range cm)	Hg TOTALE ($\mu g \cdot g^{-1}$ p.s.) MUSCOLI LONG.	TEGUMENTO	MUCO SUPERF.	CONTENUTO INTE.
3	3	15-18	0,95 ± 0,16	0,42 ± 0,08	0,72 ± 0,16	2,12 ± 0,06
5	4	18-21	1,12 ± 0,23	0,32 ± 0,08	0,59 ± 0,17	1,52 ± 0,17
6	6	18-20	0,89 ± 0,13	0,37 ± 0,06	0,46 ± 0,11	1,46 ± 0,12
8	3	19-21	0,27 ± 0,04	0,14 ± 0,03	0,20 ± 0,05	0,06 ± 0,01

Tab. 4 - *Livelli di metilmercurio (% del mercurio totale) in alcuni esemplari di* Stichopus regalis *e* Holothuria tubulosa.

	STAZ.	N° ES.	MUSCOLI LONG.	CH_3Hg^+ TEGUMENTO	MUCO SUP.	CONTENUTO INTEST.
Stichopus regalis	1	4	19,8-38,9	8,9-13,4	3,6-8,5	< 1-2,1
	4	3	21,2-32,8	6,4-15,9	9,7-16,3	< 1-2,9
	7	5	20,9-34,3	9,4-14,5	4,8-8,9	1,5-3,1
Holothuria tubulosa	6	3	22,8-34,2	8,8-17,2	7,9-16,6	< 1-1,8
	8	3	24,3-32,2	9,5-14,6	6,4-15,3	< 1-2,1

tonici (TANAKA, 1958; BAKUS, 1968; YINGST, 1976). Nel corso di un anno ciascun animale può ingerire oltre un centinaio di Kg di sedimento (TAO, 1930) e, tenuto conto che specie come *H. tubulosa* e *S. regalis* possono vivere fino ad una decina di anni (TORTONESE, 1965), è facile comprendere come durante il loro ciclo vitale questi organismi rielaborino notevoli quantità di sedimento determinando una rimobilizzazione del mercurio presente nel substrato ed in parte assumendo il metallo attraverso il canale alimentare o per semplice assorbimento superciale. Comunque, poiché le concentrazioni del mercurio totale e del metilmercurio nei campioni di muco sono piuttosto contenute ed il trasferimento al tessuto muscolare attraverso lo spesso strato di tegumento appare poco verosimile, si può senz'altro ritenere che il canale alimentare costituisca la principale via di assunzione del metallo. Più precisamente, come è stato visto con esperimenti sulla fisiologia nutrizionale (ROSATI, 1970), l'assorbimento dovrebbe aver luogo attraverso le giunzioni e gli spazi intercellulari dell'epitelio intestinale dove il mercurio, anche se adsorbito al particolato, viene fagocitato dagli amebociti ed entra nel ciclo metabolico.

Anche nelle oloturie, come del resto in numerose altre specie di invertebrati e vertebrati, il tessuto muscolare rappresenta uno dei comparti di accumulo del mercurio ed è sempre in questo tessuto che si riscontrano le più alte concentrazioni di metilmercurio (dal 20 al 40% del mercurio totale). La percentuale è nettamente inferiore a quella generalmente riportata per il tessuto muscolare dei pesci o degli uccelli (80-90%), ma è dello stesso ordine di grandezza (32%) di quella riscontrata da WINDOM & KENDALL (1979) in *Hemopholis elongata*. I siti e le modalità di formazione del metilmercurio nell'ambiente marino sono ancora poco noti, tuttavia nelle oloturie, per le quali i batteri (responsabili della biometilazione del metallo nell'ambiente acquatico) (JENSEN & JERNELOV, 1969) rappresentano buona parte della dieta, è verosimile che il mercurio inorganico contenuto nei sedimenti trovi all'interno del tubo digerente delle condizioni ottimali per la metilazione.

Gli stretti rapporti tra oloturie e ambiente sedimentario farebbero pensare all'esistenza di una relazione significativa tra le concentrazioni del mercurio nei tessuti dell'animale e quelle nei sedimenti. Invece le massime concentrazioni ed elevati fattori di concentrazione del metallo rispetto al substrato, sono stati messi in evidenza in esemplari pescati al largo, in aree con sedimenti scarsamnte contaminati; reperto questo riscontrato anche in Oligocheti e Policheti, organismi che occupano una nicchia ecologica simile a quella delle oloturie (HASSELROT & GOTHBERG, 1974; WOOD, 1975).

Per quel che riguarda più in particolare le differenze registrate nell'accumulo del mercurio nei muscoli longitudinali delle oloturie della fascia costiera rispetto a quelle pescate nella piattaforma esterna, si possono avanzare diverse ipotesi:

1) pur trattandosi della stessa specie, fra gli esemplari dei due «habitat» certamente esistono delle differenze significative nella natura degli alimenti, che oltre ad influire sul ritmo di accrescimento, potrebbero determinare un diverso grado di accumulo del metallo nei tessuti.

2) I sedimenti della fascia costiera generalmente contengono maggiori quantità di residui vegetali (sia di origine marina che terrestre) e questi in genere, non vengono digeriti dalle oloturie (Yyngst, 1976); al largo invece, nel substrato prevalgono materiali organici di origine animale. Poiché nei sedimenti il mercurio si trova per lo più associato ai materiali organici (Lindberg *et al.*, 1975) e questi spesso complessano il metallo in modo da renderlo meno biodisponibile (Langston, 1982), la quantità e la qualità di materia organica nel substrato giocano un ruolo determinante nel processo di assorbimento del mercurio da parte della fauna bentonica.

3) Nella fascia costiera la biodisponibilità del metallo potrebbe essere ridotta rispetto a quella degli ambienti più profondi sia dalla presenza di residui vegetali che dal maggior grado di sedimentazione, fattore quest'ultimo sfavorevole alla degradazione dei materiali organici. Inoltre non va trascurato il fatto che tra i due ambienti possano esistere delle differenze nelle forme chimiche del mercurio presenti nei sedimenti o nel tipo e la densità delle colonie batteriche.

In conclusione, se da un lato la presente ricerca ha permesso di stabilire che le oloturie accumulano mercurio (anche sottoforma di metilmercurio) e quindi possono contribuire al trasferimento del metallo nella catena alimentare bentonica, dall'altro indica come comprendere i meccanismi di assorbimento dei contaminanti dal substrato agli organismi, sia indispensabile conoscere quei parametri del sedimento che ne determinano la biodisponibilità. Nel caso del mercurio occorrerà ricercare soprattutto le forme chimiche presenti nei vari costituenti del sedimento, le concentrazioni e la natura dei materiali organici o dei batteri; in questa direzione saranno orientate le prossime ricerche.

Summary

A study was made on the uptake of mercury and methylmercury by two species of deposit-feeding Holothurians: Stichopus regalis *(Cuv.) and* Holothuria tubulosa *(Gm.). These organisms could be useful indicators of mercury mobilization from bed sediments because of their feeding habit and because they can provide adequate amount of tissue for the analyses. They are sedentary and widespread in the continental shelf of the Tyrrhenian Sea and therefore, an evaluation of mercury residues in specimens collected in areas at different degree of pollution is possible.*

Concentrations of total mercury and methylmercury in muscular and tegumental tissue, in superficial mucus and gut content of 46 specimens of Holothurians collected in 8 sites at different distance from the Tuscany coast, were compared with the metal content of the superficial sediments of the sampling areas. In both species of Holothurians, longitudinal muscles have the highest contents of mercury and methylmercury (from 20 to 39% of total mercury). The metal concentrations in the gut content are roughly at the same level of those of the sediment; on the contrary, those of muscular and tegumental tissues or of the mucus are not correlated with the mercury content of

sediments. Specimens collected in the outer continental shelf, where sediments are uncontaminated or are contaminated at a very low degree, Holothuria tubulosa *and* Stichopus regalis *have the highest mercury concentrations in the muscular tissue (from 5 to 7 times those of superficial sediment).*

These results show that the evaluation of mercury concentrations in sediments provides little information about the amount of metal available to benthic organisms. The physico-chemical forms of mercury in the sedimentary environment, its complexation by organic ligands and the differences in the feeding habits and in the growth rate between Holothurians of the coastal zone and those of the outer continental shelf, are likely the main factors responsible for the absence of a positive correlation between mercury levels in the sediment and in the benthic organisms.

Riassunto

Sono state determinate le concentrazioni del mercurio totale e del metilmercurio nei sedimenti superficiali ed in due specie di oloturie prelevate in otto stazioni dell'Arcipelago Toscano, a diverso grado di contaminazione. È stato rilevato che il metallo si accumula soprattutto nei muscoli longitudinali delle oloturie ed inoltre, in questo tessuto, il metilmercurio costituisce il 20-40% del mercurio totale. I maggiori coefficienti di concentrazione del mercurio rispetto al substrato, sono stati messi in evidenza negli organismi prelevati in aree scarsamente contaminate. Vengono avanzate delle ipotesi per spiegare un simile reperto.

Bibliografia

ASTON R.S., FOWLER S.W., WHITEHEAD N. (1984) - Mercury biogeochemistry in the Mediterranean marine environment: the assessment of contamination. U.N.E.P./W.H.O./I.A.E.A. Meeting on «The biogeochemical cycle of mercury in the Mediterranean», Siena 27-31 Agosto, 1984.

BAKUS G.J. (1968) - Defence mechanisms and ecology of some tropical holothurians. *Mar. Biol.*, **2**: 23-32.

BALDI F., BARGAGLI R., RENZONI A. (1979) - The distribution of mercury in the superficial sediments of the Northern Tyrrhenian Sea. *Mar. Poll. Bull.*, **10**: 301-303.

BALDI F., BARGAGLI R. (1982) - Chemical leaching and specific surface area measurements of marine sediments in the evaluation of mercury contamination near cinnabar deposits. *Marine Environ. Res.*, **6**: 69-82.

BARGAGLI R:, BALDI F. (1983) - Distribution of organic matter in recent sediments of Tyrrhenian Sea. *Atti Soc. Tosc. Sci. Nat.*, Serie A, **90** (in stampa).

BARGAGLI R., BALDI F. (1984) - Mercury and methylmercury in higher fungi and their relation with the substrata in a cinnabar mining area. *Chemosphere*, **13** (9): 1059-1071.

BERNHARD M., RENZONI A. (1977) - Mercury concentration in Mediterranean marine organisms and their environment: natural or anthropogenic origin. *Thalassia Jugoslavica*, **13** (3/4): 265-300.

CAPELLI R., FEZIA C., FRANCHI A., ZANICCHI G. (1979) - Extraction of methylmercury from fish and its determination by atomic-absorption spectroscopy. *Analyst*. **104**: 1197-1200.

CUMONT G., VIALLEX G., LELIEVRE H., BOBENRIETH P. (1972) - Contamination des poissons de mer par le mercure. *Rev. Int. Océanogr. Med.* **28**: 95-127.

DOEGLAS D.J. (1968) - Grain-size indices, classification and environment. *Sedimentology*, **10**: 83-100.

GAUDETTE E., FLIGHT E., TONER L., FOLGER W. (1974) - An inexpensive titration method for the determination of organic carbon in recent sediment. *J. Sediment. Petrol.*, **44**: 249-253.

HASSELROT T.B., GOTHBERG A. (1974) - The ways of transport of mercury to fish. *Proc. Int. Conf. Persist. Chem. Aquatic Ecosyst.*, Ottawa: 37-43.

JENSEN S., JERNELOV A. (1969) - Biological methylation of mercury in aquatic organisms. *Nature*, **223**: 753-754.

LANGSTON W.J. (1982) - The distribution of mercury in British estuarine sediments and its availability to deposit-feeding bivalves. *J. mar. biol. Ass. U.K.*, **62**: 667-684.

LEONZIO C., FOCARDI S., FOSSI C., RENZONI A. (1984) - Sea-birds as indicators of mercury contamination in the Mediterranean Sea. U.N.E.P./W.H.O./I.A.E.A. Meeting on «The biogeochemical cycle of mercury in the Mediterranean», Siena, 27-31 Agosto, 1984,

LINDBERG S.E., ANDREN A.W., HARRISS R.C. (1975) - Geochemistry of mercury in the estuarine environment. In «Estuarine Research», **1**, L.E. Cronin ed., *Academic Press*, New York: 64-107.

MALESANI P. (1966) - L'analisi granulometrica dei sedimenti psammitici e pelitici. *Boll. Soc. Geol. It.*, **85**: 447-483.

MASSIN C., JANGOUX M. (1976) - Observations écologiques sur *Holothuria tubulosa*, *H. poli* et *H. forskali* (Echinodermata-Holothuroidea) et comportement alimentaire de *H. tubulosa*. *Cahiers de Biol. Mar.*, **17**: 45-59.

ROSATI F. (1970) - The fine structure of the alimentary canal of Holothurians. 2 - The uptake of ferritin and iron-detran. *Monitore Zool. Ital.*, **4**: 107-113.

STOEPPLER M., BACKHAUS F. (1978) - Pretreatment studies with biological and environmental materials. I-Systems for pressurized multi-sample decomposition. *Fresenius Z. Anal. Chem.*, 291: 116-120.

TANAKA Y. (1958) - Feeding and digestive processes in *Stichopus japonicus. Bull. Fac. Fish., Hokkaido Univ.*, **9:** 14-28.

TAO L. (1930) - Notes on the ecology and the physiology of *Caudina chilensis* (Müller) in Mutsu Bay. *Proc. 4th Pacif. Sci. Congr.*, **3:** 7-11.

THIBAUD Y. (1971) - Teneur en mercure dans quelques poissons de consommation courante. *Sci. Pêche*, **209:** 1-10.

TORTONESE E. (1965) - Fauna d'Italia - Echinodermata. Ed. Calderini, Bologna.

WALKER K.R., BAMBACH R.K. (1974) - Feeding by benthic invertebrates: classification and terminology for paleoecological analysis. *Lethaia*, **7:** 67-78.

WINDOM H.L., KENDALL D.R. (1979) - Accumulation and biotransformation of mercury in coastal and marine biota. In «The biogeochemistry of mercury in the environment». J.O. Nriagu ed., Elsevier/North Holland Biomedical Press, Amsterdam: 303-323.

WOOD J.M. (1975) - Role of oligochaetes in the circulation of water and solutes across the mud-water interface. *Verh. Int. Ver. Limnol.*, **9:** 1530-1533.

YINGST J.Y. (1976) - The utilization of organic matter in shallow marine sediments by an epibenthic deposit-feeding holothurian. *J. exp. mar. Biol. Ecol.*, **23:** 55-69.

OEBALIA 1985, vol. XI, N.S.: 115-125 *ISSN 0392-6613*

N. CRESCENTI S. MARTELLA G. MARTINO
Dipartimento di Biologia Animale ed Ecologia Marina dell'Università di Messina - Italy

CONCENTRAZIONE DI CADMIO E PIOMBO IN ALCUNI ORGANI (CERVELLO, FEGATO, GONADE E MUSCOLO) DI *LEPIDOPUS CAUDATUS* (EUPHRASEN, 1788) IN RELAZIONE AD ALCUNI FATTORI BIOTICI. I. PRIMI RISULTATI

Abstract

Cd and Pb heavy metals in L. caudatus.

Data concerning the concentrations of Cd and Pb heavy metals in Lepidopus caudatus *(EUPHRASEN, 1788) are referred.*

Key-words: Heavy metals, biological concentration, body size, *Lepidopus caudatus*.

Introduzione

Gli Autori in precedenti lavori, hanno già preso in considerazione il rapporto taglia-concentrazione dei metalli pesanti cadmio e piombo in popolazioni di molluschi bivalvi quali *Venerupis aurea* (CRESCENTI *et al.*, 1983a) e *Mytilus galloprovincialis* (CRESCENTI *et al.*, 1983b), organismi notoriamente filtratori, ma a diverso habitat. I primi, infatti, intrattengono uno stretto rapporto col sedimento in cui vivono immersi ed assumono, pertanto, gli elementi contenuti in esso o nelle acque interstiziali; i secondi, invece, vivono attaccati ad un substrato, generalmente sospeso, e traggono il metallo dall'acqua.

Tali studi hanno mostrato come esista una dipendenza fra la taglia corporea degli organismi presi in esame ed il metallo da essi accumulato, confermando così quanto riportato in letteratura da vari Autori per specie e metalli diversi (CROSS *et al.*, 1973; BOYDEN 1974; 1977; MEARS & EISLER 1977; METAYER *et al.*, 1982; STRONG & LUOMA, 1981; EVANS & LASENBY, 1983; BREITTMAYER & ZSURGER, 1983; BRYAN *et al.*, 1983).

Nell'intento di studiare il tipo di correlazione metallo/taglia per i vari livelli della catena trofica, si è ritenuto opportuno condurre una ricerca su di un pesce: *Lepidopus caudatus* Euphrasen sia perché facilmente reperibile nelle acque dello Stretto di Messina (e largamente consumato dalla popolazione locale), sia perché, essendo disponibile durante tutto l'arco dell'anno, consente la comparazione dei risultati con i cicli stagionali.

Si tratta di un predatore vorace, che vive ad una profondità generalmente compresa fra 100 e 400 metri (TORTONESE, 1975), ma che può risalire anche a quote superiori dove più raramente è stato pescato (SPARTÀ, 1959). A quanto pare, può intrattenere rapporti con il fondo tanto che è stato osservato, durante le immersioni nello Stretto di Messina del mesoscafo «FOREL» fermo sul fondo, in posizione verticale e con la porzione caudale come infissa nel substrato (GUGLIELMO, comunicazione personale).

I risultati ottenuti nei precedenti lavori ci hanno indotto ad esaminare la distribuzione tissutale di Cd e Pb ed i suoi rapporti con alcune variabili biotiche quali taglia, età, sesso ed influenza stagionale, considerando quest'ultima sia per quanto concerne i rapporti trofici, sia per quanto concerce il ciclo riproduttivo.

In questa prima nota vengono riportati i risultati preliminari relativi ai prelievi di maggio-giugno 1983, in cui abbiamo preso in considerazione soltanto la taglia. Le correlazioni metallo-sesso, metallo-età e metallo-stagionalità saranno accuratamente trattate quando saremo in possesso di tutti i dati della ricerca tutt'ora in corso di esecuzione.

Materiali e metodi

Per i materiali e le tecniche abbiamo seguito quanto proposto da altri Autori per ricerche analoghe (ADRIAN, 1971; BERNAS, 1973; BERNHARD, 1976).

Gli esemplari di *Lepidopus caudatus*, pescati nelle acque dello Stretto di Messina nel periodo maggio-giugno 1984, sono stati recapitati in laboratorio immediatamente dopo la cattura in adatti contenitori refrigerati. Dopo la determinazione di lunghezza e peso, sono stati sottoposti al prelievo di campioni standardizzati a 2 grammi di peso umido, là dove era possibile, di cervello, fegato, gonade e muscolo. Contemporaneamente si è proceduto alla determinazione del sesso e dello stato di maturazione delle gonadi, nonché al prelievo di otoliti e di frammenti di colonna vertebrale che serviranno per la determinazione dell'età. Successivamente, i campioni, conservati in opportuni contenitori trattati, sono stati conservati a —20°C fino al momento dell'analisi eseguita mediante spettrofotometro ad assorbimento atomico senza fiamma, previo trattamento di disgregazione a caldo con HNO_3 suprapur, secondo le tecniche sopra citate e da noi ampiamente sperimentate.

Risultati

I dati delle analisi di Cd e Pb, condotte su 28 esemplari di *Lepidopus caudatus*, relativamente ai quattro organi e/o tessuti presi in considerazione, sono riportati rispettivamente in Tab. 1 e Tab. 2. Le concentrazioni dei due metalli sono in relazione col peso corporeo secondo la curva geometrica

$$Y = aX^b$$

Tab. 1 - *Tabella riassuntiva dei dati di Cadmio.*

CAMPIONE n°	PESO g	CONCENTRAZIONE DEL Cd (ppm)			
		cervello	fegato	gonadi	muscolo
1	522	0,030	1,678	0,057	0,015
2	424	0,047	1,105	0,029	0,028
3	490	0,004	1,128	0,006	0,049
4	580	0,010	1,308	0,029	0,003
5	627	0,009	1,152	0,054	0,006
6	565	0,016	1,649	0,020	0,008
7	620	0,031	—	0,018	0,003
8	638	0,159	1,389	0,024	0,009
9	645	0,157	1,694	0,027	0,004
10	521	0,004	0,113	0,019	0,004
11	660	0,214	1,639	0,092	0,061
12	580	0,090	1,718	0,009	0,007
13	628	0,342	0,113	0,016	0,035
14	905	0,014	0,100	0,012	0,014
15	1110	0,001	—	0,012	0,003
16	835	0,002	—	0,042	0,003
17	1200	0,000	—	0,018	0,002
18	1513	0,166	1,649	0,016	0,010
19	1516	0,000	—	0,026	0,008
20	1039	0,000	1,604	0,013	0,010
21	890	0,001	—	0,027	0,006
22	970	0,005	—	0,041	0,014
23	2456	0,002	0,116	0,017	0,003
24	2238	0,000	0,214	0,024	0,003
25	2449	0,001	0,225	0,000	0,003
26	3158	0,001	—	0,014	0,002
27	2856	0,005	—	0,004	0,003
28	2755	0,004	1,284	0,001	0,003

Tab. 2 - *Tabella riassuntiva dei dati di Piombo.*

CAMPIONE n°	PESO g	CONCENTRAZIONE DEL Pb (ppm)			
		cervello	fegato	gonadi	muscolo
1	522	0,290	0,251	0,603	0,113
2	424	0,166	0,116	0,780	0,066
3	490	0,190	0,107	0,057	0,100
4	580	0,185	0,272	0,400	0,085
5	627	0,185	0,090	0,071	0,087
6	565	0,232	0,172	0,105	0,045
7	620	0,474	—	0,187	0,083
8	638	0,622	0,129	0,787	0,066
9	645	0,369	0,047	0,580	0,500
10	521	0,245	0,122	0,269	0,036
11	660	0,613	0,179	0,479	0,157
12	580	0,805	0,136	0,116	0,036
13	628	0,951	0,284	0,118	0,180
14	905	0,283	0,326	0,071	0,043
15	1110	0,130	—	0,057	0,062
16	835	0,173	—	0,162	0,038
17	1200	0,089	—	0,107	0,113
18	1513	0,288	0,190	0,115	0,090
19	1516	0,100	—	0,335	0,129
20	1039	0,092	0,347	0,240	0,140
21	890	0,107	—	0,290	0,067
22	970	0,283	—	0,726	0,056
23	2456	0,117	0,033	0,026	0,016
24	2238	0,048	0,163	0,007	0,000
25	2449	0,061	0,478	0,110	0,010
26	3158	0,660	—	0,024	0,003
27	2856	0,123	—	0,000	0,000
28	2755	0,123	0,111	0,000	0,000

l'analisi della regressione è stata eseguita sui dati trasformati in ln secondo la relazione:

$$\ln Y = \ln a + b \ln X$$

dove Y rappresenta la concentrazione del metallo espressa in μg/g; X il peso fresco in grammi degli organi e/o tessuti; a, l'intercetta, è la concentrazione del metallo nel tessuto di peso unitario; b, il coefficiente di regressione, determina la misura e la direzione del cambiamento del peso.

Dai parametri della regressione, riportati nelle Tabb. 3 e 4, possiamo trarre le seguenti considerazioni:

CERVELLO - quest'organo ha mostrato una correlazione negativa per entrambi i metalli con un'alta significatività (99%) per il Cd ed una significatività del 95% relativamente al Pb.

FEGATO - non è stata riscontrata alcuna correlazione per quest'organo e per entrambi i metalli. Ciò, probabilmente, è da attribuire al ridotto numero di campioni esaminati (15 maschi e 4 femmine) giacché nove campioni sono stati perduti in fase analitica. È comunque da rilevare l'elevato contenuto di Cd riscontrato mediamente in tutti i campioni, il che é da porre in relazione con il processo di detossicazione che svolge quest'organo nei confronti del Cd.

Tab. 3 - *Parametri della regressione del Cadmio.*

	n	media (μg/g) ± s. dev.	b	errore st. di b	a	r
CERVELLO	28	0,047 ± 0,084	SPEARMAN'S RANK CORRELATION TEST			—0,50267**
FEGATO	19	1,046 ± 0,658	NESSUNA SIGNIFICATIVITÀ			
GONADI	28	0,023 ± 0,020	NESSUNA SIGNIFICATIVITÀ			
MUSCOLO	28	0.0114 ± 0,0146	—8477**	0,2557	0,8341	—0,5450**

Tab. 4 - *Parametri della regressione del Piombo.*

	n	media (μg/g) ± s. dev.	b	errore st. di b	a	r
CERVELLO	28	0,286 ± 0,238	—0,56956*	0,22081	2,36989	—0,45139**
FEGATO	19	0,187 ± 0,113	NESSUNA SIGNIFICATIVITÀ			
GONADI	28	0,244 ± 0,248	SPEARMAN'S RANK CORRELATION TEST			—0,53527**
MUSCOLO	28	0,083 ± 0,095	—3,88644**	0,84859	22,79470	—0,66822**

GONADE - per quanto riguarda il Cd non si è avuta significatività nella analisi della regressione fra taglia e concentrazione, mentre si è avuta un'alta significatività (99%) riguardo al Pb, sempre con coefficiente b negativo.

MUSCOLO - sia per il Pb che per il Cd il muscolo ha mostrato una dipendenza altamente significativa ($P = 0,99$) delle concentrazioni di metallo dalla taglia, con coefficiente anche in questo caso negativo per entrambi i metalli.

In Fig. 1, inoltre, vengono illustrati gli istogrammi delle medie delle concentrazioni dei due metalli, differenziati per organi e/o tessuti, da cui si può ben visualizzare l'elevato tenore in cadmio nel fegato. Al di là di questo fatto, l'organo che sembra mostrare maggiore tendenza all'accumulo per entrambi i metalli è il cervello, mentre nel muscolo si sono riscontrate le minori concentrazioni.

Conclusioni

Per *Lepidopus caudatus*, dunque, è stata riscontrata in generale, una correlazione negativa delle concentrazioni di Cd e Pb con la taglia. Si è verificato, pertanto, anche per *Lepidopus caudatus*, quanto riportato in letteratura da vari Autori per metalli e per specie diverse. In particolare, Cross *et al.* (1973) hanno riscontrato che il tenore in Hg aumenta in maniera significativa in funzione della taglia di *Pomatus saltatrix* ed

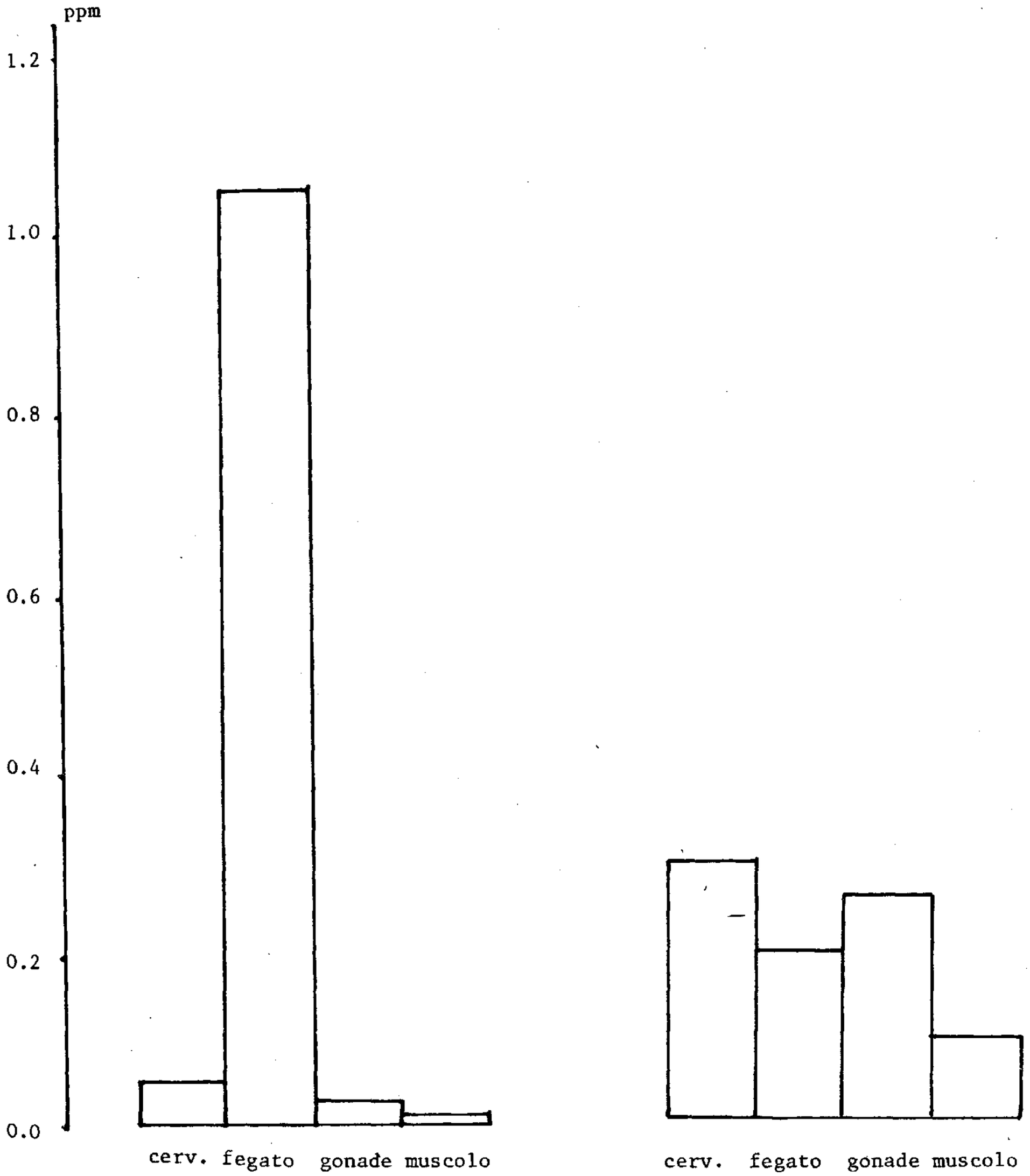


Fig. 1 - Rappresentazione grafica dei livelli delle medie delle concentrazioni (ppm) di Cd e Pb differenziati per organi.

Antimora rostrata. METAYER *et al.*(1982) hanno trovato che Pb e Cu aumentano con l'età dei pesci dell'estuario della Loira. Analogo andamento hanno riscontrato MEARS & EISLER (1977) ed altri Autori ancora. È stata pure riscontrata, in qualche caso, una concentrazione di metallo che si mantiene costante con l'aumento della taglia.

Per quanto concerne la nostra ricerca, gli organi tendenti ad un maggiore accumulo sono risultati fegato e cervello. Il fegato, in particolare ha assunto livelli molto elevati di cadmio, ma ciò è da mettersi, come già detto, in relazione con la funzione di stoccaggio che quest'organo svolge e con i meccanismi di detossificazione a metallotioneine.

Il muscolo, invece, ha mostrato per entrambi i metalli il più basso valore medio ed una correlazione negativa altamente significativa ($P = 0{,}99$) della concentrazione con la taglia.

Confrontando i nostri dati con quelli disponibili in letteratura si può notare come il fatto prevalente sia quello di una dipendenza della concentrazione del metallo dalla taglia corporea. Per quanto riguarda il tipo di correlazione, questa è risultata negativa in *Lepidopus caudatus*, mentre in letteratura la si può rilevare ora positiva ora negativa in dipendenza delle varie specie e dei vari metalli. In qualche caso non è stata trovata correlazione fra metallo e taglia.

Ad ogni modo, eventuali contraddizioni rilevabili in letteratura possono essere attribuite, come affermano METAYER *et al.* (1982) alla influenza delle variazioni stagionali o delle caratteristiche ecologiche locali che potrebbero mascherare l'influenza della taglia. Certamente, il meccanismo di bioaccumulo costituisce un fenomeno molto complesso e non ancora del tutto chiarito.

Come già detto in precedenza ed analogamente a quanto riscontrato da METAYER *et al.* (1982) il tessuto che ha mostrato minore tendenza all'accumulo di Cd e Pb nei campioni di *Lepidopus caudatus* da noi esaminati, in questa fase preliminare della ricerca, è stato il muscolo. Proprio riguardo a questo tessuto l'equazione:

$$Y = a\,X^b$$

che lega le concentrazioni dei metalli pesanti Cd e Pb con la taglia, assume interesse qualora si consideri che ha lo stesso andamento della equazione allometrica che mette in relazione il ritmo metabolico basale di animali diversi, con il peso del corpo. In tal caso il coefficiente di regressione è pari a 0,75, cioè il peso metabolico basale aumenta secondo la potenza 3/4 del peso (in realtà il suo valore è suscettibile di variazioni in dipendenza del tessuto considerato, come pure delle condizioni fisiologiche e sperimentali) (VON BERTALANFFY, 1973).

Tale fenomeno, come abbiamo asserito in un precedente lavoro (CRESCENTI *et al.* 1983a), è generalmente spiegato con la variazione del rapporto superficie/volume che diminuisce nel corso dell'accrescimento, per cui gli animali di dimensioni maggiori hanno, rispetto ai piccoli, una superficie minore per grammo di peso a disposizione degli scambi di materia con l'ambiente. Analogamente più piccole concentrazioni tissutali di Cd e Pb in individui di taglia maggiore potrebbero spiegarsi con la riduzione relativa delle superfici che regolano gli scambi dei metalli con l'ambiente esterno.

Indubbiamente, nella regolazione dell'«input-output» del metallo, un ruolo importante è svolto dallo stato metabolico in cui si trova l'organismo. Sarà pertanto interessante poter verificare se e quanto il bioaccumulo di questi metalli possa dipendere dal sesso, dal ciclo riproduttivo e dalla variazione del rapporto trofico.

Summary

Data concerning the concentrations of Cd and Pb metals in Lepidopus caudatus *(Euphrasen, 1788) specimen of the first of the four seasonal cruises of sampling are referred.*

The data which regard the concentrations in some organs (brain, liver, gonad and muscles) are related to the size of the examined individuals.

Researches are presently carried out in order to evidence possible dependences of concentrations levels of the two metals by sex, age and reproductive cycles.

Riassunto

Si riportano i dati relativi alle concentrazioni dei metalli pesanti cadmio e piombo negli esemplari di *Lepidopus caudatus* (Euphrasen, 1788) della prima di quattro campagne stagionali di campionamento.

I dati, che riguardano le concentrazioni in alcuni organi e/o tessuti (cervello, fegato, gonade e muscolo) vengono correlati alla taglia degli individui esaminati.

Sono attualmente in corso ricerche per evidenziare eventuali dipendenze dei livelli di concentrazione dei due metalli dal sesso, dall'età e dai cicli riproduttivi.

Bibliografia

ADRIAN W.J. (1971) - A new digestion method for biological material utilizing pressure. *At. Abs. New.*: 10-69.

ALBERGONI V., PICCINNI E., COPPELLOTTI O., FAVERO N. (1980) - Regolazione e tolleranza per i metalli negli organismi. *Collana Programma Finalizzato «promozione qualità dell'ambiente» CNR: colloquio su «inquinamento e indicatori biologici». Roma 3-4 giugno 1980: 105-118.*

BERNAS B. (1973) - Acid pressure decomposition device for interference free AA analysis. *American Lab.*

BERNHARD M. (1976) - Manual of methods in aquatic environment research. Part. 3. *Sampling Analysis of Biological Material, FAO-UNEP.*

BOYDEN C.R. (1974) - Trace element content and body size in Molluscs. *Nature*, **251:** 311-314.

BOYDEN C.R. (1977) - Effect of size upon metal content of shellfish. *J. mar. biol. Ass. U.K.*, **57:** 675-714.

BREITTMAYER J.P., ZSURGER N.V. (1983) - Accumulation du mercure dans les organes de la moule: effects de la dose contaminante et de la taille des organismes. *Rév. Int. Océanogr. Méd.*, **LXX-LXXI:** 87-97.

BRYAN G.W., LANGSTON W.J., HUMMERSTONE L.G., BURT G.R., HO Y.B. (1983) - An assessment of the Gastropod *Littorina littorea* as an indicator of heavy-metal contamination in United Kingdom Estuaries. *J. mar. biol. Ass. U.K.*, **63:** 327-345.

BRYAN G.W. (1980) - Recent trends in research on heavy metal contamination in the sea. *Helgolander Meeresuntersichungen*, **33:** 6-25.

COOMBS T.L. (1977) - Uptake and storage mechanisms of heavy metals in marine organisms. *Proc. anal. Div. Chem. Soc.*, **14:** 218-221.

COOMBS T.L., GEORGE S.G. (1977) - Mechanisms of immobilization and detoxification of metals in marine organisms. In: *Physiology and behaviour of marine organisms, 179-197. Ed. D.S. McLusky and A.J. Berry, Proc. 12th Eur. Symp. Mar. Biol., Stirling, Scotland, Sept. 1977.*

CRESCENTI N., MARTELLA S., MARTINO G. (1983a) - Relazione tra bioaccumulo di metalli pesanti (Cd, Pb) e taglia corporea in una popolazione di *Verupis aurea* Gmelin del Lago Faro (Messina). *Atti del XV Congresso della Società Italiana di Biologia Marina, Trieste, 28 settembre - 2 ottobre 1983* (in corso di stampa).

CRESCENTI N., MARTELLA S., MARTINO G. (1983a) - Relazione tra taglia corporea e bioaccumulo di Cd e Pb in una popolazione di *Mytilus galloprovincialis* Lamark del Lago Faro (Messina). *Mem. Biol. Mar. Ocean.* (in corso di stampa).

CROSS F.A., HARDY L.H., JONES N.Y., BARBER R.T. (1973) - Relation between total body weight and concentrations of Manganese, Iron, Copper, Zinc and Mercury in white muscle of Bluefish (*Pomatus saltatrix*) and a Bathil-Demersal Fish *Antimora rostrata. J. Fish. Res. Board Can.*, **30:** 1287-1291.

DUNCAN D.A., KLAVERKAMP J.F. (1983) - Tollerance and resistance to cadmium in white sukers (*Catostomus commersoni*) previously exposed to cadmium, mercury, zinc or selenium. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, **40:** 128-138.

EVANS R.D., LASENBY D.C. (1983) - Relationship between body-lead concentration of *Mysis relicta* and sediment-lead concentration in Kootenay Lake, B.C. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, **40** (1): 78-81.

HODSON P.V., DIXON D.G., SPY D.Y., WHITTLE D.M., SPRAGUE J.B. (1982) - Effect growth rate and size of fish on rate of intoxication by waterborne lead. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, **39** (9): 1243-1251.

MEARS H.C., EISLER R. (1977) - Trace metals in liver from Bluefish, Tautog and Tilefish in relation to body length. *Chesapeake Science*, **18** (3): 315-318.

METAYER C., AMIARD J.C., AMIARD-TRIQUET C. (1982) - Accumulation de quelques elements traces metalliques (Cd, Pb, Cu et Zn) chez la sole (*Solea solea*) et le filet (*Platichthys flesus*): variations en function de l'age et organotropisme, *Rev. Int. Océanogr. Méd.*, **LXVI-LXVII**: 33-45.

ROCH M., McCARTER J.A., MATHESON A.T., CLARK M.J.R., OLAFSON R.W. (1982) - Hepatic metallothionein in rainbow trout (*Salmo gairdneri*) as an indicator of metal pollution in the Campbell River system. *Can. J. Fish Aquat. Sci.*, vol. **39** (12): 1599-1601.

SPARTÀ A. (1959) - Maturità sessuale, uova, sviluppo embrionale, larva alla schiusa ed al 2° giorno di vita di *Lepidopus caudatus* White, con cenni sulle variazioni di peso specifico durante lo sviluppo embrionale. *Boll. Pesca Pisc. Idrob.* **XIV** (1): 5-9.

STRONG C.R., LUOMA S.W. (1981) - Variation in the correlation of body size with concentrations of Cu and Ag in the bivalve *Macoma balthica.* Can. J. Fish Aquat. Sci. **38**: 1059-1064.

TORTONESE E. (1975) - Fauna d'Italia. Vol. XI, Osteichthyes. *Ed. Calderini Bologna.*

VON BERTALANFFY L. (1983) - Teoria generale dei sistemi. *Ed. Studio Mondadori.*

WIENER J.G., GIESY Jr. J.P. (1979) - Concentrations of Cd, Cu, Mn, Pb and Zn in fishes in a highly organic softwater pond. *J. Fish. Res. Board. Can.* **36**: 270-279.

OEBALIA 1985, vol. XI, N.S.: 127-140 ISSN 0392-6613

S. FOCARDI C. FOSSI C. LEONZIO
Dipartimento di Biologia Ambientale - Università di Siena - Italy

LIVELLI DI IDROCARBURI CLORURATI IN ALCUNE SPECIE ORNITICHE MARINE

Abstract

Chlorinated hydrocarbons in some sea-birds.
Chlorinated hydrocarbons have been tested in birds with different feeding habits, collected in the Mediterranean sea, Danube Delta and in the East Atlantic Sea.

Key-words: Chlorinated hydrocarbons, sea birds, trophic chain.

Introduzione

Negli ultimi anni a livello mondiale si è andato sempre più sviluppando l'interesse sulla contaminazione da idrocarburi clorurati in animali marini quali crostacei, molluschi, pesci, uccelli e mammiferi; la scarsa biodegradabilità di molti di questi composti ed il loro elevato grado di accumulo nell'ecosistema (BIDDINGER & GLOSS, 1984) ne hanno determinato la massiccia presenza in molti organismi, ed in particolare in quelli posti ai vertici della catena alimentare (BEVENUE, 1976; KIMBROUGH, 1980).

Alcuni di questi composti (DDT e derivati) sono stati indicati come i principali responsabili del declino verificatosi in molte specie di uccelli ed in alcuni casi ne sono state dimostrate le interferenze con la biologia riproduttiva (PEARCE *et al.*, 1979; BLUS, 1982).

I dati relativi al Mediterraneo mostrano come anche in quest'area, in aggiunta alla più studiata anomalia da mercurio (LEONZIO *et al.*, 1984), nell'avifauna marina i livelli di questi composti siano piuttosto elevati (MENDOLA *et al.*, 1977; VANNUCCHI *et al.*, 1978; BIJLEVELD *et al.*, 1979; BOURNE & BOGAN, 1980; FOCARDI *et al.*, 1980; COTTIGLIA *et al.*, 1982; RENZONI *et al.*, 1982; GEYER *et al.*, 1984). In questo lavoro vengono riportati dati sui livelli di alcuni di questi contaminanti in specie ornitiche mediterranee e viene dato un contributo alla determinazione della loro possibile influenza sulla fisiologia riproduttiva.

Ricerca effettuata con contributi CEE (ENV/512/I) e FAO/UNEP (Med. Trust Fund).

Materiali e metodi

Sono state effettuate analisi su uova, tessuti ed organi di sedici specie diverse di uccelli acquatici appartenenti a vari livelli trofici; in base alle loro abitudini alimentari (CRAMP, 1980; 1983), sono stati suddivisi in tre classi di consumatori: primari quelli con alimentazione pressocché priva di pesce e basata su vegetali e/o piccoli invertebrati; secondari quelli che si alimentano di piccoli organismi acquatici inclusi i pesci di piccola dimensione e/o età; terziari quelli con alimentazione prevalente a base di pesce di varie dimensioni ed età (Tab. 1).

Il materiale di studio proviene da 9 stazioni di campionamento situate nel Mediterraneo e zone attigue (Fig. 1), raccolto nel periodo 1977-1983.

Le metodologie analitiche prevedono l'estrazione in Soxhlet con esano (per pesticidi), la purificazione con acido solforico e con cromatografia su Florisil, l'analisi su gascromatografi con rivelatore a cattura di elettroni (Ni63) provvisti di colonne a riempimento e di una colonna capillare (SE-54). I dettagli della metodica sono riportati altrove (FOCARDI *et al.*, 1984).

Tab. 1 - *Classificazione delle specie studiate sulla base del comportamento alimentare (CRAMP, 1980; 1983).*

Consumatori Primari	FOLAGA *(Fulica atra)*
	CAVALIERE D'ITALIA *(Himantopus himantopus)*
	AVOCETTA *(Recurvirostra avosetta)*
Consumatori Secondari	SVASSO PICCOLO *(Podiceps nigricollis)*
	GARZETTA *(Egretta garzetta)*
	GABBIANO COMUNE *(Larus ridibundus)*
	GABBIANO ROSEO *(Larus genei)*
	GABBIANO REALE *(Larus argentatus)*
	STERNA ZAMPENERE *(Gelochelidon nilotica)*
Consumatori Terziari	BERTA MAGGIORE *(Procellaria diomedea)*
	CORMORANO *(Phalacrocorax carbo)*
	MARANGONE MINORE *(Phalacrocorax pygmeus)*
	PELLICANO *(Pelecanus onocrotalus)*
	GABBIANO CORSO *(Larus audouinii)*
	STERNA COMUNE *(Sterna hirundo)*
	FRATICELLO *(Sterna albifrons)*

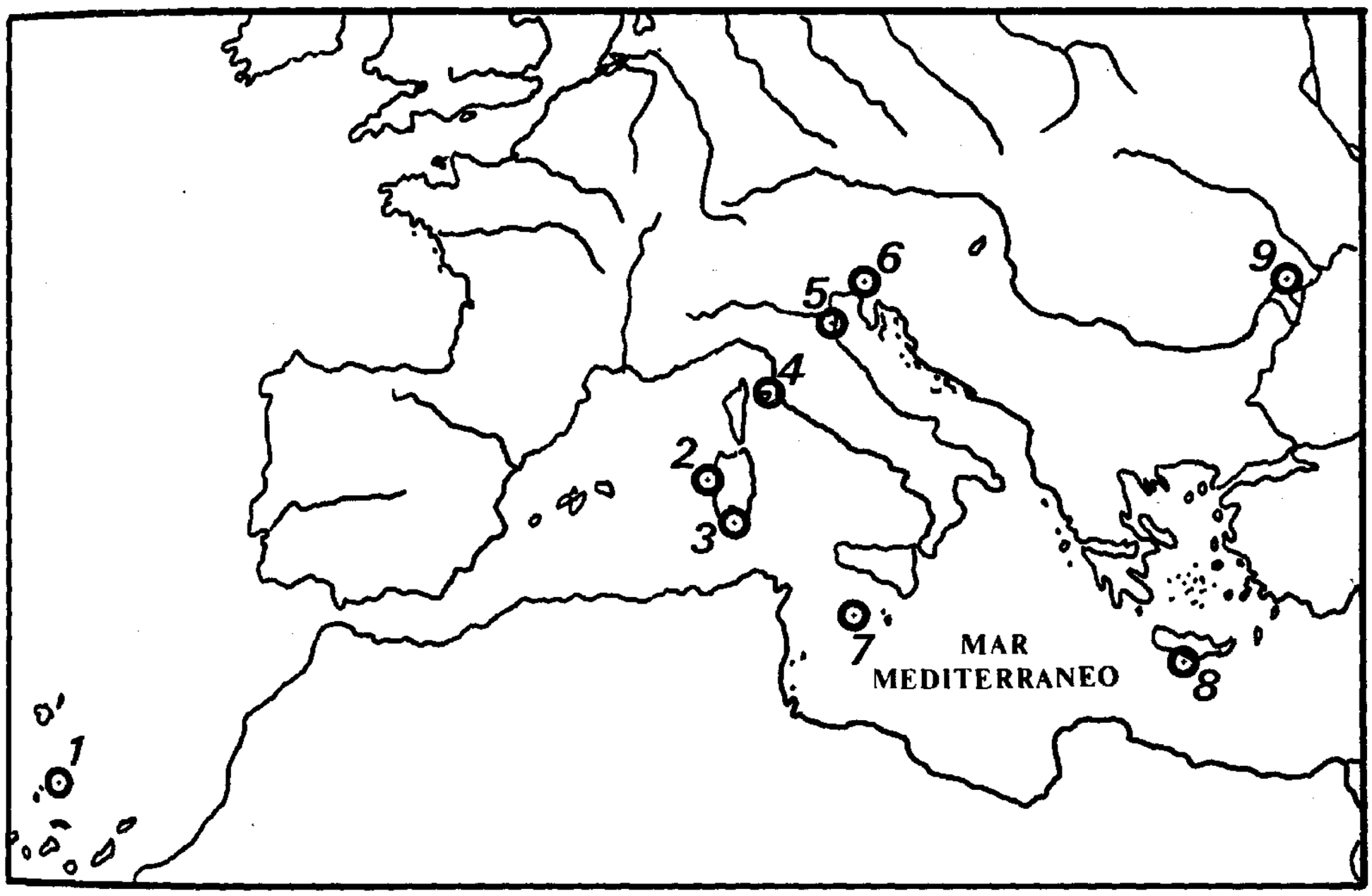


Fig. 1 - Area di studio con le stazioni di campionamento: 1, Isole Selvagens; 2, Stagno di Mistras (Oristano); 3, Stagno di S. Gilla, Macchiareddu (Cagliari); 4, Arcipelago Toscano; 5, Delta del Po; 6, Laguna di Marano; 7, Isola di Linosa; 8, Isola di Creta; 9, Delta del Danubio.

Risultati e discussione

L'analisi gascromatografica permette di evidenziare vari idrocarburi clorurati ed in particolare esaclorobenzene, lindano, pp'DDT con i suoi derivati e policlorobifenili (PCB). Fra questi, quelli presenti in tutte le stazioni e in concentrazioni più elevate sono il pp'DDE (derivato del DDT) ed i PCB; di questi due organoclorurati verranno considerati i livelli nelle tre classi di consumatori, la distribuzione geografica, l'accumulo nei diversi tessuti ed organi e l'eventuale tossicità.

I valori del pp'DDE e dei policlorobifenili, espressi in μg/g di peso secco, ritrovati nelle uova delle tre classi di consumatori sono riportati nelle Tabb. 2 e 3. Risulta chiaramente come la posizione trofica, semplificata dalla diversa percentuale di pesce nella dieta, giuochi un ruolo importante nei livelli di questi contaminanti. Sia per il DDE che per il PCB si nota una forte differenza di valori fra i consumatori primari e gli altri due gruppi di uccelli; meno apprezzabile è invece la differenza fra il gruppo intermedio e i consumatori terziari; in realtà i valori più elevati si trovano in una specie posta tra i consumatori secondari, il Gabbiano Reale (Stazione 4), a confermare indirettamente

Tab. 2 - *Concentrazioni di policlorobifenili nelle uova (μg/g p.s.)*

STAZIONE	CONSUM.	PRIMARI		CONSUM.	SECONDARI		CONSUM.	TERZIARI	
	$\bar{x}$	DS	n	$\bar{x}$	DS	n	$\bar{x}$	DS	n
1	—	—	—	—	—	—	4,5	1,8	8
2	—	—	—	—	—	—	8,7	2,2	6
3	—	—	—	3,2	1,9	7	15,2	5,2	6
				15,1	8,7	33			
4	—	—	—	42,6	14,5	12	41,2	15,0	11
				29,4	12,6	13	21,9	5,2	5
5	0,5	0,2	5	13,8	13,3	17	12,4	5,1	13
	0,4	0,1	5	4,9	5,5	15	7,8	7,4	16
6	0,6	0,2	3	7,9	1,7	8	9,7	1,6	22
				8,1	3,5	9			
				17,2	7,7	4			
7	—	—	—	—	—	—	10,3	4,2	11
8	—	—	—	—	—	—	14,4	nc	2
9	0,9	0,2	4	2,3	1,1	13	23,4	12,8	13
				2,0	0,3	3	14,9	7,8	10
				2,1	nc	2	5,5	2,8	12

$\bar{x}$ = media; DS = deviazione standard; n = numero di campioni; nc = non calcolata.

le «deviate» abitudini alimentari di questo laride che, pur con grande variabilità, sempre più frequentemente trova le sue fonti di alimentazione fuori dall'ambiente costiero e/o marino.

Dalle Tabb. 2 e 3 risulta anche una diversa distribuzione geografica di questi due contaminanti; per quanto riguarda i policlorobifenili si notano livelli superiori nel materiale del Mediterraneo Centrale rispetto all'Atlantico (Isole Selvagens) e al Mar Nero; per il DDE invece è in quest'ultima zona che, soprattutto nel Cormorano e nel Pellicano si ritrovano i valori più elevati. Nelle uova provenienti dal Delta del Danubio infatti i valori del DDE sono sensibilmente superiori a quelli del PCB per cui il valore del rapporto PCB/DDE è sempre inferiore a 1 (da 0,3 a 0,8); ciò in contrasto con i valori del-

Tab. 3 - *Concentrazioni di pp'DDE nelle uova (μg/g p.s.)*

STAZIONE	CONSUM. $\bar{x}$	PRIMARI DS	n	CONSUM. $\bar{x}$	SECONDARI DS	n	CONSUM. $\bar{x}$	TERZIARI DS	n
1	—	—	—	—	—	—	1,5	0,5	8
2	—	—	—	—	—	—	5,0	1,7	6
3	—	—	—	2,9	2,1	7	5,1	2,6	6
				3,1	1,1	33			
4	—	—	—	7,5	2,5	12	6,8	2,6	11
				5,5	2,7	13	3,3	2,2	5
5	3,4	2,0	5	4,1	1,9	17	11,3	5,7	13
	2,5	0,9	5	11,5	4,7	15	3,8	2,2	16
6	0,7	0,3	3	7,6	2,4	8	3,7	0,8	22
				8,2	3,5	9			
				7,2	1,7	4			
7	—	—	—	—	—	—	2,3	1,0	11
8	—	—	—	—	—	—	7,0	nc	2
9	1,2	0,2	4	5,3	1,6	13	18,5	5,4	10
				6,6	3,3	3	57,2	18,3	10
				3,0	nc	2	15,4	5,3	12

$\bar{x}$ = media; DS = deviazione standard; n = numero di campioni; nc = non calcolata.

l'Atlantico fra 2 e 4 (Risebrough *et al.*, 1976) e con quelli di 8 specie di uccelli marini del Canada variabili da 1,1 a 7,9 (Pearce *et al.*, 1979); e dai dati di questo lavoro ove, tranne poche eccezioni, il valore del rapporto risulta sempre superiore a 1.

I dati qui riferiti sembrano indicare che esiste uno stretto rapporto tra i livelli dei clorurati nelle uova di uccelli e quelle dell'area di foraggiamento. Le elevate concentrazioni di pp'DDE nelle uova di uccelli nidificanti nel Delta del Danubio stanno a dimostrare che in quella zona viene ancora usato come pesticida il DDT, e che questo si ritrova nelle uova sotto forma del suo derivato persistente.

Che il livello dei contaminanti nelle uova di uccelli rifletta il livello ambientale sembra essere ampiamente dimostrato in una simile ricerca in uova di Fraticello raccolte in due località della Sardegna (Fig. 2 e Focardi *et al.*, 1980) e nei tessuti di Svasso Piccolo svernante nella Laguna di Marano (Fig. 3).

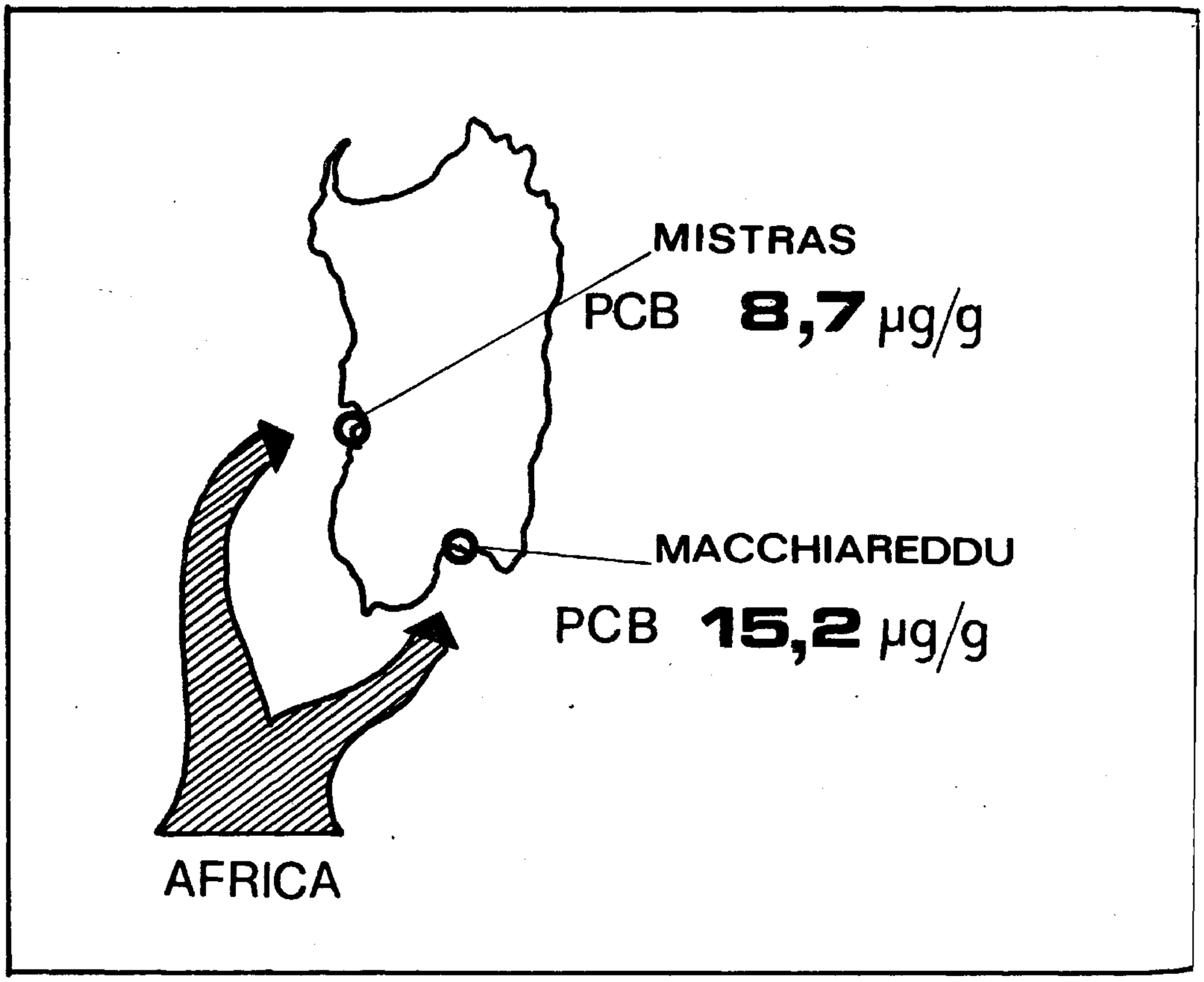


Fig. 2 - Concentrazioni medie di policlorobifenili nelle uova di due colonie di Fraticello in Sardegna.

Sembra quindi ormai chiarito che questi contaminanti sono presenti negli uccelli marini in concentrazioni che riflettono i livelli ambientali; meno si conosce invece sui meccanismi che ne regolano l'assunzione e sui processi metabolici che stanno alla base della escrezione e dell'eventuale accumulo. Mentre il pp'DDE viene assunto direttamente con la dieta o trasformato dall'organismo partendo dal DDT (BEVENUE, 1976), per quanto riguarda i policlorobifenili il problema è più complesso. La maggior parte delle analisi da noi effettuate indicano che nei cromatogrammi di specie situate a diverso livello trofico (Fig. 4) sono presenti gli stessi componenti dei PCB pur se in concentrazioni ed in rapporti differenti. L'analisi in colonna capillare sulle uova di Berta Maggiore (Fig. 5) indica inoltre che vi è una riduzione nel numero degli isomeri nei confronti dei preparati commerciali, con spostamento verso i bifenili a più elevata clorinazione.

Tutto questo conferma quanto riportato in letteratura (HANSEN, 1979; KIMBROUGH 1980); i processi metabolici, pur diversi a seconda della posizione della clorinazione tendono ad eliminare la maggior parte dei di-, tri- e tetraclorobifenili, mentre vengono trattenuti molti dei penta-, esa-, epta- ed octaclorobifenili.

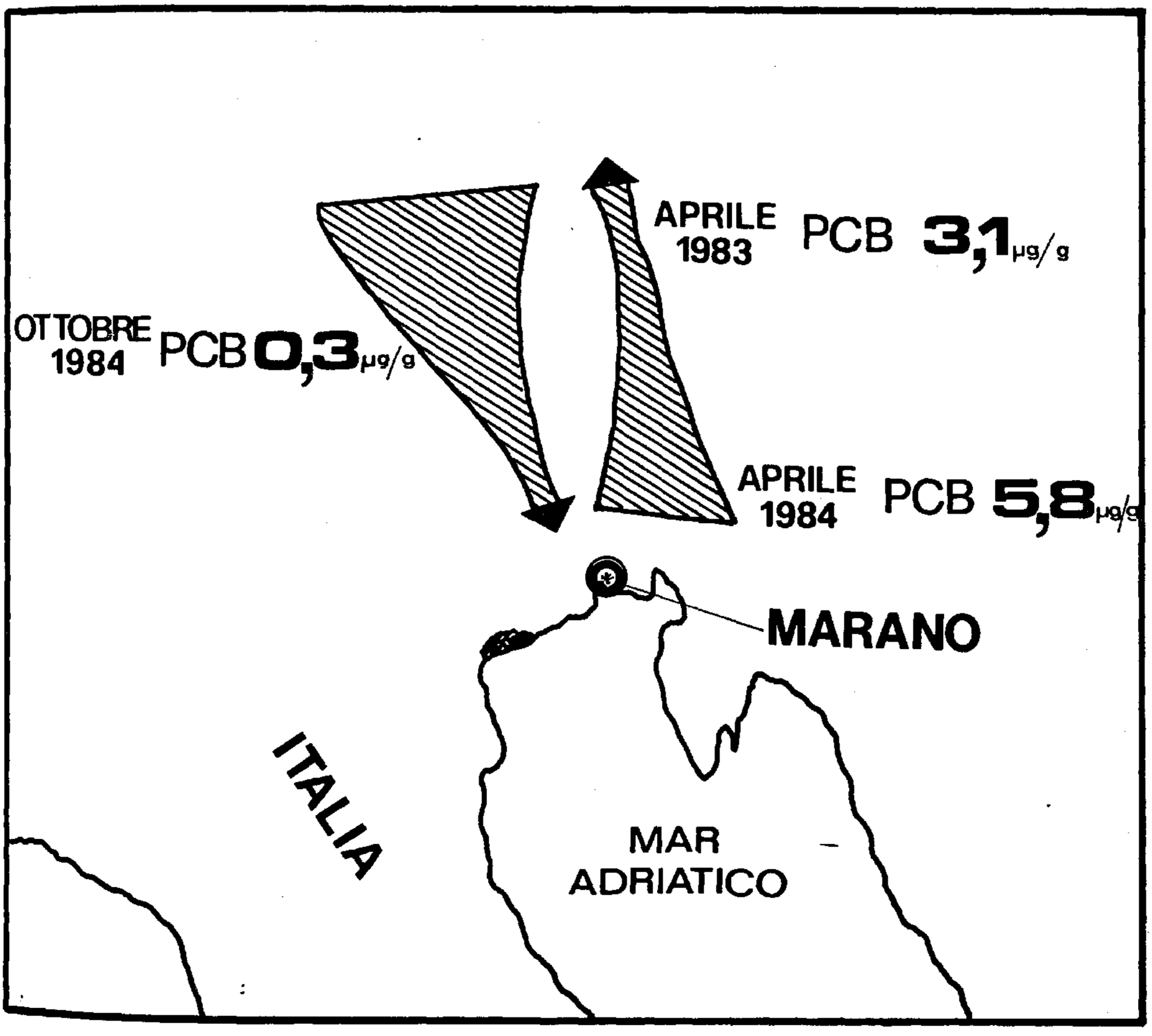
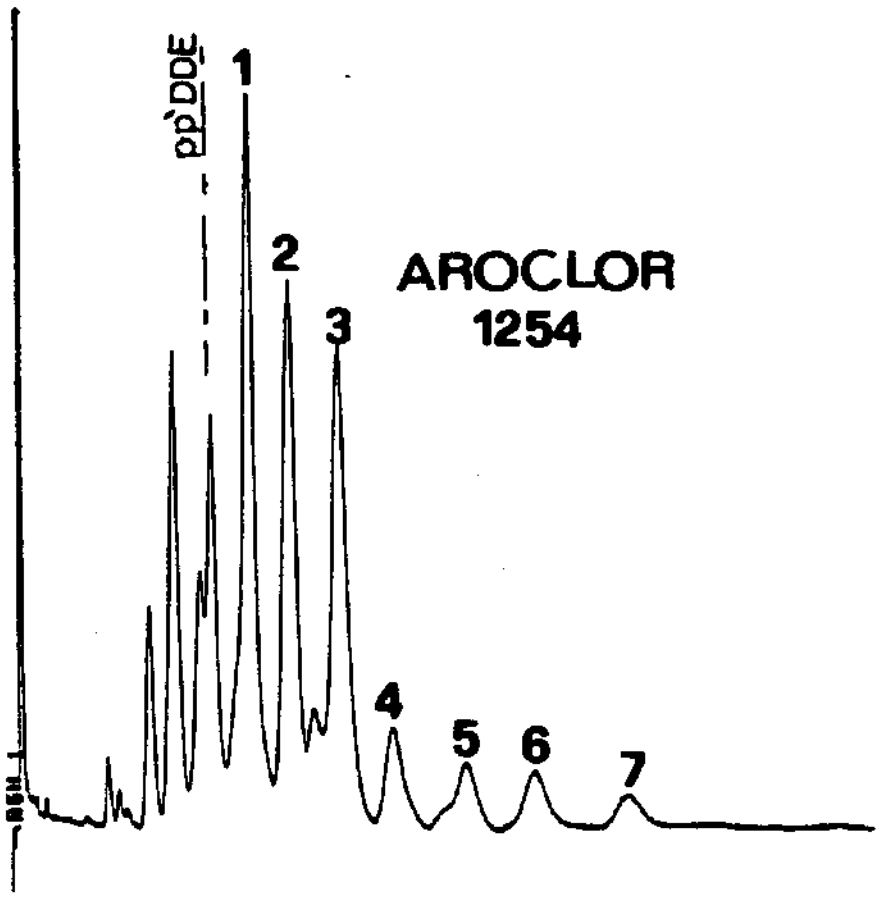
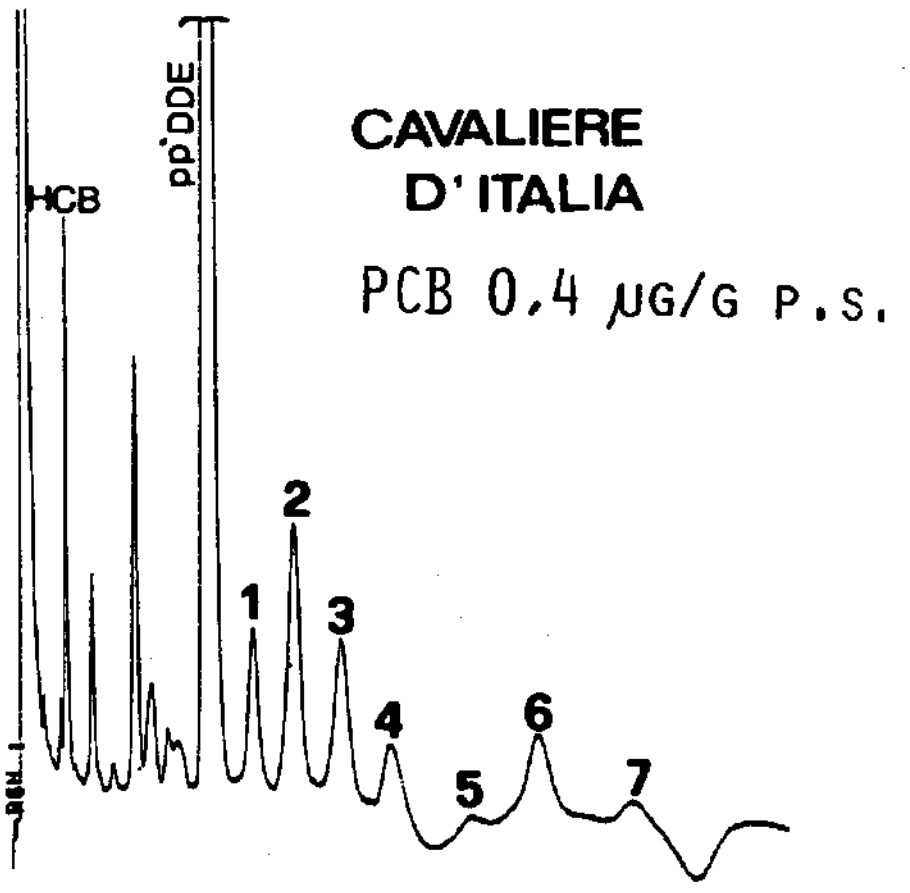


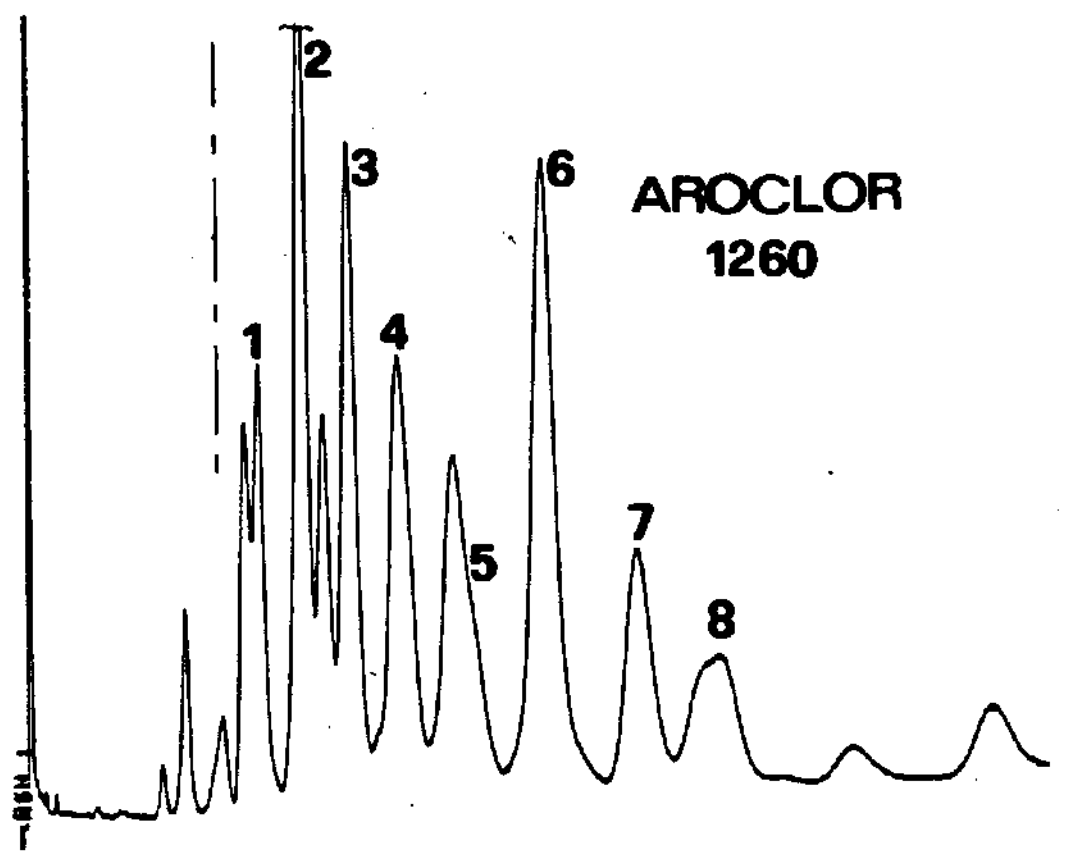
Fig. 3 - Concentrazioni medie di policlorobifenili nel tessuto adiposo di Svasso Piccolo della Laguna di Marano.

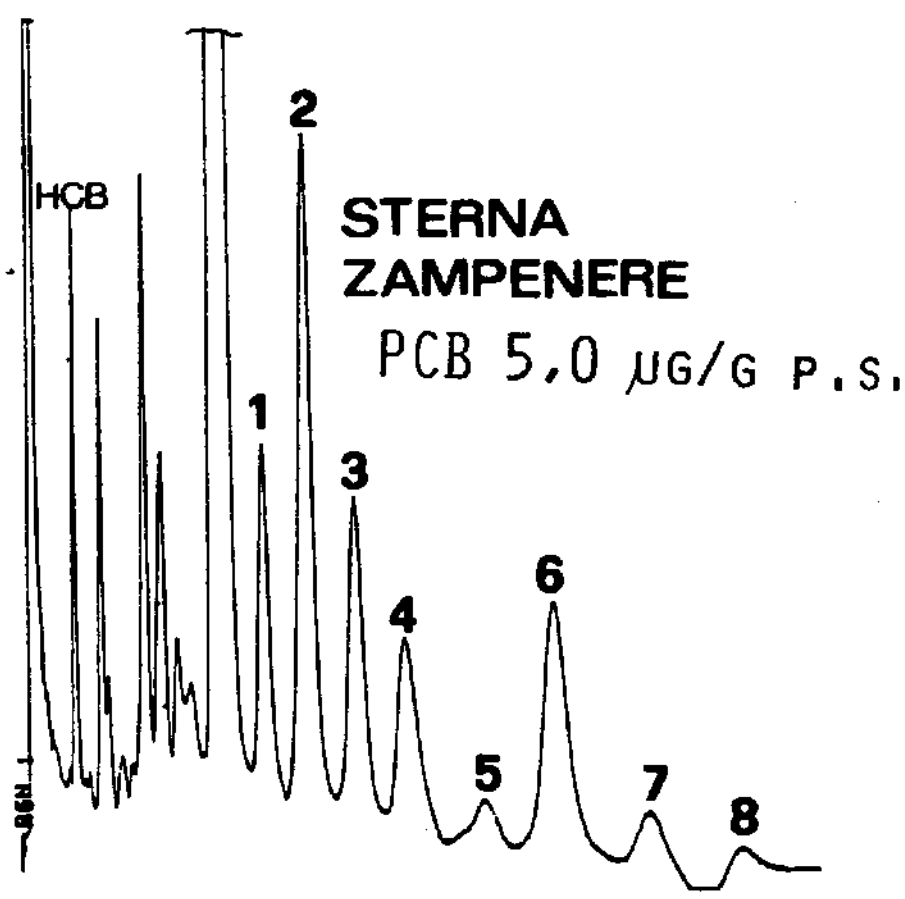
All'interno dei tessuti di uno stesso animale (Fig. 6) non vengono rilevate apprezzabili differenze nella presenza dei vari componenti dei PCB; vi è però un diverso grado di ritenzione con concentrazioni decrescenti dal tessuto adiposo, all'uropigio, al muscolo, al fegato, al cervello e al rene (Fig. 6). A conferma della notevole lipoaffinità di questi composti, si nota una relazione di proporzionalità diretta con il contenuto in lipidi nel tessuto; fa eccezione il cervello che, accanto a valori medi di lipidi del 25% in peso secco, presenta concentrazioni di DDE e PCB molto basse. Troppo presto tuttavia e ancora modesto il numero dei reperti per stabilire le ragioni di questo diverso comportamento; si può comunque fin d'ora pensare a meccanismi fisiologici tendenti a proteggere questa delicata struttura.

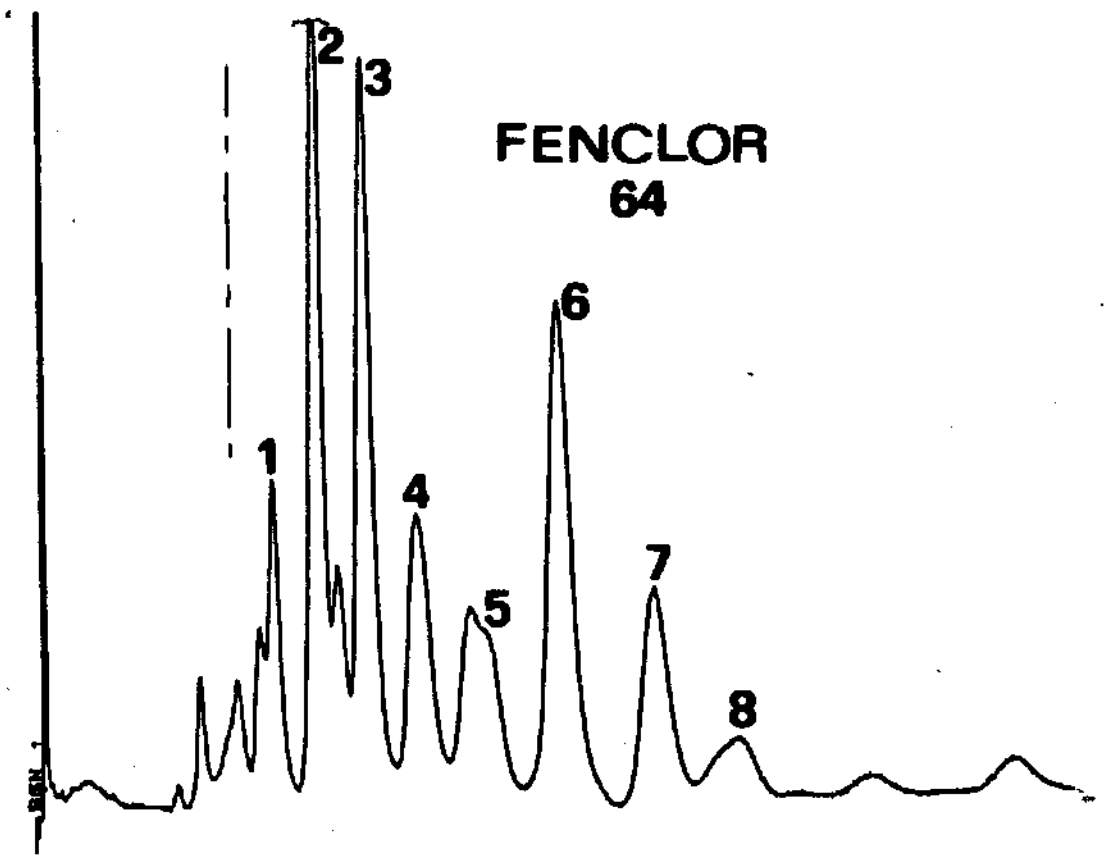
Dai dati ottenuti risulta comunque evidente che le maggiori quantità di PCB e DDE vengono immobilizzate a livello del tessuto adiposo e dell'uropigio. Ciò permette di trarre alcune considerazioni sul loro ulteriore destino; mentre la ghiandola uropigea potrebbe











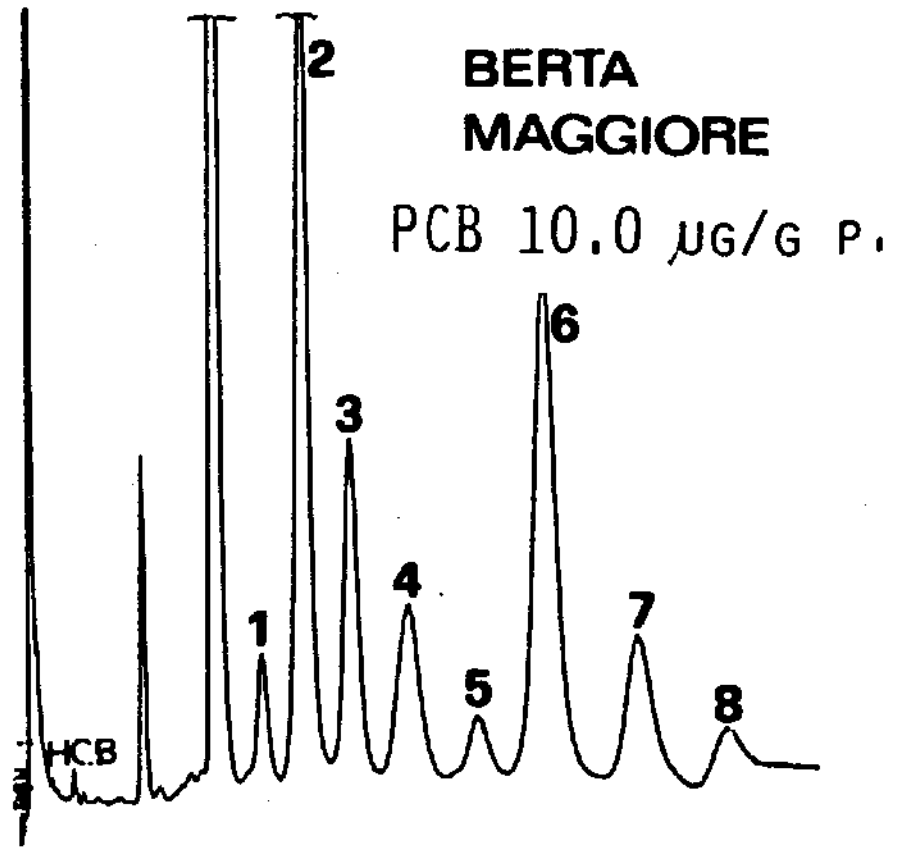


Fig. 4 - Confronto di cromatogrammi di alcuni preparati commerciali e di uova di tre specie ai diversi livelli trofici (Colonna impaccata OV-101).

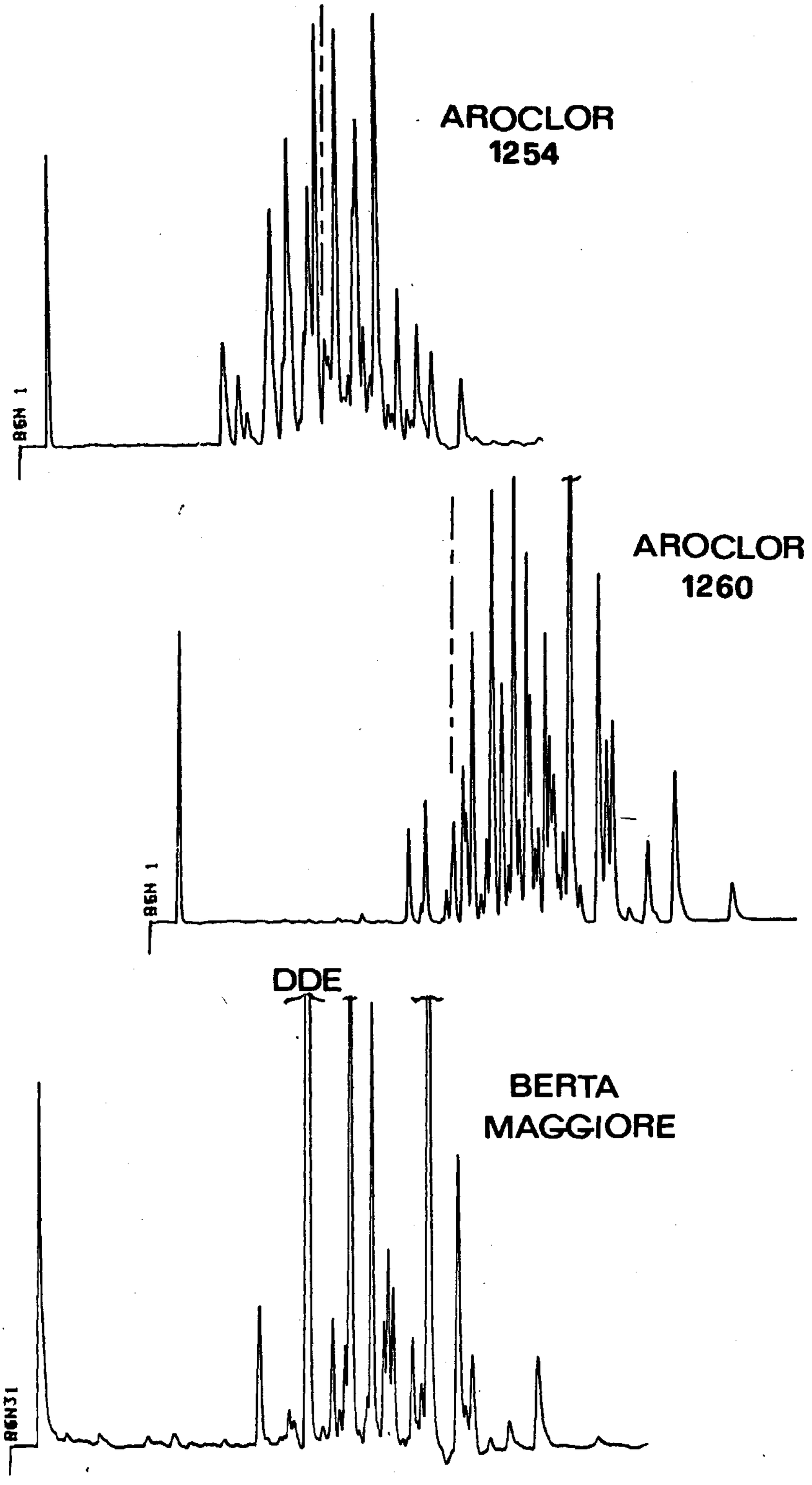


Fig. 5 - Confronto di cromatogrammi di preparati commerciàli dell'uovo di Berta Maggiore (Colonna capillare SE-54).

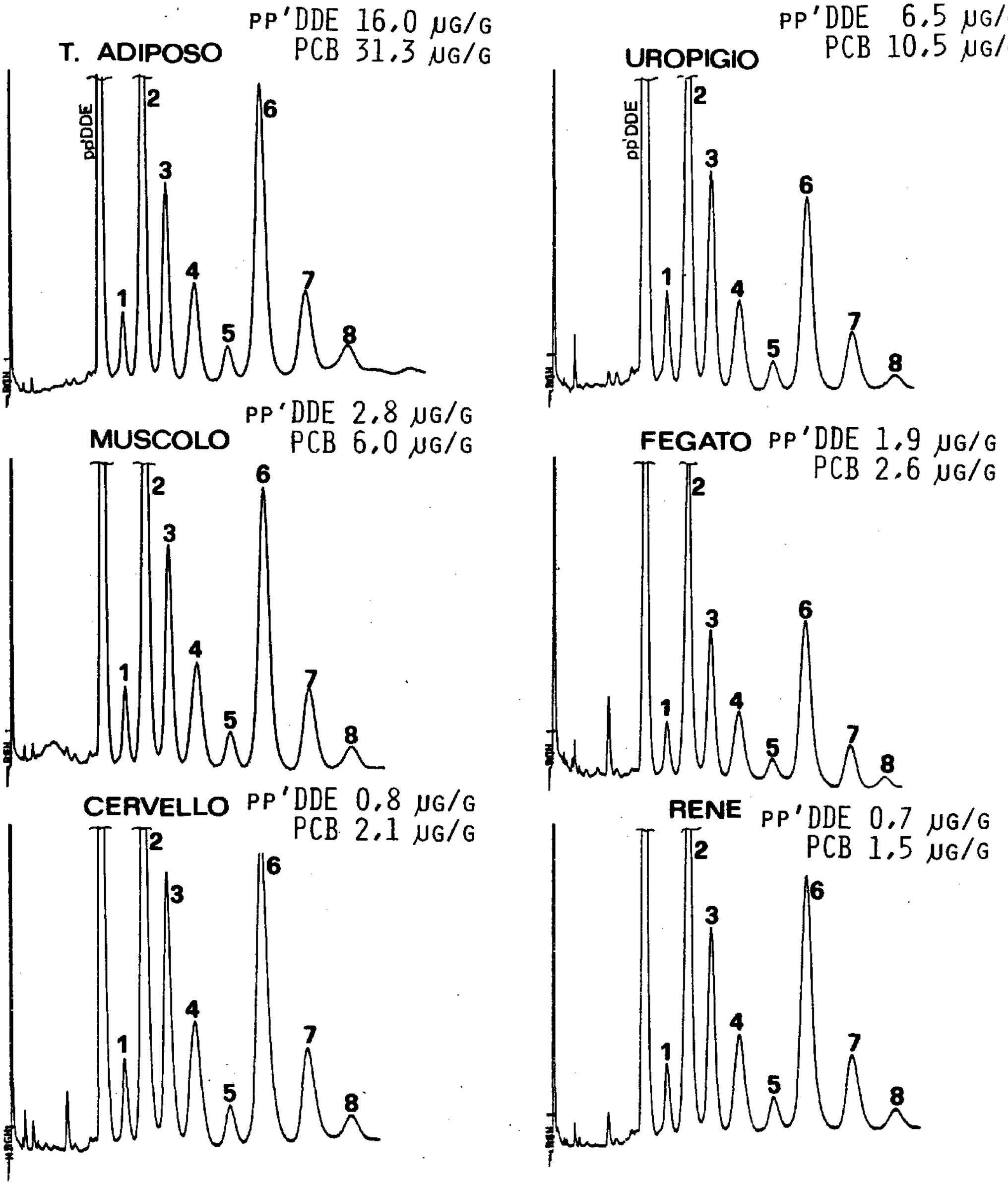


Fig. 6 - Cromatogrammi dei diversi organi e tessuti di Berta Maggiore analizzati (Colonna impaccata OV-101).

essere considerata, almeno in alcune specie, una sede naturale di escrezione, il tessuto adiposo può diventare in caso di mobilizzazione dei lipidi di riserva (migrazioni, produzione di uova) una sorgente «interna» di reimmissione di questi contaminanti nel torrente sanguigno.

Una valutazione della loro eventuale tossicità (diversi livelli di questi contaminanti nel Mediterraneo rispetto ad aree limitrofe) nei riguardi dei processi fisiologici legati alla riproduzione non è facile. Va comunque rilevato che nelle uova di Pellicano del Delta del Danubio vi sono concentrazioni di pp'DDE (13,3 μ/g) simili a quelle trovate da BLUS (1982) nel Brown Pelican nel Sud-Est degli Stati Uniti e che egli considera responsabili di «substantially impaired reproductive success». Nel Cormorano vi sono concentrazioni di pp'DDE cui PEARCE *et al.* (1979) attribuiscono la responsabilità di una riduzione del 20% dello spessore del guscio. I dati del presente lavoro sulla Berta Maggiore in tre stazioni diverse (Fig. 7), oltre ad indicare una maggiore contaminazione dei reperti del Mediterraneo nei confronti dell'Atlantico, indicano anche una riduzione significativa dello spessore del guscio nelle colonie mediterranee.

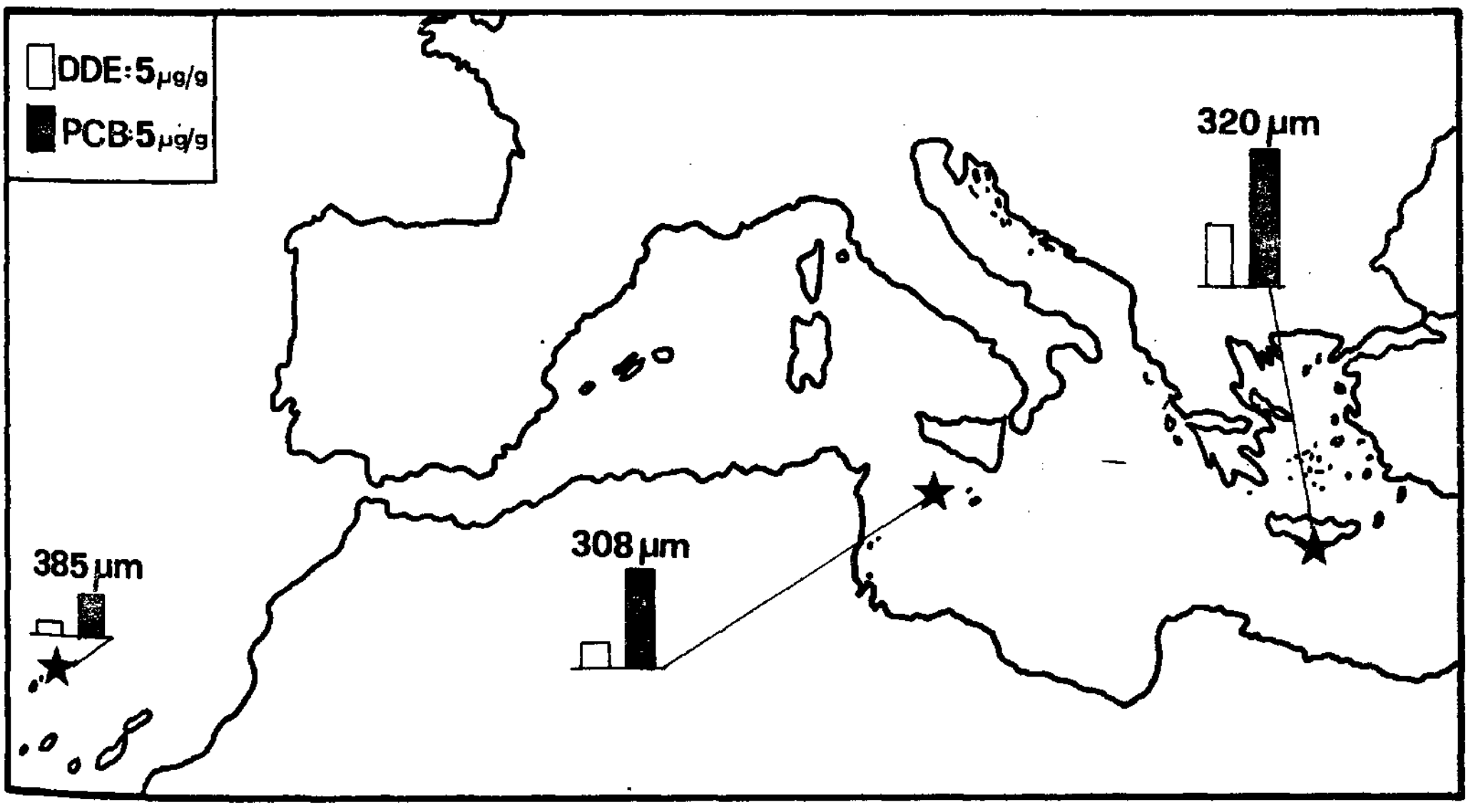


Fig. 7 - Concentrazioni di policlorobifenili e pp'DDE in uova di Berta Maggiore di tre diverse località. Sono stati riportati i risultati dello spessore medio del guscio espressi in μm.

Va infine sottolineato che alcuni di questi dati esaminati in chiave cronologica, indicano, almeno per alcune specie dell'Arcipelago Toscano e del Delta del Po (Fig. 8) una tendenza all'aumento negli ultimi anni dei livelli dei policlorobifenili, confermando così la crescente diffusione di questi composti nell'ecosistema mediterraneo.

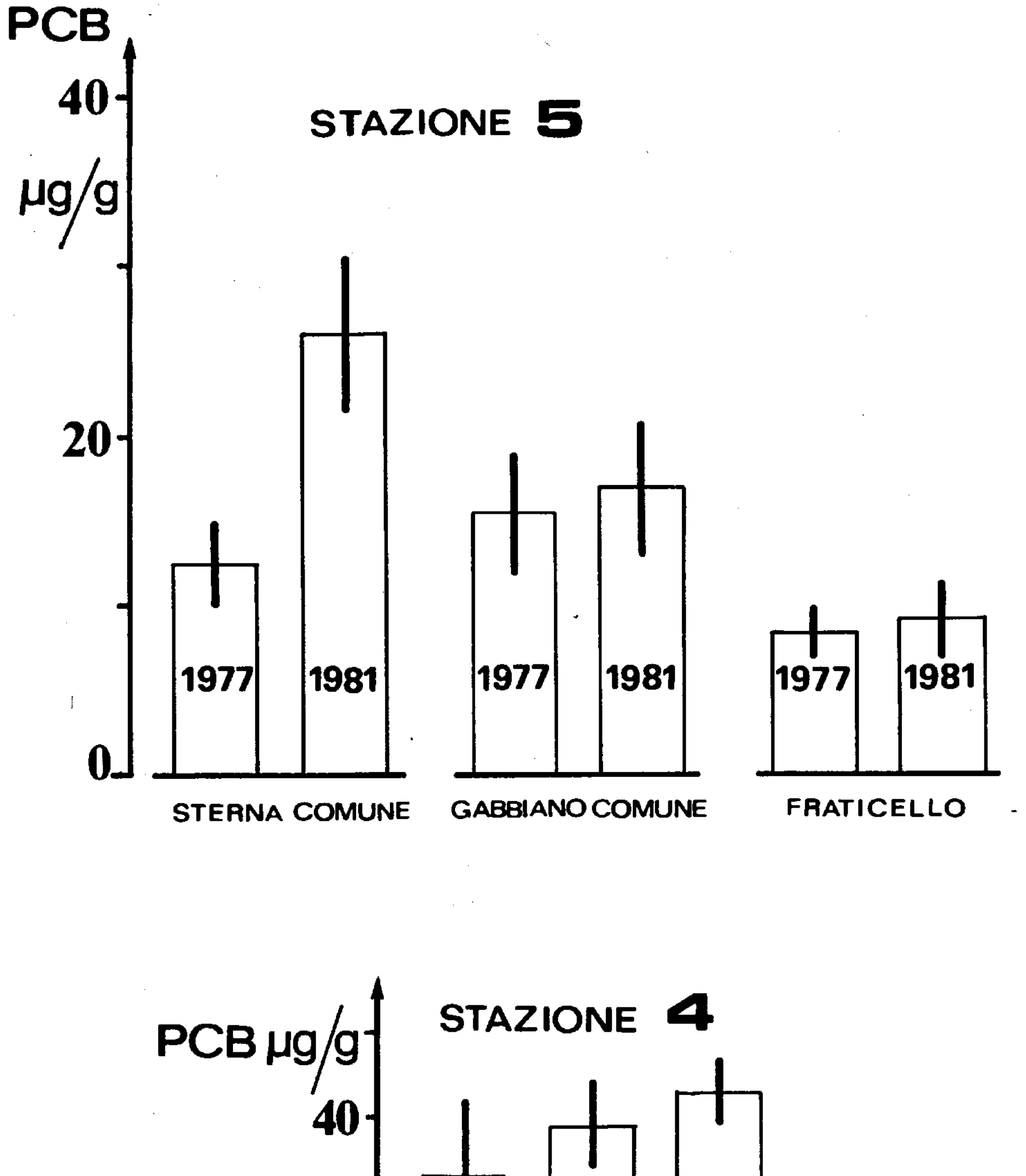


Fig. 8 - Concentrazioni medie (con Errore Standard) di policlorobifenili in uova di alcune specie di uccelli provenienti dal Delta del Po (Stazione 5) e dall'Arcipelago Toscano (Stazione 4).

Summary

Chlorinated hydrocarbons (Hexachlorobenzene, Lindane, DDT and analogues, Polichlorinated Biphenyls) have been tested in birds with different feeding habits collected, in the Mediterranean Sea, Danube Delta and in the East Atlantic sea. Tissues, organs and eggs were used for the analysis. Birds feeding mostly of fish show the highest levels of these compounds, expecially pp'DDE and PCB. Geographic differences of PCB and DDE distribution have been investigated. The fate, the toxicity and the biotrasformation of these contaminants in the organisms are discussed.

Riassunto

Sono state effettuate analisi di idrocarburi clorurati (esaclorobenzene, lindano, DDT e derivati, policlorobifenili) su sedici specie di uccelli appartenenti a vari livelli trofici, campionati nel Mediterraneo, delta del Danubio e Atlantico orientale. Le analisi sono state effettuate su organi, tessuti e uova. I risultati mostrano il massimo accumulo di questi composti (in particolare pp'DDE e PCB) nelle specie con dieta fondamentalmente piscivora. Vengono evidenziate differenze geografiche nella contaminazione da DDE e PCB. Viene discussa inoltre la dinamica di questi composti all'interno dell'organismo, la loro tossicità e la loro biotrasformazione.

Bibliografia

BEVENUE A. (1976) - The «bioconcentration» aspects of DDT in the environment. *Residue Reviews*, **61**: 37-112.

BIDDINGER G.R., GLOSS S.P. (1984) - The importance of trophic transfer in the bioaccumulation of chemical contaminants in aquatic ecosystems. *Residue Reviews*, **91**: 103-145.

BIJLEVELD M.F.I.J., GOEDLIN P., MAYOL J. (1979) - Persistent pollutants in Audouin's Gull (*Larus audouinii*) in the Western Mediterranean: A Case-study with Wide Implications? *Environ. Conserv.*, **6** (2): 39-142.

BLUS L.J. (1982) - Further interpretation of the relation of organochlorine residues in Brown Pelican eggs to reproductive success. *Environ. Pollut. Ser. A*, **28**: 15-33.

BOURNE W.R.P., BOGAN J.A. (1980) - Organochlorines in Mediterranean Sea-Birds. *Environ. Conserv.*, **7**: 277-278.

COTTIGLIA M., FOCARDI S., LEONZIO C., MASCIA C., RENZONI A., FOSSI C. (1982) - Contaminants in tissues of shore-birds from a polluted lagoon of the island of Sardinia. *VI Journées Etud. Pollutions, Cannes, C.I.E.S.M.*: 293-298.

CRAMP. S. (1980) - Handbook of the Birds of Europe the Middle East and North Africa. **1.** Ostrich to Ducks. Oxford University Press, Oxford: 722.

CRAMP S. (1983) - Handbook of the Birds of Europe the Middle East and North Africa. **3:** Waders to Guls. Oxford, University Press, Oxford: 913.

FOCARDI S., LEONZIO C., RENZONI A. (1980) - Chlorinated hydrocarbons and trace metals in eggs of *Larus argentatus michaellis* Naumann and *Sterna albifrons albifrons* Pallas. I Congresso S.IT.E., Salsomaggiore Terme: 411-414.

FOCARDI S., FOSSI C., FOSSI E. (1984) - Levels of chlorinated pesticides and polychlorinated biphenyls in human milk. *Riv. It. Ped.*, **10** (3): 286-290.

GEYER H., FREITAG D., KORTE F. (1984) - Polychlorinated Biphenyls (PCBs) in the Marine Environment, Particularly in the Mediterranean. *Ecotoxicol. Environ. Saf.*, **8:** 129-151.

HANSEN L.G. (1979) - Selective accumulation and depletion of polychlorinated biphenyl components: food animal implications. *Ann. N.Y. Acad. Sci.*: 238-246.

KIMBROUGH R.D. (1980) - Halogenated Biphenyls, Terphenyls, Naphthalenes, Dibenzodioxins and Related Products. Elsevier/North-Holland Amsterdam: 406.

LEONZIO C., FOCARDI S., FOSSI C., RENZONI A. (1984) - Sea-Birds as Indicators of Mercury Pollution in the Mediterranean. *Meeting on the «Biogeochemical cycle of mercury in the Mediterranean» Siena, 27-31 august 1984,* (in press).

MENDOLA J.T., RISEBROUGH R.W., BLONDEL J. (1977) - Contamination de l'avifaune camarguaise par des residues organochlorés. *Environ. Pollut.*, **13:** 21-31.

PEARCE P.A., PEAKALL D.B., REYNOLDS L.M. (1979) - Shell thinning and Residues of Organochlorines and Mercury in Seabirds Eggs. *Pest. Monit. L.*, **13:** 61-68.

RENZONI A., FOCARDI S., LEONZIO C., FOSSI C., MOCCI DEMARTIS A. (1982) - Contaminants in resident and migratory birds of the Mediterranean Sea. *Thalassia Jugoslavica*, **18:** 245-252.

RISEBROUGH R.W., DE LAPPE B.W., WALKER W. II (1976) - Transfer of Higher Molecular Weight Chlorinated Hydrocarbons to the Marine Environment. In: Marine Pollutant Transfer, H.L. Windom e R.A. DUCE Eds, Lexington Books, Lexinton: 391.

VANNUCCHI C., SIVIERI S., CECCANTI M. (1978) - Residues of Chlorinated Naphtalenes, other Hydrocarbons and Toxic Metals (Hg, Cd, Pb) in Tissues of Mediterranean Seagull. *Chemosphere*, **6:** 483-490.

)EBALIA 1985, vol. XI, N.S.: 141-147 ISSN 0392-6613

S. FONDA UMANI
Dipartimento di Biologia, Università di Trieste - Italy

HYDROLOGY AND «RED TIDES» IN THE GULF OF TRIESTE (NORTH ADRIATIC SEA)

Abstract

Hydrology and red tides.
Discoloured waters in the Gulf of Trieste and associated hydrologic conditions are reported.

Key-words: Discoloured waters, hydrologic conditions, Gulf of Trieste, North Adriatic sea.

Introduction

The anomalous blooms, commonly known as «red tides», are far from being a recent phenomenon in the North Adriatic and particularly in the Gulf od Trieste.

The first reports of what was once referred to as «dirty sea» or «malatia del mar» date back to June - July 1872 (SIRSKY, 1872-74). The phenomenon is later reported in 1880 (ANONIMO DI FANO, 1880; CASTRACANE DEGLI ANTEMINELLI, 1880); 1891 (DE TONI, 1891; RENIER, 1891; LEVI MORENOS, 1892 and 1893); 1903 (STEUER, 1903); 1905 (CORI, 1905; FORTI, 1906) and 1920 (BELLEMO, 1920; ISSEL, 1920; VALLE, 1920).

Afterwards there is a long gap in literature on this subject; this may be ascribed more to the standstill in plankton research, due to the cessation of the works in the Zoological Station of Trieste, than to an actual non - occurrence of blooms.

After 1970, BUSSANI (1974) is the first to relate on the subject. In August 1973, he reports on waters discoloured by *Peridinium ovum* over the inshore area of the Gulf of Trieste.

In June 1977 a quite extensive and intense bloom, spreading over the whole Gulf, takes place. The species responsible for it is *Noctiluca miliaris* (CASSINARI *et al.*, 1979), with a maximum value of 4.8×10^6 cell. $\times 1^{-1}$.

In September 1978 there is the first appearance of waters discoloured by *Goniaulax polyedra*, the bloom covering a restricted area and not being particularly intense.

In June 1980, waters discoloured by *Noctiluca miliaris* were reported, but the bloom was less intense than that observed in 1977 (maximum value of 3×10^6 cell. $\times 1^{-1}$).

In June of the following year a certain discoloration due to *Prorocentrum lima (Exuviella marina)* is recorded: it was restricted to the harbour area, where we found even 10×10^6 cell. $\times 1^{-1}$.

In September 1982 a brown line due to *G. polyedra* is observed 2 miles off the Sea-Shore.

At the end of May 1983, again in the most inshore areas, characterized by reduced vertical and horizontal mixing, discoloured waters due to *Scrippsiella faeröense* occur (FONDA UMANI & HONSELL, 1984). In its patches we counted 7×10^6 cell. $\times 1^{-1}$.

Finally, in September 1983, discoloured water patches due to *G. polyedra*, however not very extensive, reappear along the coastal area. The surface film samples collected contained $1/2 \times 10$ cell. $\times 1^{-1}$.

Discussion

An exhaustive literature on the probable cause of such phenomena, which are ancient as well as being spread - wide, is available.

Though the matter is still discussed, it seems generally accepted that some particular conditions are necessary for the appearance of the bloom. Namely they are:

1) eutrophic environment, i.e. rich in nutrients. This may be determined by natural factors (upwelling of fresh water supplies) likely to be further stressed by urban and / or industrial wastes;
2) calm and closed sea, i.e. nutrient - rich water masses undergoing neither dilution by other adjacent water masses nor phenomena of turbulence which would in any case prevent the permanence of the cells in the euphotic layer;
3) seed presence; the organisms which will give origin to a bloom must be present in their vegetative phase or, at least, as resting forms in order to cause the phenomenon. At this point it seems worth noticing that blooms of organisms, never reported before in Adriatic Sea, have occured recently. A typical example in the «red tide» due to *Gonyaulax (Protogonyaulax) tamarensis* which occurred along the coasts of Romagna two years ago (BONI *et al.*, 1984). The transport of seeds as cysts can take place in different ways; e.g. through sea beds (STEIDINGER & HADDAD, 1981) — the natural way — with the upwelling of deep water masses, or — the anthropic way - through the discharging of material from adjacent areas. In the Adriatic, one may suggest that the introduction of Molluscs, either for farming or depuration, can favour the spread of cysts of both Mediterranean and non-Mediterranean (e.g. Japan) origin and lead to the appearance and possibly the bloom of new phytoplankton species;
4) finally, in order to bring about the phenomenon, other environmental conditions seem to be necessary, such as light of an intensity strong enough to support a primary production rate and an almost total lack of wind, so that there is little turbulence in the water mass. Temperature and salinity variations also seem to be essential. In-

deed in May-June 1977, 1980, 1981 and 1983, simultaneously with the «red tides», the surface temperature rose significantly, 2°-3°C degrees at least, in a few days; at the same time salinity fell fairly steeply. This fall, due to an increased inflow of nutrient - bearing fresh water supplies, plays an important, selective role in the growth of phytoplankton species, when associated with sudden rise in temperature. This fact may create conditions favourable to a few species. Among them one only would «get the upper hand» thus determining «red tide» (Fig. 1).

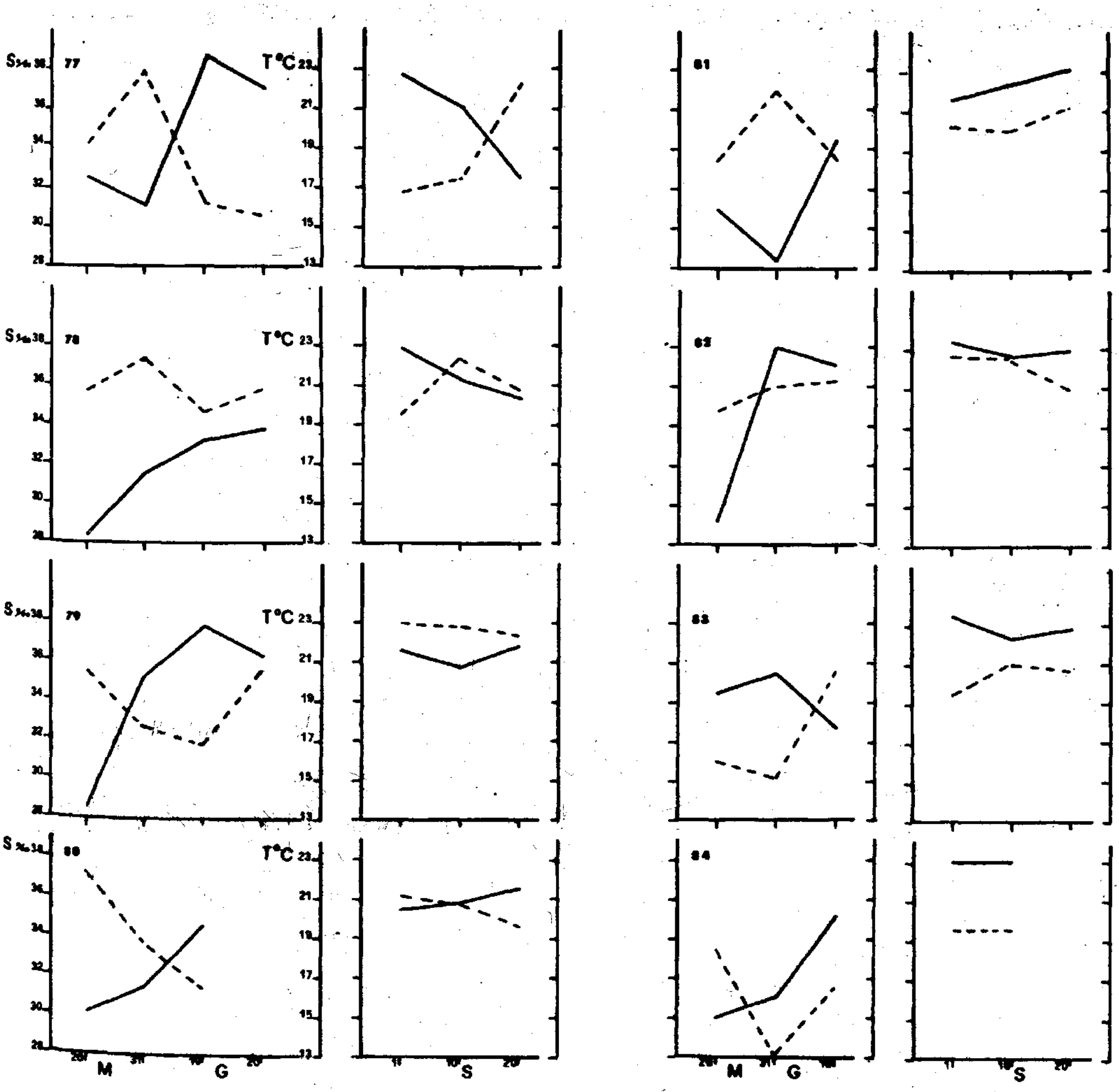


Fig. 1 - Variations of superficial temperature (solid line) and salinity (broken line) in the periods May-June (Bay of Muggia) and September (inshore area of the Gulf of Trieste) from 1977 to 1984.

As stated above, the blooms of the period May-June, occurring together with such particular environmental conditions, always begin in the inner areas of the Gulf of Trieste where mixing is scarce (Fig. 2).

In the years 1978, 1979 and 1984 no blooming occurred because of an excessive turbulence of waters in that period.

It seems however that September blooms, due exclusively to *G. polyedra* come from the western areas (Gulf of Panzano and farther). In the latter period, particular trends of hydrologic conditions in the Gulf of Trieste are not identifiable. The September blooms could originate in other Adriatic areas with particular favourable hydrologic conditions and then driven by tidal currents up to the Gulf of Trieste.

However, in both cases intensity and duration of the phenomena were limited. The blooms are dispersed in a few days by land winds, mainly Bora (ENE), whithout leading to hypoxia or anoxia.

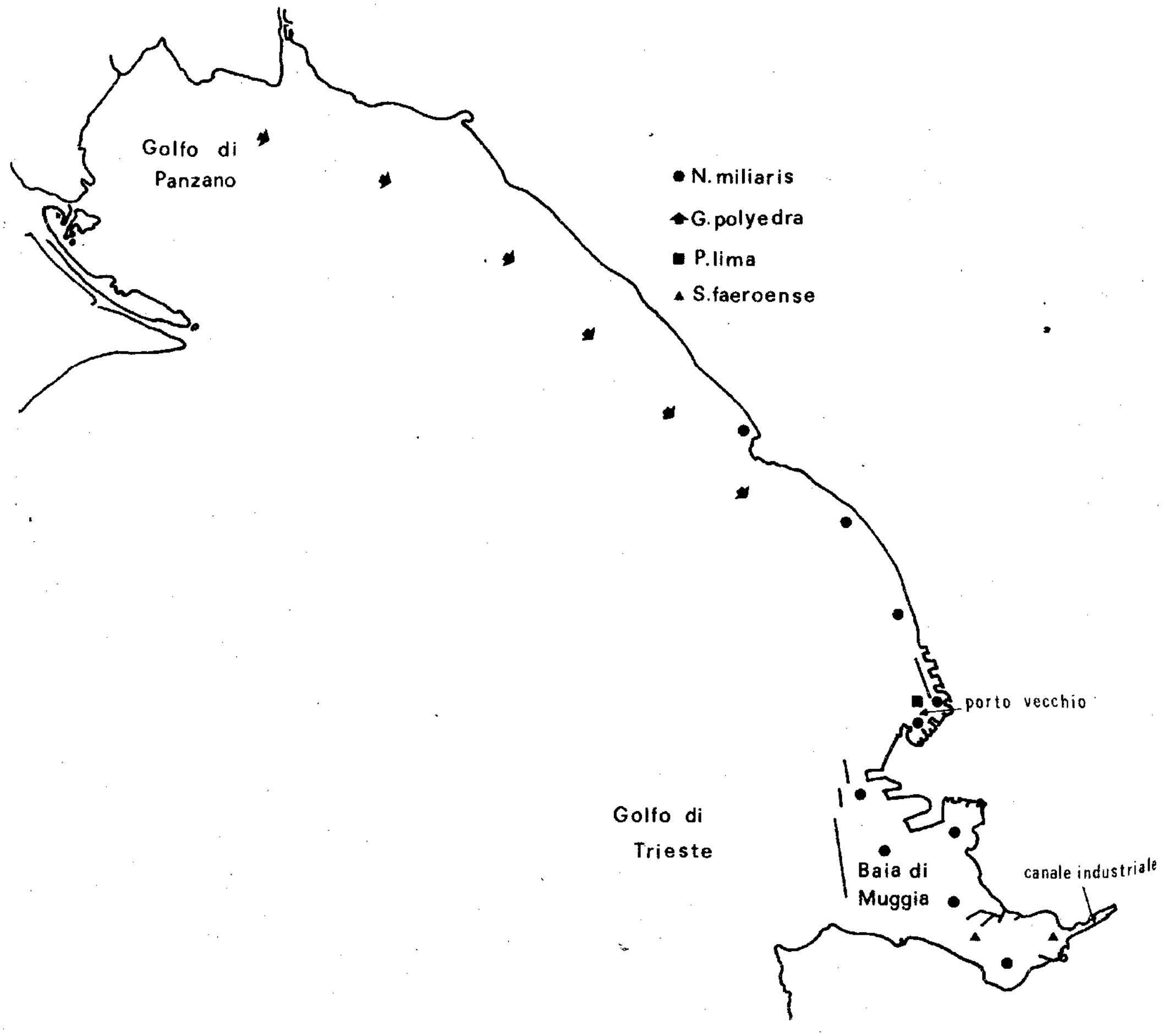


Fig. 2 - Areas where the algal blooms were recorded.

Summary

Anomalous blooms of planktonic algae are far from being a new phenomenon in the Gulf of Trieste since analogous events were already reported in the second half of the last century. However, since 1977, discoloured waters have occurred more frequently, particularly in the areas of the Gulf with reduced vertical and horizontal mixing.

All the species responsible for such phenomena (Noctiluca miliaris, Gonyaulax polyedra, Prorocentrum lima *and* Scrippsiella faeröense) *are Dinophyceae.*

The periods in which more or less extensive blooms occurred more frequently have been end of May - beginning of June and September. Yet, while the spring blooms originate in the most inshore areas of the Gulf with reduced hydrodynamism, it seems that September ones due exclusively to G. polyedra, *originate in western areas and afterwards are transported to the Gulf by tidal currents.*

The hydrological parameters, mainly temperature and salinity, recorded simultaneously with such phenomena are here reported and analyzed.

Riassunto

Le fioriture anomale di alghe planctoniche non sono un fenomeno nuovo per il Golfo di Trieste, in quanto episodi analoghi furono segnalati già nella seconda metà del secolo scorso. Negli ultimi anni però, dal 1977 in poi, le «acque colorate» si sono ripresentate con maggior frequenza, soprattutto nelle zone a più scarso ricambio del Golfo.

Gli organismi responsabili di tali fenomeni appartengono tutti alle Dinophyceae *(Noctiluca miliaris, Gonyaulax polyedra, Prorocentrum lima* e *Scrippsiella faeröense).*

I periodi nei quali più frequentemente sono state segnalate fioriture più o meno estese ed intense sono stati fine maggio - inizi di giugno e settembre. Le fioriture tardo primaverili si innescano nelle zone più interne, ad idrodinamismo ridotto, del Golfo di Trieste, mentre quelle di settembre causate da *G. polyedra*, sembrano originarsi in aree più occidentali, da cui sono successivamente trasportate nelle acque del Golfo dalle correnti tidali.

In questa nota vengono analizzati alcuni parametri idrologici (temperatura e salinità) rilevati in concomitanza con tali fenomeni.

Bibliography

ANONIMO (1880) - *Annunciatore di Fano.*

BELLEMO E. (1920) - Un interessante fenomeno nell'Adriatico. Il mare sporco. *Gazzetta di Venezia*, 184.

BONI L., POMPEI M., RETI M. (1984) - The occurence of *Gonyaulax tamarensis* Lebour bloom in the Adriatic Sea. *Giornale Botanico* (in press).

BUSSANI M. (1974) - «Red tides» nell'alto Adriatico. *World Wildlife Fund*. **1**, (10): 1-7.

CASSINARI E., GRILLO D., PRINCI M., SPECCHI M., STRAVISI F., VALLI G. (1979) - Osservazioni su *Noctiluca miliaris* Suriray del Golfo di Trieste. *Atti Conv. Sc. Naz. P.F. Oceanografia e Fondi Marini, Roma 5-6-7 marzo 1979*, 1-8.

CASTRACANE DEGLI ANTEMINELLI F. (1880) - Straordinario fenomeno della vita del mare osservato nell'Adriatico nell'estate del 1880. *Atti Acc. P.N. Lincei*, **34:** 9.

CORI C.J. (1905) - Ueber die Meeresverschleimung im Golfe von Trieste während des Sommers von 1905. *Oesterreichische Fischerei Zeitung*, **1:** 1-9.

DE TONI G.B. (1891) - Il curioso fenomeno della poltiglia in mare - il mare sporco -. *La Venezia 17 e 18 agosto 1891.*

FONDA UMANI S., HONSELL G. (1984) - Prime segnalazioni di una fioritura di *Scrippsiella faeröense* (Paulsen) Balech & Oliveira Soares nel Golfo di Trieste. *Nova Thalassia*, **6** (suppl.) (in press).

FORTI A. (1906) - Alcune osservazioni sul «mare sporco» ed in particolare sul fenomeno avvenuto nel 1905. *Nuovo Giornale Botanico Italiano (N.S.)*, **13:** (4): 1-56.

ISSEL R. (1920) - Il mare sporco e gli studi della R. Stazione di biologia marina di Rovigno. *Il Piccolo della Sera.*

LEVI MORENOS D. (1892) - Le diverse ipotesi sul fenomeno del «mare sporco» nell'Adriatico. *Neptunia*, **2**, (20): 1459-1469.

LEVI MORENOS D. (1893) - Risposta ad una nota critica del Sig. G.B. de Toni. *La Notarisia*, **2:** 1-10.

RENIER D.A. (1891) - La materia che infestò il nostro golfo nel 1872 ricomparsa nel 1891. *Tip. La Duse, Chioggia*: 1-12.

STEIDINGER K.A., HADDAD K. (1981) - Biologic and hydrographic aspects of red tides. *Bio Science*, **31**, (11): 814-819.

STEUER A. (1903) - Urtiere als Schädlinge mariner Fischerei. *Osterreichische Fischerei Zeitung*, 1, (1): 10-11.

SYRSKI S. (1872/74) - Relazione prodotta all'i.r. Governo marittimo in Trieste dal Dr. Syrski sulle masse glutinose osservate nei mesi di giugno e luglio 1872 nella parte settentrionale dell'Adriatico. *Tip. Herrmanstorfer, Trieste*: 1-6.

VALLE A. (1920) - Notizie sul «mar sporco» o «malattia del mar» *L'Era Nuova*: 429.

OEBALIA 1985, vol. XI, N.S.: 149-156 *ISSN 0392-6613*

S. FONDA UMANI G. HONSELL M. CABRINI L. MILANI
Dipartimento di Biologia - Università di Trieste - Italy

A TINTINNID «BLOOM» IN THE GULF OF TRIESTE (NORTHERN ADRIATIC SEA)

Abstract

First report of a Tintinnid «bloom» in the Gulf of Trieste (Northern Adriatic Sea).

Key-words: tintinnids, microzooplankton, gulf of Trieste, northern adriatic sea.

Introduction

Although microzooplankton represents an important component of the plankton community, there are few extensive studies on it for problems of collection and preservation, and because of difficulties of taxonomic identification of non-loricate Ciliates.

The microzooplankton plays an important role in the marine food-web for the energy transfer from the first trophic level (phytoplankton) to the upper steps. In fact the Ciliates represent a link between primary producers and larger zooplankters like planktonic invertebrates and larval stages of fish (MARGALEF, 1963).

The Tintinnids (olotrichs) are the most extensively studied group of microzooplankton. Many data are available on their distribution: these organisms are more abundant in the coastal areas, and particularly near estuaries and in bays, where eutrophic conditions are frequently found.

In the Adriatic Sea, REVELANTE (1981) noted that the microzooplankton fraction was particularly abundant in the area in front of the delta of the River Po. Also the studies of KRŠINIĆ (1979; 1980) in the northern and middle Adriatic Sea showed that the microzooplankton was more abundant in the bays, particularly in Mali Ston Bay, than in the open sea.

In spring 1983, we began a study on the qualitative and quantitative distribution of microzooplankton in the Adriatic Sea, within the ASCOP project, in order to obtain a better understanding of plankton trophic relationships. We report here an interesting phenomenon related to this plankton fraction which occurred in the Gulf of Trieste in June 1984.

Material and methods

Samples for phytoplankton and microzooplankton enumeration were collected on June 5th 1984 in a station at the outlet of the Canale Industriale (Bay of Muggia, Gulf of Trieste) at surface, 0.5 m and 2 m using 2 l Niskin bottles. They were fixed immediately with 3% neutralized formaldehyde; then a subsample of 20 ml was settled in the laboratory and enumerated under a Leitz Diavert inverted microscope with Utermöhl's (1931) technique, for the phytoplankton, while for the microzooplankton we examined the whole bottom area of the settling chamber.

Samples of plankton for qualitative analysis were collected from the surface in a horizontal haul using a plankton net (mesh size 75 μm). They were fixed with 3% neutralized formaldehyde, dehydrated by ethanol, critical point dried with carbon dioxide and coated with a gold-palladium mixture. The specimens were then examined on a Philips PSEM 500 scanning electron microscope.

Measurements of temperature and salinity were carried out using a Beckman Model RS5 - salinometer.

Results

On June 5th 1984 the presence of discoloured waters was noted by the anti-pollution air service at the outlet of the Canale Industriale in the inner part of the Bay of Muggia, in the Gulf of Trieste. At the moment of taking the samples the water did not show any discolouration, but it presented a strong turbidity, as the Secchi disk remained visible only until 2 m of depth. Tab. 1 shows the values of temperature and salinity over the 0-5 m column. The list of the species and the average density values of Diatoms, Dinoflagellates and Microflagellates over the 0-0.5 m column are reported in Tab. 2. These data do not indicate a monospecific bloom, but a rich phytoplankton community

Tab. 1 - *Salinity and temperature data between 0 m and 5 m.*

	T°C	S‰
0 m	19.8	29.25
0.5 m	19.4	30.10
1.0 m	18.9	31.30
2.0 m	18.7	32.25
5.0 m	17.0	34.30

Tab. 2 - List of phytoplankton species and average density values (0 m - 0.5 m) of Diatoms, Dinoflagellates and Microflagellates.

DINOFLAGELLATES	DIATOMS	cells • 10^6 • l^{-1} average value (0 — 0.5m)	
Prorocentrum maximum (Gourret) Schiller	*Melosira* sp.	TOTAL DINOFLAGELLATES	0.414
Prorocentrum micans Ehrenberg	*Lauderia borealis* Gran		
Prorocentrum triestinum Schiller	*Rhizosolenia alata* Brightwell	TOTAL DIATOMS	5.832
Dinophysis sacculus Stein	*Rhizosolenia fragilissima* Bergon		
Diplopsalis lenticula Bergh	*Chaetoceros affinis* Lauder	TOTAL MICROFLAGELLATES	0.439
Scrippsiella trochoidea (Stein) Loeblich	*Chaetoceros crinitus* Schutt		
Protoperidinium divergens (Ehr.) Balech	*Chaetoceros curvisetus* Cleve		6.685
Gonyaulax polyedra Stein	*Cerataulina bergoni* Peragallo		
Gonyaulax spinifera (Claparède et Lachmann) Diesing	*Hemiaulus hauckii* Grunow		
Ceratium furca (Ehr.) Claparède et Lachmann	*Nitzschia longissima* (Breb.) Ralfs		
Ceratium fusus (Ehr.) Dujardin	*Nitzschia seriata* Cleve		
Ceratium longissimum (Schroeder) Kofoid	*Nitzschia subtilis* (Ktz.) Grunow Cleve		
Ceratium tripos (O.F. Muller) Nitzsch	*Nitzschia* sp.		
Gymnodinium sp.	*Navicula* sp.		
	Dimerogramma fulvum Gregory		

with a rather high species diversity. The species observed are commonly present in the Gulf of Trieste in this period of the year. The community was formed mainly by Diatoms; among them the most abundant species were *Chaetoceros affinis* and *C. crinitus* with $2.06 \cdot 10^6$ and $3.29 \cdot 10^6$ cells $\cdot l^{-1}$, respectively (average values over 0-0.5 m column). The most abundant Dinoflagellates were *Scrippsiella trochoidea* and *Prorocentrum micans* with $151.20 \cdot 10^3$ and $113.85 \cdot 10^3$ cells $\cdot l^{-1}$, respectively (average values over 0-0.5 m column). It is interesting to note that *Scrippsiella trochoidea* (= *Scrippsiella faeröense*) gave rise to a bloom in the same area in May 1983 (FONDA UMANI & HONSELL, 1984).

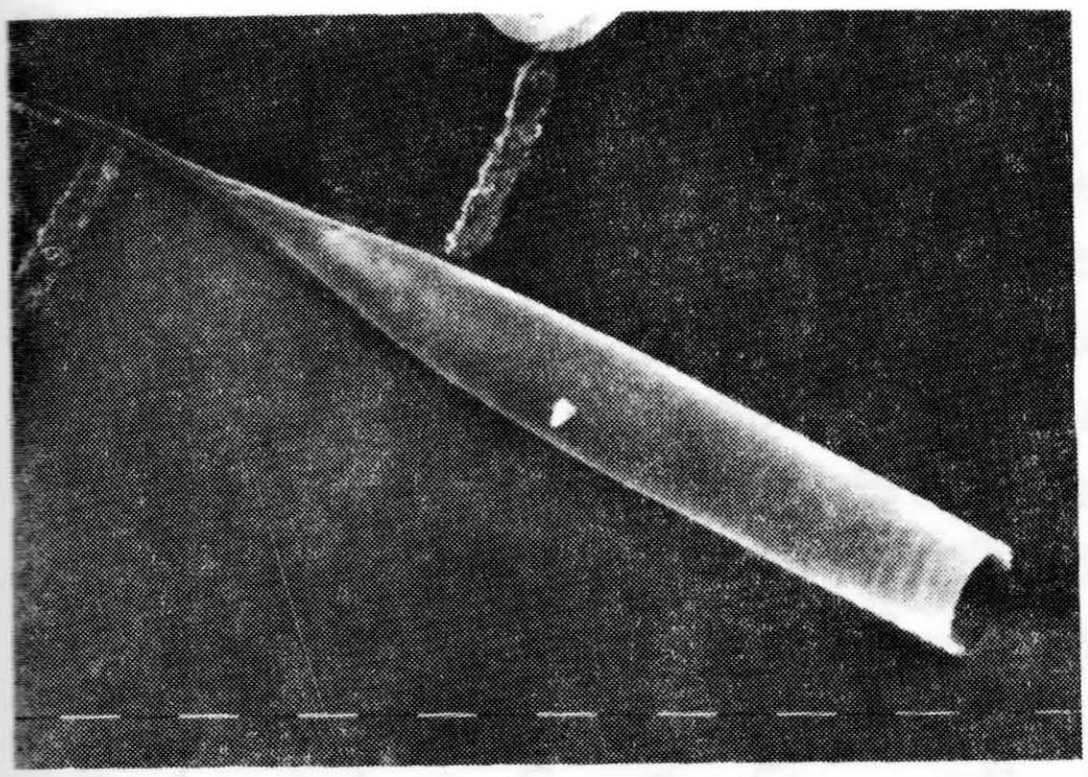
The samples revealed an exceptionally high number of Tintinnids and other Ciliates. Five species of Tintinnids were present: *Favella serrata* (Fig. 1), *Helicostomella subulata* (Fig. 2), *Tintinnopsis campanula* (Fig. 3), *Coxliella heli* (Fig. 4) and *Codonella apicata* (Fig. 5). Their total number was $19.80 \cdot 10^6$ ind. $\cdot m^{-3}$ and 87.6% of them was formed by *Favella serrata* with $17.35 \cdot 10^6$ ind. $\cdot m^{-3}$. A great number of other Ciliates (olotrichs and peritrichs) was present, too, but they represented only 30.7% of the total microzooplankton community with $8.80 \cdot 10^6$ ind. $\cdot m^{-3}$. The average value of Tintinnids and other Ciliates over the 0-2 m column was $28.60 \cdot 10^6$ ind. $\cdot m^{-3}$ (Tab. 3).

This value was much higher than the values which we obtained in April-May 1983 during a cruise in the northern Adriatic Sea. In fact, in the stations nearest to the Gulf of Trieste we recorded values of $171.80 \cdot 10^3$ ind. m^{-3} at surface, $32.60 \cdot 10^3$ ind. $\cdot m^{-3}$ at 10 m and $15.20 \cdot 10^3$ ind. $\cdot m^{-3}$ at 32 m of depth (bottom), with an average value (0-32 m) of $73.20 \cdot 10^3$ ind. $\cdot m^{-3}$. During the same cruise, the maximum value found from the surface in front of the mouth of the River Po was $553.60 \cdot 10^3$ ind. m^{-3} and it was much lower than the value we found in the Gulf of Trieste.

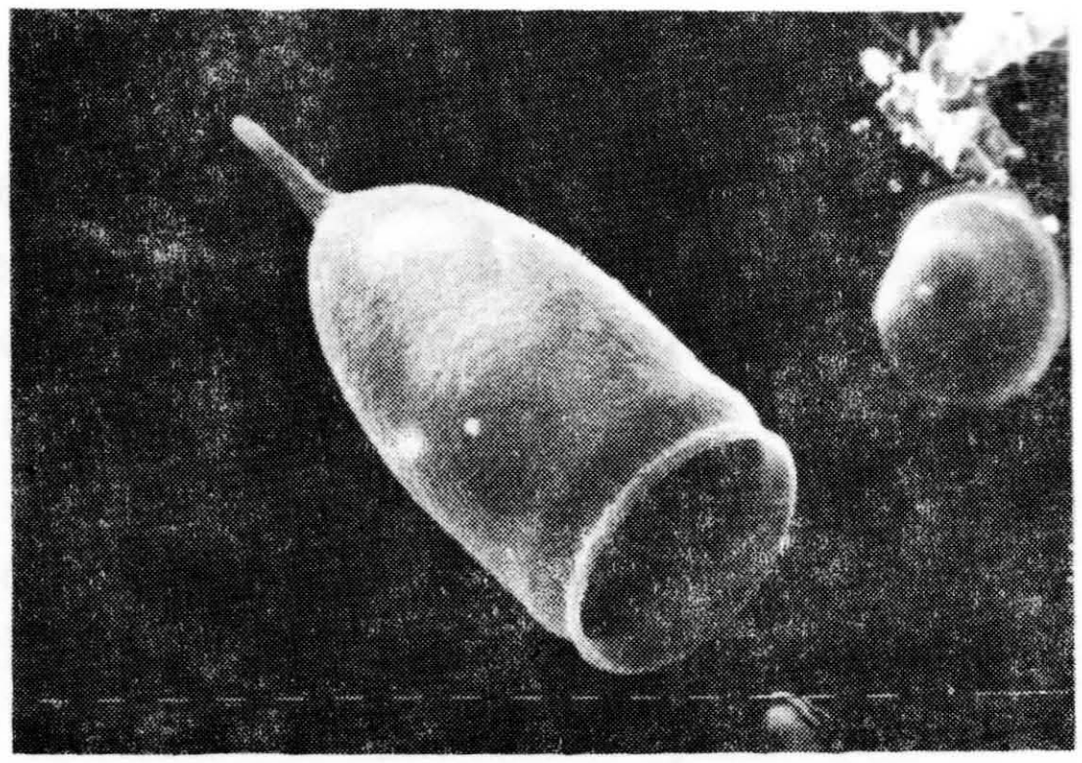
REVELANTE (1981), on the other hand, found during the summer of 1978-79 also values of $58.70 \cdot 10^6$ ind. $\cdot m^{-3}$ for the total microzooplankton in the part of the Adriatic Sea which is subject to the influence of the River Po, while in the most eastern stations she observed a maximum value of $3.10 \cdot 10^6$ ind. $\cdot m^{-3}$. The same Author, however, observed that the dominant fraction of microzooplankton was formed by «other ciliates», while Tintinnids presented values between 7% and 21%.

KRSINIĆ (1977; 1979) found at most $123.34 \cdot 10^3$ Tintinnids $\cdot m^{-3}$ in the Bay of Kastela (middle Adriatic Sea) in November 1973 and $667.60 \cdot 10^3$ Tintinnids $\cdot m^{-3}$ in the Bay of Mali Ston in February 1976.

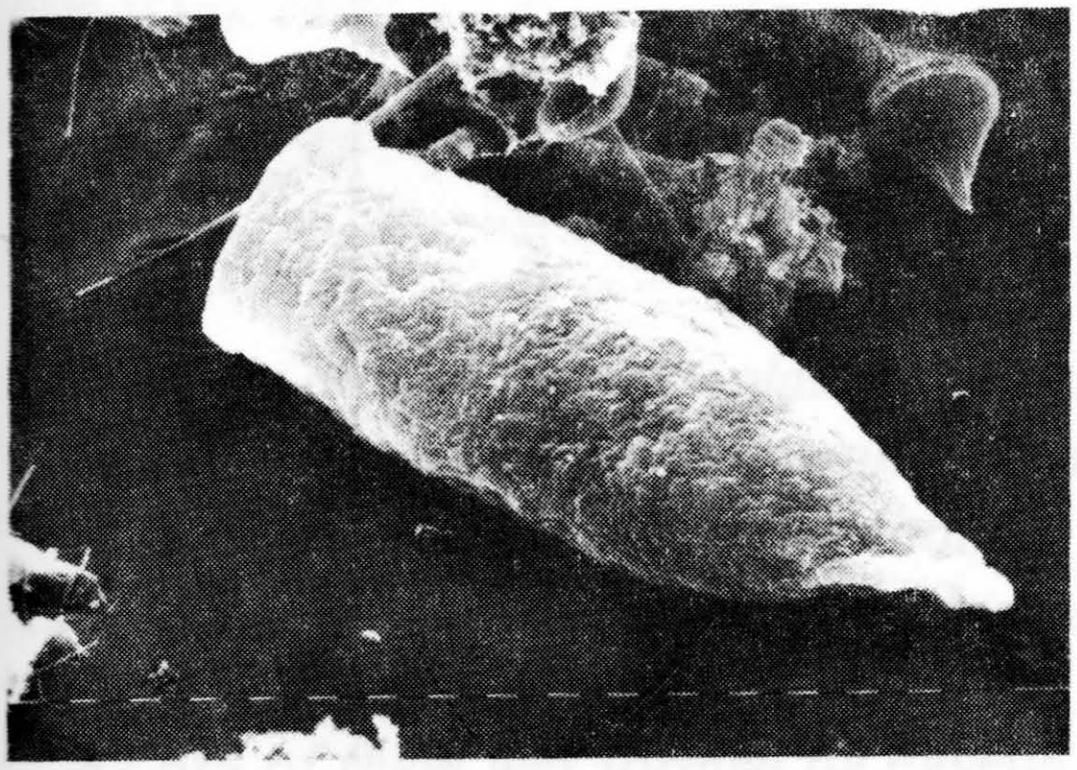
Maximum values of $2.00 \cdot 10^6$, $1.20 \cdot 10^6$ and $12.50 \cdot 10^6$ Tintinnids $\cdot m^{-3}$ were found in the Gulf of Marseille (TRAVERS & TRAVERS, 1971), in the Gujllmar Fjord in Sweden in the period May-June (HERNROTH, 1983) and in the Bay of La Jolla (California), at surface, in September (HEINBOKEL & BEERS, 1979), respectively.



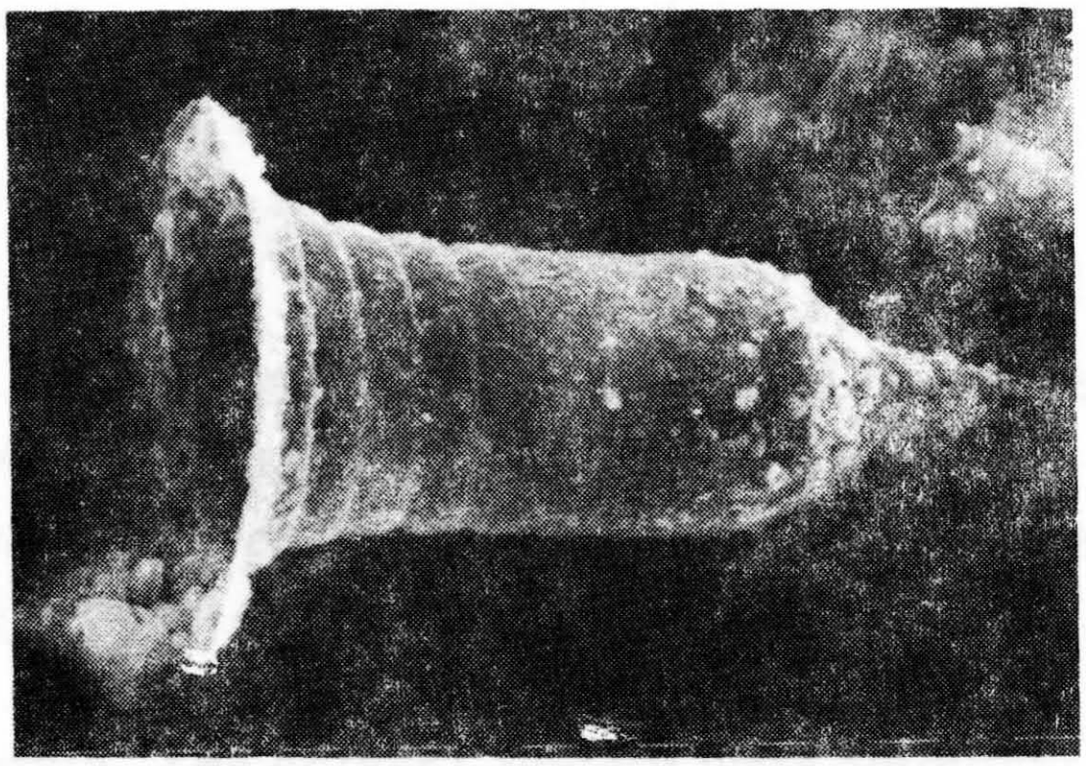
1



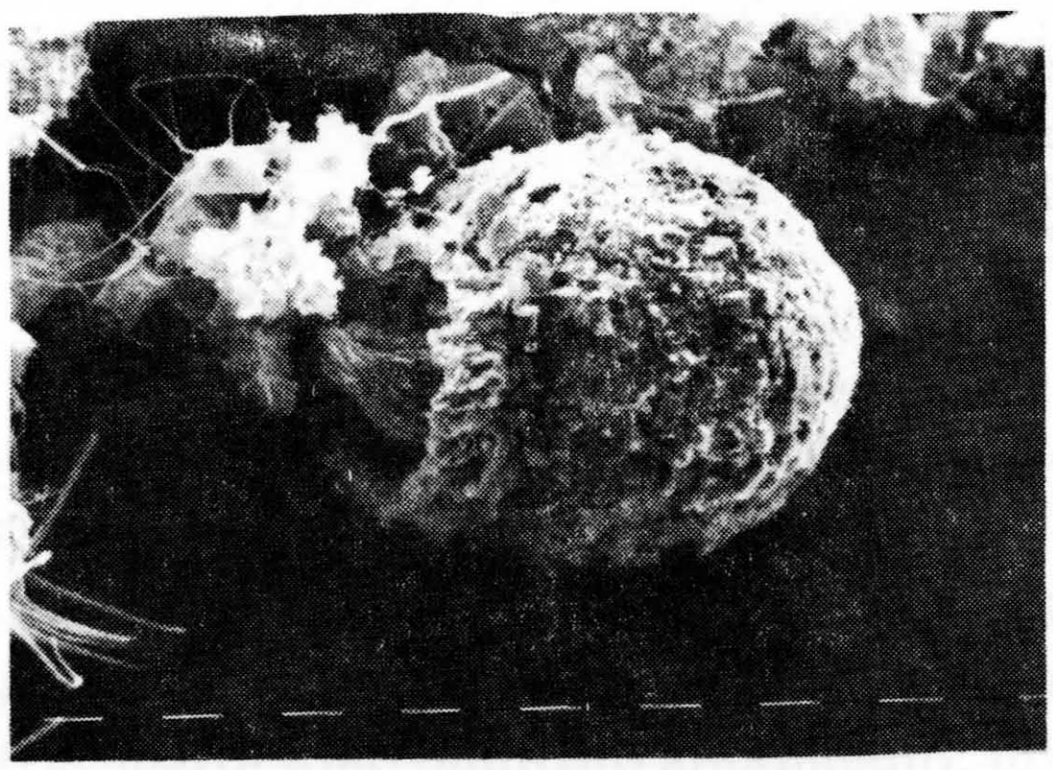
2



3



4



5

Fig. 1 - *Favella serrata*. Scanning electron micrograph. 1 scale bar = 10 μm.
Fig. 2 - *Helicostomella subulata*. Scanning electron micrograph. 1 scale bar = 10 μm.
Fig. 3 - *Tintinnopsis campanula*. Scanning electron micrograph. 1 scale bar = 10 μm.
Fig. 4 - *Coxliella helix*. Scanning electron micrograph. 1 scale bar = 10 μm.
Fig. 5 - *Codonella apicatā*. Scanning electron micrograph. 1 scale bar = 10 μm.

Tab. 3 - *List of Tintinnid species with average density values (0 m — 2 m) of Tintinnids and «other Ciliates».*

	ind. • 10^6 • m^{-3} average value (0 — 2 m)	percentage
Helicostomella subulata (Ehrenberg) Jörgensen	0.625	3.2%
Favella serrata (Möbius) Jörgensen	17.350	87.6%
Tintinnopsis campanula (Ehrenberg) Daday	1.725	8.7%
Coxliella helix (Claparède et Lachmann) Brandt	0.050	0.3%
Codonella apicata (Kofoid et Campbell)	0.050	0.3%
Tintinnids	19.800	69.2%
Other Ciliates	8.800	30.8%
Total	28.600	

Conclusion

A comparison of these data with the values that we found seems to indicate that the density of Tintinnids in the Gulf of Trieste was particularly high; a phenomenon of this kind might be considered as a Tintinnid «bloom», with *Favella serrata* as dominant species, and has not been observed before in the Gulf of Trieste.

Furthermore, it is interesting to note that the microzooplankton was composed mostly by Tintinnids with lower percentages of «other Ciliates», while in the northern Adriatic Sea the «other Ciliates» usually represent the dominant fraction of microzooplankton.

The fenomenon remained restricted to the inner part of the Bay of Muggia and lasted for a few days. In fact, samples collected during the following days in other areas of the Gulf of Trieste, and in the same station at the outlet of the Canale Industriale after one week revealed extremely low density values of *Favella serrata*.

Summary

A study on the microzooplankton of the northern Adratic Sea has begun to have a better understanding of the trophic relation-ships within the plankton community.

We report here a Tintinnid «bloom», which occured in the Gulf of Trieste in June 1984. Five species of Tintinnids were identified for a total number of 19.8 • 10^6 ind. • m^{-3}.

87.6% of them was formed by Favella serrata. *The «other Ciliates» were abundant, but they represented only 30.7% of the total microzooplankton community. This fact is in contrast with what usually occurs in the northern Adriatic Sea where the «other Ciliates» represent the dominant fraction of the microzooplankton community.*

Riassunto

Nel quadro di una serie di ricerche sul microzooplancton dell'Adriatico si segnala per la prima volta una «fioritura» a Tintinnidi avvenuta nel Golfo di Trieste nel giugno 1984.

Nello strato d'acqua più superficiale (0-2 m) i Tintinnidi, presenti con 5 specie, compaiono con una densità di 19,8 • 10^6 ind. • m^{-3}; di questi l'87,6% è rappresentato da *Favella serrata*. Gli «altri Ciliati» sono piuttosto abbondanti, ma costituiscono soltanto il 30,7% della comunità microzooplanctonica totale, contrariamente a quanto finora osservato nell'Adriatico settentrionale, dove la frazione dominante del microzooplancton è generalmente rappresentata da Ciliati diversi dai Tintinnidi.

Bibliography

FONDA UMANI S., HONSELL G. (1984) - Prima segnalazione di una fioritura di *Scrippsiella faeröense* (Paulsen) Balech & Oliveira Soares nel Golfo di Trieste. *Nova Thalassia*, **6** (suppl.) (in press).

HEINBOKEL J.F., BEERS J.R. (1979) - Studies on the functional role of Tintinnids in the Southern California Bight. III Grazing impact of natural assemblages. *Mar. Biol.*, **52:** 23-32.

HERNROTH L. (1983) - Marine pelagic Rotifers and Tintinnids - important trophic links in the spring plankton community of the Gujllmar Fjord, Sweden. *Jour. Plank. Research,* **5,** 6: 835-846.

KRŠINIĆ F. (1977) - Tintinnids of the Eastern Coast of Middle Adriatic. *Rapp. Comm. int. Mer Medit.*, **24:** 10, 95-96.

KRŠINIĆ F. (1979) - The Tintinnids (Ciliata) from the Coastal Waters of the Southern Adriatic in the year 1975/76. *Nova Thalassia*, **3,** (suppl.): 199-211.

KRŠINIĆ F. (1980) - Qualitative and quantitative investigations of the Tintinnids along the Eastern Coast of the Adriatic. *Acta Adriatica*, **21**, 1: 19-104.

MARGALEF R. (1963) - Role des Ciliatés dans le cycle de la vie pélagique en Méditerranée. *Rapp. Comm. int. Mer Medit.*, **17**. 2: 511-512,

REVELANTE N. (1981) - Preliminary investigations of the importance of Oligotrich Ciliates other than Tintinnids in the Northern Adriatic Sea. *Rapp. Comm. int. Mer Medit.*, **27**, 7: 145-146.

TRAVERS A., TRAVERS M. (1971) - Catalogue des Tintinnides (Ciliates Oligotriches) récoltés dans le Golfe de Marseille de 1962 à 1964. *Téthys*, **2**, 3: 639-646.

UTERMÖHL H. (1931) - Neue Wege in der quantitativen Erfassung des Planktons. *Verh. int. verein. theor. angew. Limnol.*, **5**, 2: 567-596.

OEBALIA 1985, vol. XI, N.S.: 157-165 *ISSN 0392-6613*

C. ANDREOLI C. TOLOMIO

Dipartimento di Biologia - Università degli Studi
Via Loredan 10 - 35100 Padova - Italy

INDAGINE PRELIMINARE SULLA BIOMASSA FITOPLANCTONICA IN VAL DOGÀ (LAGUNA DI VENEZIA)

Abstract

A preliminary survey on the phytoplanktonic biomass in Dogà Valley (Venice Lagoon).
In this note there are reported the preliminary results concerning the phytoplankton (density, biomass, C content) in connection with the main environmental parameters, surveyed in a fishing valley of the Venice Lagoon.

Key word: phytoplankton, fishing valley, alimentary chain.

Introduzione

Lo studio della catena trofica negli ambienti destinati alla produzione ittica rappresenta la base d'informazione necessaria per poter programmare qualsiasi intervento a fini applicativi.

Un'indagine di questo tipo è tuttavia di difficile attuazione in specchi d'acqua di grande estensione, dove non è possibile un'analisi sufficientemente dettagliata delle varie componenti del sistema. Allo scopo meglio si prestano piccoli bacini, come le peschiere, dall'assetto idrologico alquanto semplice ed ecologicamente più controllabili, anche se talora essi stessi possono presentare micro-ambienti piuttosto dissimili tra loro.

È in quest'ottica che dal giugno 1983 abbiamo intrapreso una sperimentazione nell'area settentrionale della Laguna di Venezia ove si estende un grande comprensorio da pesca, la Val Dogà, entro cui sono stati arginati artificialmente due bacini contigui, di circa 2 ha ciascuno (peschiera Granzona: Fig. 1), utilizzati per l'allevamento di avannotti di orata (*Sparus aurata* L.). All'interno di questi bacini, se si escludono i canali perimetrali, con alveo a circa 1 m dalla superficie, la profondità media si aggira intorno a 50 cm e il fondale, di tipo limoso, risulta interessato da zolle a Potamogetonacee (*Ruppia maritima* L. e *Cymodocea nodosa* Asch.), frammiste ad aree prive di copertura vegetale.

In questa nota riportiamo, in via del tutto preliminare, i risultati relativi al fitoplancton (densità, biomassa, contenuto in carbonio, ecc.) in rapporto ai principali parametri ambientali. Lo scopo è stato quello di valutare una situazione di base nei due bacini, che

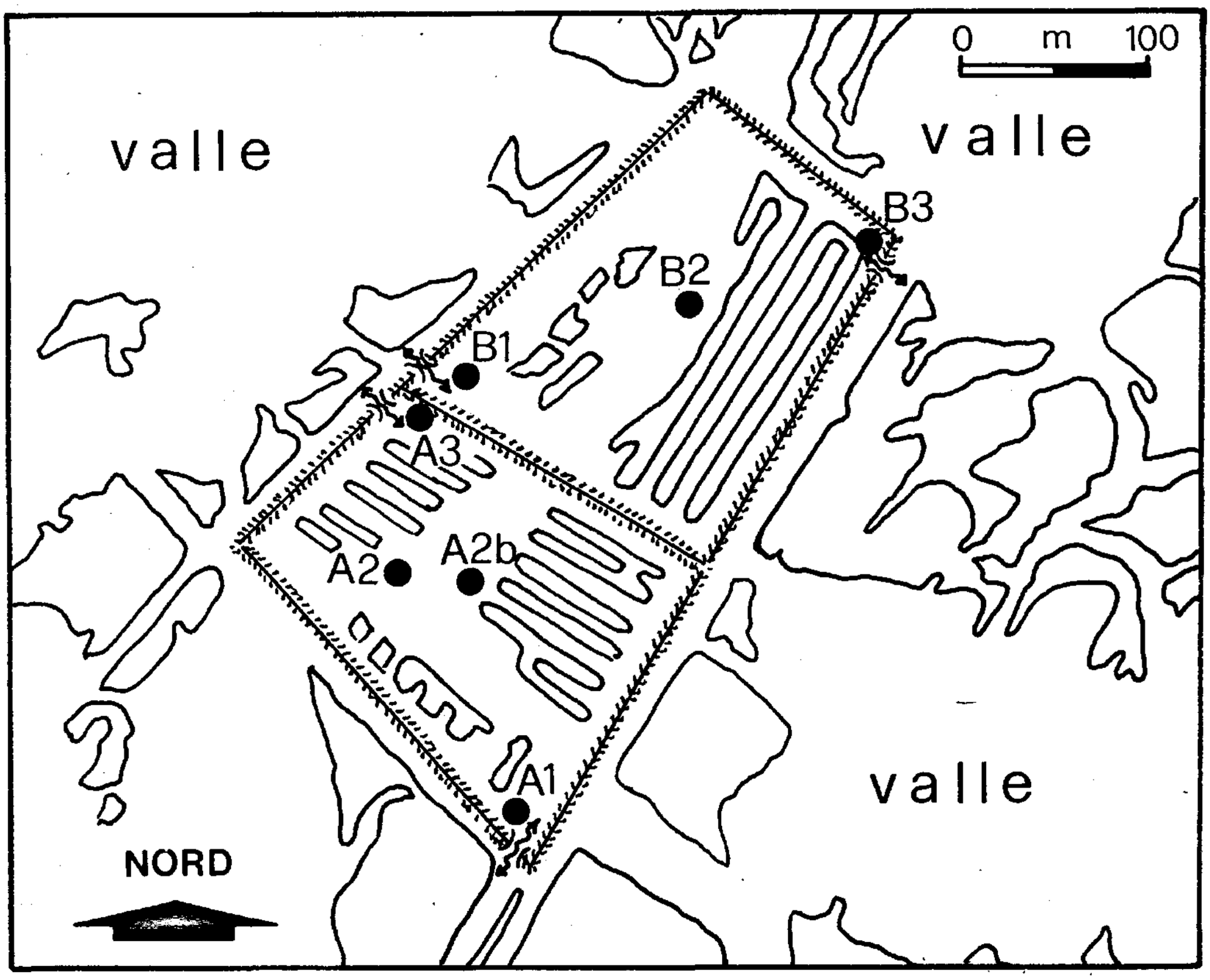


Fig. 1 - Peschiera Granzona: ● = stazioni di prelievo, ›{‹ = chiaviche.

sono da considerarsi sostanzialmente identici e per i quali vengono prese in considerazione soltanto le variazioni della componente fitoplanctonica in relazione ai principali caratteri ambientali, in funzione del tempo. Questi dati rapportati a quelli riguardanti la componente fitofaga potrebbero far luce su parte della catena alimentare dell'orata che, come risaputo (Barbaro *et al.*, 1982; 1983), è assai complessa e di difficile determinazione.

Materiali e metodi

In ognuno dei due bacini (o «laghi») sono state fissate più stazioni (Fig. 1); i prelievi sono stati effettuati a circa 20 cm dalla superficie.

In questa prima fase la ricerca ha avuto una durata semestrale (giugno-novembre 1983) con periodicità mensile.

Il fitoplancton, fissato con formalina in ragione del 4%, è stato studiato secondo il metodo Utermöhl, utilizzando per la determinazione delle specie gli stessi testi riportati in Tolomio (1976). Di ogni campione sono stati esaminati separatamente due sub-

campioni di 50 ml ciascuno. Per ogni specie è stato inoltre calcolato il volume cellulare (TREVISAN, 1978), che è stato utilizzato sia per il calcolo della biomassa (espressa in mg/l), sia per la stima del contenuto in carbonio (STRATHMAN, 1967).

Per la determinazione del contenuto in clorofilla *a* sono state impiegate le metodiche riportate da STRICKLAND & PARSONS (1968).

I parametri ecologici presi in esame sono stati i seguenti (tra parentesi il metodo o l'attrezzatura impiegata): temperatura (termometro a pozzetto), salinità (metodo di Mohr-Knudsen), ossigeno disciolto (metodo di Wilkler) e percentuale di saturazione (GREEN & CARRIT, 1967), pH (piaccametro digitale Hanna Instruments), nitriti (BENDSCHNEIDER & ROBINSON, 1952), nitrati (WOOD, ARMSTRONG & RICHARDS, 1967), ortofosfati (MURPHY & RILEY, 1962).

Per le letture di densità ottica, nella determinazione della concentrazione dei nutrienti si è fatto uso di uno spettrofotometro Philips PSEM 300, mentre nell'analisi delle clorofille si è impiegato un Perkin-Elmer mod. 124 munito di registratore.

Risultati e discussione

I risultati ottenuti nelle diverse stazioni di ciascuno dei due ambienti presi in esame sono espressi come valori medi dei dati rilevati in modo tale da fornire per ciascuno dei due bacini un unico quadro complessivo.

Tra i parametri ecologici, la temperatura e la salinità rispecchiano gli andamenti stagionali tipici degli ambienti lagunari. I valori estremi si discostano comunque da quelli usuali risultando più elevati in estate e più bassi in autunno (Fig. 2), il che dimostra come questi due parametri siano, per ambienti poco estesi e poco profondi, fortemente influenzati dalle condizioni atmosferiche.

Il pH ha mostrato valori compresi tra 7,6 e 8,3.

L'ossigenazione delle acque è risultata alquanto simile nei due bacini, ad eccezione dei valori ottenuti in agosto (Fig. 2). I valori più bassi sono stati registrati in luglio e in settembre in concomitanza con il maggiore aumento sia dei nutrienti (nitrati e ortofosfati in particolare), sia della componente fitoplanctonica.

La quantità dei nutrienti si è mantenuta sempre su valori assai bassi (Fig. 2), il che è indice di un mezzo-ambiente non eutrofizzato (GENOVESE, 1973).

Per quanto riguarda il fitoplancton l'insieme dei risultati ottenuti ci ha permesso di rilevare che la distribuzione delle specie, nei diversi periodi di prelievo, determina un andamento dei valori di densità e biomassa difficilmente confrontabili fra loro. Questa situazione è in particolare dovuta a «Piccoli Flagellati», forme di dimensioni assai ridotte per le quali è difficile, con il metodo di studio usato, definire una precisa collocazione sistematica (THRONSEN, 1980). Questi organismi, la cui funzione meriterebbe una maggiore attenzione e uno studio più approfondito, forniscono, nel loro insieme, valori di biomassa assai bassi (volume medio delle cellule compreso tra 5 e 600 μm^3) e quindi un contenuto in carbonio organico (da 0,15 a 46 μg per milione di cellule) che

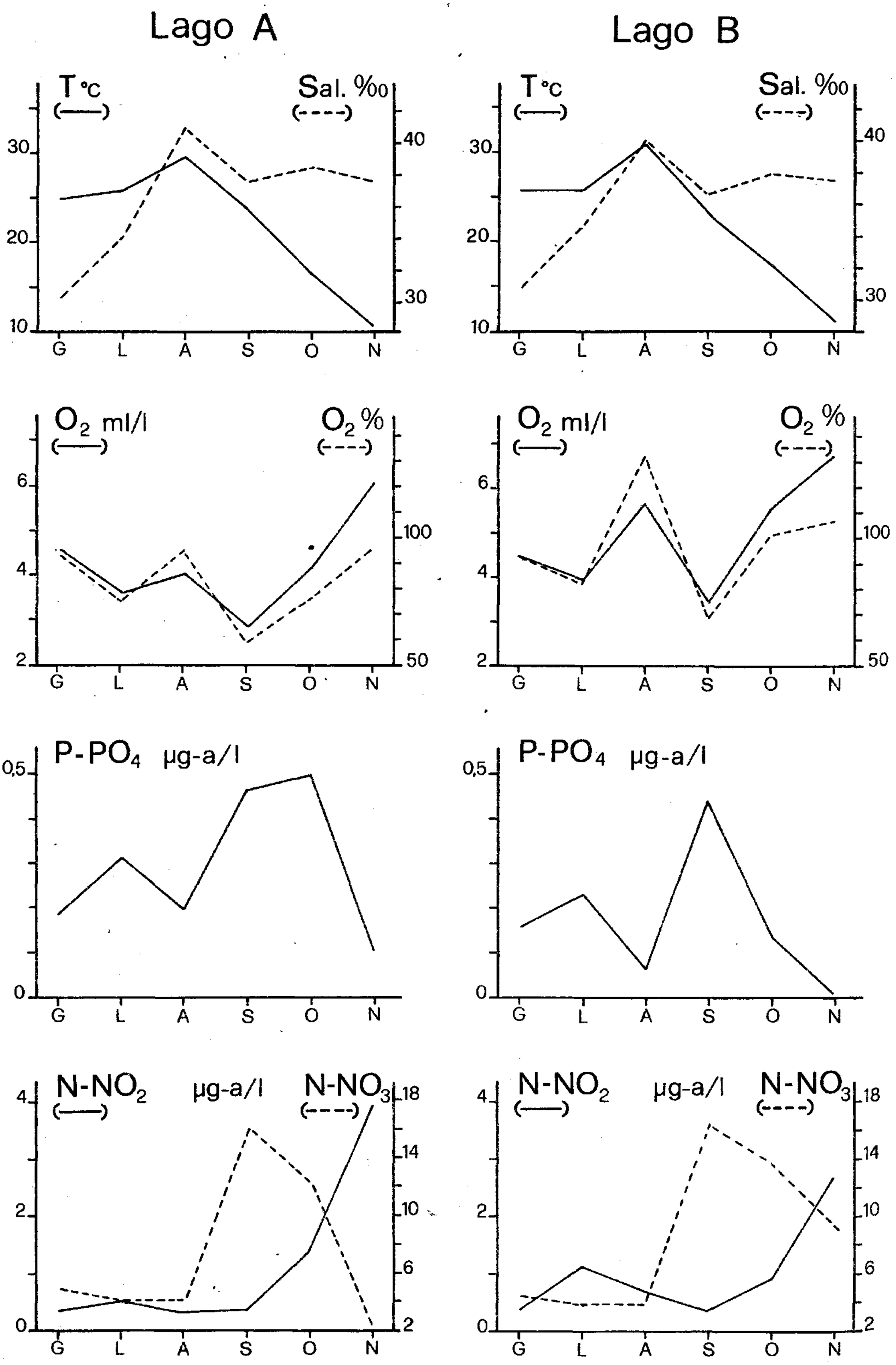


Fig. 2 - Andamento di alcuni dei parametri ambientali presi in esame nei due bacini di spe-

nell'economia dell'ambiente incide in modo del tutto marginale. D'altra parte proprio queste forme nannoplanctoniche sembrano avere una certa influenza sulla produzione primaria (Mc CARTHY *et al.*, 1974) così come sui valori del contenuto globale in clorofilla (Fig. 3), come appare evidente in particolare dai risultati di novembre.

Rispetto ai Piccoli Flagellati le Peridinee hanno fatto registrare nel loro periodo di massimo sviluppo (luglio e agosto) una densità assai bassa. Tuttavia, pur con poche specie rappresentate principalmente da una forma del genere *Gymnodinium*, hanno fornito rispetto agli altri gruppi algali i valori di biomassa più elevati determinando l'innalzamento, nello stesso periodo, del contenuto in clorofilla (Fig. 3).

Le Diatomee hanno invece fornito valori sia di densità (il massimo si ha in settembre con 180.000 cell./l) che di biomassa alquanto modesti (Tab. 1 e 2), comunque sempre a carico di poche specie (*Licmophora remulus, Cocconeis placentula, Navicula cryptocephala* e *Nitzschia closterium*).

Il diverso andamento dei vari gruppi microalgali, durante il periodo delle nostre osservazioni, appare nel suo complesso strettamente legato al variare dei parametri chimici e fisici. Se da un lato infatti l'incremento della salinità e della temperatura sembrano favorire maggiormente lo sviluppo delle Dinoflagellate, altri fattori ambientali, in particolare l'aumento dei nitrati e dei fosfati, determinano in modo sensibile il variare della biomassa delle altre componenti fitoplanctoniche.

Summary

In this note are reported the preliminary results concerning the phytoplankton (density, biomass, C content) in connection with the main environmental parameters, surveyed in a fishing valley of the Venice Lagoon.

The study has been carried out in two small basins used for the dory fry breeding.

The aim of this research, still in course at present, is to throw light, also by means of the study of other trophic steps, on the alimentary chain of this species (Sparus aurata L.*), which is of very great economical importance.*

Riassunto

In questa nota si riportano, in via del tutto preliminare, i risultati relativi al fitoplancton (densità, biomassa, contenuto in carbonio) in rapporto ai principali parametri ambientali rilevati in una valle da pesca della Laguna di Venezia.

L'indagine è stata condotta in due piccoli bacini (peschiera Granzona) adibiti ad allevamento di avannotti d'orata (*Sparus aurata* L.).

Lo scopo di questa ricerca, che è tutt'ora in corso, è quello di far luce, attraverso lo studio anche di altri livelli trofici, sulla catena alimentare di questa specie ittica che tanta importanza riveste dal punto di vista economico.

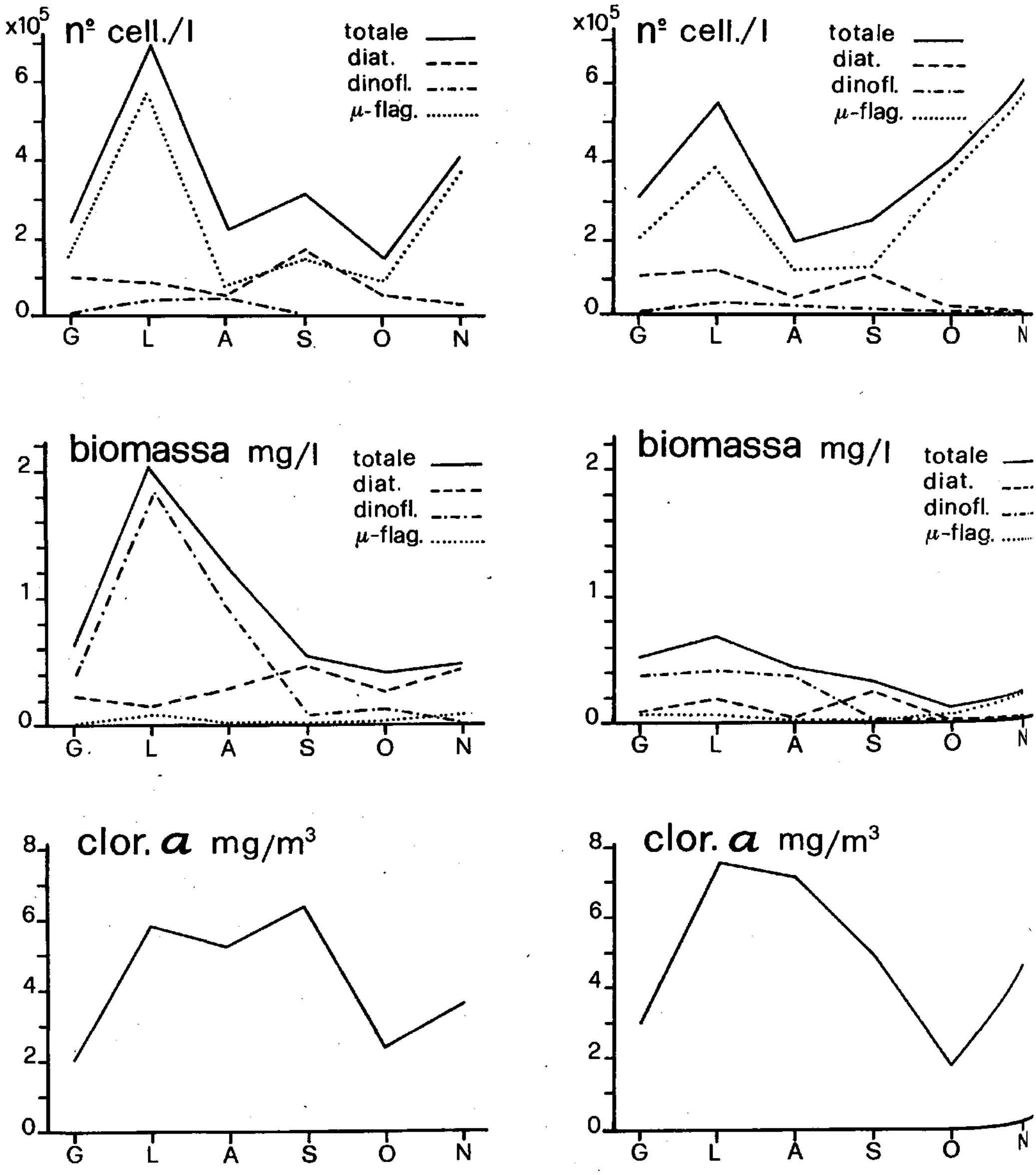


Fig. 3 - Andamento dei valori della densità (cell/l) e della biomassa (mg/l) fitoplanctonica in raffronto al contenuto in clorofilla α (mg/m^3) nei due bacini di sperimentazione.

Elenco specie osservate	ø medio cell. µm	volume medio cell. μm^3	carbonio cell. µg x 10^{-6}	Densità (cell/l) Mesi di Raccolta VI	VII	VIII	IX	X	XI
Diatomeae :									
Chaetoceros spp.	5	169	18	43	-	-	-	-	-
Grammatophora sp.	10	11820	462	-	-	-	3984	20	-
Licmophora remulus Grun.	10	3687	191	4417	1645	618	506	183	261
Fragilaria hyalina (Kg.)Grun.	8	7366	323	2814	476	-	-	120	916
Synedra gailloni (Bory) Ehr.	9	17210	615	-	-	256	952	75	89
" *hennedyana* Greg.	12	72783	1834	86	42	48	221	91	43
" *provincialis* Grun.	6	3066	166	-	-	-	7	86	129
" *toxoneides* Cast.	6	5906	273	-	-	300	403	139	354
" *undulata* Baill.	12	77366	1921	-	42	86	42	32	2
" spp.	10	35549	1066	390	293	3000	1150	506	183
Thalassionema nitzschioides Grun.	5	1043	73	346	-	1430	3290	230	520
Cocconeis placentula Ehr.	9	1140	78	4548	3204	173	780	2598	4330
" *scutellum* Ehr.	13	2530	144	5	216	-	86	229	217
" *spp.*	9	774	59	-	-	-	-	-	1255
Achnanthes longipes Ag.	17	24157	795	1039	708	173	333	308	2
" *spp.*	8	1690	106	1600	2340	86	606	433	-
Mastogloia sp.	14	37395	1107	-	-	86	-	100	2
Diploneis bombus Ehr.	21	23644	782	390	205	308	443	104	180
Stauroneis sp.	14	10780	431	303	-	-	-	-	-
Navicula cryptocephala Kg.	5	664	52	-	-	86	17411	15650	3160
" *cuspidata* Kg.	3	355	32	-	-	-	-	86	-
" *digito-radiata* Greg.	12	6323	288	-	-	-	-	86	173
" *graciloides* Mayer.	5	1441	94	-	-	-	-	1732	2382
" *lanceolata* Kg.	10	7830	338	-	-	-	-	260	-
" *lyra* Ehr.	28	116521	2620	-	10	135	698	272	303
" sp.	6	5403	255	14682	47687	33134	50762	2858	130
Pleurosigma affine Grun.	26	177752	3609	43	-	-	-	-	-
" *angulatum* Sm.	36	263398	4862	132	10	150	150	80	132
" *balticum* Sm.	18	73799	1853	262	150	30	-	-	-
" *formosum* Sm.	32	419988	6925	-	-	40	187	402	210
" spp.	21	125231	2767	481	10	382	476	176	780
Amphiprora paludosa Sm.	18	677	53	346	779	260	3595	1082	844
Tropidoneis lepidoptera Greg.	33	4819	234	-	234	232	414	342	61
Amphora cymbelloides Grun.	5	150	17	1516	-	-	-	4288	2988
" *lineolata* Ehr.	26	1885	115	1600	769	346	494	915	486
" *macilenta* Greg.	13	2004	120	-	-	-	303	606	212
" *ostrearia* Bréb.	26	2335	135	650	-	-	178	476	58
" *peragalli* Cl.	9	271	26	1905	1126	303	4330	2902	1992
" *pusilla* Per.	4	48	7	-	-	-	-	260	606
" *salina* Sm.	10	261	26	3032	1689	216	606	823	87
" *spp.*	13	881	65	2858	390	563	2320	4634	1082
Nitzschia apiculata Greg.	5	488	41	-	-	-	260	1472	1646
" *closterium* Sm.	3	436	38	823	-	2772	11391	7406	1126
" *incurva* Grun.	5	2519	143	-	303	-	1343	1256	1820
" *longissima* Bréb.	6	6546	295	-	489	-	-	277	395
" *lorenziana* Grun.	8	9245	384	217	458	147	476	318	217
" *punctata* Sm.	9	1017	72	43	-	-	-	-	-
" *rigida* Grun.	4	477	41	130	-	-	-	-	-
" *seriata* Cl.	4	445	38	130	-	-	-	-	-
" *sigma* Sm.	8	6503	294	-	-	184	1051	390	302
" *tryblionella* Grun.	6	948	68	-	-	-	1429	216	-
" *spp.*	6	558	46	37167	20184	6713	17628	9270	4330
Diatomee pennate non determinate	4	1086	76	-	-	-	29365	21439	4851
				81998	83449	52257	157670	85228	38856
Dinoflagellatae :									
Exuviaella apora Sch.	16	3517	408	1256	173	779	2468	217	43
" *compressa* Ost.	32	24870	2221	563	440	7	15	-	-
Prorocentrum micans Ehr.	30	23016	2077	303	2079	4288	1622	150	-
" *scutellum* Schr.	32	22620	2046	-	326	433	-	-	-
Gymnodinium sp.	62	156133	10903	1820	10222	5674	230	1220	92
Peridinium breve Paul.	25	7170	757	-	-	3550	476	43	-
" *brochi* Kof.&Swezy	34	17970	1677	43	3075	2815	260	-	-
" *granii* Ost.	25	7686	804	303	-	-	-	-	-
" *steinii* Jorg.	37	28672	2513	7	-	-	-	-	-
" spp.	33	13618	1319	563	2642	636	-	87	-
Goniaulax minima Matz.	14	1580	204	2902	25381	32630	2210	3709	5413
				7753	44338	49946	7281	5558	5548
Euglenophyceae :									
Eutreptiella marina Da Cunha	20	7786	813	-	-	842	346	1345	-
Piccoli Flagellati	6	346	55	134658	564144	76419	142541	97019	384268

Tab. n° 1 : LAGO A - Dimensioni, contenuto in carbonio e densità delle specie algali osservate. I valori riportati rappresentano la media dei risultati ottenuti nelle singole stazioni in ciascun mese di raccolta.

Elenco specie osservate	Ø medio cell. µm	volume medio cell. µm³	carbonio cell. µg x 10⁻⁶	Densità (cell/l) Mesi di Raccolta VI	VII	VIII	IX	X	XI
Diatomeae :									
Chaetoceros spp.	4	54	8	115	58	-	346	-	-
Grammatophora spp.	24	66528	1713	-	-	-	3	-	-
Licmophora remulus Grun.	11	7340	322	346	1852	173	346	155	103
Fragilaria hyalina (Kg.)Grun.	7	4933	238	923	305	-	260	64	244
" spp.	6	11554	454	-	-	-	-	206	244
Synedra gailloni (Bory) Ehr.	12	21153	719	-	-	101	193	20	3
" *hennedyana* Greg.	10	51997	1421	380	17	7	35	3	-
" *provincialis* Grun.	13	4119	208	-	-	-	260	3	1216
" *toxoneides* Cast.	5	6688	300	-	-	23	433	123	-
" *undulata* Bail.	11	64258	1669	-	-	-	20	-	-
" spp.	6	3162	170	148	2031	10231	16804	152	231
Thalassionema nitzschioides Grun.	5	1132	78	-	1384	9182	6064	747	519
Cocconeis placentula Ehr.	22	1147	79	2078	3463	173	1299	1155	1213
" *scutellum* Ehr.	12	1662	104	-	808	173	92	-	58
" spp.	9	1616	102	231	-	115	693	581	4793
Achnanthes longipes Ag.	18	27439	876	360	181	-	87	-	3
" spp.	6	607	49	2310	3695	288	87	-	606
Mastogloia sp.	18	44375	1260	-	765	-	347	30	-
Diploneis bombus Ehr.	18	22447	752	237	254	-	260	7	58
Navicula cryptocephala Kg.	4	603	48	-	-	-	9095	3811	635
" *cuspidata* Kg.	6	1836	113	-	-	-	-	115	-
" *digito-radiata* Greg.	11	13646	516	-	-	-	-	68	58
" *lyra* Ehr.	30	126401	2787	-	50	-	173	-	-
" *lanceolata* Kg.	5	984	70	-	-	-	-	-	346
" spp.	4	381	34	51743	59309	27546	8143	577	-
Pleurosigma angulatum Sm.	33	293647	5280	57	30	3	20	10	-
" *balticum* Sm.	23	99578	2326	37	348	-	-	-	-
" *formosum* Sm.	30	610645	9197	-	73	3	15	10	3
" *lineare* Grun.	13	18722	655	20	-	-	-	-	-
" *longum* Cl.	31	387045	6509	3	-	-	-	-	-
" spp.	22	75723	1890	-	87	152	260	50	74
Amphiprora paludosa Sm.	25	1024	72	404	461	404	3985	263	346
Tropidoneis lepidoptera Greg.	33	4541	224	-	180	180	433	60	10
Amphora cymbelloides Grun.	6	186	20	58	-	-	173	924	1270
" *lineolata* Ehr.	28	2200	129	635	240	58	40	68	17
" *macilenta* Greg.	16	607	49	-	-	-	10	7	-
" *ostrearia* Bréb.	24	2170	128	98	-	10	275	27	64
" *peragalli* Cl.	11	281	27	1155	2713	750	3811	751	808
" *pusilla* Per.	4	46	7	-	-	-	-	635	404
" *salina* Sm.	12	247	25	1790	1385	115	173	231	61
" spp.	15	1801	111	1212	2209	295	2695	478	407
Surirella fastuosa Ehr.	38	95004	2244	61	23	-	-	-	-
Nitzschia apiculata Greg.	5	491	41	-	-	-	520	1039	519
" *closterium* Sm.	4	482	41	1212	634	2878	5977	2541	750
" *incurva* Grun.	7	4103	207	-	563	3	346	115	115
" *longissima* Bréb.	6	7258	319	577	231	-	866	49	20
" *lorenziana* Grun.	7	6564	296	-	107	80	127	10	10
" *sigma* Sm.	9	8832	371	-	83	97	433	91	114
" spp.	6	904	66	28586	23099	5024	10135	384	1386
Diatomee pennate non determinate	4	298	28	-	-	-	30579	5139	866
				94776	106638	58064	105913	24317	17574
Dinoflagellatae :									
Exuviaella apora Sch.	13	2123	264	-	17	173	4764	61	-
" *compressa* Ost.	32	32464	2798	277	33	7	20	-	10
Prorocentrum micans Ehr.	29	18116	1688	173	1385	3927	260	295	-
" *scutellum* Schr.	31	20131	1850	-	359	465	-	-	-
Gymnodinium sp.	59	119587	8665	2021	2597	2541	173	118	3
Peridinium breve Paul.	24	7231	762	58	567	3176	347	10	-
" *brochi* Kof. & Swezy	38	32532	2803	-	4561	1675	20	3	-
" spp.	34	14563	1398	519	808	58	173	64	-
Goniaulax minima Matz.	14	1447	189	1963	22579	14379	2685	3407	5486
				5011	32906	26401	8442	3958	5499
Euglenophyceae :									
Eutreptiella marina Da Cunha	17	3620	419	-	57	1790	433	-	-
Euglena spp.	9	404	63	-	-	-	173	288	866
Piccoli Flagellati	6	692	100	200450	391771	136752	128291	364059	582004

Tab. n° 2 : LAGO B - Dimensioni, contenuto in carbonio e densità delle specie algali osservate. I valori riportati rappresentano la media dei risultati ottenuti nelle singole stazioni in ciascun mese di raccolta.

Bibliografia

BARBARO A., FRANCESCON A., GUIDASTRI R. (1982) - Alimentazione di *Sparus aurata* L. in ambiente vallivo. *Boll. Mus. Ist. Biol. Univ. Genova*, **50**: 372.

BARBARO A., FRANCESCON A., GUIDASTRI R. (1983) - Allevamento in una valle da pesca della Laguna Veneta di *Sparus aurata* L. ottenuta per riproduzione artificiale. *Nova Thalassia*, in stampa.

BENDSCHNEIDER L., ROBINSON R.Y. (1952) - A new spectrophotometric method for the determination of nitrite in sea water. *J. Mar. Res.*, **11**: 87-96.

GENOVESE S. (1973) - Eutrofizzazione: moderni orientamenti per nuove prospettive. *Atto 5° Coll. int. oceanogr. Med. Messina*: 105-114.

GREEN E.J., CARRIT D.E. (1967) - New tables for oxygen saturation of sea water. *J. Mar. Res.*, **25**: 140-147.

Mc CARTHY J.J.., ROWLAND TAYLOR W., LOFTUS M.E. (1974) - Significance of nanoplankton in the Chesapeake Bay Estuary and Problems Associated with the Measurement of Nanoplankton Productivity. *Marine Biology*, **24**: 7-16.

MURPHY J., RILEY J.P. (1962) - A modified single solution method for the determination of phosphate in natural waters. *Anal. Chim. Acta*, **27**: 31-36.

STRATHMAN R.R. (1967) - Estimating the organic carbon content of phytoplankton from cell volume. *Limnol oceanogr.*, **12**: 411-418.

STRICKLAND J.D.H., PARSONS T.R. (1965) - A manual of sea water analysis. *Bull. Fish. Res. Bd. Canada*, **125**: 1-203.

THRONDSEN J. (1980) - Bestemmlse av marine nakne flagellater. *Blyttia*, **38**: 189-207.

TOLOMIO C. (1976) - Variazioni stagionali e stazionali del fitoplancton nella Laguna di Marano (Udine). *Pubbl. Staz. Zool. Napoli*, **40**: 133-237.

TREVISAN R. (1978) - Nota sull'uso dei volumi algali per la stima della biomassa. *Riv. Idrobiol.*, **17**: 355-356.

WOOD E.D., ARMSTRONG A.J., RICHARDS F.A. (1967) - Determination of nitrate in sea water by Cadmium-copper reduction to nitrite. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.*, **47**: 23-31.

OEBALIA 1985, VOL. XI, N.S.: 167-168 *ISSN 0392-6613*

D. MARINO M. MODIGH V. SAGGIOMO A. ZINGONE
Stazione Zoologica di Napoli - Italy

UN AMBIENTE COSTIERO PARTICOLARE: IL PORTO D'ISCHIA. POPOLAMENTI FITOPLACTONICI E PRODUZIONE PRIMARIA

Key-words: phytoplancton, primary production, harbours.

Summary

A seasonal study on phytoplankton and primary production was undertaken in the port of Ischia from March 1982 to February 1983. Phytoplankton abundaces and production were generally high, with a peak in the summer and a minimum in late autumn, and seemed to depend upon seasonal variations for light and temperature. Species compositions, which were always dominated by diatoms and small flagellates, were presumably controlled by constantly high nutrient levels and water mixing.

Riassunto

Il fitoplancton e la produzione primaria del porto d'Ischia, un bacino naturale di circa 300 m di diametro e 9 m di profondità massima, sono stati studiati in relazione ai parametri mesologici. I campionamenti sono stati effettuati con cadenza stagionale, dal marzo 1982 al Febbraio 1983, su due stazioni all'interno, una all'imboccatura e due all'esterno del porto, alle diverse profondità.

All'interno del porto, che riceve numerosi scarichi urbani, sono state misurate in tutti i prelievi concentrazioni di sali nutritivi notevolmente più alte rispetto all'esterno. A causa dell'intenso traffico di natanti, inoltre, le acque del bacino sono soggette ad un continuo rimescolamento che si manifesta sia nell'assenza di stratificazione che negli alti valori delle concentrazioni dell'ossigeno rilevati in tutte le stagioni.

La struttura delle comunità fitoplanctoniche, pressocché costante in tutte le stagioni, è caratterizzata da una forte dominanza di diatomee (fino a 94%) e di piccoli flagellati (fino al 67%) ed è sostanzialmente simile a quella descritta per il settembre 1981 (Lenzi Grillini *et al.*, 1982). Le biomasse fitoplanctoniche e la produzione primaria, inve-

ce, seguono un ciclo stagionale, con massimi estivi ($\leq$ 6400 $\times$ 10^3 cell. l^{-1}; 1260 mg C $m^{-3}g^{-1}$) e minimi tardo autunnali ($\leq$ 174 $\times$ 10^3 cell. l^{-1}; 23 mg C $m^{-3}g^{-1}$). Nelle stazioni esterne, invece, i popolamenti fitoplanctonici variano notevolmente nel corso delle stagioni e mostrano concentrazioni inferiori a quelle delle stazioni interne (da 28 a 125 $\times$ 10^3 cell. l^{-1}).

I risultati ottenuti suggeriscono che il costante apporto di nutrienti e la turbolenza siano importanti nel determinare la struttura dei popolamenti fitoplanctonici del porto d'Ischia. L'abbondanza e la produttività di tali popolamenti sembrano invece dipendere dalle variazioni stagionali della luce e della temperatura.

Bibliografia

LENZI GRILLINI C., MARINO D., MARZOCCHI M., MODIGH M., MONTRESOR M., SALAFIA C., SOLAZZI A., TOLOMIO C. (1982) - Studio preliminare sul fitoplancton e sulla produzione primaria del porto d'Ischia. *Naturalista sicil.* S IV, **6** (Suppl.) (1): 39-52.

OEBALIA 1985, vol. XI, N.S.: 169-179 *ISSN 0392-6613*

G. CATALANO* M. AVIAN** R. ZANELLI***

*Istituto Talassografico C.N.R. - Trieste - Italy
**Dipartimento di Biologia - Università di Trieste - Italy
***C.I.M.A.M. Laboratorio di Biologia Marina - Trieste - Italy

INFLUENCE OF SALINITY ON THE BEHAVIOUR OF *PELAGIA NOCTILUCA* (FORSKÅL) (SCYPHOZOA, SEMAEOSTOMEAE)

Abstract

Influence of salinity on the behaviour of Pelagia noctiluca *(Forskål).*
The present study considers the relation between salinity variations and Pelagia noctiluca *behaviour, during two experiments in aquarium.*

Key-words: Scyphozoa, *Pelagia noctiluca,* salinity, behaviour.

Introduction

Available data on the occurrence and distribution of *P. noctiluca* swarms in the Mediterranean and Adriatic Sea are generally local observations on seasonal occurrence, with poor environmental and behaviour data (Lo Bianco, 1909; Mayer, 1910; Stiasny, 1912; Babic, 1913; Szüts, 1915; Neppi, 1922; Kramp, 1924; Russell, 1970; Franqueville, 1971; Goy, 1984).

Therefore the problems arising from the summer aggregations of *P. noctiluca* in the Adriatic Sea induced us to investigate the influence of several environmental factors on their formation and development such as temperature (Skramlik, 1948; Rottini Sandrini, 1982; Rottini Sandrini *et al.*, 1984), metabolism (Malej, 1984; Malej & Vukovic, 1984), predator-prey patterns (Legovic, 1984) and reproductive period (Bratina *et al.*, 1981; Rottini Sandrini & Avian, 1983; Rottini Sandrini *et al.*, 1983).

Along this line of research, based on recent data from cruises in the Adriatic Sea (Piccinetti Manfrin & Piccinetti, 1983; 1984a; Tegaccia *et al.*, 1983), has been considered, the relation between $S^0/_{00}$ and *P. noctiluca* behaviour in aquarium, in order to evaluate its possible influence on open sea aggregations and swarmings of this scyphomedusa.

Materials and methods

1st experiment

Two specimens of *P. noctiluca* (Diameters between 5.5 and 6.0 cm) were collected from an aggregation in the Gulf of Trieste on the 1-6-84 (T°C 15.7; $S^0/_{00}$ 36.0; 0_2 dissolved 5.88 ml • l^{-1}), put in an acclimatization aquarium (T°C 17; $S^0/_{00}$ 37.0; 0_2 dissolved 5.7 ml • l^{-1}) for about one hour, and then gently placed on the water surface of the experimental aquarium (Fig. 1). The second specimen was placed in the experimental tank 15 minutes after the first; time required for the experiment: 1 hour.

Experimental aquarium conditions:

Capacity: 145 l.
Three fixed water layers of $S^0/_{00}$ = 40.0, 37.0, 34.0 from the bottom to the top of the aquarium (0_2 dissolved: 5.6, 5.7, 5.8 ml • l^{-1}, respectively). A peristaltic pump ISMATEC MP 13 with six sampling pipes was placed at different depths, two for each layer (Fig. 1).

2nd experiment

One specimen of *P. noctiluca* was collected from an aggregation in the Gulf of Trieste on the 20-7-84 (T°C 20; $S^0/_{00}$ 35.5; 0_2 dissolved 5.9 ml •l^{-1}) and put in an acclimatization aquarium (T°C 19; $S^0/_{00}$ 37.0; 0_2 dissolved 5.7 ml • l^{-1}) for about one hour. The specimen was then gently placed on the water surface in the experimental aquarium. Time required for experiment: 4 hours and 30 minutes.

Experimental aquarium conditions:

Capacity: 145 l.
Seawater of $S^0/_{00}$ = 40.0 (0_2 dissolved 5.6 ml • l^{-1}), 35 cm in depth. Along one of the smaller walls of the tank, $S^0/_{00}$ 34.0 water has been gently poured in, in order to obtain a regular stratification. One specimen only was employed in order to avoid the mixing of different salinity layers, owing to umbrellar movements. A peristaltic pump ISMATEC MP 13 with six sampling pipes was used, five of which (n° 2-6) were placed at different depths and the other (n° 1) followed the specimen (Fig. 2). During the second experiment two control aquaria were used.

Control aquaria conditions:

a) T°C 18; $S^0/_{00}$ 39.0; 0_2 dissolved 5.4 ml • l^{-1}; five specimens from the some aggregation of the one tested.
b) T°C 18; $S^0/_{00}$ 37.5; 0_2 dissolved 5.4 ml • l^{-1}; five specimens as above.

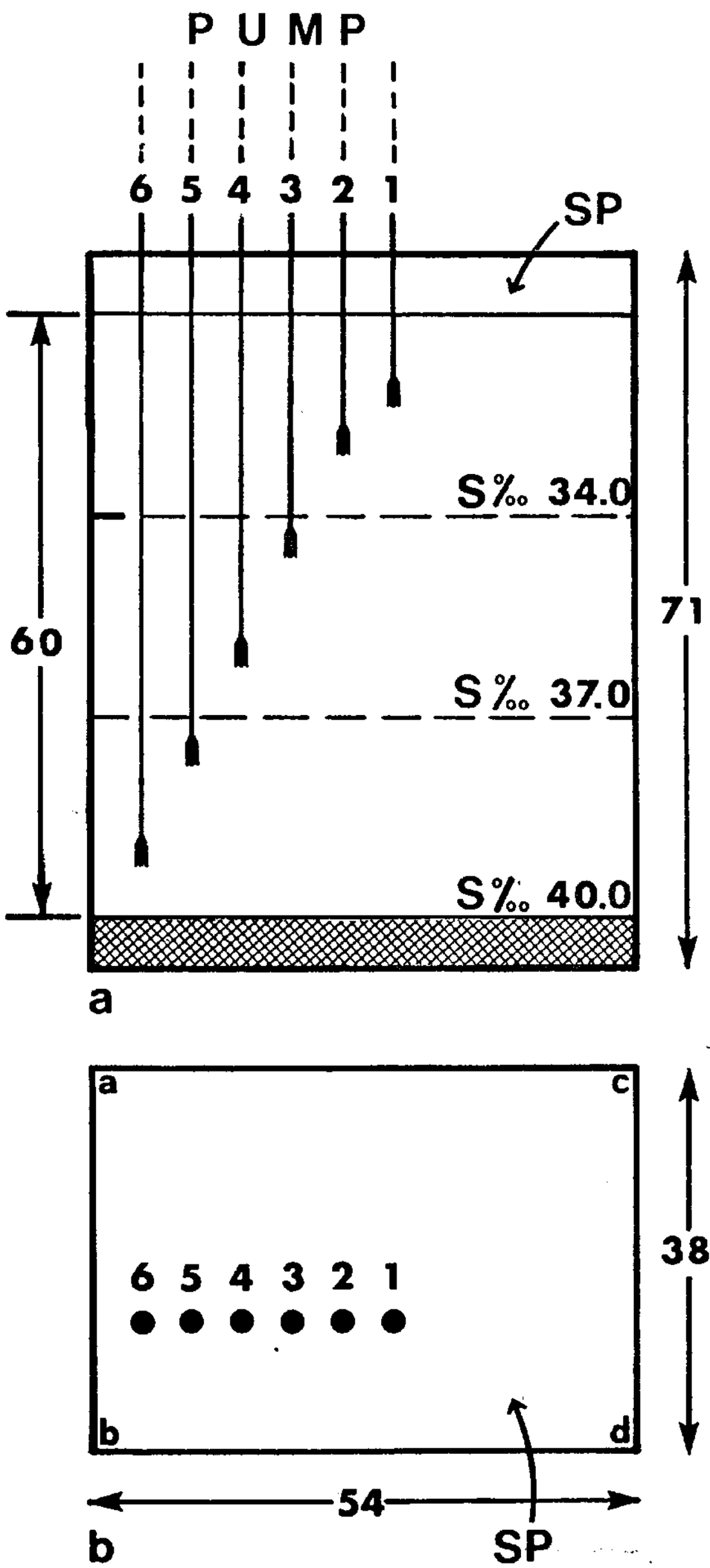


Fig. 1 - Experimental tank (1st exp.).
a. frontal view; b. top view; SP. specimen; 1-6. sampling pipes.
Dimension of the tank in cm.

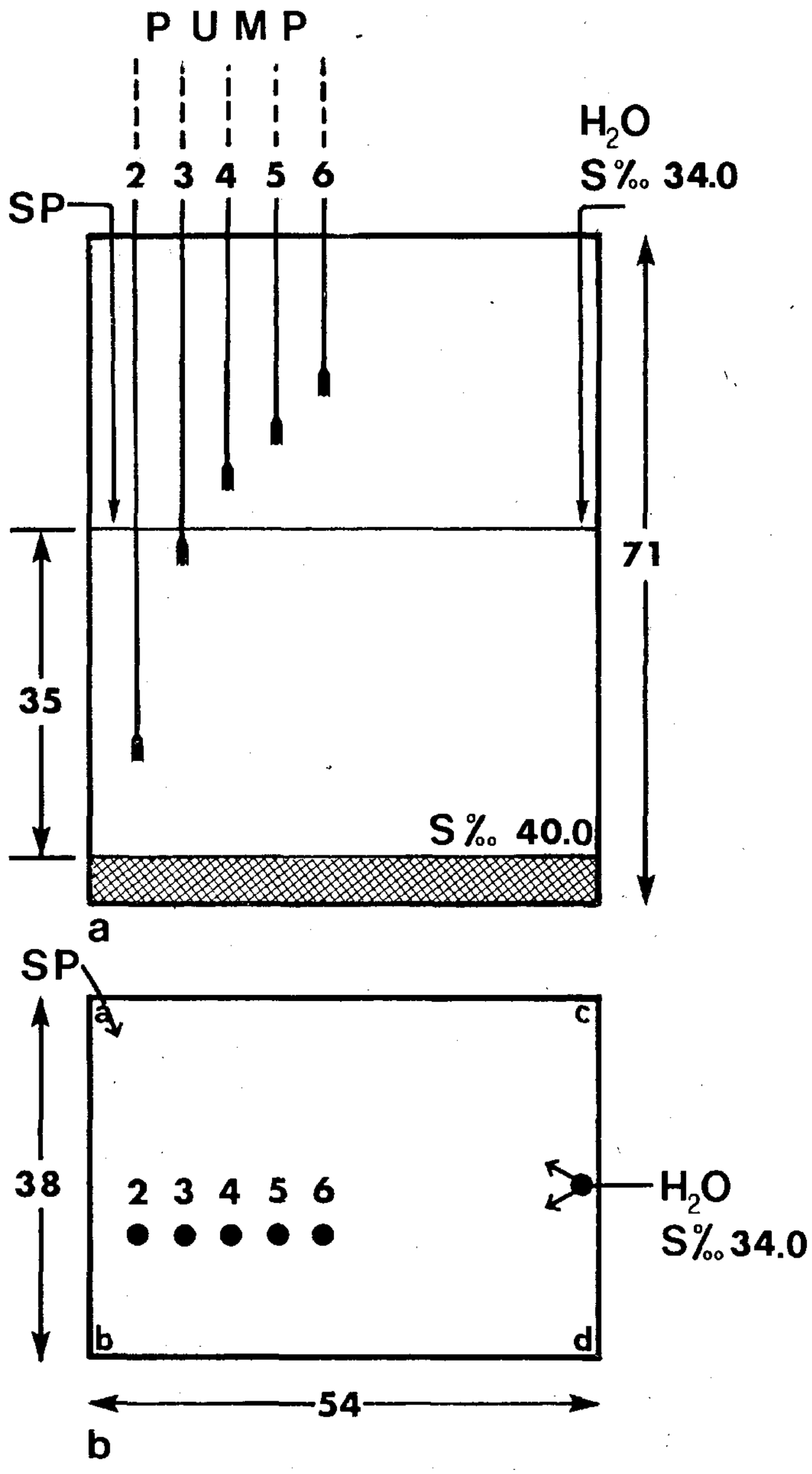


Fig. 2 - Experimental tank (2nd exp.).
a. frontal view; b. top view; SP. specimen; 2-6. sampling pipes.
Dimension of the tank in cm.

Observation methods:

Pulsating rate and motility: visual control made by two observers.
Digital chronometer CASIO C-801.
Salinity: according to KNUDSEN (1956). Water with salinity values above 38.8‰ was obtained with addition of NaCl, therefore salinity values calculated according to Knudsen's method are slightly overestimated of a maximum factor of 0.15.
Dissolved 0_2: according to Winkler (STRICKLAND & PARSONS, 1968).
Temperature: 18°C during the whole experiments in cold rooms in order to preserve the best motility and pulsating rate in the specimens (ROTTINI SANDRINI *et al.*, 1984).

Results and discussion

Results of the first experiment are reported in Tab. 1. Both specimens showed anomalous variations in the pulsating rate, irregularly interposed by block of pulsations. Furthermore, both specimens never left the water surface (60 cm) even if pulsation had ceased and motility was low, except in one case only (57 cm).

This unusual behaviour suggests that the sharp variation in salinity values in our aquarium as compared to the open sea may have caused a shock condition in the specimens. In order to test this hypothesis and to expose *P. noctiluca* to a more gradual variation in salinity, a second experiment was conducted.

Results of the second experiment are presented in Tab. 2, Fig. 3, 4. The specimen placed in the experimental aquarium (S‰ 40.0) has shown irregular pulsating rate and an unusual rotating movement on its longitudinal axis during advancing, apparently due to the pulsations themselves.

Table 1st - I experiment; pulsating rate, motility and specimen height related to salinity.

TIME	SALINITY 6 (5)	5 (15)	4 (25)	3 (36)	2 (46)	1 (55)	HEIGHT h_{1st}	h_{2nd}	PULS/MIN 1st	2nd	MOTILITY 1st	2nd
11.30	39.40	38.80	38.00	36.23	35.36	35.32	60		0		0	
11.40	—	—	—	—	—	—	60		60 R		0	
11.55	—	—	—	—	—	—	60	60	60 R	76 R	+ ↔	0 ↔
11.57	—	—	—	—	—	—	60	60	60 R	0	+ ↔	0 ↔
11.58	—	—	—	—	—	—	60	60	60 R	4 AR	+ ↔	0
12.00	39.37	38.83	38.00	36.22	35.50	35.47	60	60	0	0	0	0
12.01	—	—	—	—	—	—	60	60	0	41 AR	0	0
12.02	—	—	—	—	—	—	60	60	0	0-4 AR	0	0
12.04	—	—	—	—	—	—	60	60	0	19 AR	0	0
12.15	—	—	—	—	—	—	60	57	60 R	68 R	0	+ ↔
12.20	39.30	38.90	38.00	36.10	35.80	35.70	60	60	58 R	67 R	0	+ ↔
12.30	—	—	—	—	—	—	60	60	59 R	69 R	0	0

SALINITY: number 1-6 indicate six sampling pipes placed at different heights (cm) from the bottom.
HEIGHT: h_{1st}, h_{2nd}, indicate the height from the bottom (cm) of two specimens.
PULS/MIN: 1st, 2nd, indicate the pulsating rate of two specimens; R, rhythmic; AR, arrhythmic.
MOTILITY: is expressed according to a conventional scale: 0, +, ++, indicate an increasing active displacement. Arrows indicate spatial movement: ↔, horizontal.

Table 2 - II[nd] experiment; pulsating rate, motility and specimen height related to salinity.

TIME	SALINITY 2 (21)	3 (31)	4 (39)	5 (44)	6 (49)	HEIGHT	PULS/MIN	MOTILITY
13.45	39.54	—	↳initial water surface			35	68 R	+ ↔
14.00	39.54	39.14				35	68 R	+ ↔
14.15	39.55	38.12				34	67 R	+
14.25	39.55	37.42	34.49			34	65 R	0
14.30	39.55	37.30	34.51			34	68 R	0
14.45	39.54	37.18	34.56			34	64 AR	+ ↓
14.49	—	—	—			25	50 AR	+ ↑
14.50	—	—	—			34	45 AR	+ ↓
14.51	—	—	—			31	44 AR	+
14.55	39.53	37.10	34.60			31	44 AR	0
15.00	39.53	37.06	34.62			31	65 AR	0 ↑
15.10	39.52	36.98	34.66			32	66 AR	+ ↑
15.15	39.52	36.93	34.66			33	66 AR	+ ↑
15.20	39.52	36.88	34.66			35	66 AR	+
15.30	39.53	36.77	34.66			35	68 AR	+ ↑
15.35	39.53	36.72	34.66			42	68 AR - 0	++ ↑
15.40	—	—	—			34	0 ↙	0
15.45	39.53	36.61	34.67			42	65 AR - 0	++ ↑
15.48	—	—	—			34	0 ↙	0
15.50	39.53	36.56	34.67			42	66 AR - 0	++ ↑
15.55	—	—	—			30	0 ↙	0
16.00	39.54	36.45	34.67			25	70 AR	+
16.15	39.54	36.29	34.67			25	68 AR	+
16.30	39.55	36.13	34.67			25	66 AR	+
16.45	39.55	35.97	34.68			25	68 AR	+
17.00	39.56	35.81	34.68			25	68 AR	+ ↑
17.15	39.56	35.65	34.68	34.36		37	68 AR - 0	++ ↑
17.20	—	—	—	—		30	0 ↙	0
17.30	39.57	35.68	34.57	34.28		30	66 AR	0
17.45	39.58	35.70	34.45	34.19		30	66 AR	0
18.00	39.58	35.73	34.34	34.11		30	69 AR	0
18.10	—	—	—	—		31	71 AR	+ ↑
18.12	—	—	—	—		37	70 AR	+ ↑
18.14	—	—	—	—		31	69 AR	+ ↓
18.15	39.59	35.75	34.35	34.02	33.78	37	71 AR	+ ↑

SALINITY: number 2-6 indicate five sampling pipes placed at different heights (cm) from the bottom.
HEIGHT: height (cm) of the specimen from the bottom.
PULS/MIN: R, rhythmic; AR, arrhythmic; arrows indicate the fall of the specimen without pulsations.
MOTILITY: is expressed according to a conventional scale: 0, +, ++, indicate an increasing active displacement. Arrows indicate spatial movement: ↔, horizontal; ↑, up; ↑, down.

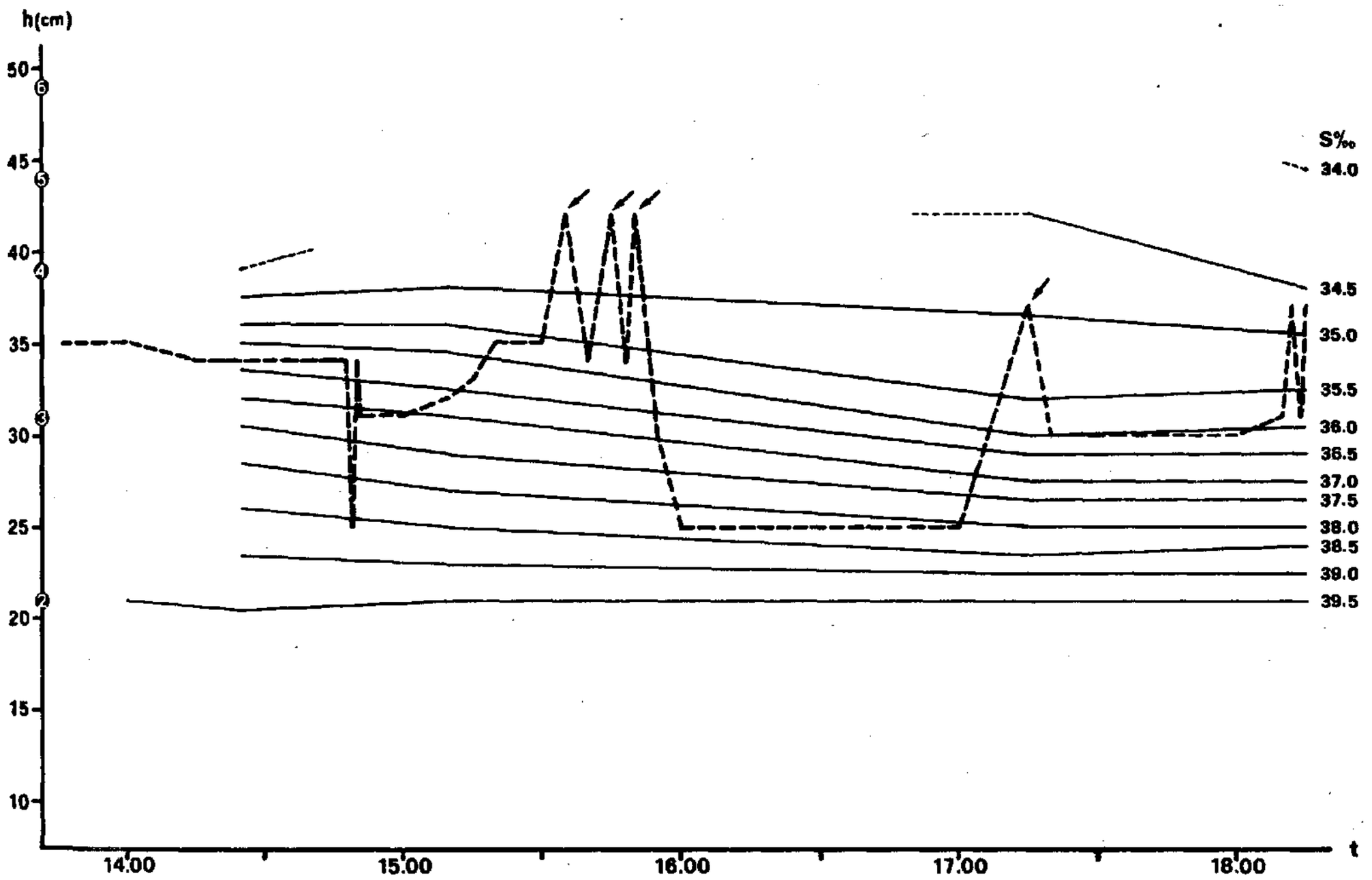


Fig. 3 - Specimen height related to time and salinity. h, height; t, time; white numbers indicate the height of peristaltic pump sampling pipes.
Arrows indicate the suspension of pulsating rate, motility and the beginning of the passive sinking.

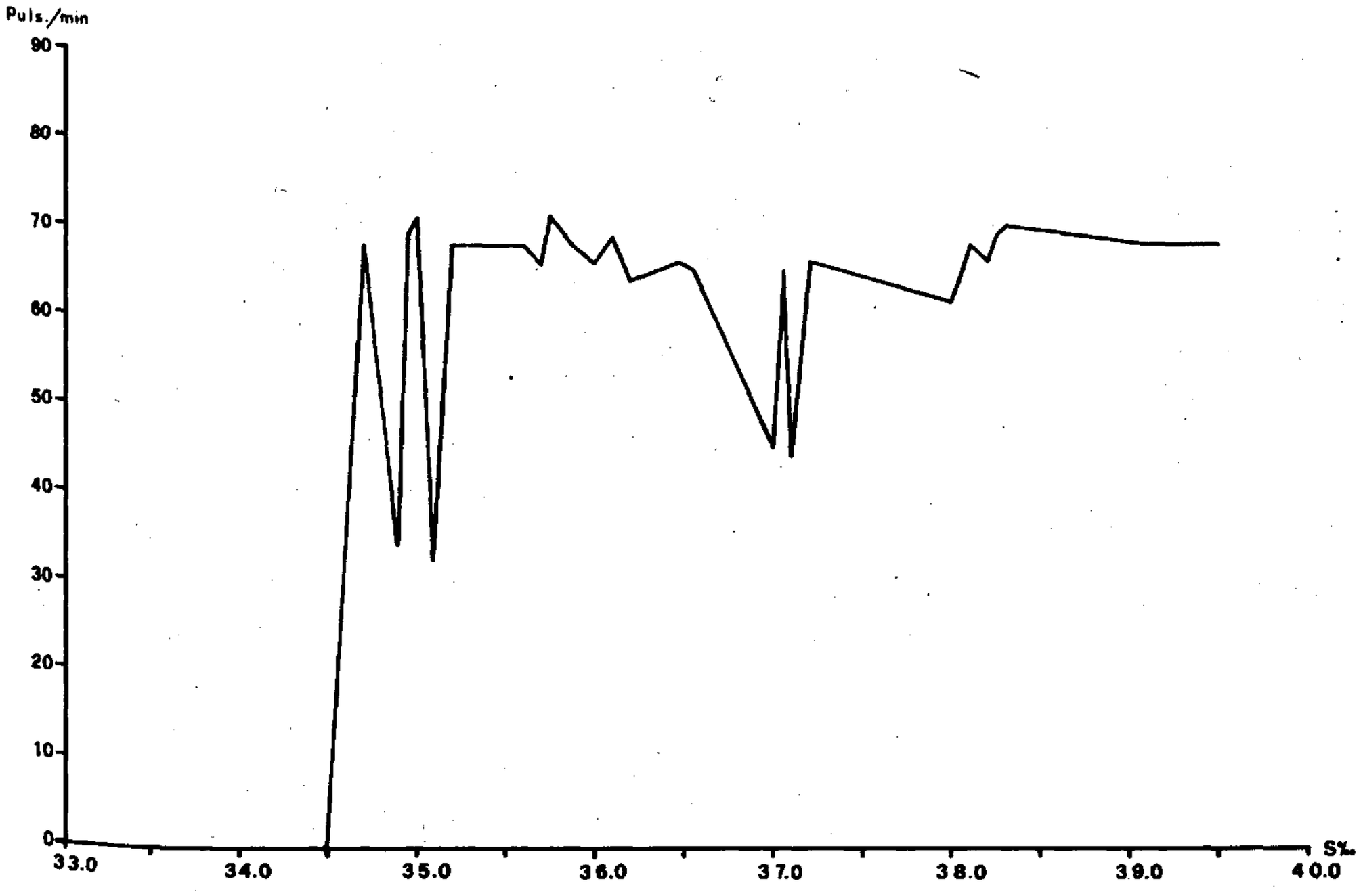


Fig. 4 - Pulsation/min variation related to salinity.

In water layers of salinities ranging from 34.0⁰/₀₀ and 35.0⁰/₀₀ the specimen has shown a block of pulsations and motility on many occasions (Tab. 2, h 15.35, 15.45, 15.50, 17.15; Fig. 3, 4), and then a passive sinking towards waters with higher values of salinity.

In the control aquarium a) (S⁰/₀₀ 39.0), the five specimens also showed an irregular pulsating rate and rotation on their axes. In control aquarium b) (S⁰/₀₀ 37.5), specimens moved actively throughout the aquarium, with 68 regular pulsations/min (Mean value), and released marginal tentacles.

Conclusions

According to TEGACCIA *et al.* (1983), the sampling stations of the Adriatic Sea where *P. noctiluca* is frequently found, have open sea characteristics, with high salinity values. In 1983, *P. noctiluca* was completely absent from areas of the Adriatic Sea where salinities were higher than 38.5⁰/₀₀ or below 33.0⁰/₀₀, as near the mouths of the Po, Adige, Brenta, Piave and Tagliamento Rivers (PICCINETTI MANFRIN & PICCINETTI, 1983; 1984a).

In the Mediterranean Sea (PICCINETTI MANFRIN & PICCINETTI, 1984b) large quantities of this jellyfish were associated with salinities lower than 38.0⁰/₀₀, and were absent in waters with higher salinity values.

These data seem to agree with our laboratory results. However this jellyfish is an open sea species and the salinity variations it faces in nature are more gradual than in an aquarium. It is thus possible to assume a weak adaptation of *P. noctiluca*. In spring the Gulf of Trieste has low salinity values. *Pelagia* specimens are normally observed in spring, even if with reduced motility (AVIAN, personal diving observations from 1981 to 1984).

Our preliminary results suggest that low salinity values are badly tolerated by specimens and, in extreme cases, ensues in a blockage of pulsations and motility. High values of salinity (39.0⁰/₀₀ — 40.0⁰/₀₀) also seem influence motility (Rotating movements).

Although two laboratory experiments on few specimens are not enough to clarify throughly the relation between salinity and behaviour in *P. noctiluca* and further experiments are in progress, they are suggestive that in *P. noctiluca* low salinity waters can be one out of several environmental factors that influence the stability of open sea aggregations.

The time course of *P. noctiluca* aggregation is: *randomly distributed populations - swarm* (When the specimens are held in the aggregation mainly by their active swimming, which results in a higher probability of an increase of their reproductive rate and in a defensive mechanism from predators) - *patch* (When the organisms have a tendency to float passively and the aggregation is held together only by horizontally converging currents) - *randomly distributed currents* (LEGOVIC & ROTTINI SANDRINI, 1984).

When a swarm enters waters with non optimal conditions, i.e. higher or lower temperature (ROTTINI *et al.*, 1984; MALEJ & VUKOVIC, 1984), higher or lower salinity, available food, the organisms reduce their activity and the swarm can be dispersed into one or more patches by hydrodynamic factors (LEGOVIC & ROTTINI SANDRINI, 1984). Wind-induced surface currents can easily disgregate the patches and convey them near the coasts.

Aknowledgements

We wish to thank prof. L. Rottini Sandrini who coordinated the experiments, and for the critical comments upon the manuscript.

Summary

The present study considers the relation between salinity variations and Pelagia noctiluca *behaviour, during two experiments in aquarium.*

In waters with salinities ranging from 34.0‰ to 35.0‰, P. noctiluca *has shown unusual behaviour associated with anomalous changes in pulsating rate and motility and sometimes a pulsation block with sinking towards waters with higher salinity values.* P. noctiluca *motility has also shown abnormalities in waters with salinity values greater than 39.0‰, such as rotatory movement and reduced displacements.*

These preliminary data are in agreement with observations deriving from open sea distributions for this scyphomedusa, which is almost always absent in low salinity and/or high salinity areas.

Riassunto

Nella presente ricerca si è considerata la relazione tra le variazioni di salinità e il comportamento di *Pelagia noctiluca* mediante due esperimenti in acquario. Si è così osservato che, in presenza di valori di salinità tra 34,0‰ e 35,0‰, *P. noctiluca* presenta una notevole alterazione sia nella frequenza delle pulsazioni/min, sia della motilità, con al limite un blocco totale delle pulsazioni, seguito da una discesa passiva verso strati di acqua con valori più elevati. Anche in presenza di valori elevati di salinità (39,0‰ – 40,0‰), la motilità di *P. noctiluca* sembra presentare certe alterazioni, come moto rotatorio, spostamenti ridotti.

Queste osservazioni preliminari sembrano essere in accordo con i dati sulla distribuzione di *P. noctiluca* in mare aperto, dove è quasi sempre assente da zone con salinità molto bassa o molto elevata (al di sotto del 33‰, e al di sopra del 38,5‰).

Bibliography

BABIC K. (1913) - Planktonicki Celenterati iz Jadranskega Mora. *Rad. Jazu*, **200:** 186-202.

BRATINA F., ROTTINI SANDRINI L., AVIAN M. (1981) - Simultaneous presence of *Pelagia noctiluca* (Forskål) Planulae, ephyra and adults, index of sexual reproduction in the North Adriatic Sea. *Boll. Soc. Adr. Sci.*, Trieste, **LXV:** 61-68.

FRANQUEVILLE C. (1971) - Macroplancton profond de Méditerranée. *Thétys*, **3** (1): 15-16.

GOY J. (1984) - Les concentrations de Méduses en Mer Ligure. Workshop on jelly-fish blooms in the Mediteranean. Athens, 31 october - 4 november 1983 (in press).

KNUDSEN L. (1956) - Hydrographical tables. *G.E.C. GAD*, Copenhagen.

KRAMP P.L. (1924) - Report on the Danish Oceanographical expeditions 1908-1910 to the Mediterranean and adjacent seas. II, Biology, Medusae. Copenhagen, *Andr. Fred. Høst. & Søn*: 1-67.

LO BIANCO S. (1909) - Notizie biologiche riguardanti specialmente il periodo di maturità sessuale degli animali del golfo di Napoli. *Mitt. Zool. Stat. Neapel*, **19** (4): 513-761.

LEGOVIC T. (1984) - Factors that may have caused a recent increase in medusa populations: a prey-predator model and its consequences. *Ecological Modelling* (in press).

LEGOVIC T., ROTTINI SANDRINI L. (1984) - Formation and maintenance of *Pelagia noctiluca* aggregations. Worshop on jellyfish in the Mediterranean Sea, Trieste 3-4 september 1984, *Nova Thalassia* (in press).

MAYER A.G. (1910) - Medusae of the world. III, The Scyphomedusae, Washington, Carnegie Inst.: 499-735.

MALEJ A. (1984) - Diameter, wet weight and dry weight in *Pelagia noctiluca.* XXIX Congress and Plenary Assembly, CIESM, Lucerne 11-19 october 1984. *Rapp. Comm. int. Mer Médit.*, **29**, (in press).

MALEJ A., VUKOVIC A. (1984) - Some data on the metabolism of *Pelagia noctiluca.* Workshop on jellyfish in the Mediterranean Sea, Trieste, 3-4 september 1984, *Nova Thalassia* (in press).

NEPPI V. (1922) - Meduse adriatiche (Risultato dell'esame del materiale raccolto durante le crociere adriatiche della nave «Najade» negli anni 1911-1914). *Mem. R. Comm. Talass. It.*, **CII**: 1-38.

PICCINETTI MANFRIN G., PICCINETTI C. (1983) - Distribuzione di *Pelagia noctiluca* in Adriatico dal 1976 al 1983. Atti XV Conv. Soc. It. Biol., Trieste 28 september - 2 october 1983. *Nova Thalassia*, **6** suppl. (in press).

PICCINETTI MANFRIN G., PICCINETTI C. (1984a) - Distribuzione di *Pelagia noctiluca* in Adriatico negli anni 1983 e 1984. Workshop on jellyfish in the Mediterranean Sea, Trieste 3-4 september 1984, *Nova Thalassia* (in press).

PICCINETTI MANFRIN G., PICCINETTI C. (1984b) - Distribution de *Pelagia noctiluca* (Forskål) en Méditerranée dans l'été 1983. Workshop on jelly-fish blooms in the Mediterranean. Athens, 31 october - 4 november 1983 (in press).

ROTTINI SANDRINI L. (1982) - Effect of water temperature on the motility of *Pelagia noctiluca* (Forskål). *Experientia*, **38:** 453-454.

ROTTINI SANDRINI L., AVIAN M. (1983) - Biological cycle of *Pelagia noctiluca*: morphological aspects of the development from planula to ephyra. *Mar. Biol.*, **74:** 169-74.

ROTTINI SANDRINI L., AVIAN M., AXIAK V., MALEJ A. (1983) - The breeding period of *Pelagia noctiluca* (Scyphozoa, Semaeostomeae) in the Adriatic and Central Mediterranean Sea. Atti XV Congr. Soc. It. Biol. Mar., Trieste 28 september - 2 october 1983, *Nova Thalassia*, **6** suppl. (in press).

ROTTINI SANDRINI L., AVIAN M., ZANELLI R. (1984) - Water temperature and motility - pulsating rate of *Pelagia noctiluca* (Forskal) (Scyphozoa, Semaeostomeae). *Mar. Biology* (in press).

RUSSELL F.S. (1970) - The Medusae of the British Isles. Vol. II, Pelagic Scyphozoa with a supplement to the first volume on Hydromedusae. *Cambridge Univ. Press.*, **II:** 284.

SKRAMLIK, VON, E. (1948) - Beobachtungen an Medusen. *Zool., Jb. Allg. Zool. Physiol.*, 61: 296-336.

STIASNY G. (1912) - Beobachtungen über die Marine Fauna der Triester Golfes während des jahres 1911. *Zool. Anz.*, **39** (19/20): 604-608.

STRICKLAND J.D.H., PARSONS T.R. (1968) - A practical handbook of seawater analysis. *Fish. Res. Board of Can.*, Bull. **167**.

SZÜTS, VON, A. (1915) - Biologische beobachtungen während der ersten und zweiten termin fahrt des Ungarischen Adraverein an S.M.S. «Najade» in Oktober 1913 und im April-Mai 1914. *Zool. Anz.*, **45** (9): 442-432.

TEGACCIA N., TEGACCIA T., PICCINETTI MANFRIN G. (1983) - Condizioni idrologiche collegate alla presenza di *Pelagia noctiluca* in Adriatico. Atti XV Congr. Soc. It. Biol. Mar., Trieste 28 september - 2 october 1983. *Nova Thalassia*, **6** suppl. (in press).

OEBALIA 1985, vol. XI, N.S.: 181-186 *ISSN 0392-6613*

A. PONTICELLI M. ANGELINI M. LENZI R. SALVATORI
E.N.E.A. - Divisione Tecnologie Biologiche ed Agrarie - Roma - Italy
C.G.P.C.O. - Laboratorio Ittiogenico S. Liberata - Orbetello - Italy

RACCOLTE DI ZOOPLANCTON IN AMBIENTI EUTROFICI A MEZZO DI UN'APPARECCHIATURA AUTOMATICA

Abstract

Automatic devices for plankton collecting.
The production of juveniles needs for the feeding of interesting commercial sea species of larvae to dispose of adeguate plankton preys.

Key-words: Zooplankton, Aquaculture.

Introduzione

La produzione su larga scala di avannotti di specie ittiche marine ha ancora un importante fattore limitante nell'approvigionamento quotidiano in nutrimento vivente adeguato.

Nelle attività di routine di una moderna avannotteria la produzione di fitoplancton e di zooplancton rappresenta sicuramente l'impegno più importante: un impegno che possiamo quantificare in almeno il 70 per cento del tempo lavoro per il personale.

D'altro canto gli alimenti inerti, utilizzati con buoni risultati per l'alimentazione degli stadi giovanili di molte specie d'acqua dolce, hanno dato risultati scadenti per quelle marine. È quindi lecito pensare che anche in futuro la produzione di prede vive resterà una tappa obbligata per lo sviluppo dell'acquacoltura marina.

La produzione di zooplancton, secondo tecniche intensive, ha raggiunto ormai un ottimo livello di affidabilità. Vale la pena di ricordare che una definitiva messa a punto del sistema è stata realizzata in Italia. TROTTA in recenti lavori (1980a; 1980b; 1983) descrive una tecnica di produzione massiva di *Brachionus plicatilis* in coltura monoxenica su *Tetraselmis suecica*. Il modulo descritto è rappresentato da 56 sacchi di polietilene da 50 litri ciascuno e consente una produzione giornaliera di 160 milioni di Rotiferi. Si tratta di una produzione in grado di soddisfare le esigenze produttive di una moderna avannotteria.

Altra tecnica di produzione ampiamente usata, in special modo nei paesi orientali si basa sul principio della concimazione di grandi volumi d'acqua di mare in vista dell'ottenimento di «bloom» algali (HIRATA 1974; TECH 1982).

Una volta raggiunta questa condizione vengono inoculati i Rotiferi che in pochi giorni possono arrivare a concentrazioni di 70-80 individui per ml. I Rotiferi così prodotti sono raccolti giornalmente mediante filtrazione e somministrati direttamente negli allevamenti; periodicamente (a cadenza quindicinale) una parte del raccolto di Rotiferi viene utilizzato per l'inoculo di nuovi bacini di coltura.

Questa tecnica è da tempo usata presso il Laboratorio Ittiogenico di Orbetello nel quale si producono in vasche in cemento da 80 metri quadri Rotiferi e Copepodi in policolture di Fitoplancton. Tali ambienti sono eutrofizzati con fertilizzanti agricoli granulari estremamente economici e di facile reperibilità; in particolare le concentrazioni iniziali di Azoto e Fosforo sono rispettivamente di 100 mgl^{-1} e 50 mgl^{-1}.

In queste vasche le concentrazioni unitarie sono comunemente tra i 10 e i 15 rotiferi per ml con valori che hanno raggiunto negli allevamenti estivi il dato massimo di 11 individui per ml corrispondente, per l'intero volume in questione, ad una produzione di 4 miliardi di Rotiferi.

Per molti impianti collocati in prossimità di lagune salmastre costiere una possibilità in più può essere rappresentata dalla raccolta ed utilizzazione diretta di zooplancton in aree lagunari eutrofiche o in bacini fertilizzati mediante applicazioni selettive di fertilizzanti organici ed inorganici (GEIGER 1983; DOYLE & BOYD 1984).

L'idea della raccolta di organismi acquatici come alimento per i primi stadi larvali di specie marine non è nè nuova nè originale: già nel 1905 FABRE-DOMERGUE & BIETRIX. segnalavano questa opportunità in uno dei primi lavori di piscicoltura marina. Più recentemente la tecnica ha trovato ampia applicazione nel sud della Francia, in particolare nella regione del Languedoc-Roussillon particolarmente ricca di aree salmastre, di terre marginali, di antiche saline. BARNABÉ (1978, 1980) descrive questa tecnica insieme ad alcuni semplici sistemi di raccolta.

Materiali e metodi

Nel quadro della convenzione tra ENEA ed il Laboratorio Ittiogenico di Santa Liberata è stata intrapresa una sperimentazione volta alla verifica di questa tecnica.

È stato quindi messo a punto un prototipo di «Apparecchio per la raccolta stazionaria dello zooplancton». L'apparecchiatura ideata risolve i problemi della raccolta manuale del plancton, problemi rappresentati (per le aree più ricche di plancton) dall'impraticabilità delle sponde e dai bassi fondali. Obiettivo primo del sistema è quindi la raccolta in maniera automatica dello zooplancton destinato all'utilizzazione negli impianti di acquacoltura.

Con il sistema sviluppato questa condizione è raggiunta utilizzando un aspiratore sommerso nello specchio d'acqua dove deve essere effettuata la raccolta di zooplancton

L'aspiratore è rappresentato da un cilindro in PVC avente un diametro di 30 cm e lungo 50, al centro del quale ruota una elica: quest'ultima è mossa, attraverso un sistema di cinghie e di pulegge, da un micromotore elettrico in grado di erogare una potenza massima di 20 Watt. Il micromotore (che assicura all'elica 90 rotazioni al minuto) è solidale con l'aspiratore e con due galleggianti tubulari che consentono il galleggiamento all'intero sistema, i due galleggianti sono dimensionati per dislocare un peso equivalente a 40 litri d'acqua.

L'elica ruotando all'interno del cilindro determina un flusso d'acqua costante che varia da 200 a 350 litri al minuto a seconda che sia utilizzata l'elica nella configurazione bipala o quadripala. Il flusso d'acqua che si determina è filtrato da una rete da plancton di circa 4 metri di lunghezza fissata ad una delle estremità del cilindro aspiratore; le reti di raccolta utilizzate hanno un vuoto di maglia variabile tra i 50 e 500 micron a seconda delle necessità. La forza motrice è assicurata da un accumulatore da 60 Amphr, collegato al motore da un cavo di 2 millimetri quadri di sezione, che può essere agevolmente ricaricato una volta terminata la raccolta.

Risultati

La prima fase della sperimentazione, è servita essenzialmente alla messa a punto del sistema e all'individuazione delle aree lagunari dove il sistema stesso avrebbe potuto essere usato con buoni risultati.

Una volta messa a punto, l'apparecchiatura ha mostrato una grande praticità e versatilità essendo tra l'altro in grado di funzionare già a profondità d'acqua di appena 40 centimetri. Il movimento dell'elica non danneggia i planctonti che sono raccolti vivi anche dopo 2-3 ore di funzionamento della apparecchiatura.

Le prove di raccolta effettuate in molti ambienti hanno permesso di individuare tre siti ottimali per l'effettuazione delle stesse:

1) una porzione della Laguna di Orbetello di circa 40 ettari ed a debole ricambio idrico (salinità minima invernale intorno al 25%).

2) uno stagno concimato mediante fertilizzanti agricoli inorganici (salinità minima invernale intorno al 15%).

3) un bacino di circa un ettaro che riceve le acque reflue di un depuratore urbano (salinità minima invernale intorno al 2%).

I gruppi zoologici più ampiamente rappresentati nel plancton così raccolto sono Rotiferi, Cladoceri, Copepodi ed Ostracodi; Cladoceri ed Ostracodi sono naturalmente presenti in aree lagunari che subiscono importanti dissalazioni invernali per effetto delle piogge.

Vale la pena di segnalare che la massima concentrazione di Rotiferi è stata registrata in pieno inverno.

Nel bacino eutrofizzato mediante le acque reflue del sopra citato depuratore urbano, è stata riscontrata una concentrazione massima di 4000 individui per litro ad una temperatura di 9°C.

Nello stesso bacino — che nel periodo invernale subisce per effetto delle piogge una dissalazione pressoché totale — è stata realizzata nel mese di Gennaio la massima raccolta di zooplancton: in un'ora e trenta minuti di funzionamento sono stati raccolti 9 chilogrammi di Zooplancton (peso umido sgocciolato) principalmente rappresentato da Copepodi e Dafnie.

L'apparecchiatura è stata inoltre usata con ottimi risultati per la raccolta di adulti e di nauplii di *Artemia salina* allevata in un bacino sperimentale; è stata inoltre usata all'interno dell'avannotteria per la raccolta di Rotiferi allevati in volumi da 80 metri cubi secondo lo schema precedentemente descritto.

Il plancton raccolto nel corso della stagione è stato somministrato "tal quale" negli allevamenti larvali oppure dopo aver subito una selezione per taglia (mediante setacci costituiti da retini di adeguato vuoto di maglia).

Registrandosi spesso produzioni eccedenti la domanda dell'avannotteria il plancton raccolto è stato inoltre concentrato e raccolto in sacchi di polietilene e surgelato per una successiva utilizzazione nella fase di svezzamento.

Il plancton raccolto in ambienti lagunari è stato utilizzato per gli allevamenti larvali di *Solea solea* (SALVATORI *et al.*, 1984a) e di *Dicentrarchus labrax* (SALVATORI *et al.*, 1984b).

Il plancton raccolto nell'avannotteria nei bacini in cemento da 80 metri cubi (costituito in massima parte da Rotiferi) è stato invece utilizzato per la realizzazione degli allevamenti larvali di *Penaeus japonicus*.

Conclusioni

L'apparecchiatura descritta sembra offrire un'importante opportunità, soprattutto al livello di semplificazione del sistema e dell'abbattimento dei costi, per molti impianti di acquacoltura.

Si tratta, in ogni caso di un sistema che non può essere considerato alternativo ma integrativo di quello della produzione intensiva in piccoli volumi (sistema ormai giunto ad ottimi livelli di affidabilità).

È quindi lecito pensare che il sistema di produzione intensiva (che richiede spese di investimento e oneri gestionali importanti) resterà una via obbligata per i grandi impianti di allevamento che non dispongano di aree sufficientemente estese per lo sviluppo di tecniche di produzione di zooplancton in grandi volumi.

Il metodo della raccolta dello zooplancton in bacini di produzione estensiva appare invece più indicato per impianti di dimensione più modeste ma localizzati in prossimità di aree lagunari.

Messa a punto l'apparecchiatura automatica di raccolta (estremamente economica soprattutto al livello di oneri gestionali) resta da proseguire la sperimentazione più strettamente biologica e di verificare la possibilità di incremento della produttività naturale mediante tecniche di fertilizzazione.

Tab. 1 - *Apparecchio per la raccolta stazionaria dello Zooplancton.*

CARATTERISTICHE E DATI TECNICI	
Tensione di alimentazione	12 vcc
Potenza massima assorbita	20W
Velocità girante	0÷250 /g/I'
Diametro girante	280 mm
Diametro corpo aspiratore	300 mm
Portata con girante a 2 pale a 90g/I'	200 lt/I'
Portata con girante a 4 pale a 90g/I'	350 lt/I'
Dimensioni di lavoro	cm 140×80×130 h
Dimensioni in trasporto	cm 40×80×130 h

Ringraziamenti

Si ringraziano i Signori L. Palla e G. Pesci per la valida collaborazione prestata nell'effettuazione delle raccolte planctoniche.

Summary

The production of juveniles needs to dispose of adequate plankton preys for the feeding of interesting commercial sea species of larva.
Living preys are collected in lagoon fields rich of plankton by automatic devices.

Riassunto

La produzione di esemplari giovani ha bisogno di adeguate prede planctoniche per l'alimentazione di larve di specie commerciali marine.

Le prede vive vengono raccolte in lagune ricche di plancton a mezzo di apparecchiature automatiche.

Bibliografia

BARNABÉ G. - (1978) - Utilisation des chaines alimentaires naturelles et du recyclage des eaux usées dans la production a grande échelle de juvéniles pour l'aquacolture. *Publ. Sci. Tech. CNEXO;* Actes Colloq., 7: 221-238.

BARNABÈ G. (1980) - Système de collecte du zooplancton à l'aide de dispositifs autonomes et stationnaires. In R. Billard, *La Pisciculture en Etang. I.N.R.A.* Publ. Paris: 215-220.

DOYLE K., BOYD C. (1984) - The timing of inorganic fertilisation of sunfish ponds - *Aquaculture*, **37**: 169-177.

FABRE-DOMERGUE, BIETRIX E. (1905) - Introduction à l'étude de la pisciculture marine - in: Travail du Laboratoire de zoologie maritime de Concarneau. Vuibert et Nony ed. Paris: 205-243.

GEIGER J.G. (1983) - A review of pond zooplankton production and fertilization for the culture of larval and fingerling striped bass. *Acquaculture*, **35**: 353-369.

HIRATA H. (1974) - An attempt to apply an experimental microcosm for the mass culture of the marine rotifer *B. plicatilis* Muller. *Mem. Fac. Fisc. Kag. Univ.*, **23**: 163-172.

SALVATORI R., LENZI M., FOMMEI F., ANGELINI M. (1984) - Esperienze di riproduzione artificiale e allevamento larvale della sogliola (*Solea solea*). *XVI Congresso S.I.B.M.*, Lecce 25-30, Settembre 1984.

SALVATORI R., ANGELINI M., LENZI M., FOMMEI F., PONTICELLI A. (1984) - Allevamenti larvali di *Dicentrarchus labrax* mediante utilizzazione di acque ipotermali. Tre anni di esperienze. *XVI Congresso S.I.B.M.*, Lecce 25-30, Settembre 1984.

TEACH E. (1981) - Culture of zooplankton (*Brachionus* and *Moina*) *F.A.O.* - SCF/GFO/81/WP-3: 35-51.

TROTTA P. (1980a) - A simple and inexpensive system for continuos monoxenic culture of *Brachionus plicatilis* Muller as a basis for mass production. In Algae Biomass; eds Shelef, C.J. Soender and M. Balaban, Elsevier/North Holland Biomedical Press, Amsterdam.

TROTTA P. (1980b) - A simple and inexpensive system for continuos monoxenic mass culture of marine microalgae. *Aquaculture*, **22**: 383-7.

TROTTA P. (1983) - An indoor solution for Mass Production of the marine microalga *Tetraselmis suecica* Butcher. *Aquacultural Engineering*, **2**: 93-100.

OEBALIA 1985, vol. XI, N.S.: 187-201 *ISSN 0392-6613*

I. FERRARI* A. CARRIERI** R. COEN***

* Istituto di Ecologia - Università - Parma - Italy

** Istituto di Zoologia - Università - Ferrara - Italy

*** Dipartimento di Biologia Animale e dell'Uomo
Università «La Sapienza» - Roma - Italy

DISTRIBUZIONE DELLE TAXOCENOSI PLANCTONICHE A COPEPODI E CLADOCERI NELLA SACCA DI SCARDOVARI

Abstract

Zooplankton taxocoenoses in «Sacca di Scardovari».
An analysis was performed on zooplankton samples collected in the «Sacca di Scardovari», a lagoon in the Po River Delta, over a 24 hours cycle in August 1982.

Key-words: Deltaic lagoons, Zooplankton, Copepods, Cladocerans, *Acartia* species segregation.

Introduzione

La distribuzione dello zooplancton nella Sacca di Scardovari (Fig. 1) è stata studiata su serie di campioni prelevati in diverse stazioni con periodicità mensile nel 1978-79 (Ferrari *et al.*, 1982a) e con periodicità di poche ore nel corso di un ciclo nictemerale nel luglio 1981 (Ferrari *et al.*, 1982b). L'analisi dei dati di densità per grandi taxa e dei dati relativi a parametri idrologici e idrometrici (rilevati simultaneamente ai prelievi di zooplancton) ha mostrato che la variabilità dei popolamenti dipende prevalentemente dalla produttività della laguna e solo in misura limitata da fattori idrodinamici legati all'influenza del mare e all'apporto di acque fluviali.

In questa nota sono presentati i risultati dell'analisi di un ciclo nictemerale di campionamenti effettuati nella Sacca di Scardovari nell'agosto 1982. L'analisi è stata condotta prendendo in esame, come primo approccio, le densità dei grandi taxa e, successivamente, le densità delle singole specie di Cladoceri e di Copepodi euplanctonici. Quest'ultima elaborazione è stata eseguita anche su alcune serie di campioni del ciclo di 24 ore del luglio 1981.

Ci siamo dati, in sostanza, due obiettivi. Abbiamo anzitutto approfondito lo studio

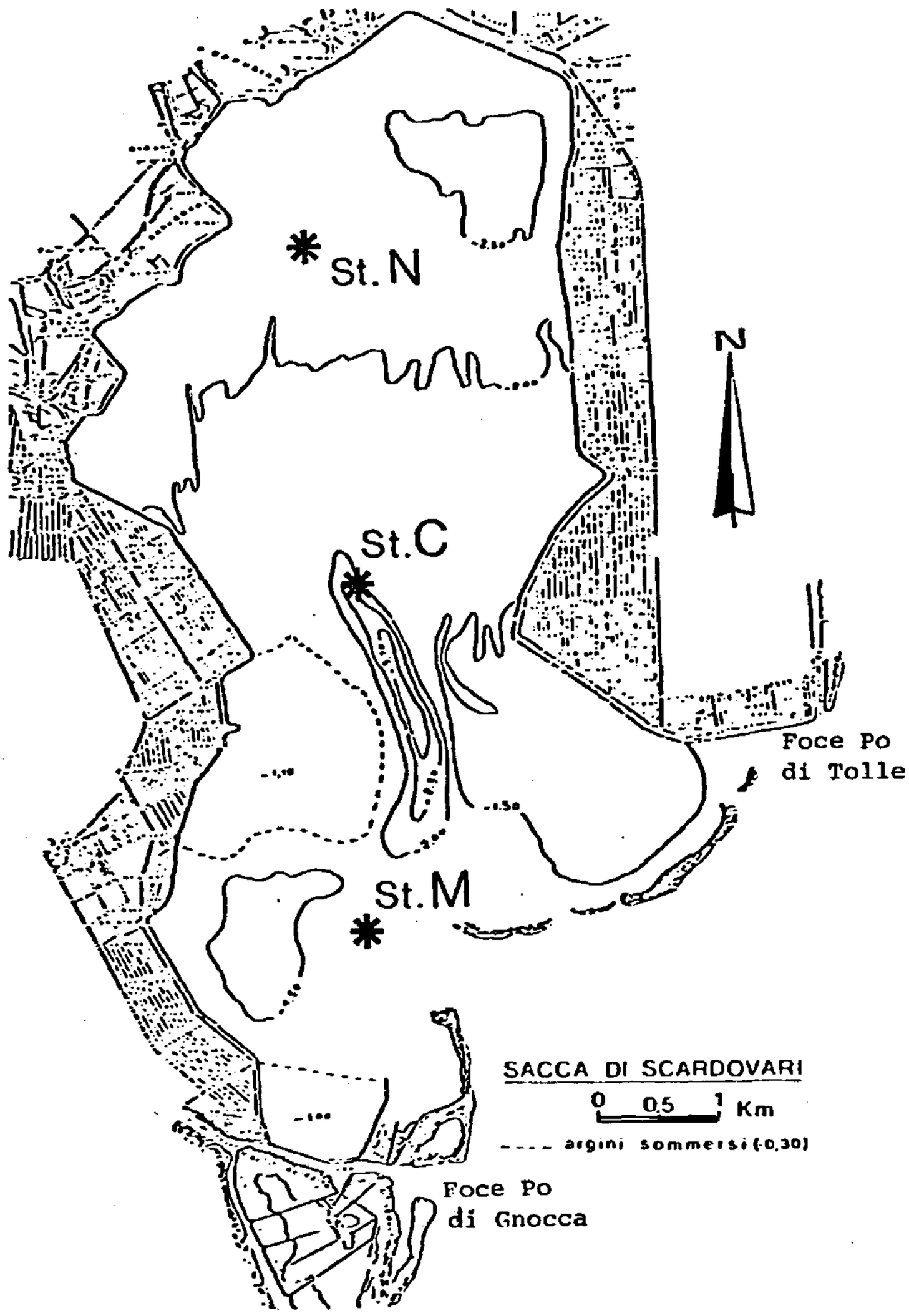


Fig. 1 - Sacca di Scardovari: sono indicate le 3 stazioni di campionamento dello zooplancton.

sul ruolo dei parametri di stato trofico come fattori di variabilità dello zooplancton. Si è voluto, in particolare, verificare l'esistenza — segnalata in precedenti ricerche — di una depressione estiva delle densità della componente a macrofiltratori (per lo più rappresentata da Copepodi Calanoidi) concomitante con la comparsa nella parte più interna della sacca di blooms di Diatomee (COLOMBO *et al.*, 1983; FERRARI *et al.*, 1984). In secondo luogo si è puntato alla individuazione di «patterns» di distribuzione di singole specie planctoniche in relazione a gradienti spaziali di variazione di parametri idrografici e di stato trofico; in questa ottica è stato affrontato il problema della coesistenza e se-

gregazione di specie, in particolare di specie congeneriche di Calanoidi (WOOLDRIDGE, MELVILLE-SMITH, 1979; ALCARAZ, 1979; 1983; YOUNGBLUTH 1980; CASTEL & CORTIES, 1982), lungo l'asse della sacca.

Materiali e metodi

Campioni di zooplancton sono stati raccolti a marea sizigiale il 18 e 19 agosto 1982 in tre stazioni della sacca (St. N, St. C e St. M, vedi Fig. 1) con periodicità di 3 ore. I prelievi sono stati effettuati con trappola di Patalas da 15 l dalla superficie e dallo strato prossimo al fondo e con pompa in superficie (da 0 a —50 cm). Si sono usate reti ad apertura di maglia di 80 μm. In concomitanza con i prelievi di zooplancton sono stati rilevati dati idrometrici (altezza di marea) e idrologici (temperatura, salinità e ossigeno disciolto).

In questa nota sono prese in esame solo le serie di campioni prelevati con pompa (27 campioni in tutto, 9 per stazione). I conteggi sono stati fatti per grandi taxa; solo Rotiferi, Cladoceri e Copepodi (copepoditi e adulti) sono stati identificati a livello di genere e/o di specie. Sono state conteggiate anche le Diatomee del genere *Coscinodiscus*, particolarmente abbondanti in alcuni campioni. L'elaborazione statistica è stata eseguita applicando l'analisi delle componenti principali (PCA) sulle matrici di correlazione delle densità (dei maggiori taxa, delle specie di Copepodi e Cladoceri, rispettivamente), previa standardizzazione dei dati originali. Sulla matrice di correlazione delle densità dei maggiori taxa e di alcune variabili abiotiche è stata quindi eseguita l'analisi dei fattori con il metodo della rotazione Varimax dopo normalizzazione Kaiser (HARRIS, 1975; DAGET, 1976).

La PCA è stata eseguita sulle densità delle specie di Copepodi e di Cladoceri anche per i campioni prelevati durante il ciclo di 24 ore del 28 e 29 luglio 1981 (FERRARI *et al.*, 1982b), in particolare per i campioni raccolti in superficie con pompa (27 in tutto, 9 per stazione, come nel ciclo dell'agosto 1982).

Risultati

Ciclo di 24 ore del 18 e 19 agosto 1982

Il range tidale giornaliero è 95 cm (Fig. 2). La portata del Po a Pontelagoscuro il 17 agosto 1982 era sui 900 m^3/sec (comunicazione dell'Ufficio Idrografico per il Po, Parma). La temperatura dell'acqua, nelle 24 ore, varia da 27,6 a 29,1°C in St. N, da 26,7 a 28,5°C in St. C e da 26,5 a 28,4°C in St. M. Le salinità più alte (oltre il 30‰) si hanno in St. M a marea entrante intorno a mezzogiorno. Le curve dell'ossigeno disciolto in St. N mostrano un netto gradiente sulla verticale con sovrasaturazione in superficie anche di notte e minimo all'alba sotto i 2 mg/l; a mare il rimescolamento delle acque annulla tale gradiente (Fig. 2).

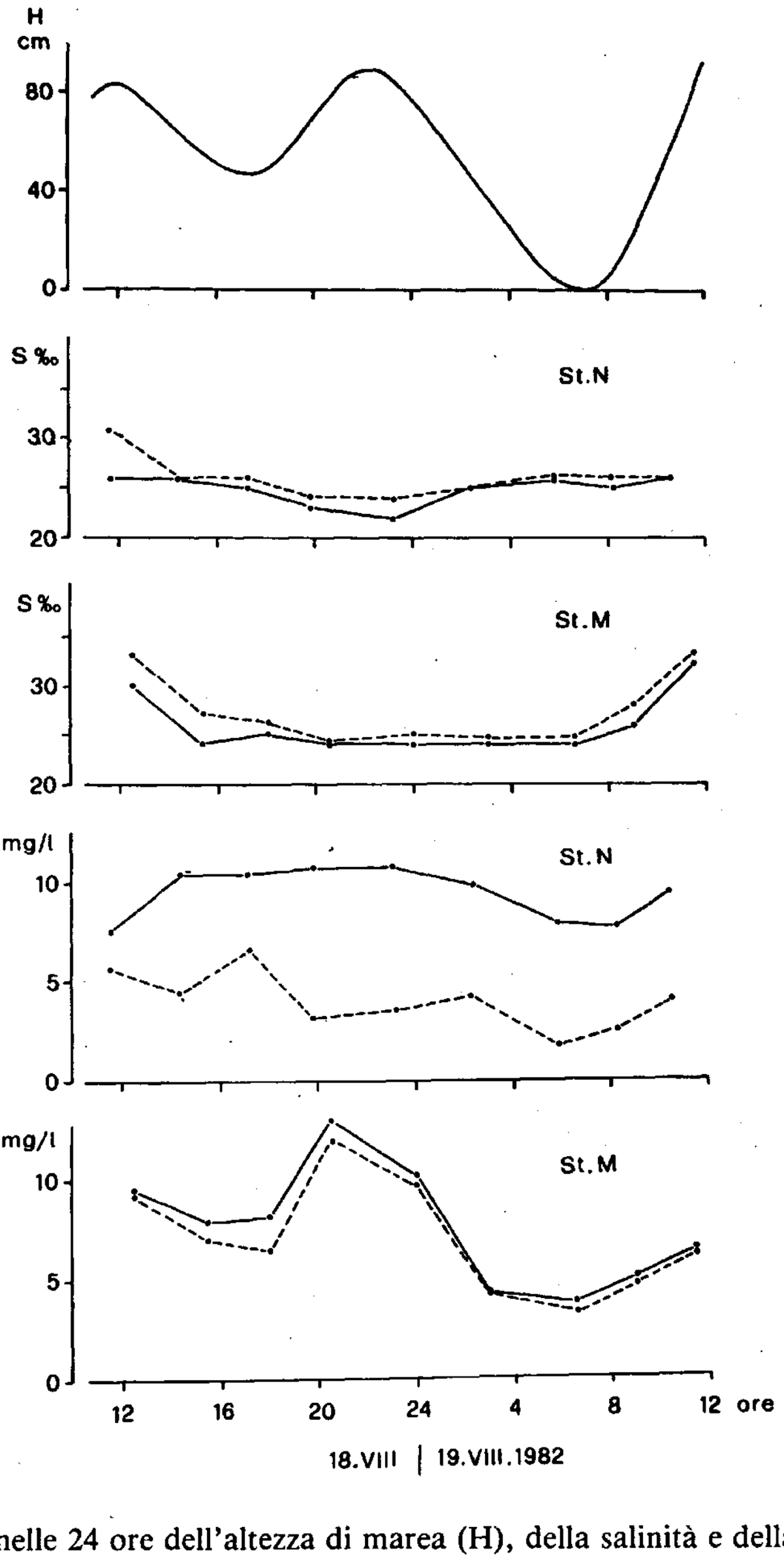


Fig. 2 - Variazione nelle 24 ore dell'altezza di marea (H), della salinità e della concentrazione di ossigeno disciolto (_____ superficie; ---------- strato d'acqua prossimo al fondo).

Le densità medie dello zooplancton totale sono in aumento passando da St. N (71 ind./l) a St. C (115 ind./l) a St. M (228 ind./l). Il popolamento totale è stato ripartito nei 15 taxa elencati in Tab. 1, che lo rappresentano per oltre il 99% in tutti i campioni esaminati: Tintinnidi, Rotiferi (quasi esclusivamente rappresentati da *Synchaeta* sp.), larve di Policheti, di Bivalvi, di Gasteropodi, di Cirripedi, di Decapodi, naupli di Cope-

podi, copepoditi e adulti di Ciclopoidi neritici (presenti unicamente con *Oithona nana*), copepodi e adulti di Arpacticoidi neritici (presenti unicamente con *Euterpina acutifrons*), copepoditi dell'arpacticoide bentonico *Canuella perplexa*, copepoditi e adulti di Calanoidi, Copepodi «salmastri» (rappresentati per lo più da Arpacticoidi fitali), Cladoceri, Tunicati (Appendicolarie). Di questi taxa solo tre (Rotiferi, larve di Bivalvi e di Gasteropodi) presentano un evidente trend decrescente delle densità passando dalla zona più interna della sacca alla bocca a mare e costituiscono la quota più importante dello zooplancton lagunare autoctono. Analogo è il trend di *Coscinodiscus* sp., la cui densità media in St. N è di due ordini di grandezza più alta che in St. M. Le densità di questa diatomea sono certamente sottostimate, essendo stati i conteggi effettuati su campioni raccolti con rete a maglie relativamente larghe; esse possono tuttavia funzionare come eccellente indicatore del grado di trofia nelle diverse zone della laguna.

In Fig. 3 sono rappresentate le variazioni di densità nelle 24 ore di alcuni dei gruppi più importanti, due (Rotiferi e larve di Bivalvi) tipici del plancton autoctono e due (Calanoidi e Cladoceri) più tipicamente neritici, presenti in St. N con densità decisamente modeste; in realtà i Calanoidi a mare sono sensibilmente più abbondanti che nella parte più interna della sacca solo nel tardo mattino a marea entrante.

La PCA dei 15 taxa di Tab. 1 mostra una dislocazione delle variabili sul piano delle prime due componenti (38,3 e 16,9% della varianza totale) caratterizzata da una netta

Tab. 1 - *Ciclo del 18 e 19 agosto 1982. Densità medie (ind./l) dei principali taxa zooplanctonici e di* Coscinodiscus *sp.*

		St. N	St. C	St. M
Tintinnidi	TIN	0,4	2,6	10,0
Rotiferi	ROT	12,4	6,6	2,8
Lave Policheti	PLA	3,6	8,1	9,7
Larve Bivalvi	BLA	15,6	2,8	2,8
Larve Gasteropodi	GLA	11,9	4,4	1,8
Larve Cirripedi	CLA	3,2	5,7	6,8
Larve Decapodi	DLA	0,2	0,2	0,9
Nauplii Copepodi	CNA	12,4	68,5	164,4
Oithona nana	OIT	1,3	2,7	9,6
Euterpina acutifrons	EUT	0,8	3,1	6,9
Copepoditi *Canuella*	CAN	6,9	7,1	4,1
Calanoidi	CAL	1,8	2,2	4,7
Copepodi salmastri	CSA	0,5	0,5	0,9
Cladoceri	CLD	0,2	0,5	2,8
Tunicati	TUN	—	0,04	0,1
Coscinodiscus sp.	DIA	303,7	105,8	7,3

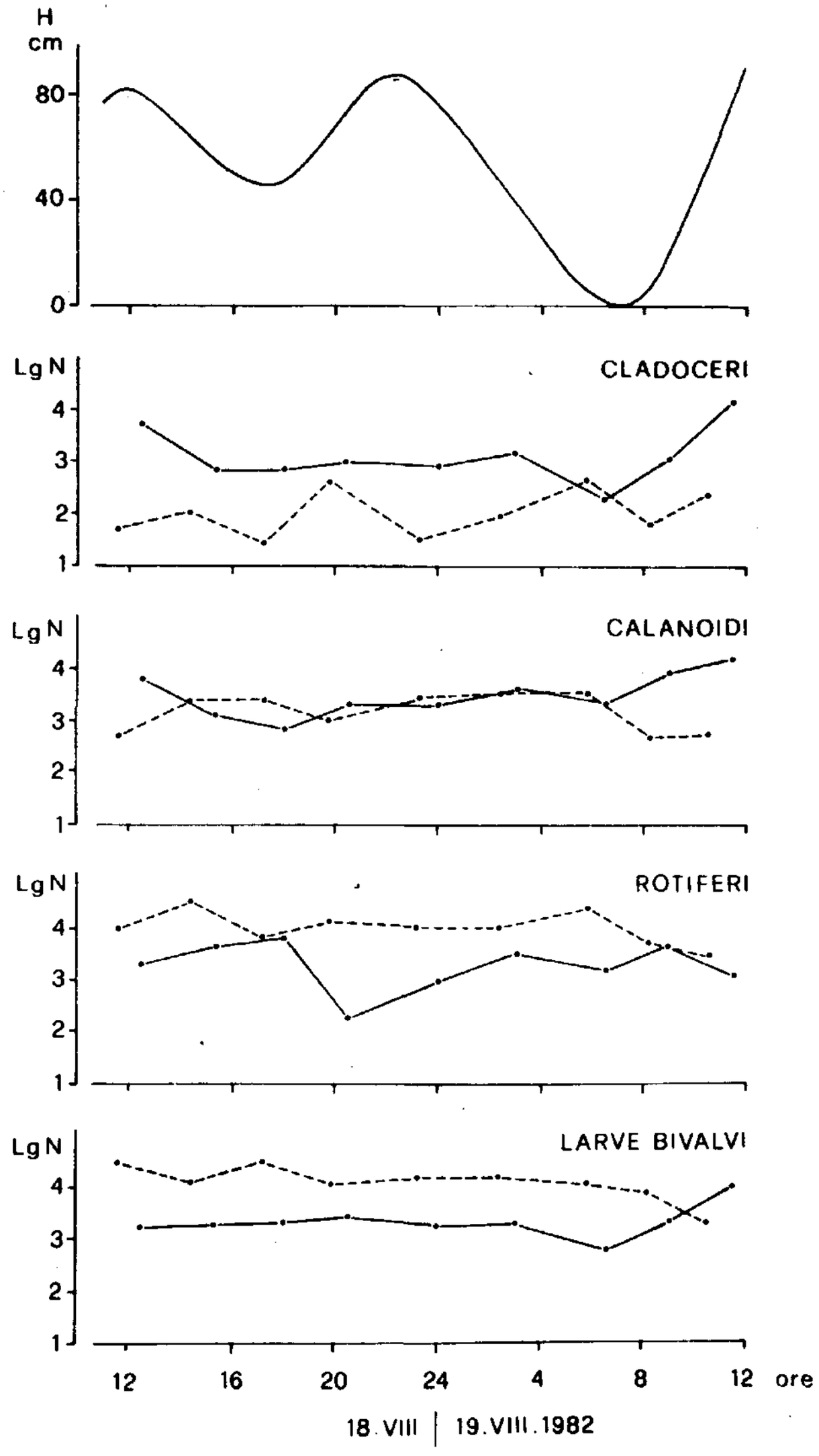


Fig. 3 - Variazione nelle 24 ore delle densità (ind./m³) di alcuni taxa zooplanctonici in St. N (----------) e in St. M (_____).

contrapposizione tra gruppi marini riuniti in un folto cluster e i gruppi dello zooplancton autoctono (Fig. 4). L'analisi dei fattori è stata eseguita su una matrice di correlazione 20×20; accanto ai 15 taxa di Fig. 4 sono state considerate altre 5 variabili: la densità di *Coscinodiscus* sp., la temperatura e la salinità in superficie, l'altezza di marea e la variazione di questa nell'ora che precede ciascun prelievo di zooplancton. Per l'analisi sono stati scelti i primi tre fattori (34,8, 14,1 e 12,9% della varianza totale). I risultati relativi alla distribuzione delle variabili sul piano dei primi due fattori sono mostrati in Fig. 5: sul fattore I pesano significativamente i gruppi autoctoni associati alle Diato-

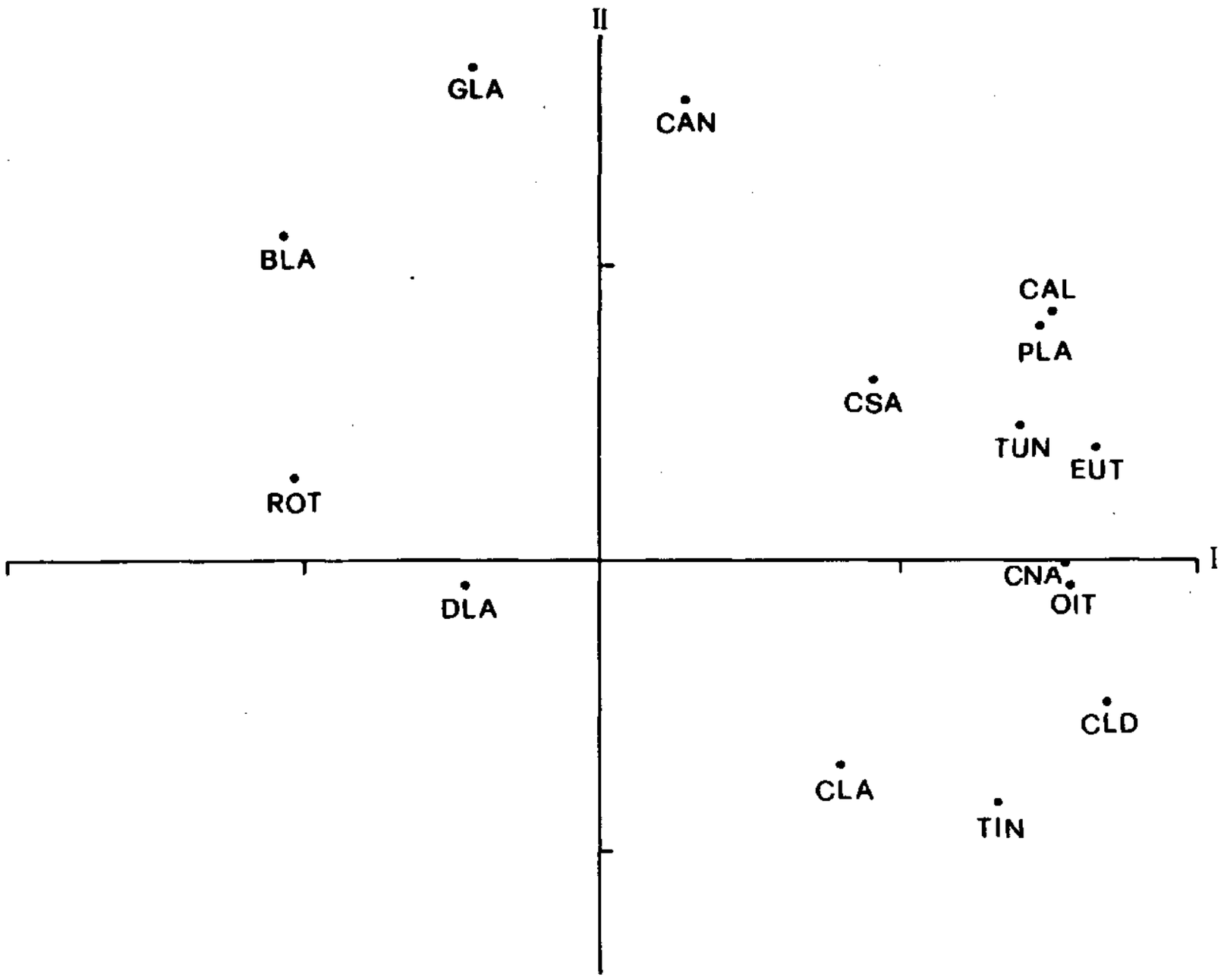


Fig. 4 - Ciclo del 18 e 19 agosto 1982. PCA sui maggiori taxa zooplanctonici (vedi Tab. 1).

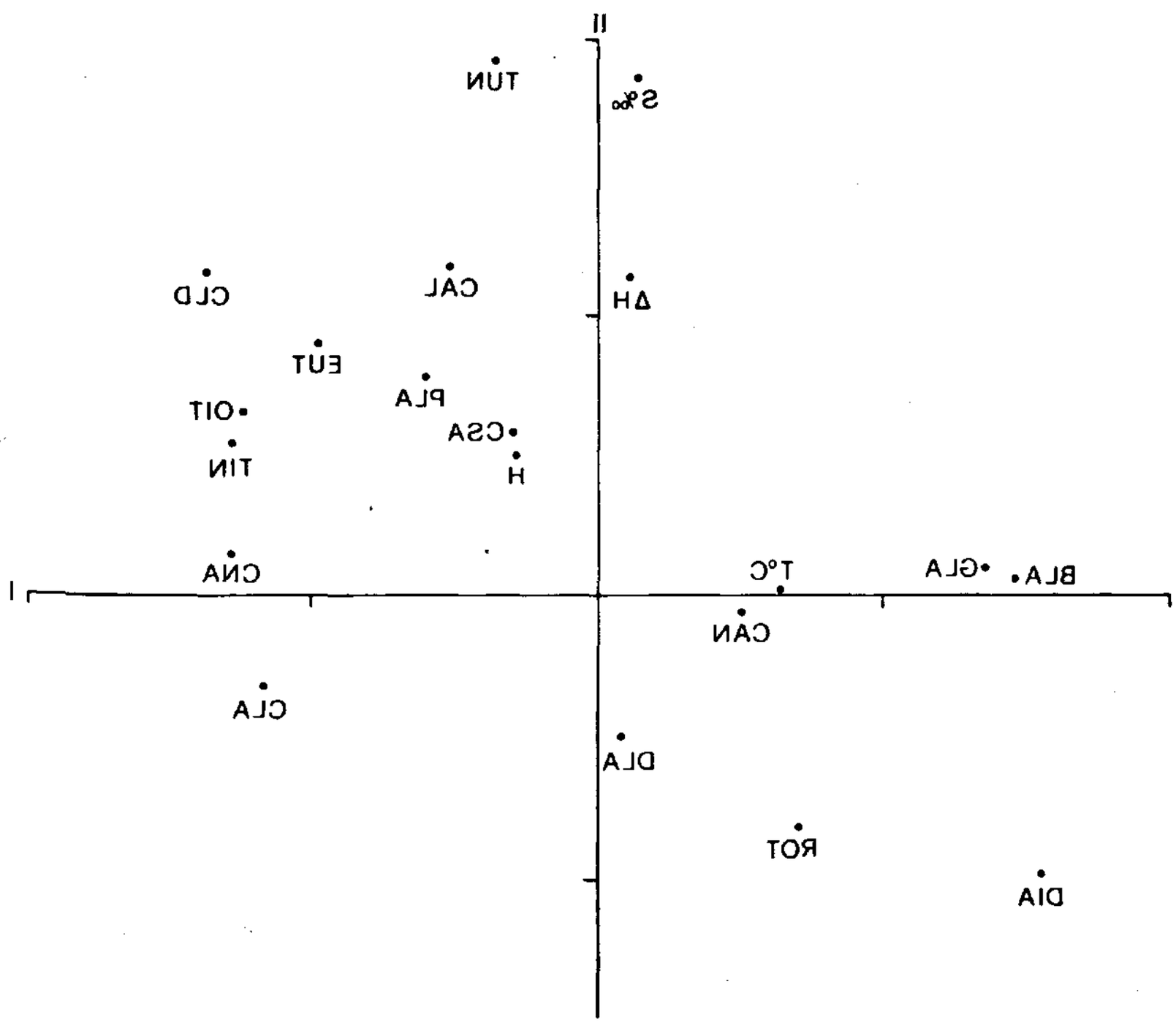


Fig. 5 - Ciclo del 18 e 19 agosto 1982. Analisi dei fattori sui maggiori taxa zooplanctonci (vedi Fig. 4) e inoltre su *Coscinodiscus* sp. (DIA), salinità (S°/oo), temperatura (T°C), altezza di marea (H) e variazione di questa (ΔH) nell'ora precedente ciascun prelievo di zooplancton.

mee e, in senso inverso, i gruppi marini, in particolare Tintinnidi, naupli di Copepodi, Ciclopoidi, Cladoceri e larve di Cirripedi; sul fattore II pesano salinità e variazione dell'altezza idrometrica, cui sono associati quei gruppi, come Tunicati e Calanoidi, che hanno distinti massimi di densità a marea entrante.

L'elaborazione successiva è stata fatta sulle specie di Cladoceri e di Copepodi euplanctonici. Essendo stati i copepoditi di Calanoidi identificati solo a livello di genere, si sono prese in considerazione le unità sistematiche (15 in tutto) elencate in Tab. 2. Di queste, solo due sono caratterizzate da valori di densità più alti in St. N: si tratta di *Acartia latisetosa* e di *Acartia margalefi*. Quest'ultima è stata recentemente descritta da ALCARAZ (1976); la sua presenza nella Sacca di Scardovari è segnalata per la prima volta in questo lavoro. Tutte le altre unità sistematiche sono presenti con le densità più alte in St. M.

I risultati della PCA sulle 15 unità sistematiche di Copepodi e di Cladoceri (Fig. 6) evidenziano un ordinamento caratteristico con una distribuzione delle variabili sul piano delle prime due componenti (42,6 e 26,0% della varianza totale), che riproduce il gradiente ecologico di distribuzione delle specie nella sacca. Dalle forme più tipicamente neritiche (Cladoceri, *Temora* sp., *Paracalanus parvus*), si passa alle due specie di *Acartia* (*A. margalefi* e *A. latisetosa*) confinate nella parte interna della laguna. In posizione intermedia si trovano *Acartia clausi* e *Centropages* sp. I copepoditi di *Acartia* si collocano, com'era prevedibile, in posizione intermedia tra *A. margalefi* e *A. latisetosa*

Tab. 2 - *Ciclo del 18 e 19 agosto 1982. Densità medie (ind./m³) delle unità sistematiche di Copepodi e Cladoceri.*

		St. N	St. C	St. M
Acartia margalefi Alcaraz	Am	117	26	10
Acartia latisetosa Kricz.	Al	269	38	20
Acartia clausi Giesbr.	Ac	9	32	69
Paracalanus parvus Claus	PA	2	12	21
Centropages sp.	CE	13	15	18
Copepoditi *Acartia*	CpA	1094	1114	1643
Copepoditi *Paracalanus*	CpP	38	699	2491
Copepoditi *Centropages*	CpC	217	259	370
Copepoditi *Temora*	CpT	—	—	92
Oithona nana Giesbr.	OIT	1286	2713	9615
Euterpina acutifrons Dana	EUT	797	3122	6874
Podon polyphemoides Leuck.	Pp	147	271	1809
Penilia avirostris Dana	Pa	7	120	555
Evadne tergestina Claus	Et	13	107	419
Evadne spinifera Muller	Es	—	—	7

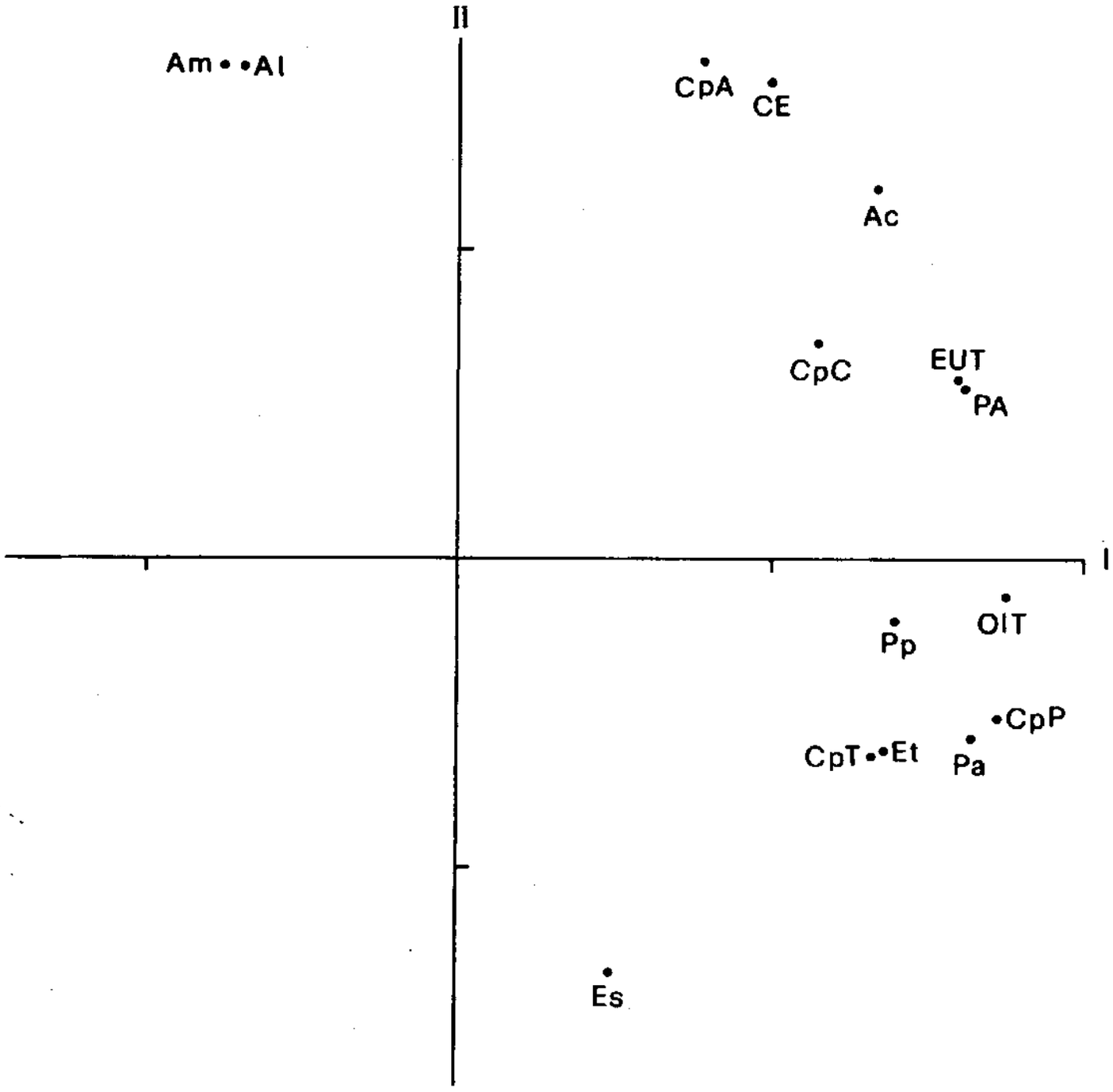


Fig. 6 - Ciclo del 18 e 19 agosto 1982. PCA sulle unità sistematiche di Copepodi e di Cladoceri (vedi Tab. 2).

da un lato e *A. clausi* dall'altro. Una precisa conferma di queste conclusioni è data dalla PCA eseguita su una matrice di correlazione di ordine 17 (Fig. 7), in cui, accanto alle 15 unità sistematiche di Fig. 6, sono considerati altri due taxa, uno (Rotiferi) proprio del popolamento nativo della laguna e l'altro (Tunicati) più spiccatamente marino; le prime due componenti spiegano in questo caso il 42,2 e il 23,9%, rispettivamente, della varianza totale.

Ciclo di 24 ore del 28 e 29 luglio 1981

Questo ciclo di campionamenti è stato effettuato in condizioni idrodinamiche diverse da quelle dell'agosto 1982. La portata del Po a Pontelagoscuro in data 27 luglio 1981 è 2470 m^3/sec. Nelle 24 ore il range di marea è 75 cm; la salinità si mantiene pressocché costante (dal 21 al 23°/₀₀) in St. N, mentre sulla bocca a mare presenta ampie fluttuazioni (dal 10 al 29°/₀₀). Nella zona interna non compaiono importanti fioriture di Diatomee; le densità zooplantoniche più alte si osservano in St. N, dove sono principalmente sostenute da Rotiferi, larve di Bivalvi e di Gasteropodi, naupli di Copepodi e Calanoidi (Ferrari *et al.*, 1982b). Le densità medie dei Calanoidi sono caratterizzate da un trend spaziale completamente rovesciato rispetto al ciclo dell'agosto 1982: esse,

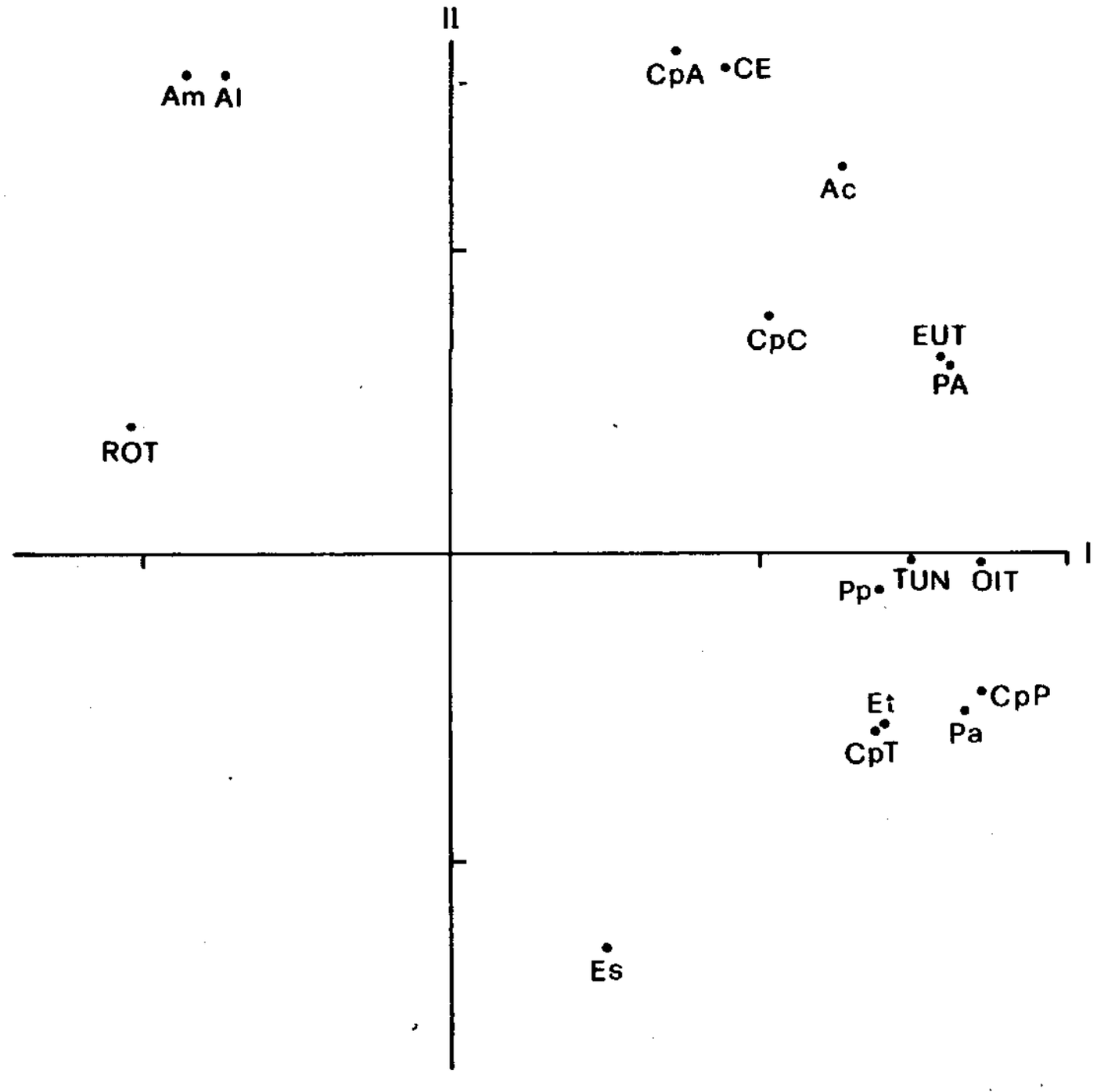


Fig. 7 - Ciclo del 18 e 19 agosto 1982. PCA sulle unità sistematiche di Copepodi e di Cladoceri (vedi Fig. 6) e inoltre su Rotiferi (ROT) e Tunicati (TUN).

infatti, sono decisamente alte in St. N (43,1 ind./l) e vanno poi decrescendo passando alla St. C (13,6 ind./l) e alla St. M (7,5 ind./l).

Anche per il ciclo del luglio 1981 sono state prese in considerazione le specie di Cladoceri e di Copepodi euplanctonici. Sono state individuate, complessivamente, 13 unità sistematiche (Tab. 3). Dalla PCA esce un ordinamento piuttosto netto di queste variabili; sul piano delle prime due componenti (36,9 e 16,0% della varianza totale) si distinguono chiaramente tre clusters (Fig. 8), uno comprendente specie marine (Cladoceri, *Paracalanus parvus, Acartia clausi, Euterpina acutifrons*), uno specie neritiche a forte penetrazione nell'ambiente lagunare (*Centropages* sp., *Oithona nana*) e un terzo costituito dalle due specie di *Acartia (A. margalefi* e *A. latisetosa)* segregate nella parte più interna della sacca. I copepoditi di *Acartia* rientrano in quest'ultimo cluster e appartengono con ogni probabilità in larga misura alle due specie cui sono strettamente associati. I risultati della PCA eseguita su una matrice di ordine 15 (Fig. 9), in cui sono ammesse le 13 unità sistematiche di Fig. 8 e inoltre Rotiferi e Tunicati, permettono di ribadire le precedenti considerazioni: *A. margalefi* e *A. latisetosa*, sul piano delle prime due componenti (35,9 e 14,6% della varianza totale) risultano associate ai Rotiferi; assieme a questi e alle larve di Molluschi, esse concorrono a costituire la quasi totalità dello zooplancton lagunare nativo.

Tab. 3 - *Ciclo del 28 e 29 luglio 1981. Densità medie (ind./m³) delle unità sistematiche di Copepodi e Cladoceri.*

		St. N	St. C	St. M
Acartia margalefi Alcaraz	Am	4469	843	336
Acartia latisetosa Kricz.	Al	2739	540	130
Acartia clausi Giesbr.	Ac	15	33	330
Paracalanus parvus Claus	PA	—	7	38
Centropages sp.	CE	37	15	24
Copepoditi *Acartia*	CpA	35374	11437	4580
Copepoditi *Paracalanus*	CpP	132	651	2008
Copepoditi *Centropages*	CpC	308	66	72
Oithona nana Giesbr.	OIT	6539	3855	4979
Euterpina acutifrons Dana	EUT	1269	988	1004
Podon polyphemoides Leuck.	Pp	57	289	620
Penilia avirostris Dana	Pa	—	267	315
Evadne tergestina Claus	Et	—	67	88

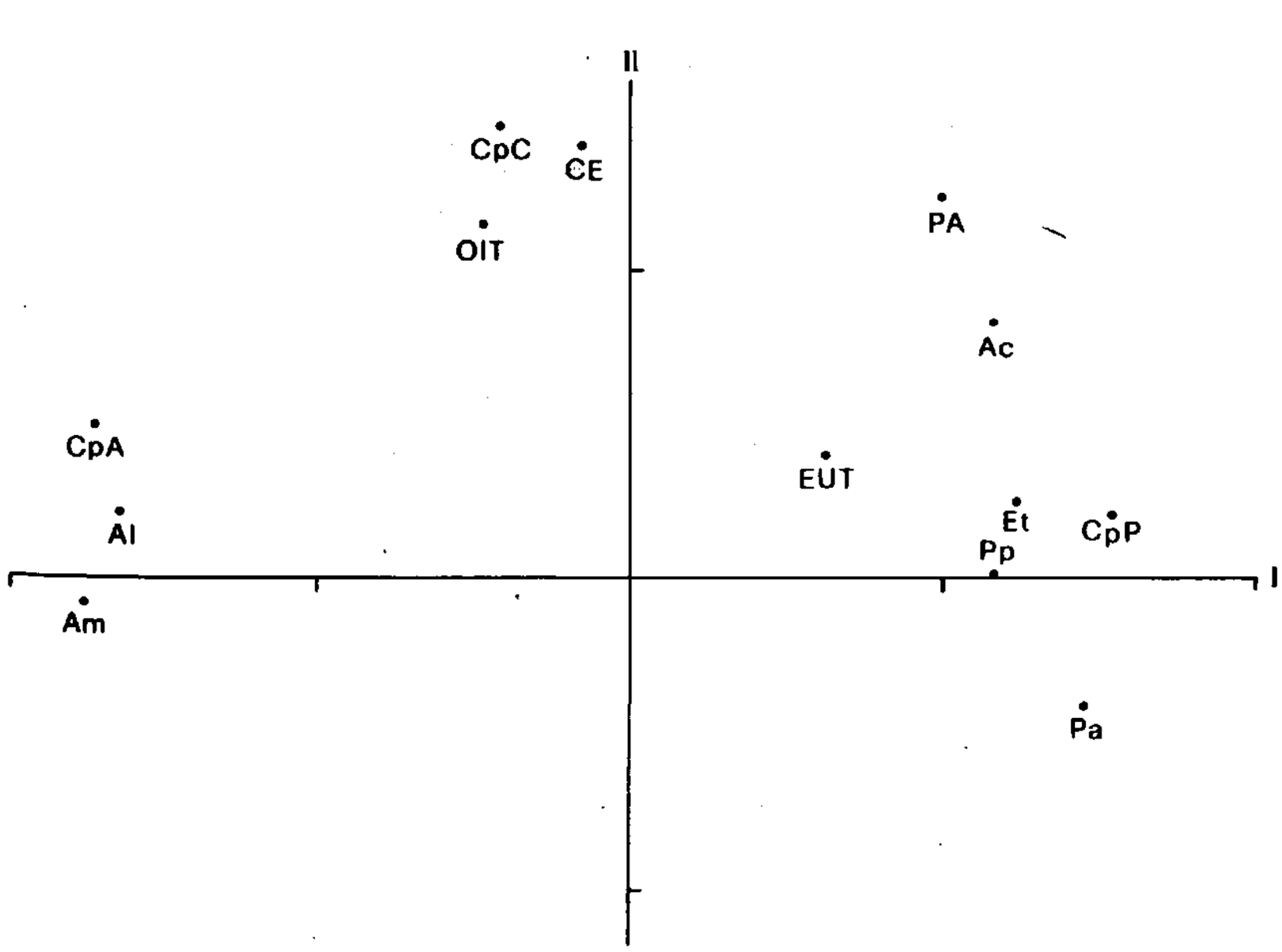


Fig. 8 - Ciclo del 28 e 29 luglio 1981. PCA sulle unità sistematiche di Copepodi e di Cladoceri (vedi Tab. 3).

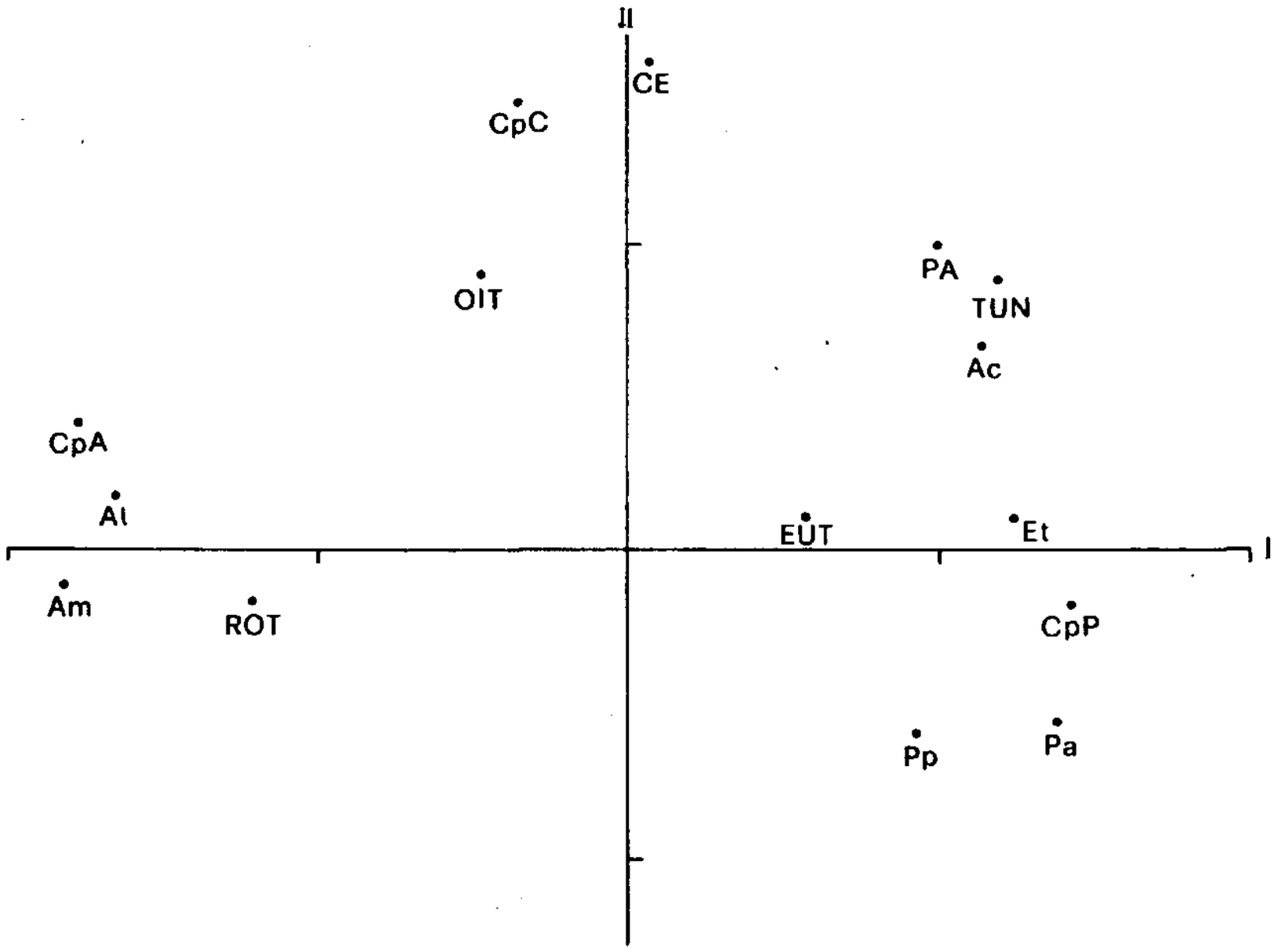


Fig. 9 - Ciclo del 28 e 29 luglio 1981. PCA sulle unità sistematiche di Copepodi e di Cladoceri (vedi Fig. 8) e inoltre su Rotiferi (ROT) e Tunicati (TUN).

Conclusioni

Nell'area settentrionale della Sacca di Scardovari c'è un elevato grado di trofia delle acque: ciò è macroscopicamente provato dalle più alte biomasse planctoniche che generalmente vi si riscontrano. Durante l'estate possono determinarsi situazioni, per quanto episodiche, di eutrofia spinta con fioriture algali e caduta a zero dei minimi giornalieri di ossigeno disciolto nelle acque profonde; nel contempo si osserva una drastica riduzione delle densità dello zooplancton, dei Calanoidi in particolare. Evidenze in questo senso erano emerse dall'analisi delle serie mensili di prelievi del 1978-79 (Ferrari *et al.*, 1982a). La stessa conclusione può trarsi dal confronto dei due cicli nictemerali del luglio 1981 e dell'agosto 1982: in occasione di quest'ultimo ciclo di prelievi, nella zona più interna della laguna, in presenza di un bloom di Diatomee, si hanno densità ridotte dello zooplancton totale e specialmente della componente a macrofiltratori rappresentata dai Calanoidi. Ci si può chiedere se una diminuzione della pressione di pascolo da parte dello zooplancton non contribuisca in modo determinante alla comparsa di blooms algali (Ferrari *et al.*, 1984). Un notevole rallentamento estivo dell'attività di pascolo è stato notato, per altro, anche in popolazioni di Bivalvi filtratori, ad esempio *Mytilus galloprovincialis*, presenti nella sacca con importanti insediamenti (Ceccherelli & Barboni, 1983).

Lungo l'asse Nord-Sud della laguna si ha una caratteristica segregazione di taxa e specie dello zooplancton. Nella zona più interna, accanto a Rotiferi e forme meroplanctoniche, tendono a restare confinate due specie di Calanoidi, *Acartia margalefi* e *Acartia latisetosa*, che possono raggiungere anche cospicue densità, come si è visto nel ciclo di prelievi del luglio 1981. La segregazione di specie congeneriche di *Acartia* in ambienti lagunari è stata studiata da numerosi autori, in particolare da ALCARAZ (1983), che nella *rìa* deVigo (NW della Spagna) ha trovato *A. margalefi* preferenzialmente insediata nella parte più interna dell'estuario; l'autore correla la segregazione di questa specie a strategia «r» con la minore stabilità ambientale di quest'area, dove più ampio è il range di variazione nel tempo della salinità. La situazione idrografica della Sacca di Scardovari è del tutto differente da quella della *rìa* de Vigo. Nella zona più interna della sacca, dove *A. margalefi* è confinata in associazione con *A. latisetosa*, sono particolarmente ampie, su scala stagionale, le fluttuazioni dei parametri di stato trofico e di struttura delle biocenosi (FERRARI *et al.*, 1982a), mentre le fluttuazioni di salinità sono più smorzate che sulla bocca a mare, dove è direttamente risentita l'influenza dell'apporto di acque fluviali. Si ripropone, in definitiva, il problema di intendersi sul significato da attribuire alla stabilità negli ambienti lagunari (UNESCO, 1981) e, più in generale, su una definizione di stabilità che faccia riferimento a specifici parametri ecologici (JACOBS, 1975).

Ringraziamenti

Un vivo ringraziamento è dovuto al Dr. Bruno Scotto di Carlo della Stazione Zoologica di Napoli, che ci ha segnalato, nel febbraio 1984, il ritrovamento di Acartia margalefi *nel Golfo di Napoli. Questa segnalazione ci ha stimolato ad affrontare, nella presente ricerca, attraverso un paziente riesame tassonomico dei Calanoidi della Sacca di Scardovari, il problema della segregazione in questa laguna delle diverse specie di* Acartia.

Summary

An analysis was performed on zooplankton samples collected in the «Sacca di Scardovari», a lagoon in the Po river Delta, over a 24 hours cycle in August 1982. In the inner zone of the lagoon, zooplankton was mainly represented by native forms: Rotifers, Bivalve and Gastropod larvae and two species of the Acartia *complex,* A. margalefi *and* A. latisetosa. *Tintinnids, Polychaetous larvae, Cladocerans, Copepod nauplii, Cyclopoids (*Oithona nana*), Harpactidoids (*Euterpina acutifrons*) and other Calanoid species as* Acartia clausi *and* Paracalanus parvus *showed their maximum densities at the sea mouth of the lagoon.*

Distribution patterns of Copepod and Cladoceran species were analysed applying the principal components classification method. Coexistence and segregation of congeneric

species of Acartia *were examined in relation to gradients of environmental parameters along the axis of the lagoon.*

Riassunto

È stata effettuata un'analisi sui campioni di zooplancton raccolti nella Sacca di Scardovari, una laguna nel Delta del Po, per un ciclo di 24 ore nell'agosto del 1982. Nella zona più interna della Laguna, lo zooplancton è stato principalmente rappresentato da forme endemiche: larve di Rotiferi, bivalvi e gasteropodi e due specie del complesso *Acartia*, *A. margalefi* e *A. latisetosa*. Tintinnidi, larve di Policheti, Cladoceri, naupli di Copepodi, Ciclopodi (*Oithona nana*) Arpacticoidi (*Enterpirna acutifrons*) ed altre specie di Calanoidi come *Acartia clausi* e *Paracalanus parvus* mostravano le loro densità massime alla foce in mare della laguna.

Gli schemi di distribuzione delle specie di Copepodi e Cladoceri sono stati analizzati applicando i metodi di classificazione dei principali componenti. La coesistenza e la segregazione delle specie congeneriche di *Acartia* sono state esaminate in relazione ai gradienti di parametri ambientali, lungo l'asse della laguna.

Bibliografia

ALCARAZ M. (1976) - Description of *Acartia margalefi*, a new species of pelagic copepod, and its relationship with *Acartia clausi*. *Invest. Pesq.*, **40**: 59-74.

ALCARAZ M. (1979) - Ecologia, competencia y segregación en grupos de especies asociadas de copépodos del género *Acartia* en la *ría* de Vigo. I: Factores ecológicos. *Invest. Pesq.*, **43**: 689-707.

ALCARAZ M. (1983) - Coexistence and segregation of congeneric pelagic copepods: spatial distribution of the *Acartia* complex in the *ría* of Vigo (NW of Spain). *J. Plankton Res.*, **5**: 891-900.

CASTEL J., COURTIES C. (1981) - Composition and differential distribution of zooplankton in Arcachon Bay. *J. Plankton Res.*, **4**: 417-433.

CECCHERELLI V.U., BARBONI A. (1983) - Growth, survival and yield of *Mytilus galloprovincialis* Lamk. on fixed suspended culture in a bay of the Po River Delta. *Aquaculture*, **34**: 101-114.

COLOMBO G., CECCHERELLI V.U., FERRARI I. (1983) - Lo zooplancton delle lagune. *Nova Thalassia*, **6** suppl.: 16, (in press).

DAGET J. (1976) - Les modèles mathématiques en écologie. Masson, Paris: 172.

FERRARI I., CECCHERELLI V.U., MAZZOCCHI M.G. (1982a) - Structure du zooplancton dans deux lagunes du Delta du Po. *Proc. Internat. Symp. on coastal lagoons, SCOR IABO UNESCO, Bordeaux, September 1981, Oceanol. Acta*: 293-302.

FERRARI I., FABBRI G., MAZZOCCHI M.G. (1982b) - Analisi di un ciclo nictemerale di prelievi di zooplancton nella Sacca di Scardovari (Delta del Po). *Boll. Mus. Ist. Biol. Univ. Genova*, **50** suppl.: 183-187.

FERRARI I., CECCHERELLI V.U., COLOMBO G. (1984) - The trophic status of a deltaic lagoon in the Northern Adriatic Sea: the role of the filter feeders. *Proc. 2nd Internat. Symp. MESAEP, Iraklion, Crete, September 1983*: 19, (in press).

HARRIS R.J. (1975) - A primer of multivariate statistics. Academic Press, New York: 332.

JACOBS J. (1975) - Diversity, stability and maturity in ecosystems influenced by human activities. In: W.H. van DOBBEN, R.H. LOWE-McCONNELL (Eds) - Unifying concepts in Ecology. Dr. W. Junk B.V. Pbls, The Hague: 187-207.

UNESCO (1981) - Coastal lagoon research, present and future. *UNESCO Tech. Pap. Mar. Sci.*, **32**: 1-97.

WOOLDRIDGE T., MELVILLE-SMITH R. (1979) - Copepod succession in South African estuaries. *J. Plankton Res.*, **1**: 329-341.

YOUNGBLUTH M.J. (1980) - Daily, seasonal, and annual fluctuations among zooplankton populations in an unpolluted tropical embayment. *Estuar. Coast. Mar. Sci.*, **10**: 265-287.

OEBALIA 1985, vol. XI, N.S.: 203-214 *ISSN 0392-6613*

C.N. BIANCHI* C. MORRI**

* ENEA-CREA di S. Teresa - CP 316 - 19100 La Spezia - Italy

** Dip. Genetica e Microbiologia, Sez. Ecologia - P.zza Botta 10 - 27100 Pavia - Italy (1)

I POLICHETI COME DESCRITTORI DELLA STRUTTURA TROFICA DEGLI ECOSISTEMI MARINI

Abstract

Polychaetes as descriptors of the trophic structure of benthic marine ecosystems.

The qualitative dominance of Polychaete feeding guilds is here utilized to define trophic structures of some of the major Mediterranean benthic communities. The results are critically discussed in terms of a possible correlation between «secondary producers» and the main energy inputs of the ecosystem.

Key-words: Polychaeta, Benthic biocoenosis, Trophic structure, Secondary producers, Energy inputs.

«For thou dost fear the soft and tender fork of a poor worm»
SHAKESPEARE, Measure for Measure. Atto III, Scena 1

Introduzione

Nei popolamenti bentici marini i Policheti sono frequentemente tra gli organismi dominanti per numero sia di specie sia di individui, come è stato osservato da vari Autori soprattutto negli ambienti sottoposti a sedimentazione fine (fondi fangosi costieri e profondi) o a stress di varia natura (porti, lagune, estuari, ecc.), ma anche in ecosistemi notoriamente ben strutturati come le scogliere coralline (FAUCHALD & JUMARS, 1979). I Policheti possono risultare numericamente meno importanti sui substrati duri, mentre sui substrati molli possono talvolta apparire meno numerosi dei Molluschi Bivalvi o dei Crostacei Peracaridi: tuttavia nessun altro taxon macrobentico è forse altrettanto ubiquista. Per la loro antichità filogenetica, che dovrebbe aver garantito il completamento

(1) Indirizzo attuale: Ist. Anatomia Comparata, Lab. Biologia marina ed Ecologia animale - Via Balbi 5, 16126 Genova - Italy.

della loro radiazione ambientale (JUMARS & FAUCHALD, 1977), e per l'ampia gamma di strategie alimentari che dispiegano, i Policheti sembrano infine costituire degli ideali «descrittori efficaci» della struttura trofica degli ecosistemi marini bentici.

Scopo di questo lavoro è appunto quello di tentare una prima caratterizzazione della struttura trofica di alcune tra le maggiori biocenosi-tipo mediterranee tramite l'analisi della loro componente polichetologica. Uno studio di questo tipo, ma di maggior dettaglio, è stato effettuato da GAMBI *et al.* (1982) limitatamente ad alcune comunità di fondo molle; nel complesso, tuttavia, le conoscenze sulla struttura trofica delle biocenosi bentiche del Mediterraneo sono piuttosto scarse e frammentarie (2) (ma si deve comunque ricordare l'ottimo lavoro di MASSÈ, 1963), mentre l'argomento è di gran lunga più studiato in altri mari (p. es. PEARSON, 1971; LEVINTON, 1972; JONES, 1973; IVANOVA, 1976; MAURER *et al.*, 1979; BACHELET, 1981; RAINER, 1982).

Materiali e metodi

Il lavoro si basa essenzialmente sull'elaborazione di dati desunti dalla letteratura. In particolare sono state prese in considerazione le liste di specie di Policheti raccolte in nove biocenosi-tipo mediterranee, basandosi su noti lavori a carattere monografico o, in assenza di questi, su pubblicazioni recenti di facile reperibilità (Tab. 1). Le biocenosi sono state identificate e definite secondo la terminologia di PÉRÈS & PICARD (1964). Ogni specie è stata assegnata ad un gruppo trofico secondo la classificazione proposta da FAUCHALD & JUMARS (1979); per semplicità sono state considerate solo cinque maggiori categorie: carnivori, erbivori, filtratori, detritivori (surface deposit-feeders) e limivori (subsurface deposit-feeders). Per ogni categoria è stata in seguito calcolata la dominanza qualitativa (BOUDOURESQUE, 1971) nell'ambito della polichetofauna delle biocenosi considerate.

Risultati

La dominanza qualitativa delle cinque categorie trofiche principali nelle nove biocenosi-tipo considerate è rappresentata in Fig. 1 sotto forma di areogrammi.

Nel grande insieme, biocenoticamente eterogeneo, delle alghe fotofile (AP), BELLAN-SANTINI (1969) segnala 110 specie di Policheti. Dominano largamente i carnivori (46%), con specie sia mandibolate, come i Syllidae, sia inermi, come i Phyllodocidae. Filtratori e detritivori sono similmente rappresentati (rispettivamente 19 e 17%): i primi comprendono essenzialmente forme tubicole sessili come Sabellidae, Serpulidae e Spirorbidae,

(2) Attualmente si sta però assistendo ad una crescita di interesse attorno a questo soggetto, cui era ad esempio dedicata una parte dei lavori presentati ai recenti congressi della Società italiana di Biologia Marina (Lecce, 25-30 settembre 1984) e della Commission Internationale pour l'Exploration Scientifique de la Mer Méditerranée (Lucerna, 11-19 ottobre 1984).

Tab. 1 - *Fonti bibliografiche delle liste di specie di policheti in nove biocenosi-tipo mediterranee (sigle delle biocenosi secondo Pérès & Picard, 1964).*

BIOCENOSI	FONTE BIBLIOGRAFICA
AP (delle alghe fotofile)	— Bellan-Santini (1969)
LEE (lagunare eurialina ed euriterma)	— Bonvicini Pagliai & Cognetti (1982)
SFBC (delle sabbie fini ben classate)	— Picard (1965)
HP (della prateria di posidonia)	— Alos & Pereira (in stampa)
C (coralligena)	— Laubier (1966)
GO (delle grotte oscure)	— Belloni & Bianchi (1982)
DC (del detritico costiero)	— Picard (1965)
VTC (dei fanghi terrigeni costieri)	— Picard (1965)
VP (dei fanghi profondi)	— Carpine (1970)

questi ultimi per lo più epifiti sulle macroalghe; i secondi forme tentacolate, come i Cirratulidae. Gli erbivori (11%) annoverano alcuni Nereidae, mentre i limivori sono scarsi (7%).

Anche tra le 68 specie rinvenute da Bonvicini Pagliai & Cognetti (1982) in laguna (LEE), dominano i carnivori (47%), rappresentati da specie di piccola taglia e provviste di mascelle (Syllidae). I detritivori occupano la seconda posizione (19%) con alcuni Spionidae, i filtratori (Serpulidae) la terza (13%) e gli erbivori (Nereidae) la quarta (12%). All'ultimo posto vengono i limivori (9%), comprendenti Orbiniidae ed Ophelidae.

Sui fondi di sabbia fine ben classata (SFBC) Picard (1965) ha raccolto 41 specie, tra le quali risultano ancora dominanti i carnivori (44%): si tratta per lo più di grandi specie mobili provviste di mascelle (Onuphidae, Sigalionidae). Seguono i detritivori (32%), rappresentati soprattutto da forme tentacolate discretamente mobili (Spionidae), i limivori (17%), con forme mobili come i Pectinariidae, e per ultimi (7%) i filtratori (Sabellidae, Owenidae).

Nelle praterie di posidonia (HP) Alos & Pereira (in stampa), che considerano contemporaneamente strato fogliare e strato basale più infauna, segnalano 147 specie, 81 delle quali (55%) sono carnivori, per lo più mobili e mandibolati (Arabellidae, Dorvilleidae, Polynoidae, Eunicidae ecc.). Al secondo posto, con la stessa percentuale (14%), si trovano i filtratori (quasi esclusivamente Spirorbidae epifiti delle foglie) e detritivori, con forme tentacolate più o meno mobili (Spionidae). Gli erbivori sono un po' meno rappresentati (11%), mentre i limivori sono pressocché trascurabili (6%).

Nel coralligeno (C), dove Laubier (1966) ha raccolto 137 specie, la struttura trofica è estremamente simile a quella del posidonieto: i carnivori sono largamente dominanti

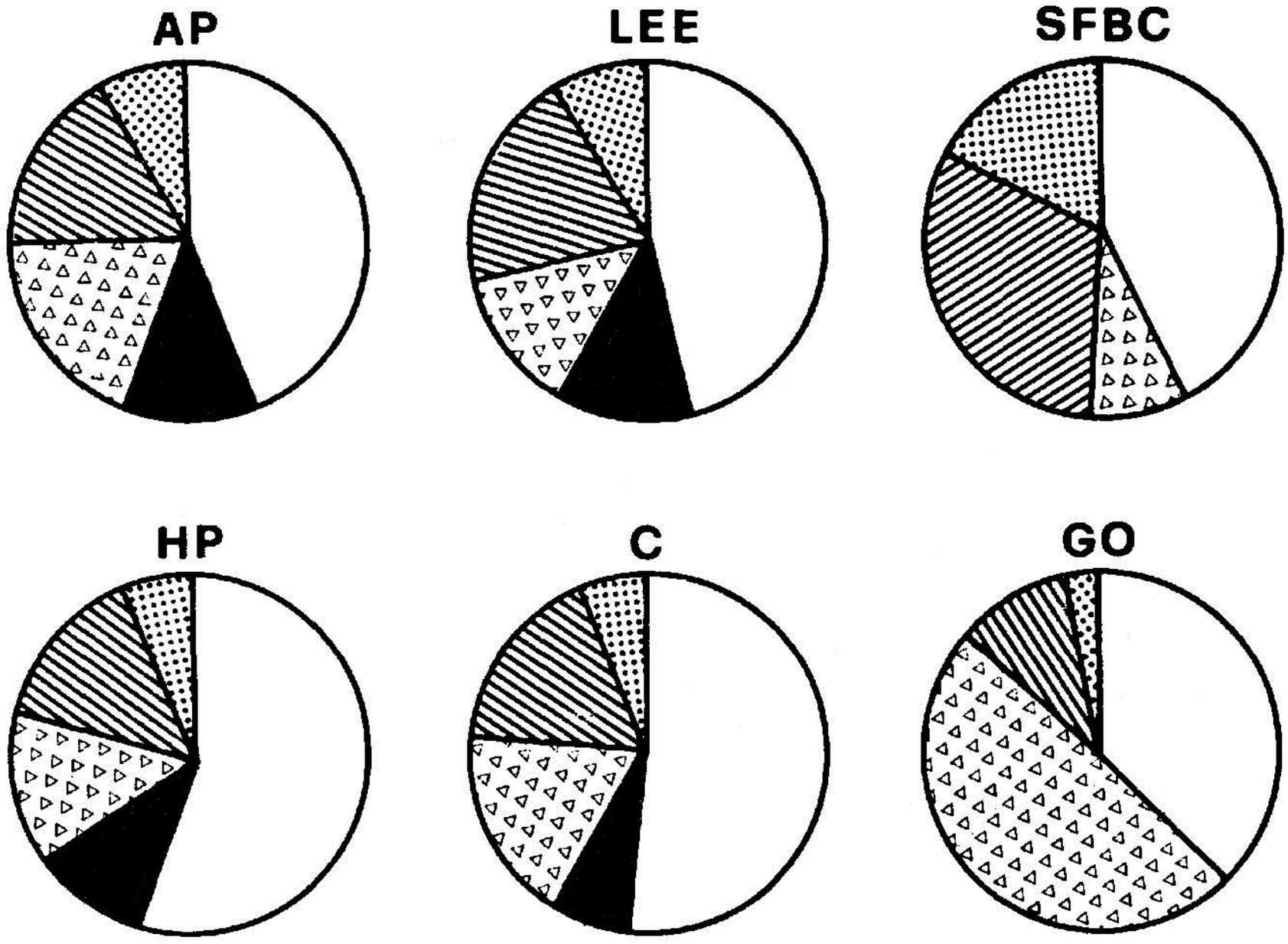


Fig. 1 - Diminanza qualitativa delle cinque maggiori categorie trofiche nel popolamento di Policheti di alcune biocenosi-tipo mediterranee (sigle secondo PÉRÈS & PICARD, 1964).

(53%), con specie mobili sia mandibolate (Polynoidae, Hesionidae, Syllidae) sia inermi (Chrysopetalidae, Phyllodocidae). Filtratori (soprattutto Sabellidae, ma anche Serpulidae) e detritivori (sempre Spionidae) occupano anche in questo caso il secondo posto (circa 17% ognuno). Vengono infine gli erbivori (7%) ed i limivori (6%).

La situazione si presenta assai diversa nelle grotte (GO): delle 72 specie segnalate da BELLONI & BIANCHI (1982), la metà (50%) sono filtratori (praticamente tutti Serpulidae). I carnivori vengono in seconda posizione (37%), con diverse specie di Syllidae. Meno importanti sono i detritivori (10%) ed ancor meno i limivori (3%). Gli erbivori sono ovviamente assenti.

Nei fondi detritici costieri (DC), tra le 78 specie riportate da PICARD (1965), i carnivori risultano di nuovo largamente dominanti (62%), con forme mandibolate mobili (Aphroditidae, Polynoidae) o discretamente mobili (Onuphidae). Seguono, nell'ordine, i detritivori (18%), rappresentati dagli Ampharetidae; i filtratori (10%), con qualche specie di Serpulidae; i limivori (8%) ed infine, assai scarsamente presenti, gli erbivori (2%).

Lo stesso PICARD (1965) ha rinvenuto 39 specie nei fanghi terrigeni costieri (VTC). Anche in questo caso i carnivori comprendono il maggior numero di specie (44%), tra le quali spiccano Polynoidae, Nephtyidae e Lumbrineridae. Al secondo posto vengono i detritivori (33%), con forme tentacolate discretamente mobili (Spionidae, Magelonidae, Poecilochaetidae) o sessili (Ampharetidae). Anche i limivori sono ben rappresentati (23%): comprendono Maldanidae, Pectinariidae e Sternaspidae. Filtratori ed erbivori sono completamente assenti.

Non vi sono ovviamente erbivori nemmeno tra le 128 specie citate da CARPINE (1970) per il batiale (VP). Nel complesso il popolamento dei fanghi profondi è simile, in termini di struttura trofica, a quello dei fanghi costieri. I carnivori, come di consueto, sono dominanti (42%) e rappresentati soprattutto da Glyceridae. Vengono poi i detritivori (33%), con Spionidae e Cirratulidae, i limivori (16%), essenzialmente Capitellidae, ed i filtratori (9%), rappresentati da rari Serpulidae epibionti di piccoli substrati solidi sparsi nel sedimento.

Discussione e conclusioni

I carnivori costituiscono la categoria trofica dominante, in termini di numero di specie, in 8 delle 9 biocenosi-tipo esaminate. Poiché i carnivori occupano un livello elevato nelle piramidi alimentari, la loro dominanza sottolinea la buona strutturazione delle biocenosi (ODUM, 1961). Solo nelle grotte questa situazione non si verifica: tale risultato è perfettamento in accordo con l'opinione corrente secondo la quale il popolamento delle grotte sottomarine possiede una struttura semplificata (OTT & SVOBODA, 1976).

Da questo punto di vista la dominanza percentuale di carnivori in una comunità potrebbe pertanto essere efficacemente utilizzata come misura del suo grado di strutturazione, accanto ad altri indici di comune impiego (diversità, ecc.). Si può osservare in proposito che GAMBI *et al.* (in stampa), rilevano massimi valori di diversità specifica (H') e di biomassa nelle comunità polichetologiche dei sedimenti misti e che, in perfetta concordanza, la più accentuata dominanza di carnivori riscontrata nel presente lavoro si evidenzia nella biocenosi dei fondi detritici costieri (caratterizzati appunto da sedimenti misti).

Nelle grotte la dominanza qualitativa assoluta è assunta dai filtratori; essi sono ben rappresentati anche nelle biocenosi AP, HP, C e LEE, nelle quali la fauna sessile è abbondante. Nelle stesse comunità risultano relativamente numerosi, in termini di specie, pure gli erbivori. Detritivori e limivori sono invece più importanti nei fondi molli, soprattutto fangosi.

Le maggiori differenziazioni tra le comunità si osservano dunque a carico delle categorie trofiche definibili come «produttori secondari», concetto sviluppato per gli ecosistemi marini prevalentemente dalla scuola viennese (RIEDL, 1977). Una interpretazione di ciò può essere tentata in relazione ai principali inputs energetici del sistema bentico.

Ovviamente i produttori secondari assumono energia sempre sotto forma di energia chimica contenuta nella sostanza organica usata come nutrimento. Tuttavia si possono distinguere tre casi diversi in relazione alle tre principali fonti di energia che, secondo ODUM & COPELAND (1969), giungono ai sistemi marini costieri (Tab. 2):

1) se la maggiore fonte energetica è quella luminosa, dovuta alla radiazione solare, la sostanza organica è prodotta in situ dalla fotosintesi clorofilliana: i produttori secondari responsabili del trasferimento di tale energia nel circuito del sistema bentico sarebbero pertanto essenzialmente gli erbivori;

2) se l'energia è prevalentemente meccanica, dovuta all'idrodinamismo, viene reso possibile un efficace ricambio del seston contenuto nella colonna d'acqua sovrastante ed i principali produttori secondari dovrebbero pertanto essere i filtratori;

3) per bassi valori di energia ambientale, l'unica fonte esterna per il sistema può essere rappresentata dall'energia chimica contenuta nella materia organica giungente al fondo per semplice gravità sotto forma di quella che viene comunemente chiamata «pioggia» o «neve» organica (PÉRÈS, 1976): in questo caso sono soprattutto i detritivori (surface deposit-feeders) a svolgere il ruolo di produttori secondari.

Tab. 2 - *Ipotetiche corrispondenze tra fonte energetica dominante e produttori secondari principali nell'ecosistema.*

ENERGIA	PRODUTTORI SECONDARI
Luce	erbivori
Idrodinanismo	filtratori
«neve» organica	detritivori

In uno schema di questo tipo i limivori (subsurface deposit-feeders), che si nutrono all'interno del sedimento e che pertanto utilizzano sostanza organica già interna al sistema e probabilmente formatasi in gran parte in situ (escreti, secreti, resti fortemente decomposti, ecc., con la flora batterica ad essi associata), possono essere in quest'ottica

considerati come appartenenti alla serie dei demolitori, similmente ai Lumbricidae del suolo negli ecosistemi terrestri, oppure assimilati ai detritivori, dei quali d'altra parte condividono a grandi linee la distribuzione, essendo la loro quantità relativa correlata a quella dei detritivori (Fig. 2).

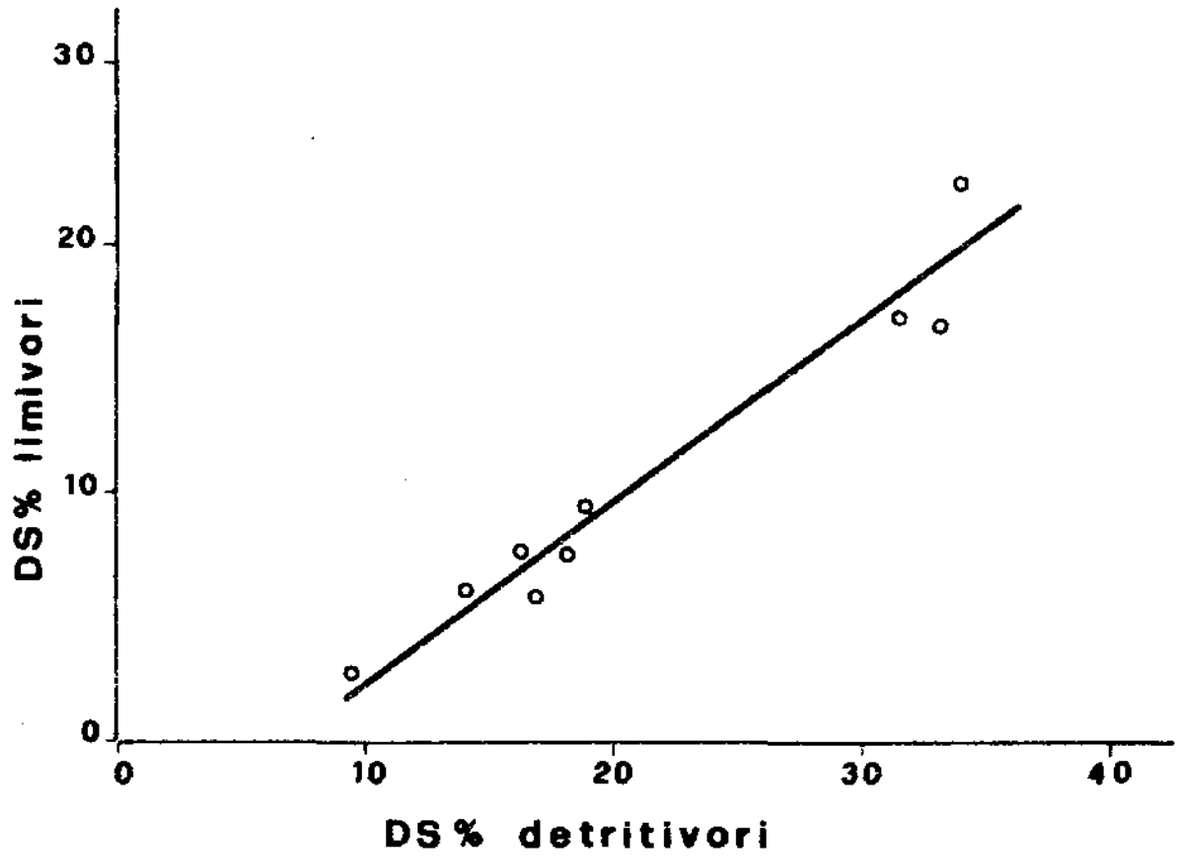


Fig. 2 - Correlazione tra dominanza qualitativa (DS%) di detritivori e limivori nella policheto-fauna delle biocenosi-tipo considerate; r = 0,96, Y = 0,726 X — 4,92.

L'interpretazione dei dati alla luce di questo modello descrittivo stimola alcune considerazioni sui rapporti tra input energetico al sistema e struttura trofica della taxocenosi di Policheti, ma deve comunque essere formulata con alcune cautele. In primo luogo è da ricordare l'eterogeneità dei dati utilizzati nel calcolo, dal punto di vista sia dei metodi di raccolta adottati, sia dell'approfondimento e della completezza delle liste faunistiche. Secondariamente la dominanza qualitativa delle categorie trofiche può forse fornire, per il tipo di informazione contenuta, un'indicazione sulla ricchezza di nicchie trofiche che si vengono a sviluppare attorno ad una determinata risorsa energetica per il sistema, ma non deve assolutamente essere intesa come stima, seppur indiretta, dei flussi energetici tra possibili vie alternative di produzione bentica; ciò potrebbe essere possibile, in via puramente ipotetica, con l'uso di una dominanza quantitativa, meglio se calcolata sulle biomasse o sulle produzioni invece che sul numero di individui. Tuttavia secondo WILDISH (in stampa), un indice che si basa sul numero di specie, come la dominanza qualitativa, è preferibile, in quanto più conservativo; i due tipi di misura forniscono però risultati molto differenti, sia per le implicazioni concettuali testè esposte sia in termini assoluti. A titolo di esempio si riportano in Tab. 3 i valori di dominanza quantitativa (sensu BOUDOURESQUE, 1971) in tre biocenosi-tipo di fondo molle (SFBC, DC e VTC), calcolati sui dati di PICARD (1965): la dominanza dei carnivori si mantiene solo nel caso dei fondi detritici costieri (cfr le precedenti considerazioni sul rapporto tra abbondanza di carnivori e diversificazione strutturale della comunità), mentre sulle sabbie dominano i filtratori e sui fanghi i limivori, secondo un gradiente ben conosciuto (PEARSON, 1971; GRAY, 1981).

Tab. 3 - *Confronto tra dominanza qualitativa (DS%) e quantitativa (DN%) di diverse categorie trofiche tra i policheti di tre biocenosi-tipo (in base ai dati di PICARD, 1965).*

	SFBC		DC		VTC	
	DS%	DN%	DS%	DN%	DS%	DN%
Carnivori	43,9	17,1	61,5	81,6	43,6	26,4
Erbivori	0,0	0,0	2,6	0,6	0,0	0,0
Filtratori	7,3	61,5	10,3	8,9	0,0	0,0
Detritivori	31,7	7,8	17,9	5,2	33,3	16,9
Limivori	17,1	13,6	7,7	3,7	23,1	56,7

Pur nei limiti predetti, si possono comunque trarre alcune conclusioni di ordine più generale sui rapporti tra produttori secondari ed ingressi energetici del sistema. Gli erbivori hanno scarsa importanza anche negli ambienti caratterizzati dalla presenza di macrofite (AP, HP, LEE), dove ci si attenderebbe che la principale fonte di energia per il sistema fosse quella luminosa. In realtà anche in comunità presentanti una produzione primaria bentica, questa viene indirizzata prevalentemente verso le catene di detrito, in cui il rendimento globale è forse più elevato o comunque il trasferimento energetico è metabolicamente più semplice, anziché verso quelle di pascolo (MANN, 1972; OTT & MAURER, 1977). I detritivori sono infatti ben rappresentati in tutte le comunità, e particolarmente in quelle a bassa energia ambientale (biotopi profondi soprattutto). Una significativa presenza di filtratori si verifica invece nelle comunità dove l'energia meccanica (movimento delle acque) è verosimilmente intensa: biotopi superficiali, soprattutto di substrato duro. Nelle grotte, in particolare, i filtratori costituiscono, come già ricordato, la categoria trofica dominante; in tali ambienti chiusi, infatti, l'energia luminosa non arriva e l'apporto di sostanza organica per semplice gravità non può realizzarsi, cosicché l'unica fonte energetica esterna al sistema risulta essere l'idrodinamismo (OTT & SVOBODA, 1976).

Quanto su esposto appare nel complesso coerente con le attuali conoscenze sugli aspetti funzionali delle comunità marine bentiche. Il modello descrittivo proposto, ed il metodo di indagine utilizzato, sembrano pertanto efficaci e suscettibili di significativi sviluppi. Per il loro ruolo di «interfaccia» tra struttura e funzione della comunità, gli aspetti trofici si prestano particolarmente bene alle indagini di carattere sinecologico, e possono costituire una base per più specifiche ricerche sui flussi di materia e di energia all'interno dell'ecosistema. L'estensione a tutti i taxa del concetto di «gruppi trofici» e la valutazione del loro ruolo su basi quantitative precise e chiaramente definite possono costituire la chiave per una migliore comprensione degli ecosistemi, sia per gli aspetti ecologici di base sia negli indubbi risvolti applicativi.

Ringraziamenti

Il dr. C. Peroni ed il dr. E.H. Schulte (La Spezia) hanno riletto criticamente il manoscritto, mentre la dott.ssa M.C. Gambi (Ischia), il dr. F. Boero ed il prof. G. Relini (Genova) ci hanno gentilmente fornito suggerimenti e preziose indicazioni bibliografiche; a tutti vada il nostro sentito ringraziamento.

Summary

Polychaetes as descriptors of the trophic structure of marine ecosystems.

Polychaetous Annelids are present in most of the benthic marine ecosystems and often are the dominant macrofaunal taxon, for the number both of species and individuals. Moreover they play a fundamental role in trophic chains, because of the large spectrum of feeding strategies they exhibit. Under the widely accepted hypothesis that Polychaetes are «efficient descriptors», the concept of «feeding guilds» is here employed in order to investigate the trophic structure of some benthic communities of the Mediterranean Sea. For simplification only the five major functional categories known in Polychaetes are considered: carnivores, herbivores, filter-feeders, surface deposit-feeders and subsurface deposit-feeders. On the basis of literature data, the qualitative dominance of each trophic category is calculated within the Polychaete taxocoene of nine biocoenosis-types: coastal lagoonal (LEE), of photophilic algae (AP), of the Posidonia beds (HP), of well graded fine sands (SFBC), of coastal detritic bottoms (DC), coralligenous (C), of submarine grottoes (GO), of coastal terrigenous muds (VTC) and of bathyal muds (VP). Carnivores are the best represented group everywhere except in seacaves. The greater differences among biocoenoses concern the «secundary producers» level, i.e. herbivores, filter-feeders and surface deposit-feeders, and are likely to be related to the different kinds of energy input of the communities. Herbivores are of scarce importance even in plant dominated communities, which confirms that detritus food chains prevail on grazing ones, even where light seems to be the main energy source for the system. On the contrary, filter-feeders clearly dominate where the major energy input is of mechanical nature (water movement). Surface deposit-feeder prevail in low-energy environments, where organic matter reaches the benthic communities simply by gravity. Burrowing subsurface deposit-feeders, which can be considered as a first element in the decomposer series, exhibit the greater relative species richness in muddy habitats. The results suggest that the extention of the concept of «feeding guilds» to all other taxa and the evaluation of their role on quantitative bases could be a key for the knowledge of the trophic structure of marine benthic biocoenoses.

Riassunto

Viene utilizzato il concetto di «gruppi trofici» nei Policheti, considerati come «descrittori efficaci», per una analisi della struttura trofica di alcune comunità bentiche del Mediterraneo. Sulla base di dati desunti dalla letteratura, è valutata la dominanza qualitativa delle cinque maggiori categorie funzionali riconosciute nei Policheti (erbivori, carnivori, filtratori, detritivori e limivori) all'interno di nove biocenosi-tipo mediterranee. In generale i carnivori sono la categoria più rappresentata, e le maggiori diversificazioni tra le biocenosi si evidenziano a livello dei «produttori secondari», in relazione al tipo di input energetico esterno giungente alla comunità. Gli erbivori hanno scarsa importanza anche nei popolamenti a dominanza vegetale, a conferma della preponderanza delle catene di detrito su quelle di pascolo anche dove la luce sembra rappresentare la principale fonte di energia per il sistema. Dove invece la maggior fonte energetica è di tipo meccanico (idrodinamismo) si osserva la dominanza dei filtratori. I detritivori prevalgono in ambienti a bassa energia, dove l'apporto esterno avviene principalmente per gravità. I limivori, che potrebbero essere considerati come il primo elemento della serie dei demolitori, presentano maggior ricchezza specifica relativa nei biotopi di deposizione.

Bibliografia

ALOS C., PEREIRA F. (in press) - Estudio de la poblacion de Anelidos Poliquetos de *Posidonia oceanica*. In: C.F. Boudouresque, A. Jeudy de Grissac e J. Olivier (eds.), *Actes du premier séminaire international sur les herbiers de posidonies*. Trav. Scient. Parc National de Port-Cros.

BACHELET G. (1981) - Données préliminaires sur l'organisation trophique d'un peuplement benthique marin. *Vie Milieu*, **31** (3-4): 205-213.

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. Endoume*, **47** (63): 1-294.

BELLONI S., BIANCHI C.N. (1982) - Policheti di alcune grotte marine della penisola sorrentina (golfo di Napoli). *Boll. Mus. Ist. Biol. Univ. Genova.*, **50** suppl.: 118-127.

BONVICINI PAGLIAI A.M., COGNETTI G. (1982) - Ecology of Polychaetes in the Orbetello lagoon (Tuscany). *Boll. Zool.*, **49:** 51-60.

BOUDOURESQUE C.F. (1971) - Méthodes d'étude qualitative et quantitative du benthos (en particulier du phytobenthos). *Téthys*, **3** (1): 79-104.

CARPINE C. (1970) - Écologie de l'étage bathyal dans la Méditerranée occidentale. *Mém. Inst. océanogr.* Monaco, **2:** 1-146.

FAUCHALD K., JUMARS P.A. (1979) - The diet of worms: a study of Polychaete feeding guilds. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.*, **17**: 193-284.

GAMBI M.C., GIANGRANDE A., FRESI E. (1982) - Gruppi trofici dei Policheti di fondo mobile: un esempio alla foce del Tevere. *Boll. Mus. Ist. Biol. Univ.* Genova, **50** suppl.: 202-207.

GAMBI M.C., GIANGRANDE A., FRESI E. (in press) - I Policheti dei fondi mobili del golfo di Salerno: ipotesi di un modello di distribuzione generale. *Nova Thalassia*, Trieste.

GRAY J.S. (1981) - *The ecology of marine sediments.* Cambridge University Press, Cambridge: 1-185.

IVANOVA V.L. (1976) - The trophic zonation of the benthos from the sublittoral zone of the White Sea. *Okeanologiya*, **16** (3): 519-523.

JONES D.J. (1973) - Variation in the trophic structure and species composition of some invertebrate communities in polluted kelp forests in the North Sea. *Mar. Biol.*, **20** (4): 351-365.

JUMARS P.A., FAUCHALD K. (1977) - Between community contrasts in successful Polychaete feeding strategies. In: B.C. Coull (ed.), *Ecology of marine benthos*, University of South Carolina Press: 1-20.

LAUBIER L. (1966) - Le coralligène des Albères: monographie biocénothique. *Ann. Inst. Océan.*, 43 (2): 137-316.

LEVINTON J. (1972) - Stability and trophic structure in deposit-feeding and suspension-feeding communities. *Am. Nat.*, **106**: 472-486.

MANN K.H. (1972) - Macrophyte production and detritus food chains in coastal waters. *Mem. Ist. Ital. Idrobiol.*, **29** suppl.: 353-383.

MASSÉ H. (1963) - Quelques données sur l'économie alimentaire d'une biocoenose infralittorale. *Rec. Trav. Stat. Mar. Endoume,* **47** (31): 153-166.

MAURER D., WATLING L., LEATHEM W., KINNER P. (1979) - Seasonal changes in feeding types of estuarine benthic invertebrates from Delaware Bay. *J. exp. Mar. Biol. Ecol.*, **36** (2): 125-155.

ODUM E.P. (1961) - *Fundamentals of ecology*. W.B. Saunders Company, Philadelphia, 2nd edition: 1-546.

ODUM H.T., COPELAND B.J. (1969) - A functional classification of the coastal ecological systems. In: H.T. Odum, B.J. Copeland e E.A. McMahan (eds.), *Coastal Ecological Systems of the United States*. Rpt. Fed. Water Pollut. Contr. Admin., Washington, D.C.: 9-86.

OTT J.A., MAURER L. (1977) - Strategies of energy transfer from marine macrophytes to consumer levels: the *Posidonia oceanica* example. In: B.F. Keegan, P.O. Ceidigh e P.J.S. Boaden (eds.), *Biology of benthic organisms*, Pergamon Press, Oxford: 493-502.

OTT J.A., SVOBODA A. (1976) - Sea caves as model systems for energy flow studies in primary hard bottom communities. *Pubbl. Staz. Zool. Napoli*, **40** (1976): 477-485.

PEARSON T.H. (1971) - Studies on the ecology of the macrobenthic fauna of Lochs Linnhe and Eil, west coast of Scotland. II. Analysis of the macrobenthic fauna by comparison of feeding groups. *Vie Milieu*, suppl., **22**: 53-91.

PÉRÈS J.M. (1976) - Précis d'océanographie biologique. Presses Universitaires de France, Paris: 1-245.

PÉRÈS J.M., PICARD J. (1964) - Nouveau manuel de bionomie benthique de la Mer Méditerranée. *Rec. Trav. Stat. Mar. Endoume*, **31** (47): 1-137.

PICARD J. (1965) - Recherches qualitatives sur les biocoenoses marines des substrats meubles dragables de la région marseillaise. *Rec. Trav. Stat. Mar. Endoume*, **52** (36): 1-160.

RAINER S.F. (1982) - Trophic structure and production in the macrobenthos of a temperate Australian estuary. *Estuarine Coastal Shelf Sci.*, **15** (4): 423-442.

RIEDL R. (1977) - The role of sea caves investigation in marine sciences. *Pubbl. Staz. Zool. Napoli*, **40** (1976): 492-501.

WILDISH D.J. (in press) - Geographical distribution of macrofauna on sublittoral sediments of the continental shelf: a modified trophic ratio concept. In: A.J. Southward e R.M. Warwick (eds.), *Proceedings of the 19th European Marine Biological Symposium*. Cambridge University Press, Cambridge.

OEBALIA 1985, vol. XI, N.S.: 215-222 *ISSN 0392-6613*

M.C. GAMBI* A. GIANGRANDE**

* Laboratorio di Ecologia del Benthos - Stazione Zoologica di Napoli - Ischia - Italy

** Istituto di Biologia Marina - Università di Pisa - Italy

ANALISI DELLA STRUTTURA TROFICA DEL POPOLAMENTO DEI POLICHETI NEI FONDI MOBILI DI DUE AREE DEL MAR TIRRENO

Abstract

Soft-bottom Polychaetes: trophic analysis.

A comparison between the trophic zonation of soft-bottom Polychaetes in two areas of the Tyrrhenian sea has been carried out. The method of analysis by feeding guilds resulted very efficacious to describe the different environmental conditions.

Key-words: Polychaetes; Feeding guilds; soft-bottom; Tyrrhenian sea.

Introduzione

I Policheti, presentando un alto grado di diversificazione trofico-funzionale, assumono un'enorme importanza nel flusso energetico globale delle comunità bentoniche marine. In questa sede, tuttavia, non ci soffermeremo sugli aspetti di definizione e studio delle categorie alimentari dei Policheti, in quanto tale tema è ampiamente trattato da FAUCHALD & JUMARS (1979) e da noi ripreso in un recente lavoro (GAMBI & GIANGRANDE, in stampa). Scopo della presente indagine è di verificare, invece, quanto l'aspetto trofico della comunità a Policheti possa efficacemente descrivere situazioni ambientali differenti. Il comportamento alimentare degli organismi bentonici di fondo mobile è, infatti, strettamente correlato alle caratteristiche ambientali e legato a parametri quali granulometria, contenuto in sostanza organica ecc. (GAMBI *et al.*, 1982).

A tale fine sono state confrontate, sulla base della distribuzione delle categorie trofiche, due aree del mar Tirreno: la Foce del fiume Tevere e il Golfo di Salerno, che presentano caratteristiche ambientali piuttosto diverse.

Se tale metodologia risultasse efficace e chiara, crediamo che questo approccio debba considerarsi senz'altro integrativo dei molteplici altri sistemi di indagine atti a definire e valutare la struttura generale degli ecosistemi bentonici marini.

Materiali e metodi

In entrambe le zone studiate i prelievi di benthos sono stati effettuati tramite draga «Charcot» (PICARD, 1965). Il materiale è stato setacciato ad 1 mm di maglia, narcotizzato e fissato in formalina all'8%.

Alla foce del Tevere, l'area esaminata si estende dall'abitato di Fregene a quello di Ostia. I campionamenti constano di 61 stazioni poste tra 3 e 75 m di profondità (Fig. 1a). Per una descrizione più dettagliata della zona, della distribuzione dei sedimenti e di alcuni gruppi zoobentonici rimandiamo ai lavori di DELLA SETA *et al.* (1977), GANDIN *et al.* (1977), FOCARDI *et al.* (1982) e, per i Policheti a GAMBI & GIANGRANDE (1983; in stampa, a).

La seconda zona in esame è un'area che va dal Porto di Salerno alla foce del fiume Sele (Fig. 1b). Un'analisi a mezzo Side scan sonar ha messo in evidenza la presenza di una vasta prateria di *Cymodocea nodosa* disposta pressoché parallela alla costa ed estesa tra 8 e 20 m di profondità. I campionamenti constano di 43 stazioni poste tra le batimetriche di 2 e 75 m. Una descrizione più dettagliata dell'area, della distribuzione dei sedimenti e di alcuni gruppi zoobentonici è riportata in COLOGNOLA *et al.* (in stampa), RUSSO & FRESI (in stampa), MINERVINI *et al.* (in stampa), MAGGIORE *et al.* (in stampa) e, per quanto riguarda i Policheti in GAMBI & GIANGRANDE (in stampa) e GAMBI *et al.* (in stampa).

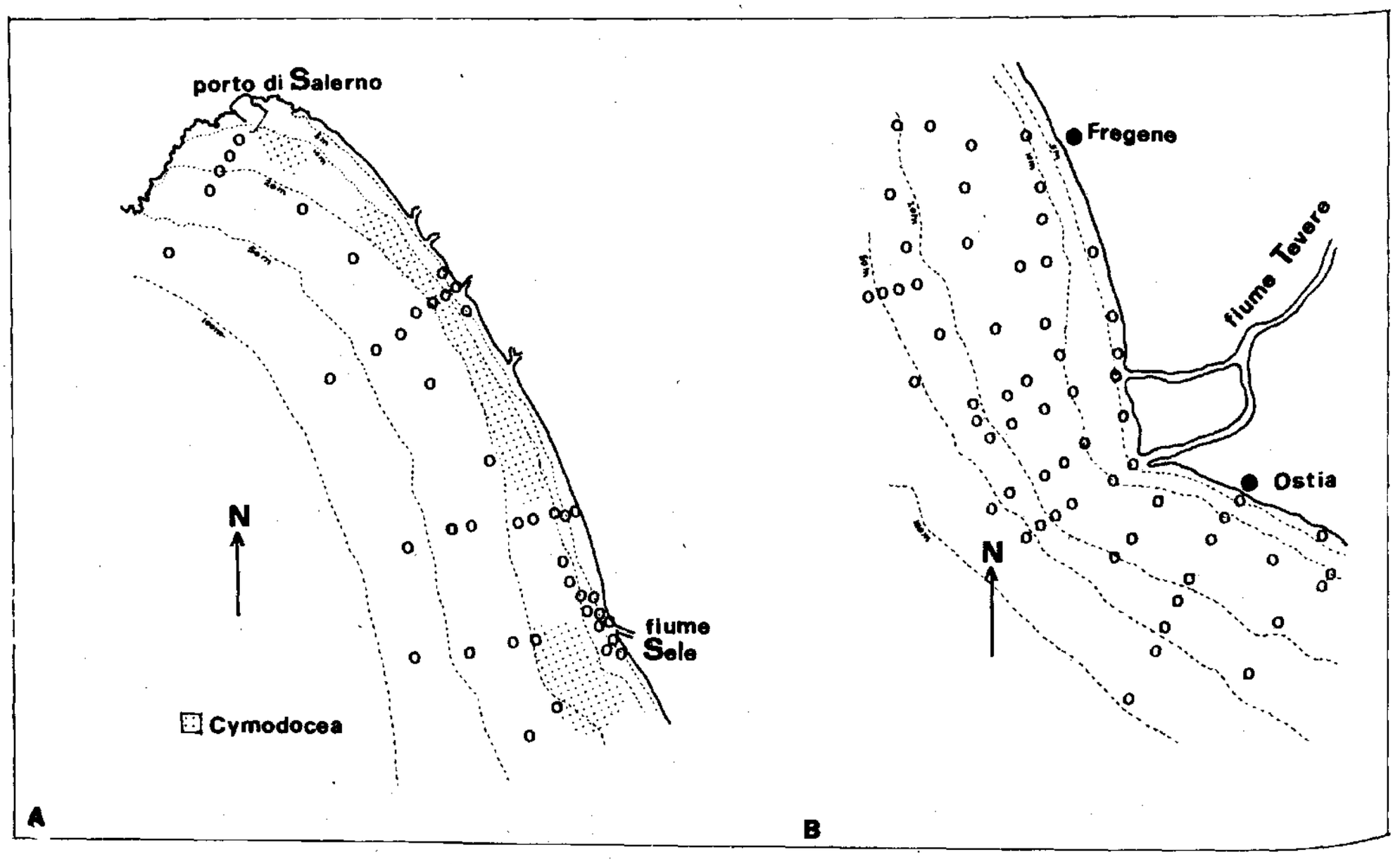


Fig. 1 - Cartina delle aree studiate con l'indicazione delle stazioni di prelievo: A) Golfo di Salerno; B) Foce del Tevere.

Le specie rinvenute (94 alla foce del Tevere e 155 nel Golfo di Salerno), sono state raggruppate in «Gruppi Trofici» secondo i criteri di FAUCHALD & JUMARS (1979). La somma delle abbondanze delle singole specie costituiva l'abbondanza di ciascun gruppo funzionale, di cui è stata analizzata la variazione percentuale in 5 fasce batimetriche disposte parallelamente dalla costa verso il largo. Le fasce batimetriche considerate non sono esattamente le stesse nelle due aree poiché nel Golfo di Salerno, la presenza della prateria di *Cymodocea*, non ha permesso il campionamento tra gli 8 e i 15 m circa.

Per facilitare la lettura dei «diagrammi a torta», i gruppi trofici sono stati raggruppati in 5 super-categorie: CARNIVORI, ONNIVORI, DETRITIVORI, LIMIVORI e FILTRATORI. Per questi ultimi, tuttavia, la simbologia è stata mantenuta separata tra le forme semi-vagili (*Owenia fusiformis*) e quelle sessili (Sabellidae) al fine di mettere in risalto alcune differenze riscontrate nelle due zone tra queste due categorie.

Risultati e discussione

Per una descrizione dettagliata dei gruppi trofici dei Policheti in ciascuna delle due aree considerate rimandiamo ai lavori di GAMBI *et al.* (1982) per la foce del Tevere e GAMBI & GIANGRANDE (in stampa c; in stampa b) per il Golfo di Salerno. Nel presente lavoro vengono illustrate e discusse solamente le differenze riscontrate nelle due zone.

In Fig. 2a e 2b sono riportati i «diagrammi a torta» relativi alle percentuali dei diversi

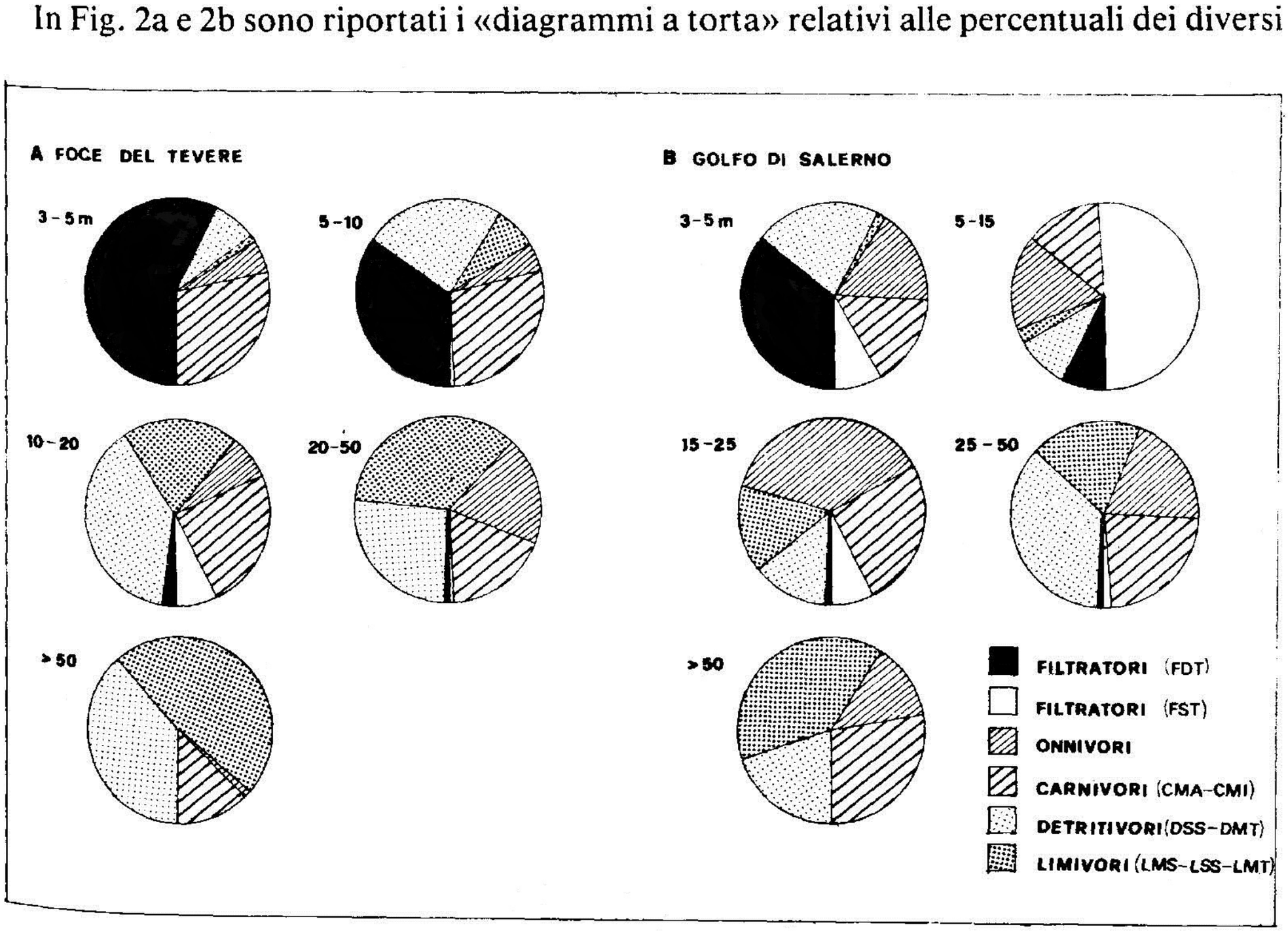


Fig. 2 - Variazione percentuale delle singole categorie trofiche nelle fasce batimetriche considerate nelle due zone.

gruppi trofici nelle fasce batimetriche considerate. I gruppi identificati (10), sono risultati essere gli stessi per entrambe le zone; il gruppo degli erbivori, infatti, rinvenuto solo nel Golfo di Salerno, non è stato considerato nell'analisi in quanto rappresentato da pochissimi individui.

Dall'analisi dei suddetti diagrammi, risulta piuttosto evidente come la zonazione delle categorie trofiche sia abbastanza simile nelle due aree. Tale zonazione può essere sintetizzata come segue: i filtratori, dominanti nelle zone più superficiali (fin verso i 15 m di profondità), diminuiscono bruscamente in profondità, fino a scomparire oltre i 40-50 m. Le categorie dei limivori, sia mobili che sessili, hanno invece comportamento opposto, essendo trascurabili nelle zone sabbiose costiere e aumentando progressivamente in profondità. Detritivori, carnivori e onnivori, infine, sono maggiormente rappresentati nelle zone intermedie. La discussione di questa zonazione è ampiamente trattata nei lavori di GAMBI *et al.* (1982) e GAMBI & GIANGRANDE (in stampa c e in stampa b).

L'andamento dei valori minimi e massimi dell'indice di diversità trofica (Shannon-Weaver, H'), nelle fasce batimetriche delle due zone, è riportato in Fig. 3. Si osserva

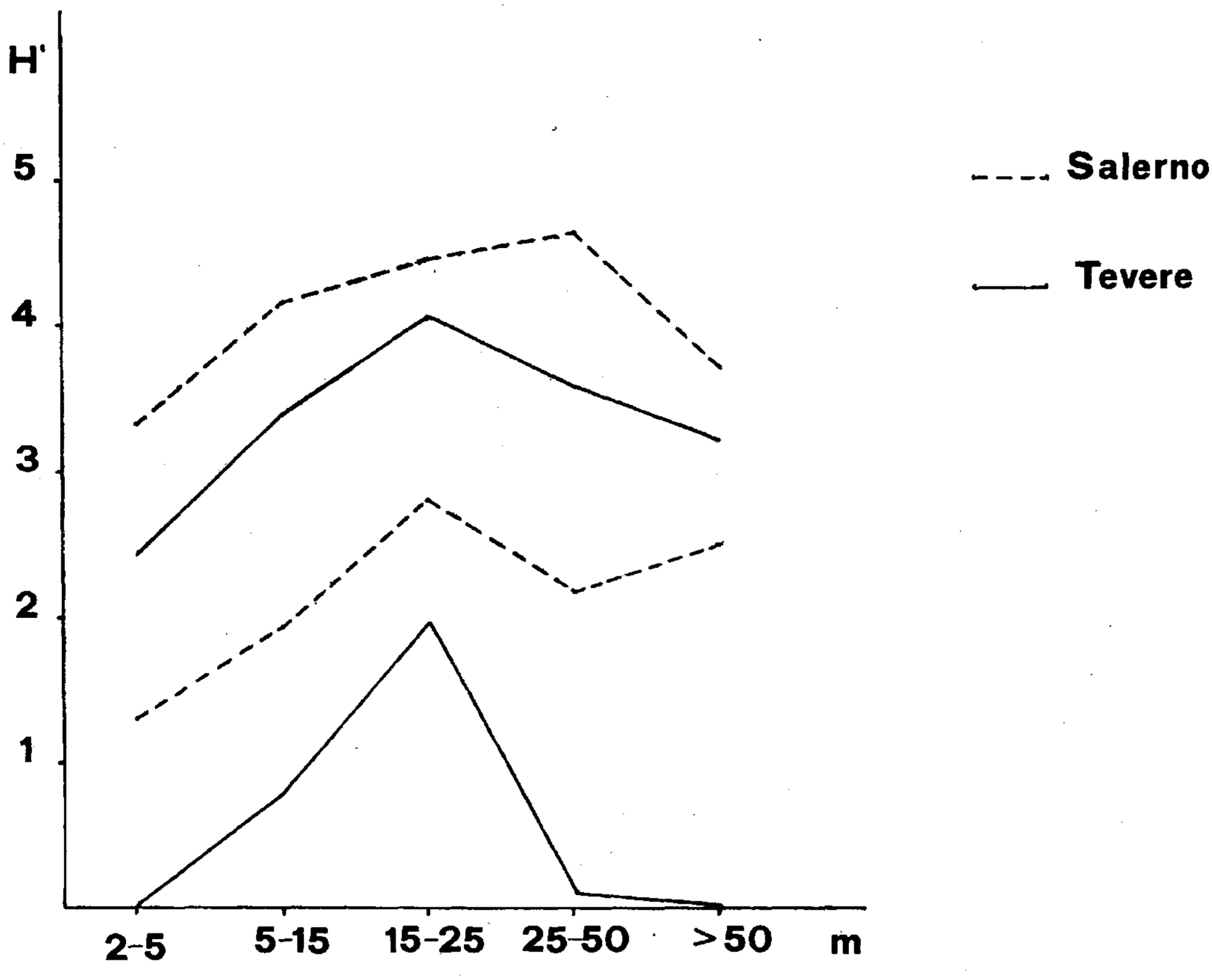


Fig. 3 - Andamento dei valori minimi e massimi dell'indice di diversità trofica (Shannon-Weaver, H') nelle fasce batimetriche delle due aree.

che, complessivamente, i valori risultano più elevati nel Golfo di Salerno rispetto alla Foce del Tevere. In entrambe le aree, comunque, i valori più bassi (sia massimi che minimi) sono stati riscontrati nelle zone estreme, costiera e del largo, mentre quelli più elevati, nelle zone intermedie.

Per quanto riguarda le differenze riscontrate nella distribuzione dei gruppi trofici, si può osservare (Fig. 2a e 2b) che pur se in entrambe le aree studiate i filtratori dominano le zone più costiere, alla foce del Tevere questi sono rappresentati esclusivamente da *Owenia fusiformis* (FDT), mentre nel Golfo di Salerno, tra 5 e 15 m di profondità, si assiste ad un inversione di dominanza tra questa specie, che domina nell'orizzonte superiore (2-5 m), e altre forme filtratrici rappresentate dal genere *Chone* spp. (FST).

Owenia fusiformis è una specie psammofila che ben si adatta ad ambienti ad alta energia idrodinamica, anche per la presenza di un caratteristico tubo che ne aumenta la resistenza alla rimozione. Le specie del genere *Chone* spp, pur essendo sabulicole, sembrano invece non sopportare forti stress meccanici. Queste ultime, quindi, non trovano alla foce del Tevere un ambiente favorevole sia per le caratteristiche dell'area, molto meno «riparata» rispetto al Golfo di Salerno, sia, probabilmente, per fenomeni di competizione con le forme detritivore e limivore che invece vengono favorite dall'apporto fluviale.

Le categorie dei limivori, infatti, risultano molto più abbondanti alla foce del Tevere. Già presenti a partire da 5-10 m, sono nettamente dominanti oltre i 50 m di profondità. Nel Golfo di Salerno l'aumento dei limivori avviene invece soprattutto oltre il limite inferiore della prateria di *Cymodocea* che accresce l'effetto di sedimentazione di particolato fine (silt, clay).

Anche le categorie dei detritivori sono più abbondanti alla Foce del Tevere, probabilmente sempre in relazione al maggiore apporto terrigeno ed all'arricchimento in sostanza organica che si verifica in questa zona ad opera del fiume.

Gli onnivori, infine, risultano più abbondanti a tutte le profondità nel Golfo di Salerno rispetto alla Foce del Tevere. Il Golfo di Salerno presenta, infatti, oltre ad una ricchezza specifica più elevata (155 taxa), anche una diversità trofica maggiore (Fig. 3), soprattutto nelle zone più estreme, costiera e del largo. La presenza della prateria di *Cymodocea* potrebbe contribuire alla maggiore diversificazione riscontrata nel Golfo di Salerno. In entrambe le aree, tuttavia, la maggiore diversità trofica situata nelle zone intermedie, in corrispondenza dei sedimenti misti sabbio-fangosi, indica, ancora una volta, come la maggiore eterogeneità fisica si traduca in una maggiore varietà biologica, intesa come numero di specie e di categorie funzionali.

Conclusioni

Dall'analisi comparativa della distribuzione delle categorie trofiche dei Policheti nei fondi mobili davanti alla Foce del Tevere e nel Golfo di Salerno emergono i seguenti punti conclusivi:

— le due aree presentano un «pattern» di zonazione notevolmente simile, nel quale si può distinguere una comunità sabulicola costiera dominata dai filtratori che, procedendo verso il largo si diversifica trŏficamente soprattutto ad opera di detritivori, onnivori e carnivori e che, nelle zone più profonde viene sostituita da una comunità dominata dalle forme pelofile limivore.
— le differenze riscontrate nelle due zone, legate soprattutto ai rapporti tra filtratori, detritivori e limivori, sono imputabili sia alla presenza del notevole apporto fluviale del Tevere, sia alla diversa idrologia e morfologia costiera.
— la maggiore diversificazione trofica osservata nel Golfo di Salerno può essere messa in relazione alla maggiore eterogeneità ambientale di questa zona, per contro alla foce del Tevere il massiccio apporto terrigeno crea una situazione complessivamente più omogenea.

L'analisi della distribuzione dei gruppi funzionali si rivela quindi di valido aiuto nella descrizione di diverse situazioni ambientali e contribuisce altresì a chiarire le zonazioni osservate sulla base dell'analisi quali-quantitativa delle liste specifiche, integrandole con un aspetto affatto trascurabile della biologia ed ecologia delle singole specie. Questo approccio ci sembra perciò fin d'ora interessante ed una sua applicazione all'analisi di tutta la comunità bentonica pare alquanto promettente.

Summary

A comparison of the distribution of Polychaetes feeding guilds in the softbottoms of two areas of the Tyrrhenian sea (Gulf of Salerno and mouth of the River Tevere) has been made in order to test the efficacy of the method of analysis by trophic groups in describing different environmental conditions.

Notwithstanding the very similar pattern of zonation occurring in both areas, some differences were observed, mainly as regards of filter-feeders, detritivores and burrowers. Filter-feeders showed, in the shallowest area of the Gulf of Salerno, an interesting inversion of dominance between Owenia fusiformis, *in the upper horizont, and* Chone *spp. (Sabellidae) in the deeper zone, which did not occur at the mouth of the River Tevere. By contrast, in this latter area, detritivores and burrowers were more abundant. The different morphology and hydrology of the coasts, and the input of the River Tevere, all contribute to explain the differences observed. Besides in the Gulf of Salerno a higher trophic diversification occurred in comparison with the mouth of the River Tevere where, the heavy input, probably determine a more homogeneous environment.*

The analysis of the distribution of feeding guilds should be considered, therefore, an interesting and integrative approach to the study of the whole benthic community.

Riassunto

Viene confrontata la distribuzione dei gruppi trofici dei Policheti nei fondi mobili di due aree del Mar Tirreno: la foce del fiume Tevere e il Golfo di Salerno, al fine di verificare quanto l'analisi della comunità dal punto di vista trofico-funzionale possa efficacemente descrivere situazioni ambientali diverse. Pur con notevoli somiglianze, le zonazioni trofiche osservate nelle due zone presentano alcune differenze legate soprattutto ai rapporti tra filtratori, detritivori e limivori. I primi mostrano, nella fascia più costiera del Golfo di Salerno, un'inversione di dominanza tra *Owenia fusiformis*, nell'orizzonte superiore e *Chone* spp. (Sabellidae), più in profondità, cosa che non si verifica alla foce del Tevere. In quest'ultima zona sono invece più abbondanti le forme detritivore e soprattutto le forme limivore.

Tali differenze sono spiegabili in base sia alla diversa idrologia e morfologia delle coste, sia al notevole apporto fluviale del Tevere. Il Golfo di Salerno presenta una diversificazione trofica maggiore rispetto alla foce del Tevere, dove il massiccio apporto terrigeno del fiume stabilisce una situazione ambientale più omogenea.

L'analisi dei gruppi funzionali si è rivelata quindi un approccio efficace ed integrativo, sicuramente promettente se esteso all'analisi di tutta la comunità bentonica.

Bibliografia

COLOGNOLA R., LABANCHI L., FRESI E., CHESSA L.A. (1983) - Distribuzione degli Echinodermi nei fondi mobili del Golfo di Salerno: aspetto invernale. *Atti XV Congr. SIBM (Nova Thalassia)*, Trieste, (in stampa).

DELLA SETA G., MINERVINI R., MUSSINO R., CASTAGNOLO L., FOCARDI S., RENZONI A. (1977) - Primi risultati dello studio sui popolamenti bentonici dei fondi mobili dragabili alla foce del Tevere. *Atti IX Congr. SIBM, Ischia*: 215-227.

FAUCHALD K., JUMARS P. (1979) - The diet of the worms: a study of Polychaete feeding guilds. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.*, 17: 193-284.

FOCARDI S., FRESI E., GAMBI M.C. (1982) - Analisi della distribuzione degli Echinodermi nei fondi mobili di due aree del Tirreno: un'applicazione di tecniche multidimensionali. *Naturalista Siciliano*, S. IV, VI (suppl.), **3:** 531-540.

GAMBI M.C., GIANGRANDE A., FRESI E. (1982) - Gruppi trofici dei Policheti di fondo mobile: un esempio alla foce del Tevere. *Boll. Mus. Ist. Biol. Univ. Genova*, **50** suppl.: 202-207.

GAMBI M.C., GIANGRANDE A. (1983) - Distribution des Annélides Polychètes dans les fonds meubles devant l'embouchure du Tibre (Mer Tyrrhenienne). *Rapp. Comm. Int. Mer Médit.*, **28** (3): 248-250.

GAMBI M.C., GIANGRANDE A. (1984a) - Analisi della distribuzione dei Policheti in due aree del Mar Tirreno. *Mem. Oceanogr. Biol. Mar.* Messina, in press.

GAMBI M.C., GIANGRANDE A. (1984b) - Caratterizzazione e distribuzione delle categorie trofiche dei Policheti nei fondi mobili del Golfo di Salerno. *Atti XVI Congr. SIBM, Oebalia*, XI, in press.

GAMBI M.C., GIANGRANDE A. (1984c) - Distribution of feeding guilds of the soft-bottom Polychaetes in the Gulf of Salerno (Tyrrhenian sea). *Rapp. Comm. Int. Mer Médit., Lucerna*, in press.

GAMBI M.C., GIANGRANDE A., FRESI E. (1983) - I Policheti dei fondi mobili del Golfo di Salerno: ipotesi di un modello di distribuzione generale. *Atti XV Congr. SIBM - Nova Thalassia,* in press.

GANDIN A., RENZONI A., ZAMPI M. (1977) - Indagine preliminare sulle associazioni a Foraminiferi della foce del Tevere. *Atti IX Congr. SIBM,* Ischia: 265-275.

GIANGRANDE A., GAMBI M.C. (1984) - Distribution of soft-bottom Polychaetes in the Gulf of Salerno (Tyrrhenian sea). *Rapp. Comm. Int. Mer. Médit. Lucerna*, in press.

MAGGIORE F., LORENTI M., FRESI E. (1983) - Distribuzione di alcuni Crostacei Peracaridi (Cumacea, Tanaidacea, Isopoda) di fondo mobile del Golfo di Salerno. *Atti XV Congr. SIBM - Nova Thalassia*, in press.

MINERVINI R., FRESI E., MANCONI R. (1983) - Distribuzione dei Crostacei Decapodi nei fondi mobili del Golfo di Salerno. *Atti XV Congr. SIBM - Nova Thalassia*, in press.

PICARD J. (1965) - Recherches qualitatives sur les biocoenoses marines des substrats meubles dragables de la région Marseillaise. *Rec. Trav. St. Mar. Endoume*, **52** (36): 1-160.

RUSSO G.F., FRESI E. (1983) - Distribuzione invernale della malacofauna nei fondi mobili del Golfo di Salerno. *Atti XV Congr. SIBM - Nova Thalassia*, in press.

OEBALIA 1985, vol. XI, N.S.: 223-240 *ISSN 0392-6613*

M.C. GAMBI* A. GIANGRANDE**

* Laboratorio di Ecologia del Benthos (Stazione Zoologica di Napoli) - Ischia - Italy

** Istituto di Biologia Marina - Università di Pisa - Italy

CARATTERIZZAZIONE E DISTRIBUZIONE DELLE CATEGORIE TROFICHE DEI POLICHETI NEI FONDI MOBILI DEL GOLFO DI SALERNO

Abstract

Polychaetes, feeding guilds of Salerno Gulf.

A polychaetes feeding guilds zonation on the soft-bottoms of the Gulf of Salerno (Tyrrhenian sea) has been described. The distributional patterns of the different trophic groups were mainly influenced by changes in the sediment characteristics.

Key-words: Polychaeta; feeding-guilds; soft-bottoms; Tyrrhenian sea.

Introduzione

La categoria trofica di qualsiasi organismo animale può essere definita come l'insieme di relazioni che esistono tra la composizione e le dimensioni delle particelle di cibo, il meccanismo implicato nell'assunzione del cibo e il tipo di motilità associato con l'alimentazione stessa. Si deve altresì considerare l'efficacia nel procurarsi il cibo nonché l'efficienza digestiva e assimilatoria e la quantità di alimento richiesta per la sopravvivenza e riproduzione della specie (FAUCHALD & JUMARS, 1979). Tra gli organismi del benthos, i Policheti presentano, soprattutto nei fondi mobili, forse il più alto grado di diversificazione trofico-funzionale e si inseriscono così a quasi tutti i livelli della rete trofica marina (KNOX, 1977; FAUCHALD & JUMARS, 1979).

La dieta di Policheti, come quella di altri animali, può essere studiata attraverso l'analisi del contenuto stomacale o con osservazioni «in situ» ed esperimenti in laboratorio. I dati derivanti soprattutto da esperimenti di laboratorio devono essere interpretati tuttavia con una certa attenzione poiché danno indicazioni sulla dieta «potenziale» di una specie. La dieta «reale» è invece più difficile da stabilire (il contenuto stomacale è in genere il metodo più utilizzato) e sovente può variare da una popolazione all'altra della stessa entità tassonomica. *Nereis virens*, ad esempio, che è una specie ad ampio spettro alimentare (onnivora) lungo le coste europee è nettamente erbivora vicino a Woods Hole (Mass. U.S.A.) (FAUCHALD & JUMARS, 1979).

È soprattutto della dieta «reale» di una specie che si deve tenere conto nella classificazione dei Policheti in categorie trofiche. Un ulteriore aspetto da valutare nella definizione trofica di molte specie di Policheti è il comportamento alimentare «alternativo» che spessissimo queste mostrano se sottoposte a particolari condizioni ambientali. Buhr (1976) ha rilevato, con prove di laboratorio, che il Terebellide *Lanice conchylega*, solitamente un deposit-feeders, può passare a filtrare direttamente il fitoplancton quando questo è presente al disopra di una certa concentrazione nell'acqua. Taghon *et al.* (1981) hanno altresì osservato (con prove «in situ») che tre specie di Spionidi, abitualmente dei deposit-feeders, divengono dei filtratori, atteggiando i palpi in una forma elicoidale caratteristica, se aumenta la velocità del flusso d'acqua da cui sono investite. Alcune forme di Sabellidae ed Owenidae possono, al contrario, passare dal filtraggio alla raccolta sul fondo (Fauchald & Jumars, cit.). Il comportamento trofico alternativo si verifica anche tra specie limivore scavatrici e detritivore superficiali nonché tra i carnivori quando, ad esempio, consumano i resti di altri animali. Da quanto esposto si intuisce che non esistono nette separazioni o precise definizioni nella dieta di molti Policheti e la classificazione trofica deve tenere conto soprattutto del comportamento alimentare «primario» di una specie.

Le fonti più importanti di nutrimento per i Policheti sono: 1) fitoplancton e particolato in sospensione (filter-feeders); 2) detrito, in forma sia di particolato organico di varia natura, dimensione e provenienza (deposit-feeders), sia di «film» batterico adsorbito al sedimento (sub-surface deposit-feeders o burrowers); 3) organismi animali quali piccoli Crostacei, Idroidi, Spugne, altri Policheti ecc. (carnivori); 4) organismi vegetali (erbivori); 5) resti di altri organismi (saprobi). I differenti tipi di cibo, le modalità di assunzione e la motilità associata, la morfologia dell'apparato boccale ecc., sono altrettante caratteristiche che intervengono nella definizione della categoria trofica dei Policheti (Blegvad, 1914; Fauchald & Jumars, cit.).

Un problema che ci interessa più direttamente ai fini del presente lavoro è tuttavia lo studio del trofismo (di singole specie come di comunità intere) in relazione con le caratteristiche fisiche dell'ambiente. A livello di comunità, studi recenti di questo tipo sui fondi mobili hanno messo in evidenza che il rapporto tra trofismo, distribuzione delle specie e variabili fisico-chimiche dei sedimenti può essere anche molto stretto (Maurer & Leathem, 1981; Maurer *et al.*, 1981; Gambi *et al.*, 1982). La presente indagine prende le mosse dalle considerazioni precedenti al fine di stabilire quanto l'analisi funzionale (trofica) del syntaxon a Policheti contribuisca a meglio comprendere i patterns distributivi delle specie osservati con analisi quali-quantitative di altro tipo.

Materiali e metodi

A) *Area studiata e Metodiche*

La zona presa in considerazione si estende dal Golfo di Salerno alla foce del fiume Sele, entro l'isobata degli 80 m (Fig. 1). Un'analisi preliminare a mezzo sonar sottomarino (Side Scan Sonar) ha messo in evidenza la presenza di una vasta prateria di *Cymo-*

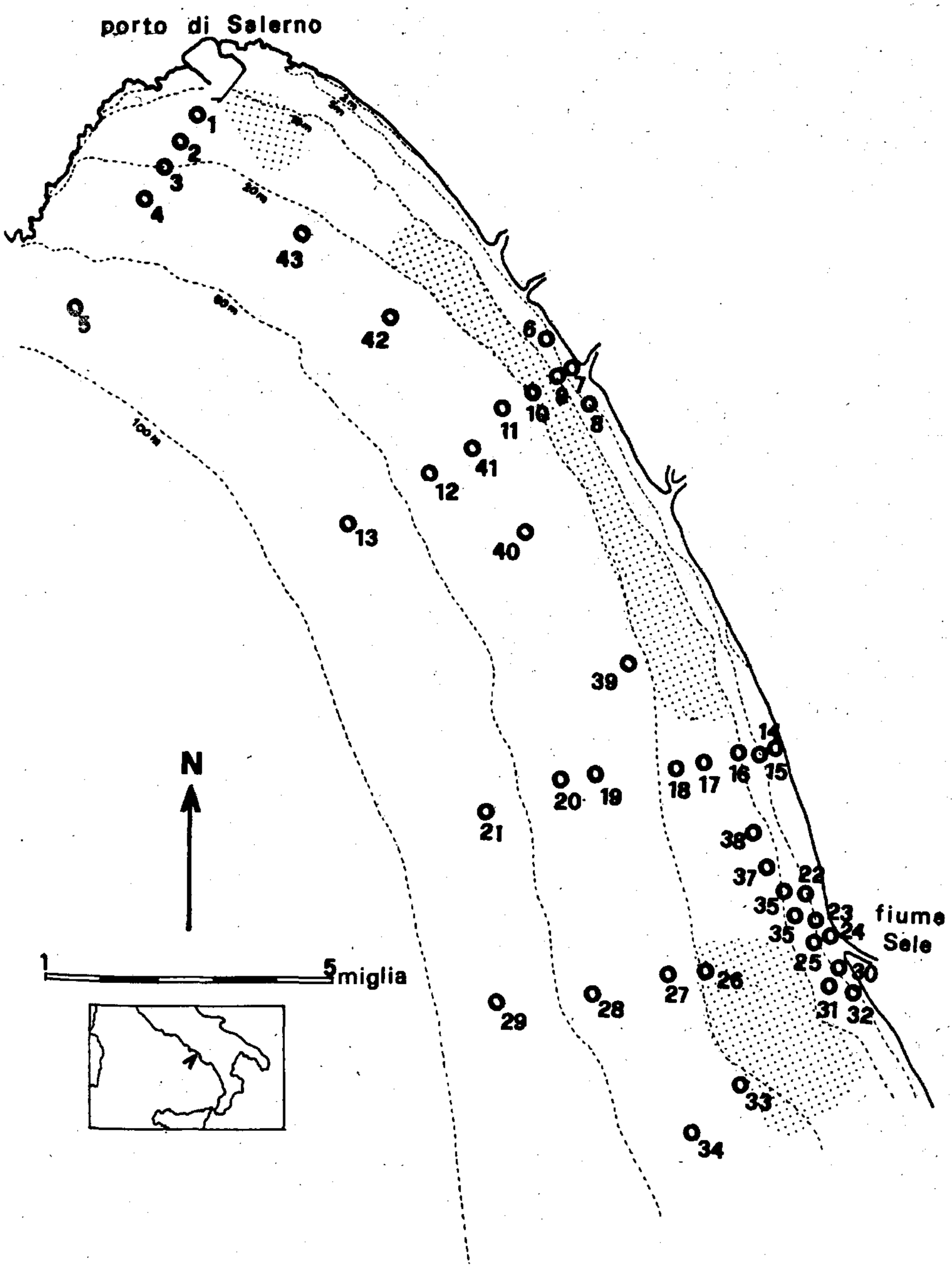


Fig. 1 - Mappa dell'area studiata nel Golfo di Salerno con l'indicazione delle stazioni di prelievo e la distribuzione della prateria di *Cymodocea nodosa* (punteggiatura).

docea nodosa disposta pressoché parallela alla costa ed estesa tra 8 e 20 m circa di profondità (COLOGNOLA *et al.*, in stampa). La campagna di raccolta, svolta nel dicembre 1981, consta di 43 stazioni poste su 6 transetti di cui 5 perpendicolari alla costa ed uno parallelo ad essa. I prelievi di benthos sono stati effettuati a mezzo draga «Charcot» e il materiale è stato setacciato a 1 mm di maglia. La distribuzione di alcuni dei principali gruppi zoobentonici è reperibile nei lavori di COLOGNOLA *et al.* (in stampa) (Echinodermi), RUSSO & FRESI (in stampa) (Molluschi), MINERVINI *et al.* (in stampa) (Crostacei Decapodi), MAGGIORE *et al.* (in stampa) (Crostacei Peracaridi). L'analisi in dettaglio della distribuzione dei Policheti è illustrata in GAMBI *et al.* (in stampa) e GIANGRANDE & GAMBI (in stampa).

L'identificazione dei gruppi trofici e la loro nomenclatura è basata sul lavoro di FAUCHALD & JUMARS (1979). In Tab. 1 sono riportate le sigle usate da questi AA e le corrispondenti abbreviazioni in italiano coniate al fine di renderne più chiara la lettura e da noi utilizzate in un precedente lavoro (GAMBI *et al.*, 1982). FAUCHALD & JUMARS riconoscono due categorie principali (macrofagi e microfagi), cinque sub-categorie, sulla base del tipo di cibo utilizzato (carnivori, erbivori, detritivori, limivori e filtratori), tre tipi di mobilità (mobili, discretamente mobili, sessili) e dodici gruppi morfologici stabiliti in base soprattutto alla presenza o meno di strutture quali palpi, mascelle, tentacoli ecc. Dalla combinazione di questi caratteri risultano 36 gruppi trofici alcuni dei quali, tuttavia, non troverebbero, secondo gli stessi AA, una reale rappresentanza tra i Policheti. Le specie rinvenute sono state perciò riunite in gruppi funzionali. L'abbondanza di ciascun gruppo deriva dalla somma delle abbondanze delle singole specie che lo costituiscono. Per ogni stazione di prelievo è stata inoltre calcolata la diversità trofica secondo la formula di SHANNON-WEAVER (H'). È stata quindi analizzata la variazione percentuale di ciascun gruppo lungo il gradiente di profondità che procede dalla costa verso il largo (Fig. 3). A tal fine sono state scelte 5 fasce batimetriche (2-5 m; 5-15 m; 15-25 m; 25-50 m; oltre 50 m) e, per comodità di lettura, le categorie trofiche sono state riunite e simbolizzate in cinque super-gruppi (Fig. 2a e 2b): carnivori, onnivori, limivori, detritivori e filtratori. Per i soli filtratori la simbologia è stata mantenuta separata tra le forme semi-vagili (*Owenia fusiformis*, FDT) e quelle sessili (FST) al fine di mettere in risalto le differenze riscontrate tra queste due categorie. Gli erbivori non sono stati considerati nella presente analisi poiché presenti con pochissimi individui.

B) *Categorie trofiche*

La descrizione che segue è relativa ad ognuna delle categorie trofiche identificate. Alcune specie sono state inserite in gruppi diversi rispetto a quelli indicati da FAUCHALD & JUMARS (1979), secondo criteri che vengono di seguito discussi.

Tab. 1 - *Sigle delle categorie trofiche dei Policheti del Golfo di Salerno, a sinistra secondo* FAUCHALD & JUMARS *(1979), a destra il corrispettivo in italiano da* GAMBI et al. *(1982).*

CMJ (Carnivore, Motile, Jawed)	*CMA* (Carnivori, Mobili, Armati)
CMX (Carnivore, Motile, non-Jawed)	*CMI* (Carnivori, Mobili, Inermi)
SDT *(Surface, Deposit-feeders* *Discretely motile, Tentaculate)*	*DMT* *(Detritivori superficiali* *Discretamente mobili, Tentacolati)*
SST (Surface, Deposit-feeders, Sessile, Tentaculate)	*DSS* (Detritivori superficiali Sessili, Tentacolati)
BMX (Burrowers, Motile non-Jawed)	*LMS* (Limivori scavatori, Mobili, Inermi)
BMT (Burrowers, Motile, Tentaculate)	*LMT* (Limivori scavatori, Mobili, Tentacolati)
BSX (Burrowers, Sessile, non-Jawed)	*LSS* (Limivori scavatori, Sessili, Inermi)
FDT (Filter-feeders, Discretely motile, Tentaculate)	*FDT* (Filtratori, Discretamente mobili, Tentacolati)
FST (Filter-feeders, Sessile, Tentaculate)	*FST* (Filtratori, Sessili, Tentacolati)
HMJ (Herbivorous, Motile, Jawed)	*EMA* (Erbivori, Mobili, Armati)

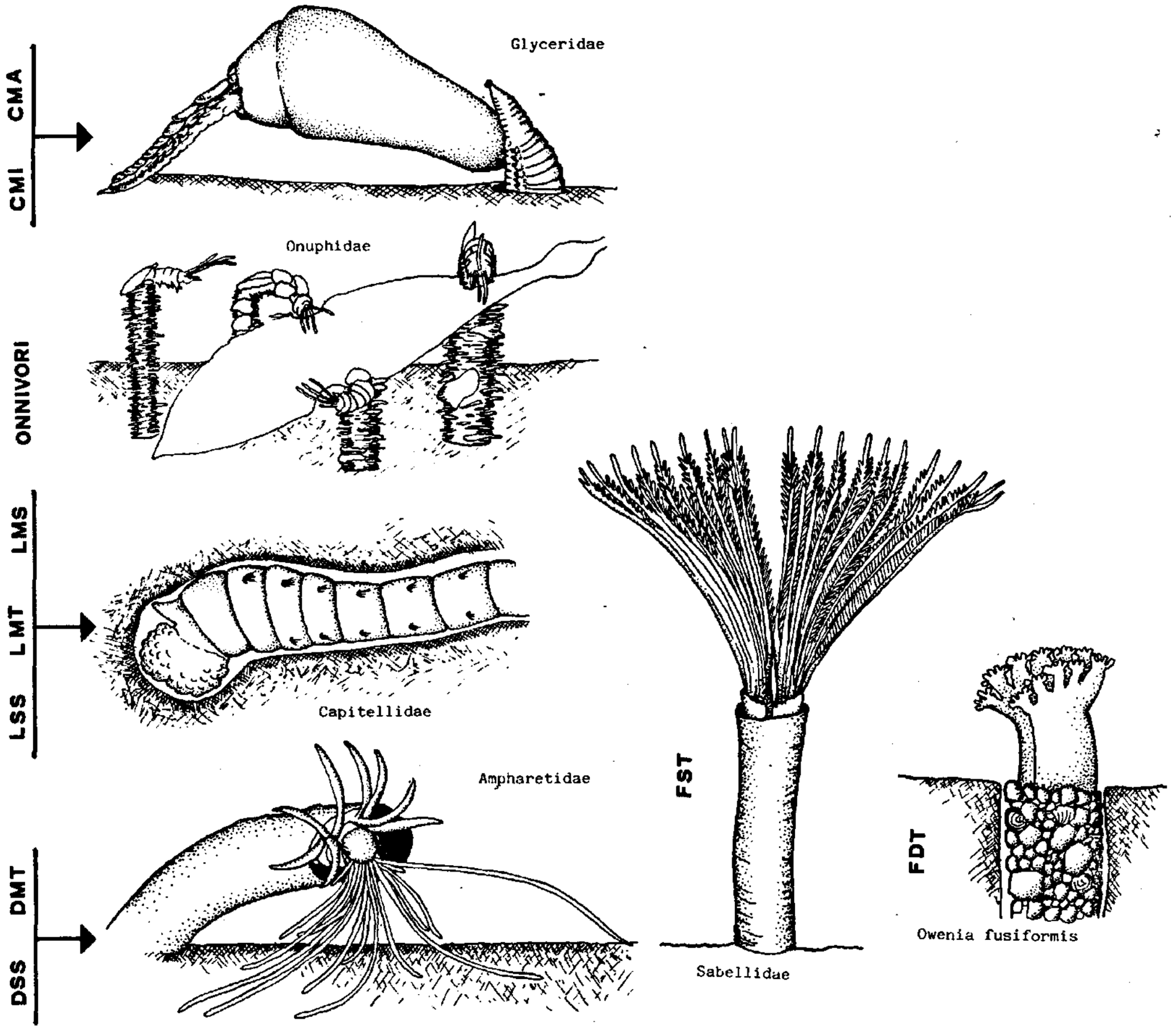


Fig. 2 - Alcuni esempi di famiglie e specie rappresentanti delle categorie trofiche rinvenute (da FAUCHALD & JUMARS, 1979, modificato): a) Carnivori, Onnivori, Limivori e Detritivori; b) Filtratori.

CMA (Carnivori, Mobili, Armati)

L'aggettivo «armati» si riferisce alla presenza di mascelle nella proboscide. È una delle categorie maggiormente rappresentate tra i Policheti, ne fanno parte quasi tutti i membri dell'ordine Aphroditacea, molti Gliceridi e Nephtidi. Vi vengono spesso considerati anche i consumatori dei resti di altri animali (specie saprobie).

CMI (Carnivori, Mobili, Inermi)

L'aggettivo «inermi» si riferisce all'assenza di mascelle nella proboscide. È la categoria che include tutte le specie oloplanctoniche dei Policheti e, tra i bentonici, Fillodocidi, Amfinomidi, Sfinteridi e Palmiridi.

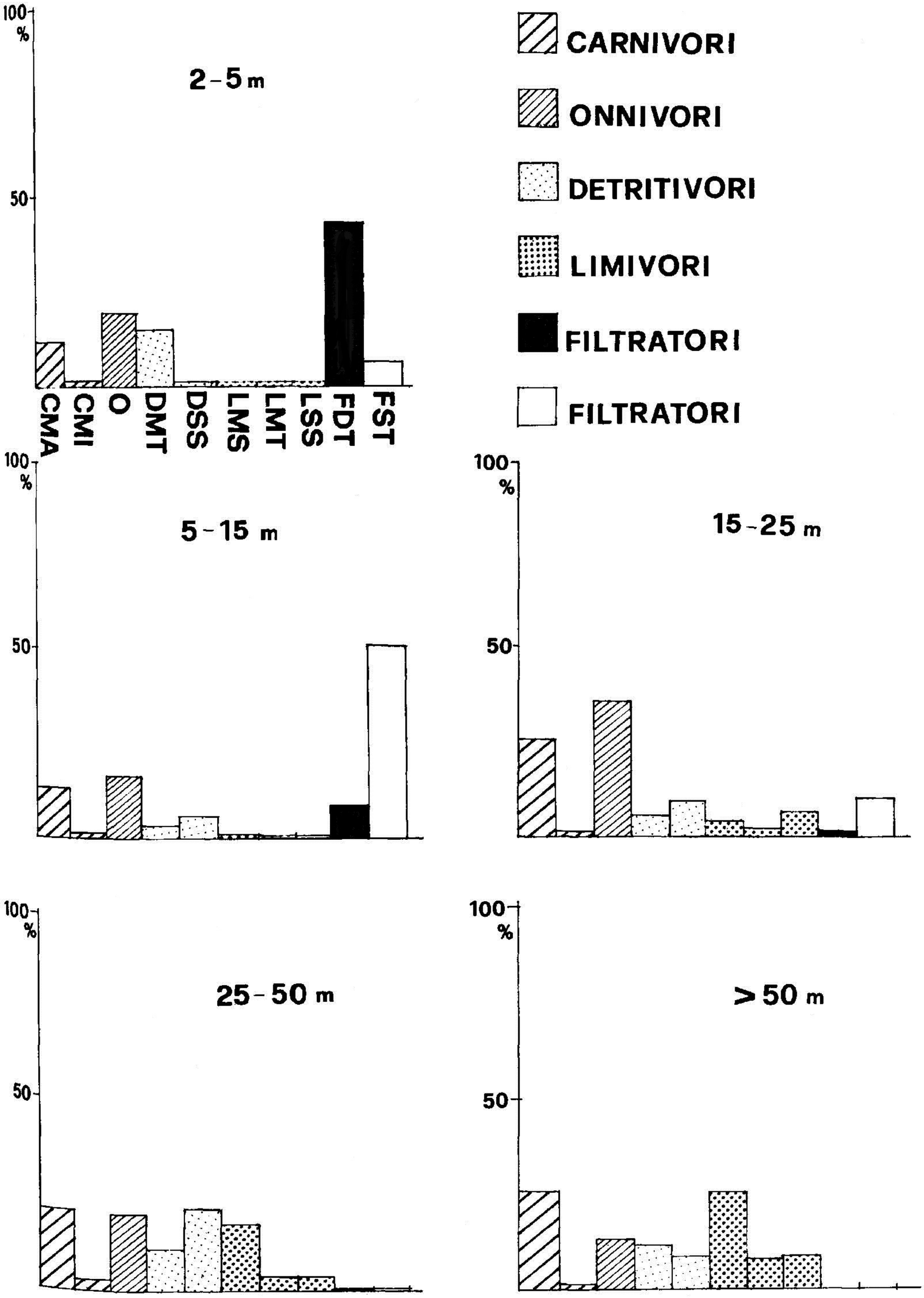


Fig. 3 - Variazione percentuale delle singole categorie trofiche nelle fasce batimetriche considerate.

Onnivori

Sotto questa denominazione (assente in FAUCHALD & JUMARS, 1979), sono state da noi indicate tutte quelle specie che avessero una incerta attribuzione trofica o presentassero una dieta molto variabile. Vi sono stati inseriti gli Onufidi e i Lumbrineridi. Alcune specie di queste famiglie sono da considerarsi in genere dei carnivori, ma secondo molti AA presentano in varia misura un certo «opportunismo» alimentare che non permette una loro precisa assegnazione. Ci è sembrato perciò utile mantenerle separate dai carnivori veri e propri.

DMT (Detritivori superficiali, discretamente Mobili, Tentacolati)

È una delle categorie più numerose tra i Policheti e tra le più importanti dato il loro ruolo di convertitori di detrito in materia vivente a disposizione per i predatori. Ne fanno parte molti Spionidi, Cirratulidi, Flabelligeridi, e tra i Sabellidi alcune specie di Fabricinae. In questa categoria sono state da noi incluse anche alcune specie pur sempre detritivore, ma non tentacolate (Tab. 2), per le quali è previsto un gruppo a parte. Data però la loro esiguità abbiamo preferito considerarle assieme ai detritivori tentacolati.

DSS (Detritivori, Superficiali, Sessili)

Anche questa categoria conta numerose specie soprattutto tra Terebellidi, Amfaretidi, Tricobranchidi, Sabellidi (Fabricinae) e Chetopteridi.

LMS (Limivori, Scavatori, Mobili)

È una categoria ben rappresentata, la cui azione di rimaneggiamento continuo del sedimento è di enorme importanza per l'ossigenazione degli strati profondi del sedimento stesso e per il riciclo di sostanze nutritive. Ne fanno parte quasi tutti i Capitellidi, Ofelidi, Orbinidi, Scalibregmidi ed alcune Eteonine e Lumbrineridi.

LMT (Limivori scavatori, Mobili, Tentacolati)

È una categoria molto poco numerosa, costituita infatti solo da alcune specie di Spionidi. Vi sono state da noi incluse anche diverse specie di Paraonidae poiché, se pur considerati da FAUCHALD & JUMARS (1979) degli «erbivori» in quanto consumano il film di Diatomee, si nutrono per ingestione diretta del sedimento come altri limivori.

Tab. 2 - *Elenco delle specie rinvenute, suddivise nelle differenti categorie trofiche identificate.*

CMA

Harmothoe antilopis Mc Intosh
Harmothoe lunulata (Delle Chiaje)
Harmothoe longisetis Grube
Harmothoe spinifera Ehlers
Scalisetosus pellucidus (Ehlers)
Polyodontes maxillosa Ranzani
Sigalion mathildae Aud. & M. Edw.
Sthenelais boa (Johnston)
Sthenelais limicola (Ehlers)
Psammolyce inclusa Claparède
Nepthys hombergii Savigny
Nephthys cirrosa Ehlers
Nephthys hystricis Mc Intosh
Nephthys rubella Michaelsen
Micronephthys sphaerocirrata Wesemberg-Lund
Glycera rouxi Aud. & M. Edw.
Glycera convoluta-alba
Glycera tesselata Grube
Goniada maculata Oersted
Glycinde nordmanni (Malmgren)

CMI

Phyllodoce lineata (Claparède)
Phyllodoce sp1
Pterocirrus sp.
Eteone of longa (Fabricius)
Eteone picta-siphonodonta

ONNIVORI

Nereis of virens (Sars)
Eunereis longissima (Johnston)
Eunice vittata (Delle Chiaje)
Marphisa bellii (Aud. & M. Edw.)
Onuphis eremita Aud. & M. Edw.
Nothria conclylega (Sars)
Diopatra neapolitana (Delle Chiaje)
Hyalinoecia bilineata-bilineata (Baird)
Hyalinoecia bilineata fauveli (Rioja)
Hyalinoecia bilineata-brementi (Fauvel)
Hyalinoecia tubicola (O.F. Muller)
Ninoe armoricana Glémarec
Nematonereis unicornis Grube
Lumbrinereis impatiens Claparède
Lumbrinereis latreilli AUd. & M. Edw.
Lumbrinereis gracilis (Ehlers)
L. emandibulata-mabiti Ramos
Lumbrinereis of rovignensis Fauvel
Drilonereis filum (Claparède)
Nereis caudata (Delle Chiaje)
Polyophthalmus pictus (Dujardin)

LMS

Paralacydonia paradoxa Fauvel
Phylo foetida-ligustica (Orlandi)
Scolaricia typica Eisig
Notomastus latericeus Sars
Notomastus aberans Day
Notomastus sp.
Mediomastus capensis Day
Pseudoleiocapitella fauveli Harmelin
Leiocapitella dolfussi Fauvel
Heteromastus filiformis (Claparède)
Sternaspis scutata (Ranzani)

LMT

Laonice cirrata Sars
Microscopio mecznikowianus (Claparède)
Nerinides cantabra Rioja
Paraonis tenera Grube°
Paraonis fulgens (Levinsen)°
Paraonis gracilis (Tauber)°
Paradoneis armata Glémarec°
Paradoneis lyra (Southern)°
Aedicira mediterranea Laubier-Ramos°
Aricidea simonae Laubier-Ramos°
Aricidea cerruti Laubier°
Aricidea capensis-bansei Laubier°
Cirrophorus branchiatus Ehlers°
Poecilochaetus fauchaldi Pilato-Cantone
Cossura soyeri (Laubier)
(°si nutrono del film di Diatomee)

LSS

Maldane glebifex Grube

(segue)

(seguito della Tab. 2)

LSS

Euclymene oerstedi (Claparède)
Euclymene gracilis (Sars)
Euclymene palermitana (Grube)
Euclymene sp1
Euclymene sp2
Micromaldane sp.
Leiochone clypeata Saint-Joseph
Pectinaria koreni Malmgren+
Pectinaria auricoma (O. F. Muller)+
(+ sono specie discretamente mobili)

DMT

Nereis succinea (Leuchart)°°
Glycera unicornis Savigny°°
Glycera capitata-lapidum°°
Prionospio malmgreni Claparède
Prionospio cirrifera Wirèn
Prionospio pinnata Ehlers
Prionospio ehlersi Fauvel
Prionospio caspersi Laubier
Polydora caeca (Oersted)
Polydora ciliata (Johnston)
Polydora flava Claparède
Polydora antennata Claparède
Spiophanes bombyx (Claparède)
Sciophanes kroyeri Grube
Dispio sp
Magelona papillicornis O. F. Muller
Magelona cf. alleni Wilson
Aonides oxycephala (Sars)
Tharyx multibranchiis (Grube)
Tharyx marioni (Saint-Joseph)
Tharyx heterochaetus (Laubier)
Chaetozone setosa Malmgren
Caulleriella alata (Southern)
Caulleriella bioculata (Keferstein)
Caulleriella caput-esocis (Saint-Joseph)
Caulleriella killariensis (Southern)
Cirratulus filiformis Keferstein
Pherusa monilifera (Delle Chiaje)
Pherusa of plumosa (O. F. Muller)
Pherusa eruca (Claparède)
Diplocirrus glaucus (Malmgren)
(°°non sono tentacolate)

DSS

Myriochele oculata Zachs
Myriochele heer Malmgren
Ampharete acutifrons (Malmgren)
Amphicteis of gunneri (Sars)
Amage of adspersa (Grube)
Melinna palmata Grube
Sabellides octocirrata Malmgren
Pista cristata (O. F. Muller)
Amphitrite cirrata (O. F. Muller)
Amphitrite sp.
Thelepus cincinnatus (Fabricius)
Streblosoma bairdi (Malmgren)
Terebellides stroemi Sars
Polycirrus sp.
Mixicola infundibulum (Renier)
Fabricinae gen. sp.

FDT

Owenia fusiformis (Delle Chiaje)

FST

Branchiomma vesiculosum (Montagu)
Chone duneri Malmgren
Chone of filicaudata Southern
Chone collaris Langerhans
Chone sp1
Euchone rubrocincta (Sars)
Dyalichone acustica Claparède
Sabella of fabrici Kroyer
Sabella of penicillus (Savigny)
Potamilla sp.
Oriopsis armandi (Claparède)
Ditrupa arietina (O. F. Muller)
Pomatoceros triqueter Linneo
Serpula vermicularis Linneo

EMA

Platynereis dumerilii (Aud. & M. Edw.)
Exogone gemmifera (Pagenstecher)
Exogone hebes (Webster-Benedict)
Autolytus sp.
Syllis of torquata Marion & Bobretsky

LSS (Limivori, Scavatori, Sessili)

La definizione di «scavatori, sessili» può sembrare in contraddizione; il termine scavatori in questo caso si riferisce al fatto che gli animali si trovano infossati nel sedimento. È una categoria rappresentata dai soli Maldanidi. Vi sono state da noi incluse alcune forme semi-vagili quali i Pectinaridi, per affinità di comportamento alimentare con i Maldanidi stessi (Tab. 2).

FDT (Filtratori, Discretamente mobili, Tentacolati)

Includono alcuni Sabellidi, Spionidi, Owenidi e, tra i Nereidi, *Nereis diversicolor*. Nel Golfo di Salerno sono rappresentati solo da *Owenia fusiformis*.

FST (Filtratori, Sessili, Tentacolati)

Includono tutti i Sabellaridi, Serpulidi e Spirorbidi, nonché la maggior parte dei Sabellidi.

EMA (Erbivori, Mobili, Armati)

Vi appartengono numerose specie di Nereidi, Sillidi ed Eunicidi che vivono soprattutto nei fondi duri in presenza di copertura algale o su praterie di fanerogame marine. Nei nostri prelievi, relativi a fondi mobili, sono presenti (con pochissimi individui) solo in alcune stazioni poste ai limiti della prateria di *Cymodocea nodosa*.

Risultati

Sono stati identificati 11 gruppi funzionali (compresi gli onnivori) (Tab. 1) da un totale di 11.818 individui e 155 specie (Gambi *et al.*, in stampa). In Tab. 2 sono elencate per ognuna delle categorie trofiche individuate le specie che vi sono state attribuite.

Il gruppo più rappresentato, come ricchezza specifica, è quello dei DMT (31 specie pari al 20,8%), mentre gli FDT, rappresentati dalla sola *O. fusiformis*, costituiscono però l'11,1% dell'abbondanza totale. Tra i gruppi più numerosi gli onnivori e i CMA rispettivamente con il 25,9% e il 20%, mentre tra i più esigui i LMT (1,6%) e i CMI (0,95%). In Fig. 3 è riportata la variazione percentuale di ogni gruppo nelle fasce batimetriche considerate.

Nella zona più costiera (2-5 m) osserviamo che la comunità è caratterizzata soprattutto da *O. fusiformis* (FDT, 44,1%) mentre scarsi sono i filtratori sessili (FST, 6,3%). Altri gruppi rilevanti sono gli Onnivori (19%) e i CMA (13,4%).

Ben rappresentati risultano anche i DMT (14,9%) mentre le categorie dei limivori (LMT, LDT, LSS) sono nel complesso trascurabili (inferiori allo 0,5%).

Nella zona tra 5 e 15 m si assiste ad una inversione di dominanza dei filtratori tra le forme sessili (FST), rappresentate soprattutto da alcune specie del genere *Chone* (51%) e *O. fusiformis* (FDT) (7,8%). Ben rappresentati sono ancora gli onnivori e i CMA, mentre tra i detritivori superficiali diminuiscono i DMT e aumentano leggermente i DSS. Le categorie dei limivori scavatori sono anche in questa zona pressocché trascurabili (1,4% complessivamente).

Nella zona successiva (15-25 m) assistiamo ad una drastica riduzione dei filtratori, sia FDT che FST, questi ultimi rappresentati soprattutto da *Ditrupa arietina* (10%). Aumentano invece i CMA e gli onnivori e i limivori (LMT, LDT, LSS) cominciano in questa zona ad essere più consistenti (14,8%).

I detritivori superficiali (DMT e DSS) si mantengono pressoché sugli stessi valori della zona precedente.

La zona tra 25 e 50 m presenta la ripartizione più omogenea fra i vari gruppi. I filtratori si riducono ulteriormente (0,9%), diminuiscono leggermente anche i CMA e gli onnivori, mentre limivori (LMT, LDT, LSS) e detritivori (DMT, DSS) aumentano sensibilmente rappresentando rispettivamente il 18,4% e il 35% del popolamento. Anche i CMI, prima sempre trascurabili, sono presenti in questa zona con il 2,5%.

La zona del largo (oltre 50 m) è caratterizzata dalla scomparsa dei filtratori e dall'aumento dei limivori, di cui i LMS in particolare, costituiscono da soli il 24,4%. Ben rappresentati risultano ancora i CMA, gli Onnivori nonché i detritivori (DMT e DSS), anche se questi ultimi si riducono leggermente rispetto alla zona precedente.

Analizzando i valori minimi e massimi dell'indice di diversità trofica (H') (Fig. 4) nelle stesse fasce batimetriche, si osserva che i valori più elevati (sia massimi che minimi) si riscontrano proprio nella zona tra 25 e 50 m, mentre i valori minimi si rilevano nella zona più costiera. Complessivamente si osserva comunque un aumento progressivo di H' procedendo in profondità.

Discussione e conclusioni

Dai risultati esposti risulta piuttosto evidente come, procedendo dalla costa verso il largo è possibile osservare una vera e propria «zonazione trofica». I filtratori infatti, dominanti nelle aree più superficiali (fin verso i 15 m di profondità), diminuiscono bruscamente nelle zone successive fino a scomparire oltre i 50 m. Le categorie dei limivori hanno invece comportamento opposto essendo trascurabili nelle zone più superficiali ed aumentando progressivamente in profondità. I detritivori superficiali sono relativamente abbondanti nella zona Costiera (specialmente i DMT), diminuiscono leggermente tra 5 e 25 m e aumentano di nuovo tra 25 e 50 m (soprattutto i DSS). I carnivori

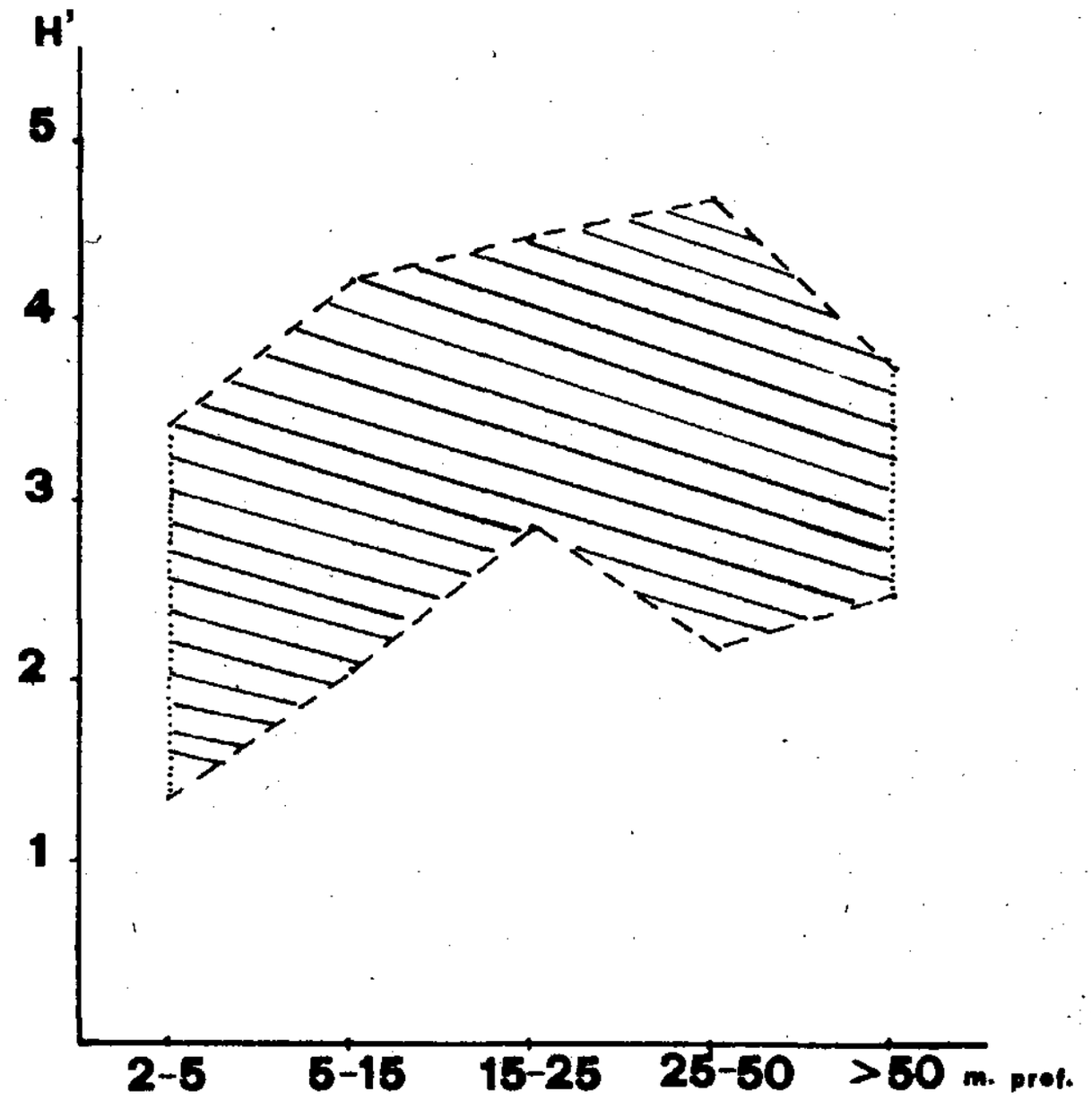


Fig. 4 - Andamento dei valori minimi e massimi dell'indice di diversità trofica (H') nelle fasce batimetriche considerate.

e gli onnivori infine, si rinvengono in maniera pressoché costante a tutte le profondità anche se risultano più abbondanti nelle zone tra 15 e 25 m.

Questi differenti «patterns» distributivi possono trovare una loro spiegazione. È noto da tempo che gli organismi filtratori sono in generale tipici di ambienti ad alta energia idrodinamica o esposti a forti correnti dove la risospensione di materiale organico è pressocché continua e il nutrimento è veicolato primariamente dai movimenti dell'acqua (GRAY, 1974; 1981). In zone a più basso idrodinamisno, dove è pur sempre presente materiale in sospensione, i filtratori possono essere disturbati dalla eccessiva sedimentazione. Inoltre, il rimaneggiamento del substrato da parte dei deposit-feeders, che in queste zone trovano invece un ambiente più idoneo, potrebbe inibire ulteriormente l'istallazione delle popolazioni dei filter-feeders (ipotesi dell'amensalismo, RHOADS & YOUNG, 1970).

Ciò non si verifica nelle zone sabbiose dove la scarsa sedimentazione fa sì che non vi sia cibo sufficiente per una massiccia presenza dei deposit-feeders. La forte dominanza dei filtratori nelle zone più superficiali del Golfo di Salerno trova una spiegazione sia nelle considerazioni precedenti, sia tenendo conto che, in vicinanza della foce del fiume Sele, i filter-feeders possono essere favoriti ulteriormente dagli apporti terrigeni. È interessante notare però che i filtratori si distribuiscono in due orizzonti: uno superiore (2-5 m) dove domina *O. fusiformis* (FDT) e uno inferiore (5-15 m) dove trova-

no condizioni più favorevoli i Sabellidi (*Chone* spp.). Ciò è probabilmente in relazione al fatto che *O. fusiformis* si adatta meglio a condizioni di alta energia idrodinamica (GAMBI *et al.*, 1982); in questo modo inoltre lo «spazio nicchia» dei due tipi di filtratori non risulta sovrapposto.

Le categorie dei limivori scavatori sono influenzate più dalla natura e struttura granulometrica del sedimento che dalla quantità e disponibilità di cibo.

Infatti, la massiccia presenza di particelle fini (silt, clay), favorisce sia la penetrazione che l'ingestione del sedimento stesso da parte di queste forme. È chiaro perciò come esse aumentino in profondità in relazione all'arricchimento in peliti del substrato. I detritivori possono essere favoriti nella zona più costiera dagli apporti fluviali mentre, nella fascia tra 25 e 50 m, dai normali fenomeni di deposizione di particolato fine, amplificati in quest'area dall'effetto di vicinanza al limite inferiore della prateria di *Cymodocea*.

I carnivori e gli onnivori, legati troficamente alle loro prede, sono correlati solo indirettamente con la natura del substrato. La loro presenza risulta infatti piuttosto costante a tutte le profondità; l'aumento che si verifica tra 15 e 50 m è da mettere in relazione alla maggiore diversificazione trofica di queste zone (vedi anche $\overline{H}$') e perciò ad una maggiore disponibilità di prede e di cibo «alternativo». In queste fasce inoltre sono state riscontrate anche la ricchezza e diversità specifica più elevate (GAMBI *et al.*, in stampa). I sedimenti misti sabbio-fangosi che caratterizzano queste aree (15-50 m) offrono probabilmente un maggior numero di microhabitats. Questa «eterogeneità» fisica si traduce in una maggiore diversificazione biologica (numero di specie e di modalità trofiche) (GAMBI & GIANGRANDE, in stampa a, b). La zona più costiera invece sembra la meno diversificata in relazione, sia alla ridondanza di specie quali *O. fusiformis* e *Chone* spp., sia alle condizioni ambientali più «stressanti» e selettive.

Da una comparazione tra questi risultati e l'analisi strutturale del popolamento di Policheti svolta in lavori precedenti (GAMBI *et al.*, in stampa; GIANGRANDE & GAMBI, in stampa) abbiamo osservato che alla distribuzione delle categorie trofiche corrisponde una zonazione e sostituzione di specie lungo il gradiente di profondità, come sintetizzato in Fig. 5 (da GAMBI *et al.*, in stampa).

Tra le specie considerate psammofile troviamo la maggior parte dei filtratori (*O. fusiformis*, *Chone duneri*, *C. collaris*, ecc.) ed anche molti DMT (es. *Magelona papillicornis*, *Tharyx multibranchiis*, *Pherusa monilifera*) e carnivori (es. *Sigalion mathildae*, *Sthenelais boa*, *Psammolyce inclusa*). Tra le specie considerate come pelofile sono presenti quasi tutti i limivori scavatori (es. *Notomastus latericeus, N. aberans, Sternaspis scutata, Euclymene gracilis, Leiochone clypeata, Aricidea simonae*). Le specie considerate caratteristiche dei sedimenti misti sabbio-fangosi, sono soprattutto carnivori e onnivori (es. *Glycera rouxi, Glycinde nordmanni, Eunice vittata, Drilonereis filum*, e molti Lumbrineridi). Non mancano tuttavia anche specie detritivore (soprattutto sessili, DSS) (es. *Spiophanes kroyeri, Ampharete acutifrons, Melinna palmata, Sabellides octocirrata*).

La zonazione trofica quindi riproduce abbastanza bene quella strutturale ed è sintetizzata in uno schema (Fig. 6) che, considerando l'aspetto funzionale, viene ad integrare il modello di zonazione della comunità di Policheti precedentemente elaborato con

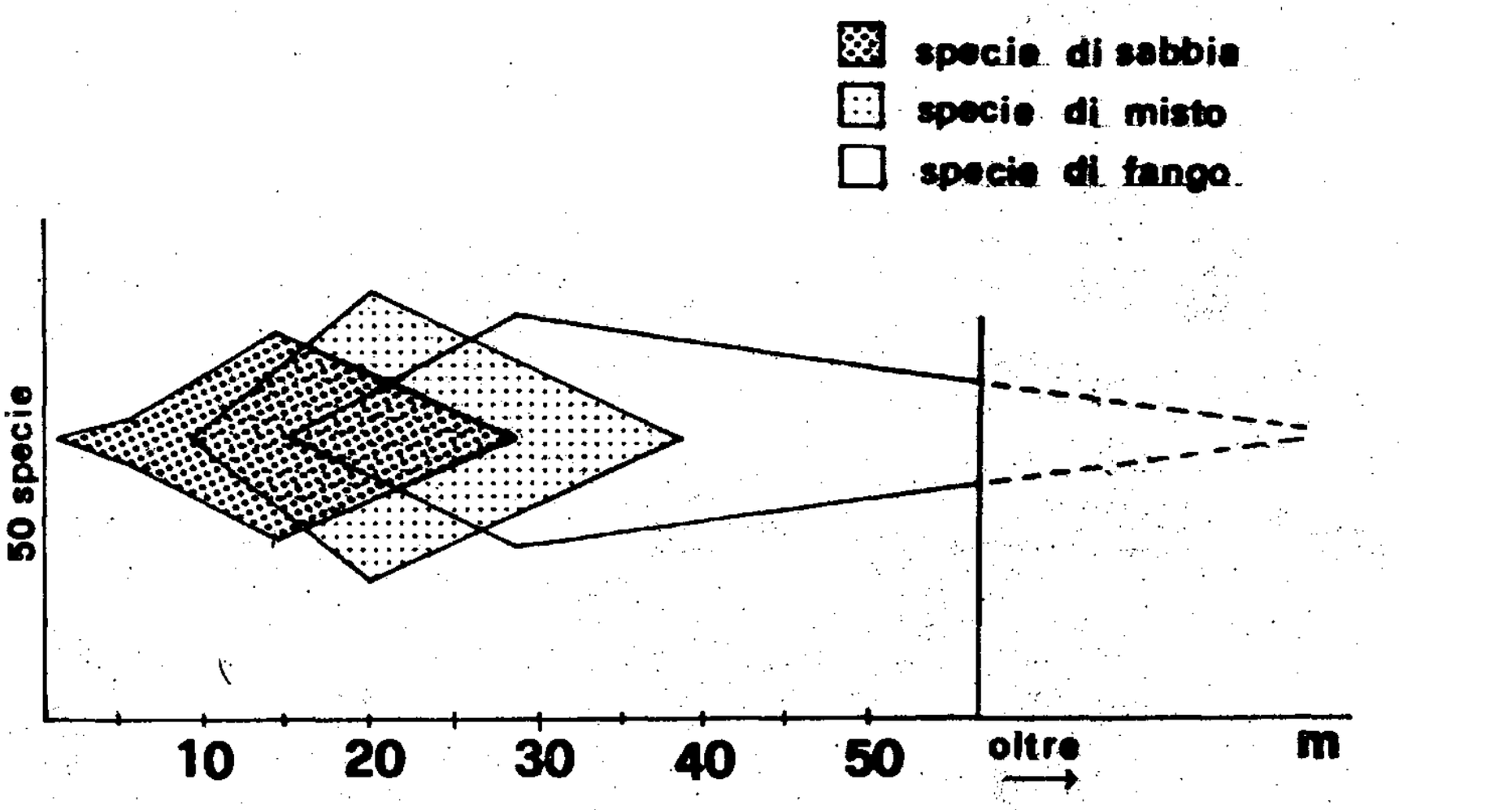


Fig. 5 - Schema di sostituzione delle specie lungo il gradiente di profondità (costa-largo) (da Gambi *et al.*, in stampa).

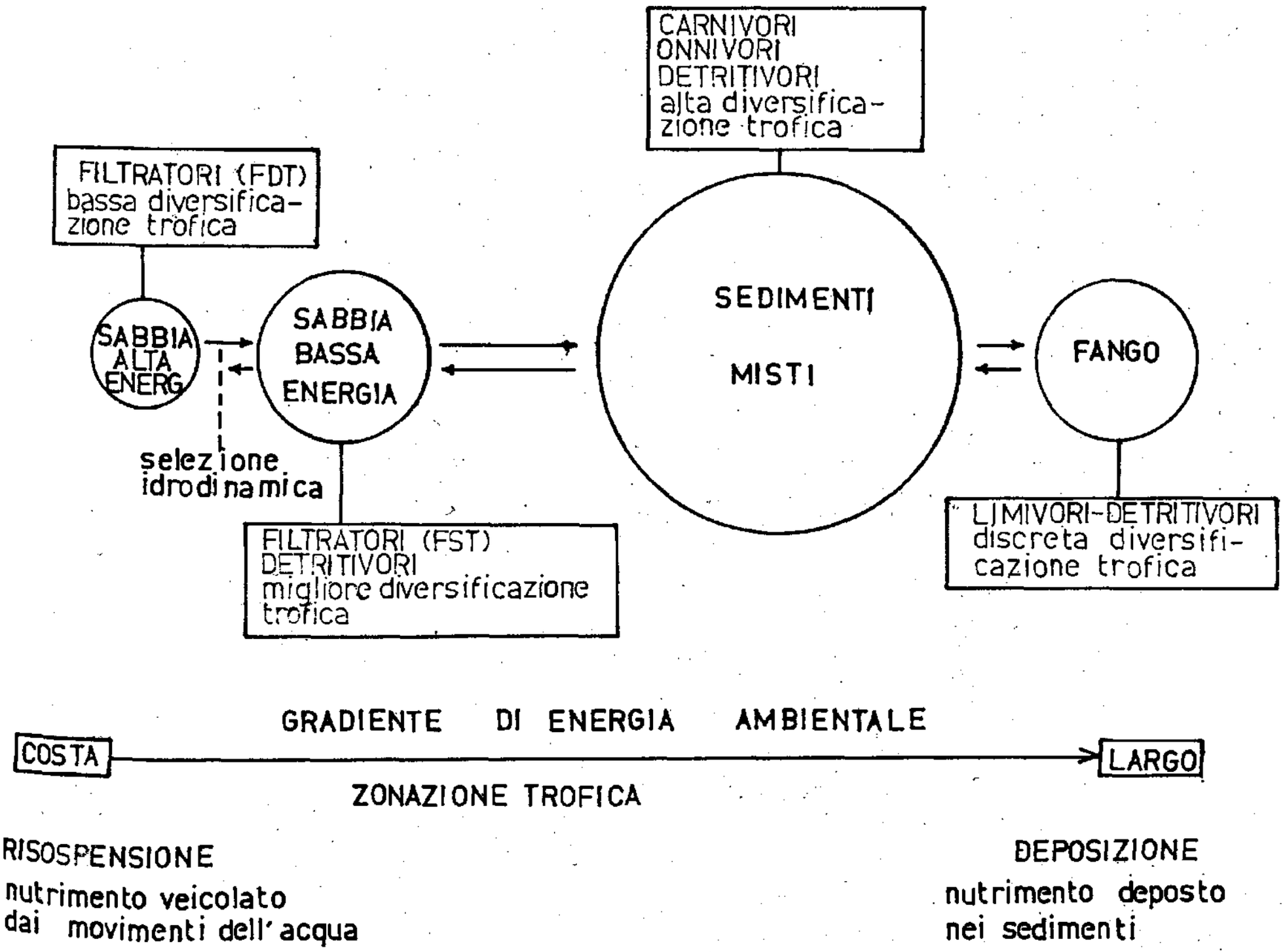


Fig. 6 - Schema di zonazione delle categorie trofiche dei Policheti nei fondi mobili del Golfo di Salerno, disegnato utilizzano come base il modello di zonazione strutturale della comunità proposto da Gambi *et al.* (in stampa).

l'analisi delle variabili quali-quantitative del popolamento (GAMBI *et al.*, in stampa).

L'adattamento funzionale della comunità di Policheti nei fondi mobili del Golfo di Salerno è perciò, come quello strutturale, sotto il controllo dello stesso complesso di fattori; questi ultimi sono sintetizzati in un gradiente di energia ambientale (idrodinamica) che viene percepito da questi organismi principalmente come cambiamento nelle caratteristiche dei sedimenti.

Summary

Polychaetes collected on the soft-bottoms in the Gulf of Salerno (Tyrrhenian sea) were grouped into «feeding guilds». These trophic groups have been briefly described and their distribution, along the depth gradient from the coast to the open sea, has been analyzed. In the sandy shallowest area, the community was dominated by filter-feeders characterized by Owenia fusiformis, *in the upper horizont, and by some species of Sabellidae (*Chone *spp.) in the deeper area. In the intermediate zone, characterized by sandy-mud sediments, the community showed the highest trophic diversification; the deposit-feeders and burrowers increased as well as the carnivores and omnivores ones, while the filter-feeders strongly decreased. In the deeper areas (below 50 m depth), characterized by muddy sediments, the community was composed mostly by burrowers of both sessile and motile species. Each group, therefore, showed a characteristic trend proceeding from the coast to the open sea and a trophic zonation could be recognized.*

This zonation reproduced a very similar pattern in comparison to that obtained by the analysis of the species distribution. This fact suggests that the functional (trophic) and structural adaptability of the Polychaetes community are under the influence of the same factors, which can be summarized mainly as changes in the sediment characteristics.

Riassunto

I Policheti prelevati in 43 stazioni dei fondi mobili del Golfo di Salerno, sono stati raggruppati in «categorie trofiche». Di queste categorie viene riportata una breve descrizione ed analizzata la variazione percentuale e la distribuzione lungo un gradiente di profondità (costa-largo). La zona sabbiosa più costiera (2-15m) è caratterizzata dalla dominanza dei filtratori rappresentati, nell'orizzonte superiore (2-5 m) da *Owenia fusiformis* e sostituiti più in profondità (5-15 m) da alcune specie di Sabellidae (*Chone* spp.).

Nelle zone intermedie, caratterizzate da sedimenti misti, la comunità a Policheti si presenta funzionalmente più diversificata (diversità trofica $\overline{H}$'), con un aumento soprattutto di carnivori (CMA), onnivori, detritivori (DSS) e limivori (LMT, LDT, LSS). Nella zona oltre 50 m di profondità caratterizzata da sedimenti fangosi, la comunità è costituita soprattutto da limivori ed, in minor misura, da detritivori mentre scompaiono i

filtratori. Procedendo lungo un gradiente di profondità ciascun gruppo mostra quindi una distribuzione caratteristica e si può osservare una vera e propria «zonazione trofica» del popolamento. Questa zonazione mostra una notevole affinità con quella rilevata analizzando le variabili quali-quantitative della comunità. Questo suggerisce che sia l'adattamento funzionale (trofico) che quello strutturale del popolamento a Policheti, sono sotto il controllo dello stesso complesso di fattori. Questi ultimi possono essere ricondotti principalmente ad un gradiente di energia ambientale (idrodinamica) che si sviluppa dalla costa verso il largo e che è percepito dai Policheti principalmente come cambiamento nelle caratteristiche dei sedimenti.

Bibliografia

BLEGVAD H. (1914) - Food and conditions of nourishment among the communities of invertebrate animals found on or in the sea bottom in Danish waters. *Report Danish Biological Station*, **22**: 41-78.

BUHR K.J. (1976) - Suspension feeding and assimilation efficiency in *Lanice conchylega* (Polychaeta). *Marine Biology*, **38**: 373-383.

COLOGNOLA R., LABANCHI L., FRESI E., CHESSA L.A. (1983) - Distribuzione degli Echinodermi nei fondi mobili del Golfo di Salerno: aspetto invernale. *Nova Thalassia*, Atti XV Congr. S.I.B.M., in press.

FAUCHALD K., JUMARS P. (1979) - The diet of the worms: a study of Polychaete feeding guilds. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.*, **17**: 193-284.

GAMBI M.C., GIANGRANDE A., FRESI E. (1982) - Gruppi trofici dei Policheti di fondo mobile: un esempio alla foce del Tevere. *Boll. Mus. Ist. Biol. Univ. Genova*, **50** suppl.: 202-207.

GAMBI M.C., GIANGRANDE A. (1984) - Distribution of feeding guilds of the soft-bottom Polychaetes in the Gulf of Salerno (Tyrrhenian sea). *Rapp. Comm. Int. Exp. Mer. Medit.* Lucerna, in press.

GAMBI M.C., GIANGRANDE A. (in stampa) - Analisi della distribuzione dei Policheti in due aree del Mar Tirreno. *Mem. Oceanogr. Biol. Mar. Messina.*

GAMBI M.C., GIANGRANDE A., FRESI E. (1983) - I Policheti dei fondi mobili del Golfo di Salerno: ipotesi di un modello di distribuzione generale. *Nova Thalassia*. Atti XV Congr. S.I.B.M. in press.

GIANGRANDE A., GAMBI M.C. (1984) - Distribution of soft-bottom Polychaetes in the Gulf of Salerno (Tyrrhenian sea). *Rapp. Comm. Int. Exp. Mer Medit.* Lucerna, in press.

GRAY J.G. (1974) - Animal-sediment relationships. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.*, **12:** 223-261.

GRAY J.G. (1981) - Ecology of marine sediments. Cambridge Studies in Marine Biology **2:** 185.

KNOX G.A. (1977) - The role of Polychaetes in benthic soft-bottom communities. Essays on Polychaetous Annelids in memory of Olga Hartman. *Allan Hancock Found. Univ. of Southern California*: 547-604.

MAGGIORE F., LORENTI M., FRESI E. (1983) - Distribuzione di alcuni Peracaridi (Cumacea, Tanaidacea, Isopoda) di fondo mobile nel Golfo di Salerno. *Nova Thalassia.* Atti XV Congr. S.I.B.M., in press.

MAURER D., LEATHEM W. (1981) - Polychaete feeding-guilds from George Bank USA. *Marine Biology*, **62**: 161-171.

MAURER D., LEATHEM W., MENZIE C. (1981) - The impact of drilling fluid and well cuttings on Polychaete feeding-guilds from the US Northeastern Continental Shelf. *Mar. Poll. Bull.*, **12** (10): 342-347.

MINERVINI R., FRESI E., MANCONI R. (1983) - Distribuzione dei Crostacei Decapodi nei fondi mobili del Golfo di Salerno. *Nova Thalassia.* Atti XV Congr. S.I.B.M., in press.

RHOADS D.C., YOUNG D.K. (1970) - The influence of deposit-feeding organisms on sediment stability and community trophic structure. *J. Mar. Res.*, **28**: 150-170.

RUSSO G.F., FRESI E. (1983) - Distribuzione invernale della Malacofauna nei fondi mobili del Golfo di Salerno. *Nova Thalassia.* Atti XV Congr. S.I.B.M., in press.

TAGHON G.L., NOWELL A.R.M., JUMARS P. (1980) - Induction of suspension feeding in Spionid Polychaetes by high particulate fluxes. *Science*, **210:** 562-564.

OEBALIA 1985, vol. XI, N.S.: 241-252 *ISSN 0392-6613*

R. VACCARELLA G. MARANO G. BELLO

Laboratorio Provinciale di Biologia Marina
Molo Pizzoli - Bari - Italy

EUNICIDI E NEREIDI DEL BACINO PORTUALE DI BARI

Abstract

Eunicids and Nereids of the harbour of Bari (Italy).

Eunicids and Nereids communities from the stone piers of the habour of Bari (Adriatic Sea) have been examined.

Key words: Polychaeta, Eunicidae, Nereidae, fouling, Adriatic Sea.

Introduzione

Da alcuni anni sono in corso osservazioni sugli organismi fouling presenti nel porto di Bari (Basso Adriatico). I risultati relativi a molluschi, crostacei, ascidiacei ed anellidi sedentari sono stati già riportati in precedenti lavori (MARANO *et al.*, 1980; VACCARELLA *et al.*, 1977; PASTORE & VACCARELLA, 1977; TURSI *et al.*, 1979; VACCARELLA & PASTORELLI, 1982); nella presente nota si riportano i dati riguardanti i policheti erranti delle famiglie Eunicidae e Nereidae.

All'epoca dell'indagine, nel bacino portuale di Bari, costituito da una ampia area più esterna e da alcuni bacini minori, si versavano le acque di fogna provenienti da gran parte della città (circa 250.000 abitanti), non sottoposte ad alcun trattamento. Altre fonti di inquinamento erano rappresentate dalle operazioni di carico di idrocarburi eseguite sul molo petroli e dallo scarico delle acque provenienti dalle stalle per equini, ubicate sulla banchina della Dogana.

L'intero bacino presentava un inquinamento prevalentemente organico il quale, a causa delle correnti interne influenzate dai venti dominanti del IV quadrante, diveniva più acuto nelle zone di ristagno ed accumulo del materiale organico.

Materiali e metodi

In n. 5 stazioni (Fig. 1) scelte sulla base delle caratteristiche chimico-fisiche e batteriologiche dell'acqua, sono stati effettuati grattaggi integrali su superfici di 25 × 25 cm

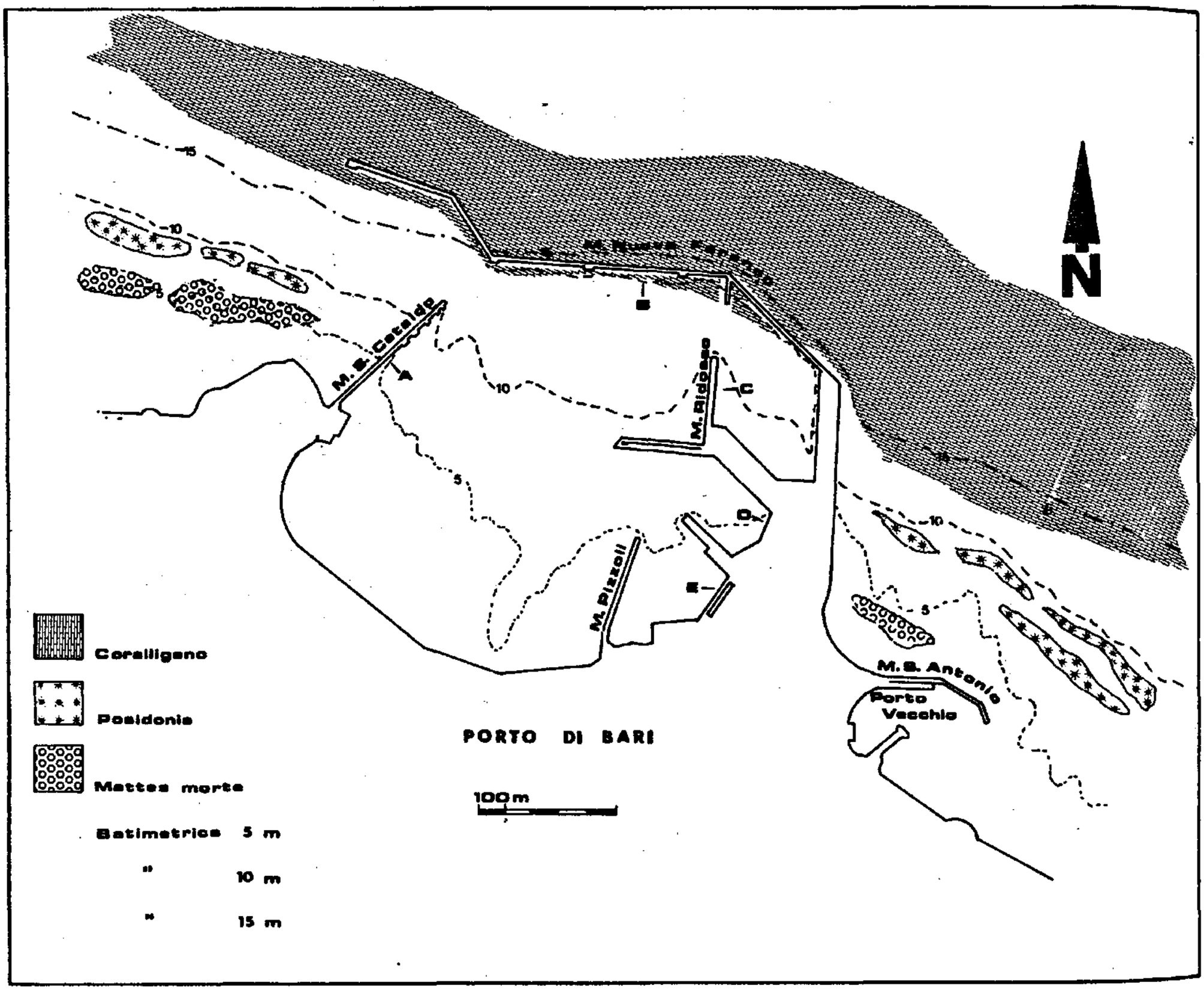


Fig. 1 - Porto di Bari.

dalle pareti dei moli. I nove campionamenti mensili sono stati eseguiti alla profondità di 1, 3, e 5 m nelle prime tre stazioni e a 1 e 3 m nelle stazioni più interne, dal febbraio 1976 al gennaio 1977; per motivi tecnici non sono stati effettuati in aprile, agosto e novembre. È stato eseguito un totale di 117 prelievi.

Il materiale raccolto è stato selezionato su retino con maglia da 1 mm.

Per ulteriori dettagli sulle metodologie adottate e sulla situazione portuale, si rimanda a VACCARELLA *et al.* (1977).

Risultati

In Tab. 1 è riportato l'elenco delle specie ritrovate nel corso della ricerca, con il numero di individui riscontrato ai diversi livelli batimetrici di ciascuna stazione. Tali risultati sono sintetizzati graficamente in Fig. 2.

Tab. 1 - Elenco delle specie con numero di individui per stazione e livello batimetrico.

SPECIE		STAZIONE E PROFONDITÀ (m)													TOT.
		A			B			C			D		E		
		1	3	5	1	3	5	1	3	5	1	3	1	3	
Nereis caudata (DELLE CHIAJE)		11	7	3	1	2	1	33	11	4	338	154	77	41	683
N. diversicolor O.F. MÜLLER		—	1	1	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	3
N. irrorata (MALMGREN)		—	—	—	—	—	—	3	1	—	—	—	—	—	4
N. rava EHLERS		—	—	—	—	—	1	—	—	1	—	—	—	—	2
N. zonata MALMGREN		3	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	5
Ceratonereis costae GRUBE		9	9	33	1	—	—	13	3	18	—	—	—	—	86
C. hircinicola (EISIG)		2	15	6	—	—	1	4	—	—	—	—	—	—	28
Leptonereis glauca CLAPARÈDE		—	1	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3
Perinereis cultrifera (GRUBE)		2	1	—	—	—	—	—	1	—	2	—	—	—	6
Platynereis dumerili (AU. & MIL. - E.)		2	2	2	6	3	—	29	4	—	4	—	—	—	52
Totale Nereidae	per profondità	29	36	47	8	5	3	85	20	23	344	154	77	41	872
	per stazione		112			16			128			498		118	
Eunice harassii (AUD. & MIL. - EDW)		1	—	3	—	—	3	—	—	—	—	3	—	—	10
E. aphroditois (PALLAS)		—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
E. siciliensis GRUBE		—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
E. torquata QUATREFAGES		—	—	1	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	2
E. vittata (DELLE CHIAJE)		2	5	—	1	—	6	4	1	2	1	2	—	7	31
Marphysa fallax MARION & BOBRETZKI		1	—	3	—	—	2	—	—	—	2	1	—	—	9
M. sanguinea (MONTAGU)		3	2	3	—	2	6	—	—	—	—	—	—	—	16
Lysidice ninetta AUD. & MIL. - EDW.		2	—	29	1	1	7	—	1	5	—	—	—	—	46
Nematonereis unicornis (GRUBE)		2	—	4	—	2	4	—	—	—	—	—	—	—	12
Lumbriconereis impatiens CLAPARÈDE		9	12	37	—	2	3	9	9	17	2	32	—	3	135
Staurocephalus rudolphi (D. CHIAJE)		18	8	6	—	—	5	24	26	1	222	269	601	151	1331
S. rubrovittatus GRUBE		—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
Totale Eunicidae	per profondità	38	28	88	2	7	37	37	37	25	227	307	601	161	1595
	per stazione		154			46			99			534		762	
Tot. complessivo	per profondità	67	64	135	10	12	40	122	57	48	571	461	678	202	2467
	per stazione		266			62			227			1032		880	

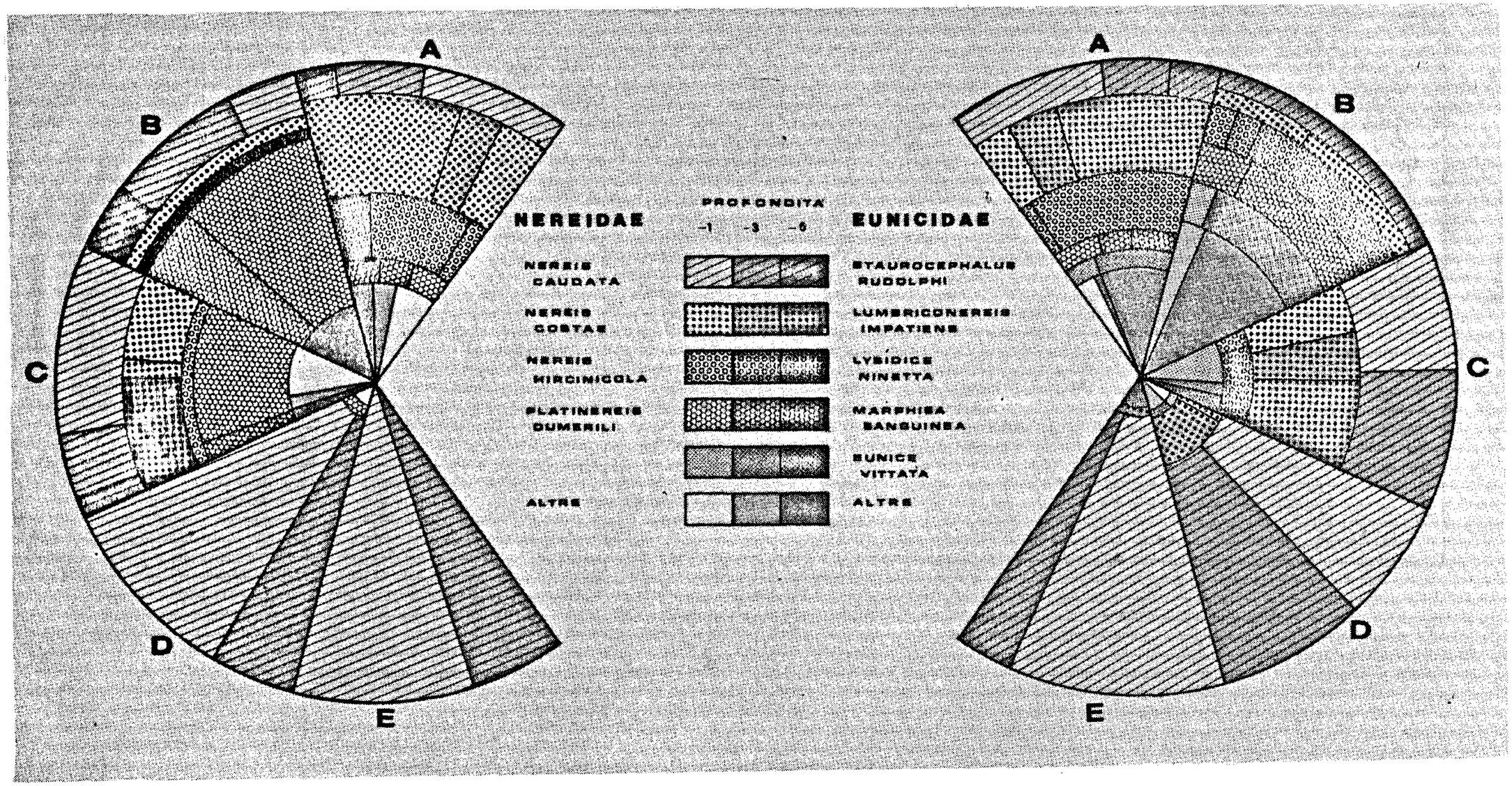


Fig. 2 - Composizione specifica per stazioni e profondità.

La varietà specifica nei diversi punti di prelievo è stata valutata con l'indice di diversità delle specie di Margalef: $d = S - 1 / \ln N$; vedi Tab. 2.

I valori delle densità medie per le stazioni (ind./dm^2) sono riferiti in Tab. 3.

Col test del χ^2 (Tab. 4) sono state valutate le differenze fra le densità totali di Eunicidi e Nereidi (senza tener conto della composizione specifica) nei vari punti di prelievo.

La Fig. 3 rappresenta la «distanza» inverso dell'indice di affinità di Sorensen:

$$I = \frac{2c}{p + q}$$

Tab. 2 - *Indice di diversità delle specie di Margalef* $d = \frac{S - 1}{\ln N}$

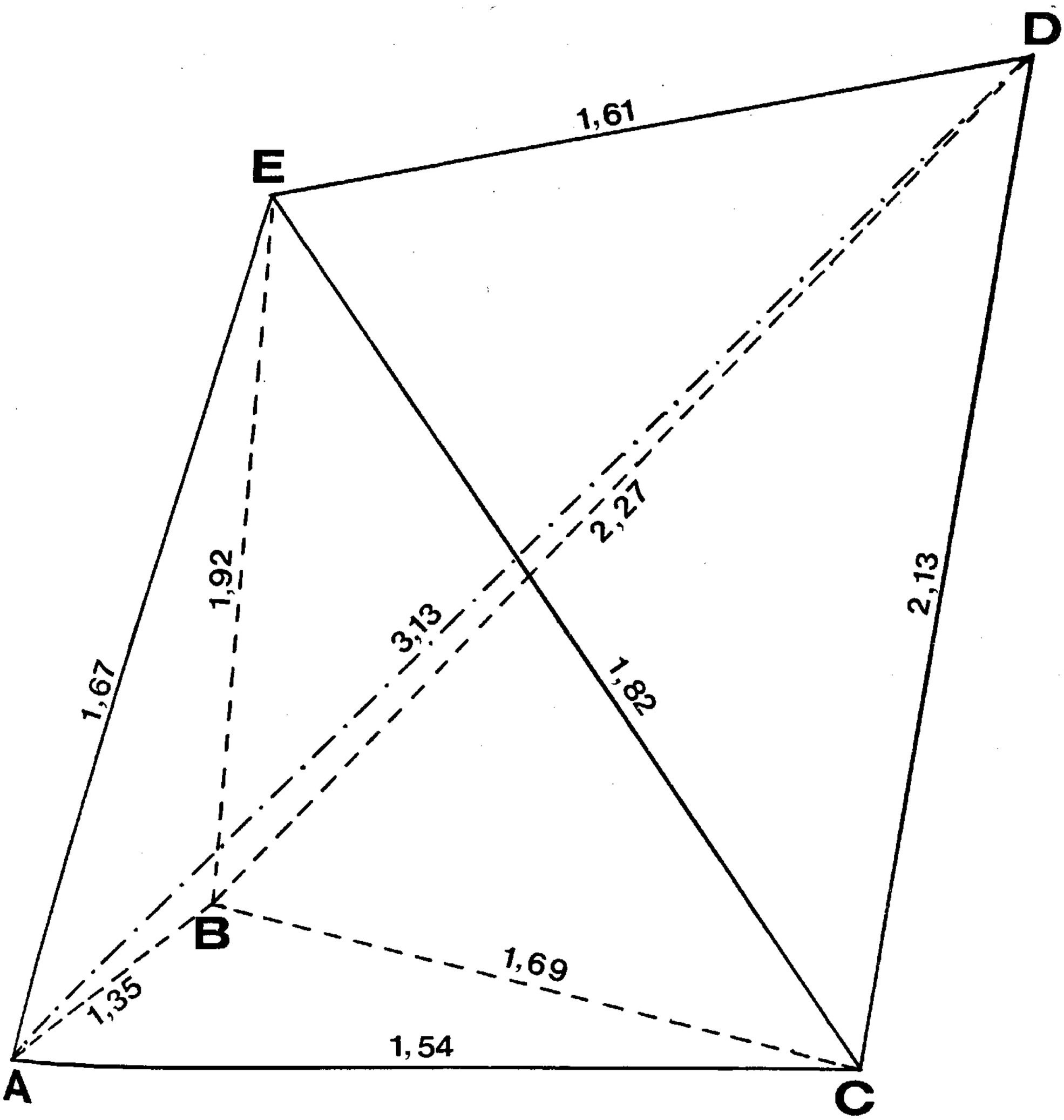
PROFONDITÀ	STAZIONE A	B	C	D	E
—1 m	3,09	1,74	1,87	0,95	0,15
—3 m	2,64	2,01	1,98	0,82	0,56
—5 m	3,06	2,98	1,55		

Tab. 3 - *Densità media (ind./dm^2) di Eunicidi e Nereidi alle cinque stazioni.*

STAZIONE	A	B	C	D	E
Eunicidae	1,03	0,31	0,66	4,75	6,77
Nereidae	0,75	0,11	0,85	4,43	1,05
TOTALE	1,78	0,42	1,51	9,18	7,82

Tab. 4 - *Analisi della variabilità.*

TIPO DI VARIABILITÀ		χ^2	gradi di libertà	livello fiduciale (P%)
tra le cinque stazioni al livello	—1 m	1136,11	4	> 99,0
tra le cinque staz. al livello	—3 m	715,01	4	> 99,9
tra le stazioni A, B, C al livello	—5 m	74,70	2	> 99,9
tra i livelli —1 m / —3 m alla stazione	A	0,07	1	< 90
tra i livelli —1 m / —3 m alla stazione	B	0,18	1	< 90
tra i livelli —1 m / —3 m alla stazione	C	23,60	1	> 99,9
tra i livelli —1 m / —3 m alla stazione	D	11,72	1	> 99,9
tra i livelli —1 m / —3 m alla stazione	E	257,47	1	> 99,9
tra i livelli —3 m / —5 m alla stazione	A	25,33	1	> 99,9
tra i livelli —3 m / —5 m alla stazione	B	15,08	1	> 99,9
tra i livelli —3 m / —5 m alla stazione	C	0,77	1	< 90



$$d = \frac{1}{\text{indice di Sørensen}}$$

Fig. 3 - Distanza tra stazioni.

fra le comunità dei policheti in questione alle cinque stazioni considerate globalmente;

Lo stesso indice è stato adoperato per verificare le affinità fra i diversi punti di prelievo, quindi i valori risultanti sono stati sottoposti ad analisi differenziale (DAJOZ, 1977) al fine di definire i gruppi di maggiore affinità (Fig. 4).

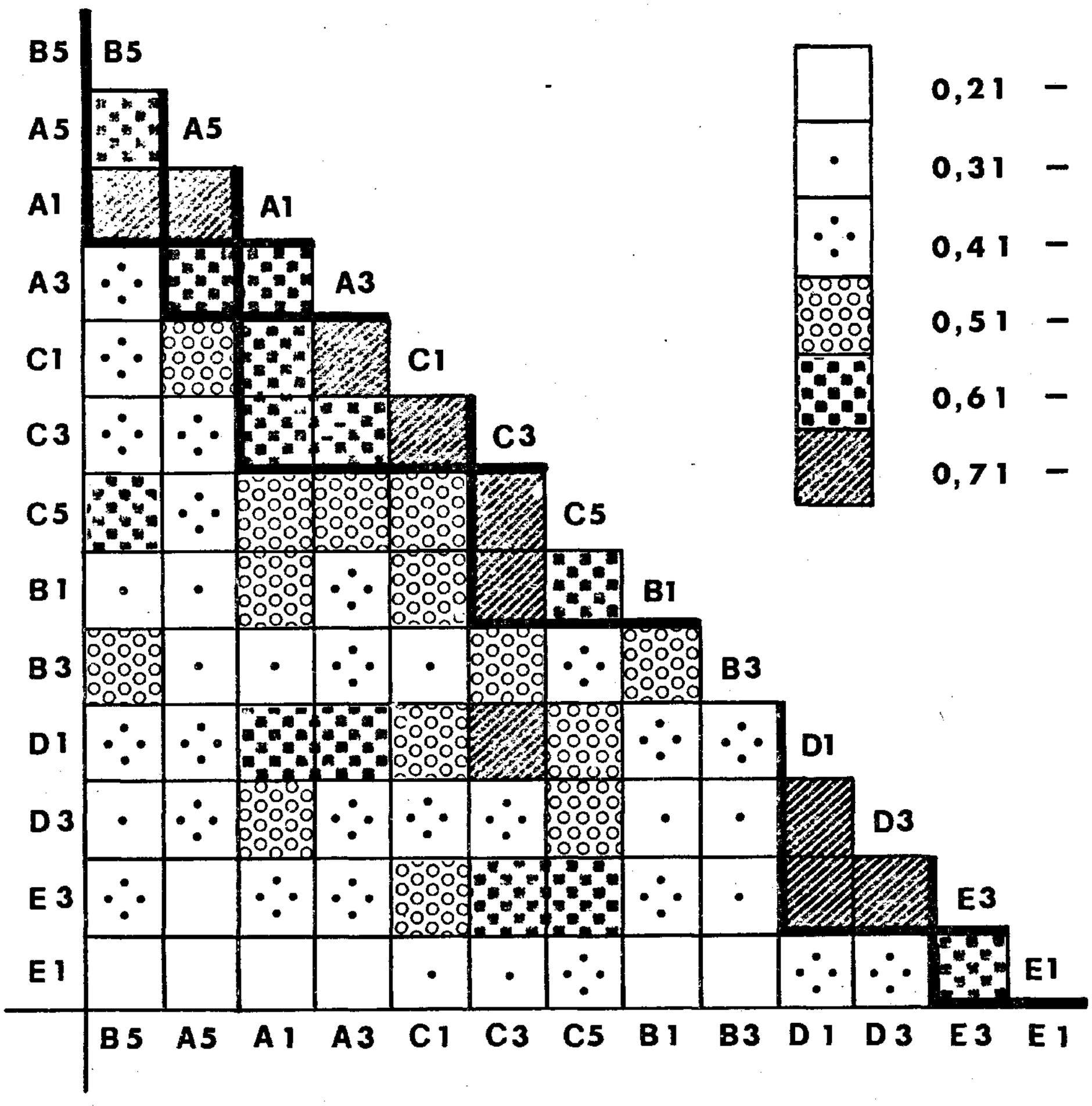


Fig. 4 - Raggruppamento dei punti di prelievo secondo gli indici di affinità biocenotica. Nel graticciato la lettera e la cifra indicano rispettivamente la stazione ed il livello batimetrico di prelievo.

Fra le stazioni esaminate quelle più interne, D ed E, risultavano le più inquinate (azoto tot. come N = 20 — 30 mg/l, fosforo tot. come P = 5 — 10 mg/l, BOD_5 = 100 — 200 mg/l, saturazione di 0_2 = 60 — 80%, > 1100 coli fecali / 100 ml.).

Le stazioni A e C risultavano meno inquinate e la stazione B, ubicata vicino all'imboccatura del porto e ad alcune falle presenti nello stesso molo foraneo, era influenzata dall'inquinamento in minore misura.

Discussione

Sono state rinvenute dodici specie di Eunicidi e dieci di Nereidi, le quali presentano una distribuzione differente nelle cinque stazioni esaminate.

Risulta evidente dalla Tab. 1 una riduzione progressiva del numero delle specie nelle prime tre stazioni; nelle staz. D ed E, le più degradate, tale riduzione è più marcata. In particolare le specie di Eunicidi nella staz. E sono solo tre, mentre la stazione D ne ospita dodici; di queste *Eunice vittata* e *Lumbriconereis impatiens* assommano solo a pochi esemplari mentre *Staurocephalus rudolphi* rappresenta il 98,69% degli esemplari raccolti.

Per i Nereidi si assiste ad una riduzione del numero delle specie ancora più evidente nelle staz. D ed E; si passa infatti da nove nella staz. C a tre nella staz. D, dove anche in questo caso, una sola specie, *Nereis caudata*, rappresenta il 98,80% del numero degli esemplari raccolti e la stessa risulta l'unica specie presente nella staz. C.

Nella staz. A è presente una tipica comunità fouling rappresentata da *Mytilus galloprovincialis*, *Balanus amphitrite*, *Hydroides elegans* e *Ciona intestinalis*. Qui è stato raccolto il maggior numero di specie tra le quali coabitano quelle di ambiente portuale ed acque torbide come *N. caudata* e *S. rudolphi* e quelle di ambiente coralligeno e di prateria di posidonia come *Ceratonereis costae* e *Lysidice ninetta*.

La presenza di specie di ambiente non degradato si spiega osservando la natura dei fondali limitrofi (Fig. 1).

Infatti il Molo S. Cataldo insiste su una prateria di *Posidonia oceanica*, nella quale sono anche state eseguite osservazioni di confronto (VACCARELLA *et al.*, 1981) mentre il nuovo molo Foraneo è ubicato su fondali che ospitano la biocenosi coralligena che si ritrova da 12 a 14 m di profondità (SARÀ, 1967).

Nella staz. B, localizzata su quest'ultimo molo, è presente una facies a *Mytilus galloprovincialis*. Il mollusco, a —1 e —3 m, rappresenta l'80% del numero degli organismi sessili; più in profondità diviene più rado ma con individui di taglia maggiore. Anche in questo caso si assiste alla riduzione numerica e specifica nel popolamento oligospecifico, dovuto all'assenza delle specie tipiche di ambiente portuale e quelle degli ambienti limitrofi, come già osservato da altri Autori in altri distretti geografici (PÉRÈS & BELLAN, 1972). Questa riduzione è più evidente tra i Nereidi, ove *Platynereis dumerili*, legata alla presenza dei molluschi, è la più frequente. Maggiore è il numero di specie di Eunicidi ritrovate soprattutto a —5 m dove i molluschi sono più radi.

Nella staz. C la comunità è caratterizzata oltre che da *Mytilus galloprovincialis* anche da *Ostrea edulis* e *Balanus trigonus*. Solo in questa stazione i Nereidi prevalgono sugli Eunicidi e per numero di specie e per densità. *P. dumerili* presenta la densità più elevata, rispetto alle altre stazioni.

Una facies a serpulidi con dominanza di *Vermiliopsis infundibulum* ed *Hydroides elegans* caratterizza la staz. D, in cui l'inquinamento organico diviene più acuto. In questa stazione *N. caudata* e *S. rudolphi* rappresentano il 95,81% degli anellidi raccolti.

Nella staz. E tra gli organismi incrostanti prevalgono i tunicati *Ciona intestinalis*, *Asci-*

diella aspersa e *Styela partita*, a cui si associano *B. amphitrite* e *B. eburneus*. I Nereidi sono presenti con una sola specie *N. caudata* mentre *S. rudolphi* è l'Eunicide più abbondante. L'elevata densità di queste due ultime specie è dovuta anche alla presenza dei giovani di *S. rudolphi* nel mese di ottobre e di *N. caudata* nei mesi di giugno e ottobre, il che conferma, per il Nereide, l'esistenza di due periodi riproduttivi, come già osservato in altri distretti geografici (Massé & Guérin, 1978).

Anche l'indice di Margalef (Tab. 2) evidenzia la presenza di comunità faunisticamente più diverse nelle stazioni esterne. Nella A, infatti, si osservano i valori più elevati dell'indice di diversità ad ogni livello batimetrico; in B l'indice aumenta di valore con la profondità parallelamente alla diminuzione della densità dei mitili e al miglioramento generale delle condizioni idriche; nelle stazioni più degradate (D ed E) lo stesso indice raggiunge valori minimi.

Di contro, la densità presenta i valori più alti proprio in queste ultime stazioni (Tab. 3); anche il test del χ^2 sottolinea le differenze di densità fra i diversi punti di prelievo. Solo fra i livelli —1/—3 nelle staz. A e B e —3/—5 nella C, non vi sono differenze significative.

Si verifica, anche in questo caso, che al peggiorare delle condizioni ambientali si riduce la diversità faunistica mentre aumenta la densità delle poche specie presenti.

Infine, per quel che concerne le affinità biocenotiche tra le cinque stazioni, la Fig. 3 evidenzia una certa affinità fra la staz. B, la meno degradata, e le staz. A e C mediamente inquinate.

Il grafico a graticciata della Fig. 4 mette in rilievo che tali affinità non riguardano comunque tutti i livelli batimetrici; ad esempio il livello —3 della staz. D non è particolarmente affine ad alcun altro livello di alcuna stazione. Peraltro è evidente l'esistenza di gruppi ben definiti di punti di prelievo fra loro affini, che spiegano l'affinità generale fra le varie stazioni summenzionate; così il basso valore di «distanza» fra A e B (Fig. 3) è dovuto all'elevato indice esistente fra il livello più superficiale della prima e quello più profondo della seconda. Inoltre tali gruppi presentano a loro volta una parziale sovrapposizione a definire due sovragruppi di affinità biocenotica più ampi: il primo fra alcuni livelli delle staz. A, B, C, il secondo fra le D ed E.

Quanto appena esposto è confermato anche per i singoli gruppi sistematici sinora presi in considerazione: Anellidi sedentari (Vaccarella & Pastorelli, 1982); Crostacei Decapodi (Pastore & Vaccarella, 1977); Cirripedi (Vaccarella *et al.* 1977); Ascidiacei (Tursi *et al.*, 1979), oltre che da osservazioni condotte su un insieme di alcuni gruppi (Marano *et al.*, 1976; 1980). Ovviamente vi sono differenze distribuzionali fra i diversi taxa e quindi differenze nelle affinità biocenotiche fra i diversi punti di prelievo.

Tuttavia anche detti lavori riconfermano l'individuazione di due supergruppi di stazioni (A, B, C e D, E) e la peculiarità della staz. B che si distacca dalle altre, in quanto ambiente di transizione fra un ambiente degradato e quello portuale.

Attualmente lo scarico della fogna nel porto è stato disattivato, per cui una nuova serie di prelievi è stata programmata al fine di osservare l'evoluzione delle biocenosi portuali determinata dal risanamento ambientale.

Summary

Eunicids and Nereids (Polychaeta, Errantia) communities from the stone piers of the harbour of Bari (Adriatic Sea) have been examined. In the year 1976-77, when the survey was conducted, the port still received part of the city sewage which caused high levels of organic pollution.

The samples, repeated in nine months, were collected by scuba divers at three depth levels (1, 3, 5 m) of five stations from 25 × 25 cm surfaces.

Differences in the structure of the annelids communities and in the densities were pointed out. The coenotic affinities among the sampling points were examined: the families Eunicidae and Nereidae show a pattern similar to the one already observed for other taxa. In the stations with the highest degree of pollution, the most resistent species were Nereis caudata *and* Staurocephalus rudolphi, *which make up over 95% of the collected specimens.*

Riassunto

Gli Autori hanno esaminato le comunità di Eunicidi e Nereidi (Polychaeta: Errantia) presenti sui moli del porto di Bari. All'epoca dell'indagine (1976-77), il bacino era interessato dalla discarica delle acque fognali che determinavano un inquinamento prevalentemente di tipo organico.

I campioni, replicati per nove mesi, furono prelevati da n. 5 stazioni a tre livelli batimetrici: —1, —3, —5 m, mediante immersione subacquea, da superfici di 25 × 25 cm.

Sono state messe in evidenza le differenze strutturali delle comunità ad anellidi nelle diverse stazioni e le differenze di densità. La valutazione delle affinità fra i diversi punti di prelievo, pur limitatamente alle famiglie Eunicidae e Nereidae, evidenzia l'esistenza di raggruppamenti simili a quelli già osservati per altri taxa.

Nelle stazioni più influenzate dall'inquinamento, le specie più resistenti sono risultate *Nereis caudata* e *Staurocephalus rudolphi*, che rappresentano complessivamente oltre il 95% degli individui raccolti.

Bibliografia

DAJOZ R. (1977) - Manuale di ecologia. Isedi, Milano: 1-567.

MARANO G., VACCARELLA R., IAFFALDANO D., BELLO G. (1976) - Bacino portuale di Bari: Comunità del benthos sessile. *Oebalia*, **2** (2): 55-70.

MARANO G., VACCARELLA R., PASTORELLI A.M., ROSITANI L. (1980) - Osservazioni sul popolamento a *Mytilus galloprovincialis* Lam. nel porto di Bari. *Oebalia*, **6**: 41-51.

MASSÉ H., GUÉRIN D.P. (1978) - Etude expérimentale sur recrutement des espèces de la macrofaune benthique des substrats meubles. 2. Donnée sur les cycles biologiques des Polychètes et des bivalves. *Téthys*, **8** (3): 283-294.

PASTORE M., VACCARELLA R. (1977) - Crostacei Decapodi del porto di Bari. *Oebalia*, 3: 33-63.

PÉRÈS J.M., BELLAN G. (1972) - Aperçu sur l'influence des pollutions sur les peuplements benthiques. In M. RUIVO Ed., Marine pollution and sea life. Fishing News, London: 375-386.

SARÀ M. (1967) - Un coralligeno di piattaforma (coralligène de plateau) lungo il litorale pugliese. *Arch. Ocean. Limn.*, **15** suppl.: 139-150.

TURSI A., VACCARELLA R., MATARRESE A. (1979) - Distribuzione degli Ascidiacei nel porto di Bari. *Mem. Biol. Mar. Oceanogr.*, **9** (6): 185-202.

VACCARELLA R., MARANO G., CASAVOLA N. (1977) - i Balani del porto di Bari. Atti IX Congr. SIBM, Lacco Ameno d'Ischia 1977: 451-461.

VACCARELLA R., PASTORELLI A.M. (1982) - Bacino portuale di Bari: Policheti sedentari. *Oebalia*, **8**: 49-62.

VACCARELLA R., PASTORELLI A.M., DE ZIO V. (1981) - Metodologie di prelievo: popolamenti a Policheti in «mattes» di Posidonia. *Thalassia Salentina*, **11**: 109-119.

OEBALIA 1985, vol. XI, N.S.: 253-266 *ISSN 0392-6613*

M. GHERARDI E. LEPORE M. SCISCIOLI
Istituto di Zoologia e Anatomia Comparata - Università - Via Amendola 165/A - Bari - Italy

RICOLONIZZAZIONE DI SUBSTRATI DURI DA PARTE DI ANELLIDI POLICHETI (SERPULOIDEI ESCLUSI)

Abstract

Hard substrata settlement by Annelida Polychaeta (except serpuloidea).

The authors analyzed the phenomenon of repopulation of hard substrata by Annelida Polychaeta in the Mar Piccolo in Taranto (Italy). The Polychaeta populations of the hard substrata were compared to those found on natural substrata, in relation to some experimental factors such as depth and season. The variables analyzed were: number of species, diversity (Shannon index) and evenness.

Key-words: Annelida Polychaeta - Repopulation - Ionian Sea.

Introduzione

I Policheti sono generalmente ritenuti buoni indicatori dell'influenza che le variazioni dei fattori fisici e l'inquinamento esercitano sullo zoobenthos in particolari ambienti, come le lagune (Bonvicini Pagliai & Cognetti, 1982) ed i porti (Cognetti & Talierco, 1970; Cognetti, 1972; 1975; Cantone & Pilato, 1980; Zunarelli Vandini & Cognetti Varriale, 1981) ed è stato anche messo in evidenza il loro ruolo determinante nella struttura delle comunità di vari ambienti (Dauer & Simon, 1976a; b; Guerin & Massé, 1978; Fresi *et al.*, 1983; 1984).

Pertanto, nell'ambito di uno studio che tende ad operare un raffronto fra le comunità naturali e quelle che si instaurano su substrati ricolonizzati, si è preso in esame un popolamento a Policheti di substrato duro del Mar Piccolo di Taranto, area che, per le sue particolari caratteristiche ecologiche, è sottoposta, spesso, a fenomeni di eutrofizzazione ed inquinamento (Tursi *et al.*, 1974; 1982).

Materiali e Metodi

La fase attuale della ricerca fa seguito ad una precedente indagine sulle comunità naturali instauratesi sui piloni di un pontile ubicato nella stazione di Buffoluto (Mar Piccolo di Taranto).

Nella prima fase di osservazioni sono state esaminate 4 coppie di transetti verticali (una per ogni stagione) e ciascun transetto è stato suddiviso in 9 superfici di 20×30 cm, a partire dalla superficie fino a —2,70 m. Il materiale è stato asportato mediante grattaggio, secondo le metodiche riportate in precedenti lavori (GHERARDI *et al.*, 1982; TURSI *et al.*, in corso di stampa).

Nella seconda fase, a distanza di un anno, si è nuovamente proceduto, con periodicità stagionale, al grattaggio di 4 degli 8 transetti precedentemente esaminati e, contemporaneamente, si è operato il grattaggio di 4 nuovi transetti non sottoposti a prelievi precedenti. Questo, allo scopo di effettuare un confronto tra le associazioni bentoniche naturali e quelle insediatesi dopo un anno di ricolonizzazione.

Per l'analisi del popolamento, ai dati quantitativi sono stati applicati i coefficienti di dominanza (GUILLE, 1970) e di Sørensen (DAJOZ, 1977) e gli indici di Shannon-Weaver ed evenness (DAGET, 1976).

Risultati

I 5416 esemplari di Anellidi Policheti raccolti appartengono a 54 taxa; nel numero complessivo degli effettivi non sono compresi i Serpulidi, sempre molto numerosi e, spesso, in condizioni tali da non poter dare un'indicazione attendibile del loro reale numero.

Delle 15 famiglie individuate, quella presente con il maggior numero di individui è Nereidae che rappresenta il 60% circa del totale; un ruolo significativo è svolto anche dai Sillidi, dai Lumbrineridi e dagli Spionidi, rispettivamente con 11,35%, 8,05%, 8,03% del totale (Tab. 1).

Dei 54 taxa, di cui 35 appartengono agli Erranti e 19 ai Sedentari, 40 sono stati trovati nei campioni di substrato naturale e 42 in quelli di substrato ricolonizzato. La maggior parte delle specie (29) sono comuni ai due tipi di transetto, mentre quelle reperite esclusivamente sul substrato naturale sono soltanto 11 e 13 quelle sul ricolonizzato. L'unica specie rinvenuta in tutti i campioni è *Ceratonereis costae*, mentre sono numerose (19) le specie rinvenute in un solo campione con uno o due individui.

In ciascuno dei 72 campioni esaminati (9 profondità × 4 stagioni × 2 tipi di substrato) sono stati trovati Policheti, anche se con un numero molto variabile di specie (da un minimo di 2 ad un massimo di 28) e di esemplari (minimo 2, massimo 207) (Tabb. 3 e 4).

Dall'esame dei dati relativi al numero totale di esemplari trovati a ciascun livello di profondità risulta che, complessivamente, il maggior numero di individui si ha tra —60 e —120 cm (terzo e quarto livello); al di sotto di tali livelli i valori si mantengono grosso modo costanti e non sono molto differenti dai valori dei livelli superiori (Fig. 1, A).

Il numero degli individui sembra essere influenzato dalla stagionalità, in quanto in inverno e primavera c'è un forte incremento numerico degli individui (inverno: 1564, primavera: 1822) con valori molto più bassi nelle altre due stagioni (estate: 1026, autunno: 1004) (Fig. 1, B). Gli alti valori registrati nelle stagioni più fredde sono da ascrivere

Tab. 1 - *Numero di individui e dominanza quantitativa delle famiglie raccolte.*

FAMIGLIE	N° es.	%
Polynoidae	27	0,50
Phyllodocidae	9	0,17
Hesionidae	260	4,80
Syllidae	615	11,35
Nereidae	3215	59,36
Glyceridae	3	0,05
Eunicidae	7	0,13
Lumbrineridae	436	8,05
Dorvilleidae	21	0,39
Spionidae	435	8,03
Cirratulidae	82	1,51
Ophelidae	1	0,03
Capitellidae	7	0,13
Terebellidae	288	5,32
Sabellidae	10	0,18
TOTALI	5416	100,00

essenzialmente al più massiccio apporto numerico di individui che hanno popolato i substrati ricolonizzati. Situazione diametralmente opposta è quella riscontrata in estate, in cui la ricolonizzazione del substrato è stata minima (228).

Dall'esame della Tab. 2, in cui sono riportati i valori di dominanza media, ottenuti mediando i valori di dominanza parziale (che corrisponde al rapporto tra il numero totale di individui della specie considerata e il numero totale di individui di tutte le specie, espresso in percentuale) si osserva che solo 8 specie (*Syllidia armata, Syllis gracilis, Ceratonereis costae, Neanthes caudata, Lumbrineris inflata, Polydora* sp., Cirratulinae e *Terebella lapidaria*) si possono considerare dominanti avendo una $D_m \geqslant 1\%$ (SOYER, 1970). È da rilevare, però, che, nell'ambito di queste specie, *Ceratonereis costae* si discosta notevolmente dalle altre raggiungendo quasi sempre valori superiori al 50%. Se raffrontiamo i valori di D_m relativi ai campioni di substrato naturale e ricolonizzato, si riscontra che, tranne qualche rara eccezione (*Neanthes caudata, Syllidia armata,* Cirratulinae), sono le stesse specie a risultare dominanti su entrambi i tipi di substrato.

Per verificare l'esistenza di eventuali differenze qualitative tra i popolamenti dei due tipi di transetto, stagione per stagione, è stata calcolata l'affinità intercenotica mediante l'indice di Sørensen.

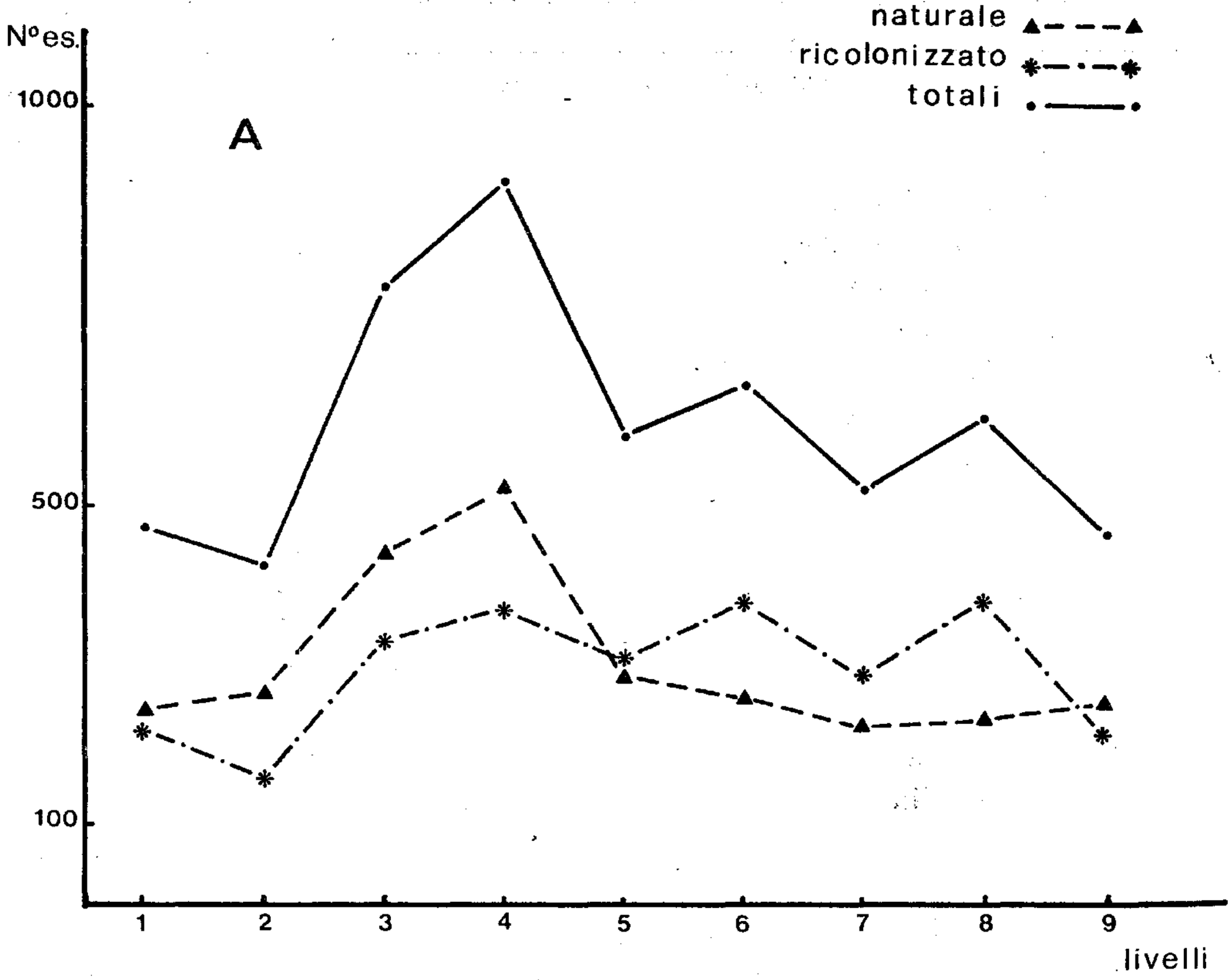


Fig. 1A - Variazione del numero complessivo di individui in relazione alla profondità.

Dall'analisi di tali dati, dal momento che i valori di affinità sono risultati uguali o superiori al 60%, è emersa un'omogeneità nella composizione specifica dei due tipi di substrato. Abbiamo, inoltre, operato il confronto sia nell'ambito delle stagioni sia in quello delle singole profondità e, da tale confronto, è risultato che i popolamenti hanno una notevole affinità intercenotica; le differenze esistenti in alcuni casi fra i singoli campioni sono probabilmente da attribuirsi alla casualità di rinvenimento.

Per lo studio della struttura del popolamento sono stati calcolati la ricchezza specifica (DAGET, 1976), l'indice di diversità e l'evenness e, sui dati ottenuti, è stata applicata l'analisi della varianza. Sulla base dei dati in nostro possesso, le ANOVA hanno dimostrato che i fattori sperimentali presi in esame non esercitano un'influenza significativa né sul numero di specie, né sulla diversità, né sull'evenness (Tabb. 5, 6, 7).

I valori medi di diversità e di evenness, rinvenuti nei 72 campioni esaminati, sono abbastanza elevati (rispettivamente 2,5 e 0,7), il che sta ad indicare che la comunità a Policheti da noi esaminata presenta un notevole grado di stabilità (Tabb. 3, 4).

Tab. 2 - Valori di dominanza media per stagione e tipo di substrato.

	INVERNO		PRIMAVERA		ESTATE		AUTUNNO	
	Nat.	Ric.	Nat.	Ric.	Nat.	Ric.	Nat.	Ric.
Polynoinae		0,71	0,40	0,07	0,11	1,23	0,28	0,22
Harmothoinae		0,13						
Lepidonotinae		0,13						
Harmothoe sp.						0,69	1,09	
Lagisca extenuata (Grube)							0,28	
Phyllodocinae		0,17		0,09		0,10	0,65	0,22
Eulalia sp.	0,13							
Hesionidae	0,51	0,61		0,61	0,97		0,40	0,61
Syllidia armata Quatrefages	6,31	7,97	0,68	2,70	4,19	1,93	2,87	2,37
Syllidae 1	0,10		0,21		0,06			0,14
Syllidae 2		0,05					0,12	0,77
Syllidae 3		0,26	0,44		0,23			0,34
Brania sp.		1,84	1,69	0,07				
Brania clavata (Claparède)	0,77						0,16	
Brania pusilla (Dujardin)		0,19	0,48	0,71	0,12			
Exogone sp.	0,94	1,31	1,15	1,54		0,21	0,36	0,44
Myrianida pinnigera (Montagu)	0,15	0,15	0,19	0,10			0,18	
Odontosyllis ctenostoma Claparède							0,12	
Syllis gracilis Grube	4,38	5,81	21,37	11,87	12,13	1,63	3,91	3,31
Nereidae							0,23	
Ceratonereis costae (Grube)	62,18	50,20	38,33	62,37	66,93	72,09	55,04	71,71
Neanthes caudata (delle Chiaje)	1,34	0,82	0,74	0,97	1,45	1,32	2,02	0,67
Nereis sp. 1		0,61						
Nereis sp. 2		0,05						
Perinereis cultrifera (Grube)		0,57	0,40					
Platynereis dumerilii (Audouin e M.E.)		0,66		0,07	0,27		0,18	0,26

(segue)

(seguito della Tab. 2)

	INVERNO		PRIMAVERA		ESTATE		AUTUNNO	
	Nat.	Ric.	Nat.	Ric.	Nat.	Ric.	Nat.	Ric.
Glycera sp.		0,11					0,18	
Eunice sp.					0,25			
Eunice vittata (delle Chiaje)	0,13			0,09	0,11		0,28	
Marphysa sp.				0,07				
Marphysa fallax Marion e Bobretzky					0,25			
Lumbrineris inflata (Moore)	5,61	7,70	11,00	7,50	3,33	2,66	9,91	6,55
Lumbrineris sp. 2		0,05						
Lumbrineris coccinea (Renier)								0,22
Dorvillea rudolphi (delle Chiaje)	0,18	0,28	0,66	0,09	0,53	0,40	0,74	0,22
Spionidae	0,38	1,32		0,10			0,18	
Polydora sp.	9,94	9,25	8,91	8,14	5,92	9,62	2,68	3,91
Polydora hoplura Claparède			0,34		0,06			
Cirratulinae	0,45	0,99	2,76	0,76	0,35		3,48	0,22
Cirratulus chrysoderma Claparède			0,16	0,35		0,21		
Cirriformia sp.								0,17
Cirriformia tentaculata (Montagu)			0,23					0,21
Dodecaceria concharum Oersted	0,19						0,40	
Polyophthalmus pictus (Dujardin)		0,05						
Capitellidae		0,37						
Terebellidae					0,08			
Amphitrite rubra (Risso)			0,08	0,07				
Terebella lapidaria Linnaeus	6,33	7,36	9,77	1,72	2,67	3,47	13,77	7,16
Amphiglena mediterranea (Leydig)		0,15						
Branchiomma lucullana (delle Chiaje)							0,28	
Pseudopotamilla reniformis (Müller)							0,21	0,16
Sabella sp.						4,44		0,12
Sabella crassicornis M. Sars		0,09						

Tab. 3 - Numero di individui (N_i), numero di specie (S), indice di Shannon-Weaver (H') ed evenness (J') relativi a ciascun campione di substrato naturale.

LIVELLI	INVERNO				PRIMAVERA				ESTATE				AUTUNNO			
	N_i	S	H'	J'	N_i	S	H'	J'	N_i	S	H'	J'	N_i	S	H'	J'
1	10	2	0,7	0,7	87	11	2,7	0,8	51	7	2,3	0,8	96	9	2,1	0,7
2	58	10	2,6	0,7	78	6	2,0	0,8	92	13	2,5	0,7	34	7	2,1	0,8
3	111	12	2,6	0,7	131	16	3,0	0,7	139	11	2,3	0,7	62	11	2,5	0,7
4	131	12	2,8	0,8	140	14	2,4	0,6	187	13	2,8	0,8	71	11	2,5	0,7
5	86	9	2,3	0,7	98	16	3,0	0,7	63	7	2,1	0,8	43	11	2,4	0,7
6	73	7	2,3	0,8	28	7	1,9	0,7	101	14	2,6	0,7	61	16	2,7	0,7
7	73	11	2,3	0,7	33	11	2,0	0,6	71	12	2,7	0,7	50	11	2,4	0,7
8	83	10	2,5	0,7	46	7	1,8	0,7	49	12	2,5	0,7	54	11	2,6	0,6
9	29	12	2,2	0,6	138	15	3,0	0,7	45	11	2,4	0,7	40	11	2,3	0,7
	654	21	2,3	0,7	779	25	2,4	0,7	798	23	2,5	0,7	511	30	2,4	0,7

Tab. 4 - *Numero di individui (N_i), numero di specie (S), indice di Shannon-Weaver (H') ed evenness (J') relativi a ciascun campione di substrato ricolonizzato.*

LIVELLI	INVERNO				PRIMAVERA				ESTATE				AUTUNNO			
	N_i	S	H'	J'	N_i	S	H'	J'	N_i	S	H'	J'	N_i	S	H'	J'
1	63	13	2,8	0,7	49	6	2,1	0,8	108	12	2,6	0,7	6	4	1,3	0,6
2	50	8	1,7	0,6	61	8	2,0	0,7	8	4	1,4	0,7	43	8	2,3	0,8
3	189	14	2,7	0,7	91	10	2,1	0,7	28	7	1,8	0,6	27	4	1,6	0,8
4	87	10	2,5	0,7	169	11	2,5	0,7	48	8	2,3	0,8	69	9	2,4	0,8
5	82	13	2.6	0,7	123	12	2,8	0,8	2	3	1,6	0,7	95	11	2,6	0,7
6	128	16	2,7	0,7	170	16	2,8	0,7	9	5	1,4	0,6	82	10	2,4	0,7
7	76	17	2,8	0,7	144	7	2,4	0,8	5	3	1,2	0,8	67	10	2,4	0,7
8	207	28	3,7	0,8	108	13	2,3	0,6	10	6	1,5	0,6	54	10	2,1	0,6
9	27	8	1,8	0,6	128	17	3,2	0,8	10	6	1,9	0,7	50	16	2,7	0,7
	910	34	2,6	0,7	1043	25	2,5	0,7	228	17	1,7	0,7	493	24	2,2	0,7

Tab. 5 - *Analisi della varianza per il confronto fra i valori medi del numero di specie.*

SORGENTE DI VARIAZIONE	G.L.	DEVIANZA	VARIANZA	F
tra (nat./ric.)	1	7,3471	7,3471	n.s.
tra stagioni	3	112,1525	37,3842	2,27 n.s
tra profondità	8	147,6944	18,4618	1,12 n.s.
residua	59	972,1254	16,4767	
TOTALI	71	1239,3194		

Tab. 6 - *Analisi della varianza per il confronto fra i valori medi di diversità.*

SORGENTE DI VARIAZIONE	G.L.	DEVIANZA	VARIANZA	F
tra (nat./ric.)	1	0,4050	0,4050	1,58 n.s.
tra stagioni	3	1,5244	0,5081	1,99 n.s.
tra profondità	8	1,5646	0,1955	n.s.
residua	59	15,0971	0,2558	
TOTALI	71	18,5911		

Tab. 7 - *Analisi della varianza per il confronto fra i valori medi di evenness.*

SORGENTE DI VARIAZIONE	G.L.	DEVIANZA	VARIANZA	F
tra (nat./ric.)	1	0,0005	0,0005	n.s.
tra stagioni	3	0,0028	0,0009	n.s.
tra profondità	8	0,0348	0,0044	n.s.
residua	59	0,2569	0,0044	
TOTALI	71	0,2950		

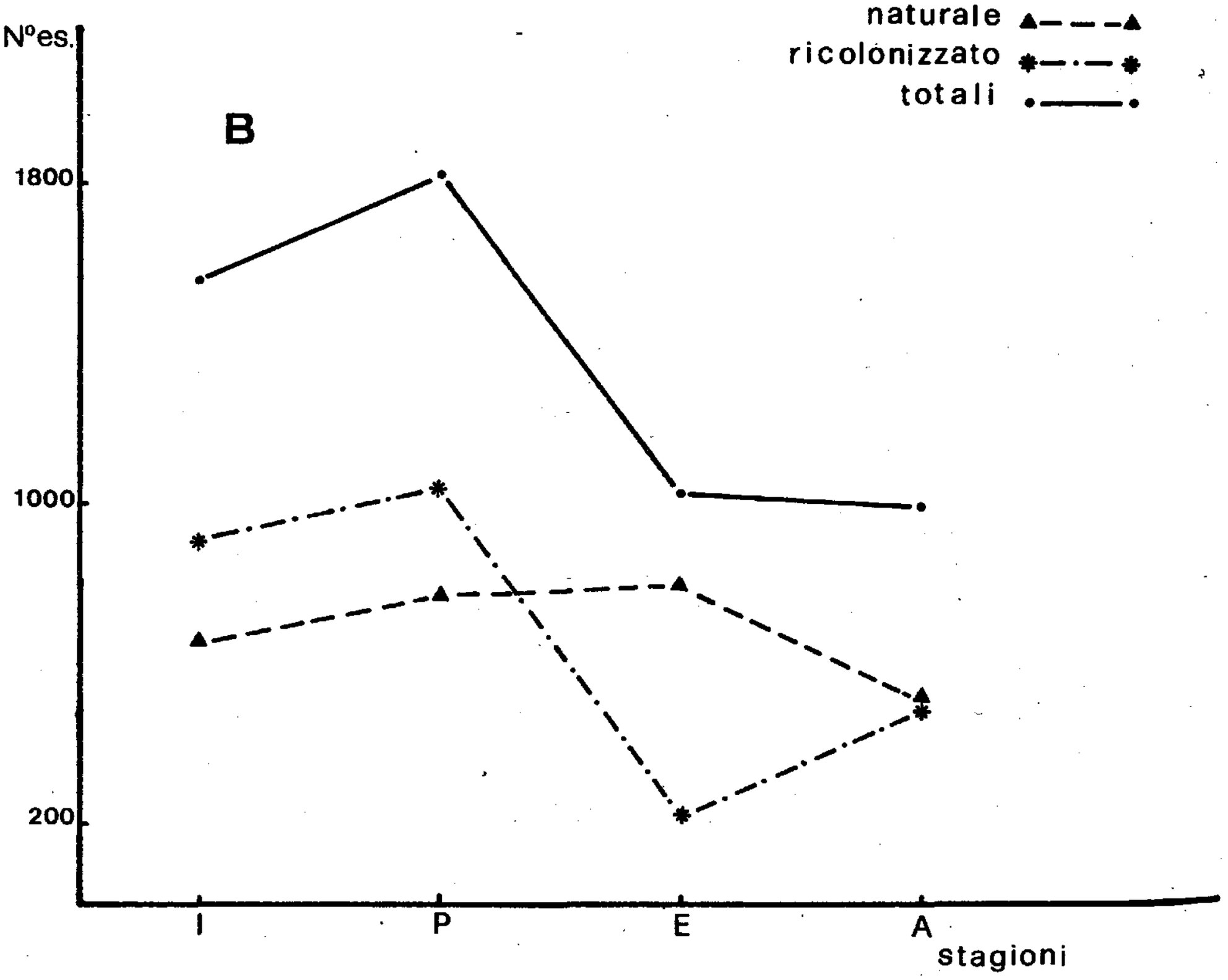


Fig. 1B - Variazioni del numero complessivo di individui in relazione alla stagionalità.

Conclusioni

Dall'analisi descrittiva relativa ai popolamenti a Policheti di substrato naturale e ricolonizzato del Mar Piccolo, risulta che essi non differiscono notevolmente in composizione qualitativa; infatti, delle 54 specie complessivamente raccolte, 29 sono in comune e questo aspetto è anche confermato dal risultato dell'analisi dell'affinità intercenotica. D'altro canto, le specie raccolte solo su di un tipo di transetto sono sempre rappresentate da pochi individui, il che può far supporre che la loro presenza sia influenzata più dalla casualità che dai parametri ambientali.

Una situazione analoga si verifica prendendo in considerazione la stagionalità: la maggior parte delle specie si rinvengono nell'intero arco dell'anno, mentre per un numero molto limitato di esse (per esempio, *Cirratulus chrysoderma, Branchiomma lucullana, Lagisca extenuata, Glycera* sp.) i rinvenimenti sono relativi a una sola stagione. Questa situazione potrebbe far pensare che, nel Mar Piccolo, i popolamenti a Policheti presen-

tino una notevole costanza strutturale nell'arco dell'anno e che siano poche le facies che si sovrappongono nel corso delle stagioni. Tuttavia, il fatto che le specie esclusive di una stagione siano sempre state trovate con un numero estremamente esiguo di esemplari, non può far escludere la casualità quale responsabile della situazione riscontrata.

Un'ulteriore conferma alla fondamentale omogeneità dei due tipi di associazioni esaminate viene fornita dai risultati dell'analisi statistica, eseguita sui dati relativi al numero di specie, diversità ed evenness. Infatti, l'analisi della varianza, effettuata controllando contemporaneamente i fattori sperimentali (tipo di substrato, profondità, stagionalità), ha dimostrato che i dati in nostro possesso non permettono di verificare alcuna differenza significativa in nessuno degli indici considerati.

Tuttavia, bisogna rilevare che, se pure non a livello di significatività statistica, la stagionalità ha un certo peso sulle dimensioni delle popolazioni a Policheti, dal momento che i campioni relativi ai mesi più caldi sono quelli che globalmente hanno fornito un minor numero di individui.

A questo riguardo è ipotizzabile che, essendo l'estate il periodo più difficile per la sopravvivenza delle larve nel Mar Piccolo, risulta anche difficile la ricolonizzazione di superfici denudate, così come è stato già verificato per altri ambienti pressocché simili (GUERIN & MASSÉ, 1976).

I valori abbastanza elevati di diversità e di evenness ci portano a considerare le associazioni a Policheti esaminate come popolazioni abbastanza stabili e piuttosto complesse nella loro struttura, tanto per la linea naturale quanto per la ricolonizzata e, quindi, sulla scorta di queste osservazioni, possiamo concludere che i substrati duri naturali, così come quelli artificiali, esposti in zone eutrofizzate, raggiungono quasi sempre nell'arco di un anno, un aspetto alquanto stabile.

È probabile che, oltre che alle particolari condizioni abiotiche di tali ambienti, questa situazione sia da attribuire al ridotto numero di specie presenti in questi tipi di comunità, il che riduce considerevolmente i rapporti di competizione.

Ringraziamenti

Gli Autori ringranziano le dott.sse Gambi e Giangrande per la determinazione di *Lumbrineris inflata*.

Summary

A Polychaeta population of the Mar Piccolo (Taranto, Italy) was studied in order to draw a comparison between natural communities and those settling in one year period on repopulated substrata.

Both the dominance, Sørensen coefficients, Shannon-Weaver and evenness indices were used for the analysis.

Among the 54 Polychaeta taxa we detected belonging to 15 families (except Serpuloidea) the dominant species are: Syllidia armata, Syllis gracilis, Ceratonereis costae, Nereis caudata, Lumbrineris inflata, Polydora *sp., Cirratulinae and* Terebella lapidaria *dominate.*

The analysis in function of the intercenotic affinity between samples of natural and repopulated substrata for each season and at each depth showed no significant difference.

Furthermore, statistical analyses revealed that the experimental factors considered (natural or repopulated substrata, season, depth) have no influence either on the number of species, or on to diversity, or on to evenness. In particular, the ANOVA carried out by controlling the experimental factors at the same time, showed that no significative difference is detectable with regard to number of species, diversity or evenness.

Therefore, it can be implied that after one year of colonization the hard substrata in eutrophized zones show communities, which are already re-established in their essential characteristics. In fact, the Polychaeta Errantia which usually appear in the advanced phases of colonization were present on both types of substrata.

Riassunto

Allo scopo di operare un raffronto tra le comunità naturali e quelle che si instaurano, nell'arco di un anno, su substrati ricolonizzati, è stato studiato un popolamento a Policheti del Mar Piccolo di Taranto.

L'analisi è stata compiuta utilizzando i coefficienti di dominanza e di Sørensen e sono stati applicati gli indici di Shannon-Weaver e di evenness.

Tra i 54 taxa di Policheti individuati, appartenenti a 15 famiglie, (Serpuloidei esclusi), dominano *Syllidia armata, Syllis gracilis, Ceratonereis costae, Neanthes caudata, Lumbrineris inflata, Polydora* sp., Cirratulinae e *Terebella lapidaria.*

Dall'analisi dei dati relativi al calcolo dell'affinità intercenotica fra campioni di substrato naturale e ricolonizzato, relativi a ciascuna stagione e profondità, è risultato che non c'è differenza significativa tra i due tipi di popolamento.

Le analisi statistiche hanno, anche, mostrato che né il numero di specie, né la diversità, né l'evenness risultano essere influenzati dai fattori sperimentali considerati (substrato naturale e ricolonizzato, stagionalità, profondità); in particolare, le ANOVA, effettuate controllando contemporaneamente i fattori sperimentali, hanno dimostrato che non si verifica alcuna differenza significativa sia nella presenza del numero di specie, sia nella diversità, sia nell'evenness.

Da quanto osservato si può, pertanto, dedurre che, dopo un anno di colonizzazione, i substrati duri di zone eutrofizzate presentano comunità gia ricostituite nella loro fisionomia essenziale; infatti, i Policheti Erranti, che in genere compaiono nelle fasi avanzate della colonizzazione, sono risultati egualmente presenti su entrambi i tipi di substrato.

Bibliografia

BONVICINI PAGLIAI A.M., COGNETTI G. (1982) - Ecology of Polychaetes in the Orbetello lagoon (Tuscany). *Boll. Zool.* **II:** 51-60.

CANTONE G., PILATO G. (1980) - Effects of pollution on the polychaetous pupulations in the roadstead of Augusta (Sicily). *V^es^ Journées Etud. Pollutions, Cagliari, C.I.E.S.M.*: 857-862.

COGNETTI G. (1972) - Distribution of Polychaeta in polluted waters. *Rev. intern. Océanogr. méd.* **XXV:** 23-24.

COGNETTI G. (1975) - Influence de trois différents type de pollution sur les Polychètes du benthos littoral. *Rapp. Comm. int. mer Médit.* **XXIII:** 103-104.

COGNETTI G., TALIERCIO P. (1969) - Policheti indicatori dell'inquinamento delle acque. *Pubbl. Staz. Zool. Napoli,* **XXXVII** suppl.: 149-154.

DAGET J. (1976) - Les modèles mathématiques en écologie. *Masson*, Parigi.

DAJOZ R. (1977) - Manuale di ecologia. *Isedi*, Milano.

DAUER D.M., SIMON J.L. (1976a) - Repopulation of the polychaete fauna of an intertidal habitat following natural defaunation: Species equilibrium. *Oecologia* **XXII:** 99-117.

DAUER D.M., SIMON J.L. (1976b) - Habitat expansion among polychaetous annelids repopulating a defaunated marine habitat. *Mar. Biol. (Berl.),* **XXXVII:** 169-177.

FRESI E., COLOGNOLA R., GAMBI M.C., GIANGRANDE A., SCARDI M. (1983) - Ricerche sui popolamenti bentonici di substrato duro del Porto di Ischia. Infralitorale fotofilo: Policheti (II).: *Cah. Biol. mar.* **XXIV**: 1-19.

FRESI E., COLOGNOLA R., GAMBI M.C., GIANGRANDE A., SCARDI M. (1984) - Ricerche sui popolamenti bentonici di substrato duro del Porto di Ischia. Infralitorale fotofilo: Policheti (II). *Cah. Biol. mar.* **XXV:** 33-47.

GHERARDI M., LEPORE E., SCISCIOLI M. (1982) - Variazioni qualitative e quantitative di un popolamento a Policheti del Mar Piccolo di Taranto. *Mem. Biol. Mar. Ocean.* **XII:** 217-231.

GUERIN J.P., MASSÉ H. (1978) - Etude expérimentale sur le recrutement des espèces de la macrofaune bentique des substrats meubles. 1 - Méthodologie - Données qualitatives et quantitatives. *Téthys,* **VIII** (2) 1976: 151-168.

GUILLE A. (1970) - Bionomie benthique du plateau continental de la côte catalane française. Les communautés de la macrofaune. *Vie Milieu,* **XXI** (1B): 149-280.

SOYER J. (1970) - Bionomie benthique du plateau continental de la côte catalane française. III. Les peuplements de Copépodes Harpacticoides (Crustacea). *Vie Milieu,* **XXI** (2B): 337-511.

TURSI A., MATARRESE A., SCALERA LIACI L., CECERE E., CHIEPPA M. (in press) - Struttura della popolazione di *Mytilus galloprovincialis* (Lamarck) presente nei banchi naturali del Mar Piccolo di Taranto. *Quad. Lab. Tecnol. Pesca Ancona.*

TURSI A., MATARRESE A., SCISCIOLI M., VACCARELLA R., CHIEPPA M. (1982) - Biomasse bentoniche del Mar Piccolo di Taranto e loro rapporto con i banchi naturali di Mitili. *Naturalista Siciliano,* **IV, VI** (suppl.) **II:** 263-268.

TURSI A., PASTORE M., PANETTA P. (1974) - Aspetti ecologici del Mar Piccolo di Taranto: Ascidie, Crostacei Decapodi e Molluschi. *Atti IV Simposio Conservazione Natura,* **II:** 93-117.

ZUNARELLI VANDINI R., COGNETTI VARRIALE A.M. (1981) - Effects des décharges polluantes sur une communauté à Polychètes de fonds meubles littoraux. *Cah. Biol. mar.* **XXII:** 123-132.

OEBALIA 1985, vol. XI, N.S.: 267-276 *ISSN 0392-6613*

G. CANTONE
Dipartimento di Biologia Animale dell'Università di Catania - Italy

NOTA PRELIMINARE SULLE VARIAZIONI STAGIONALI DEL POPOLAMENTO DI POLICHETI NEI FONDI DURI DELLA RADA DI AUGUSTA (SICILIA)

Abstract

Preliminary report on the seasonal differences of the hard-bottom polychaetous fauna in Augusta Bay.

Results of researches carried out on hard-bottom Polychaetous Annelids in the Augusta Bay are referred.

Key-words: seasonal variations, Polychaeta, harbour areas, eastern Sicily.

Introduzione

Gli studi riguardanti i Policheti della rada di Augusta hanno sinora interessato i popolamenti dei fondi mobili (CANTONE & PILATO, 1980; GIANGRANDE & GAMBI, 1982), mentre nessuna ricerca è stata condotta sui fondi duri. A tal fine, nell'ambito di un progetto FAO per il Mediterraneo (MED. POL. fase II, contratto Prof. Di Geronimo) ho cercato di analizzare l'impatto dell'inquinamento sulla struttura del popolamento polichetologico meso-infralitorale dei substrati duri; infatti il porto di Augusta è una zona sottoposta ad un inquinamento molto complesso: il settore occidentale è soggetto a scarichi di industrie petrolchimiche, quello nord-occidentale è influenzato da versamenti urbani e dal traffico portuale.

Materiali e metodi

Sono state selezionate, all'interno del porto, 12 stazioni (Fig. 1) e sono state effettuate 2 raccolte, una in maggio e l'altra in ottobre del 1983. Il metodo utilizzato è quello di BELLAN-SANTINI (1969), consistente nel raschiamento di una superficie di cm 20×20.

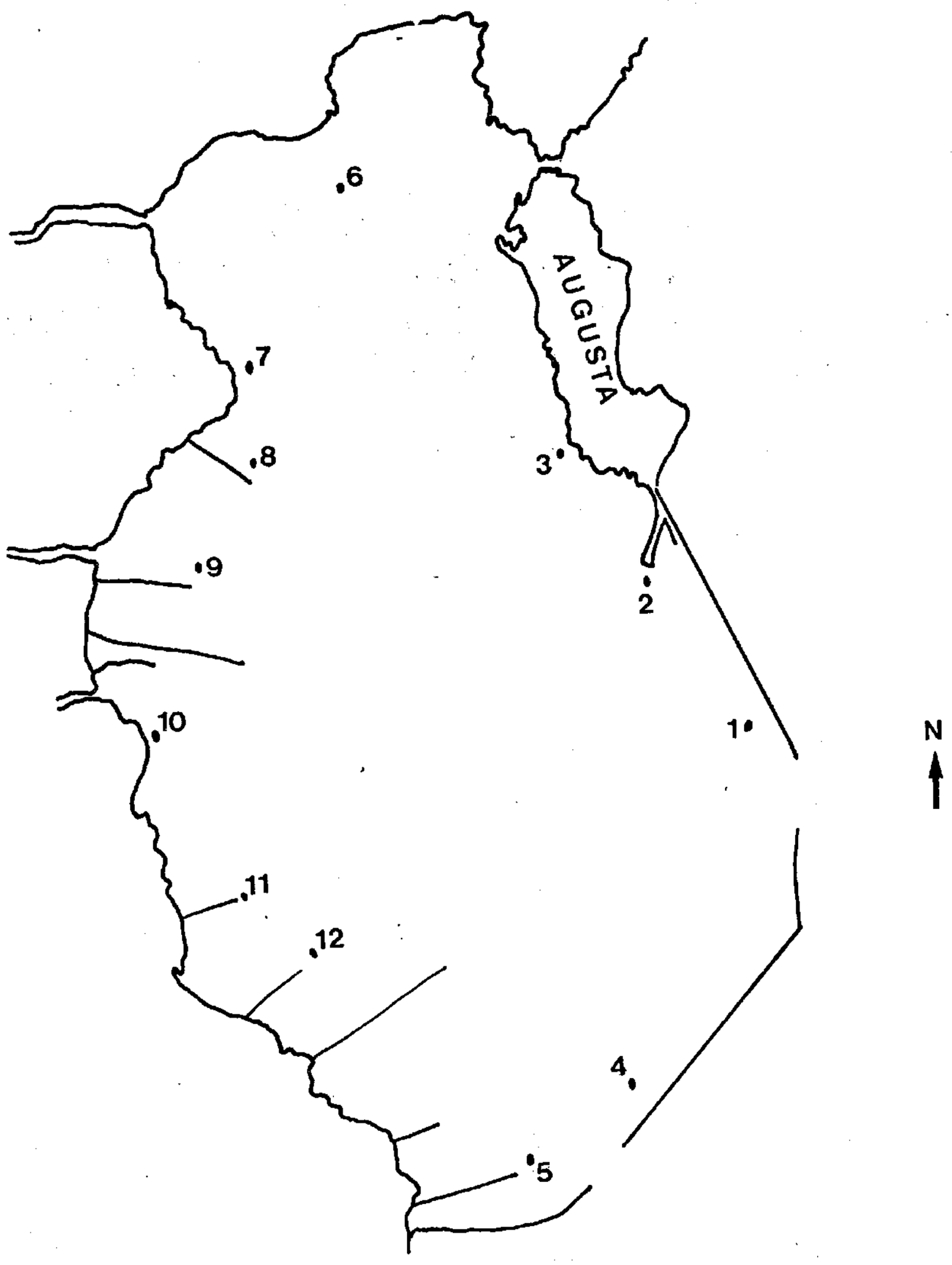


Fig. 1 - Stazioni di raccolta.

Risultati e discussione

I prelievi primaverili hanno mostrato una maggiore abbondanza specifica e numerica rispetto a quelli autunnali, 68 specie e 1936 individui in maggio, 27 specie con 582 individui in ottobre (Tab. 1 e Fig. 3, 4). In primavera la specie dominante in assoluto

Tab. 1 - *Elenco delle specie raccolte.*

SPECIE	PRIMAVERA	AUTUNNO
Harmothoe sp.	1	—
Lepidonotus clava (Montagu)	15	3
Pholoe minuta (Fabricius)	1	1
Euphrosine foliosa Aud. & Milne Edwards	1	—
Paleanotus debilis (Grube)	1	—
Ophiodromus agilis (Ehlers)	6	—
Syllidia armata Quatrefages	6	2
Eulalia viridis (L.)	15	2
Eulalia macroceros (Grube)	4	—
Eulalia trilineata Saint-Joseph	1	—
Trypanosyllis zebra (Grube)	29	15
Odontosyllis dugesiana Clap.	4	—
Syllis gracilis Grube	6	8
Typosyllis krohni (Ehlers)	1	—
Typosyllis hyalina Grube	40	—
Typosyllis torquata (Marion & Bobretzky)	2	—
Typosyllis variegata Grube	71	47
Typosyllis prolifera Krohn	120	115
Typosyllis armillaris (Muller)	73	4
Typosyllis vittata Grube	9	—
Autolytus prolifer (Muller)	9	1
Brania clavata (Clap.)	2	—
Brania pusilla (Dujardin)	4	—
Exogone verugera (Clap.)	52	—
Exogone hebes (Webster et Benedict)	1	—
Sphaerosyllis hystrix Clap.	2	—
Nereis rava Ehlers	2	—
Nereis falsa Quatrefages	15	—
Nereis kerguelensis Mc Intosh	1	—
Nereis pelagica L.	—	2
Leptonereis glauca Clap.	—	9
Perinereis cultrifera (Grube)	15	14
Perinereis macropus (Clap.)	7	—
Ceratonereis costae (Grube)	108	28
Platynereis dumerilii (Aud. & M. Edwards)	69	31

(segue)

(seguito della Tab. 1)

SPECIE	PRIMAVERA	AUTUNNO
Platynereis coccinea (Delle Chiaje)	3	—
Goniada maculata Oersted	—	2
Lysidice ninetta Aud. et Milne Edw	5	—
Lysidice collaris Grube	1	—
Nematonereis unicoris (Grube)	2	—
Eunice harassi Aud. & M. Edw.	1	—
Eunice torquata Quatrefages	1	—
Marphysa sanguinea (Montagu)	1	—
Lumbrineris impatiens Clap.	29	2
Dorvillea rubrovittata (Grube)	18	1
Protoaricia oerstedi (Clap.)	2	—
Polydora antennata Clap.	6	3
Polydora ciliata (Jonhston)	3	—
Laonice cirrata (Sars)	2	—
Spio filicornis (O. F. Muller)	1	—
Dodecaceria concharum Oersted	6	—
Cirriformia tentaculata (Montagu)	46	16
Caulleriella caput-esocis (Saint-Joseph)	146	39
Polyophthalmus pictus (Dujardin)	1	3
Pulliella armata Fauvel	2	—
Eupolymnia nebulosa (Montagu)	1	—
Terebella lapidaria L.	16	2
Thelepus cincinnatus (Fabricius)	2	—
Nicolea venustula (Montagu)	4	—
Polycirrus sp.	3	—
Potamilla reniformis (Muller)	3	—
Laonome kroyeri Malmgren	6	—
Amphiglena mediterranea (Leydig)	72	8
Branchiomma lucullana (Delle Chiaje)	9	25
Sabella sp.	1	—
Serpula vermicularis (L.)	1	1
Pomatoceros lamarcki (Quatrefages)	2	—
Hydroides elegans (Haswell)	843	198
Hydroides pseudouncinata Zibrowius	1	—
Spirobranchus polytrema (Philippi)	2	—
Vermiliopsis striaticeps (Grube)	1	—

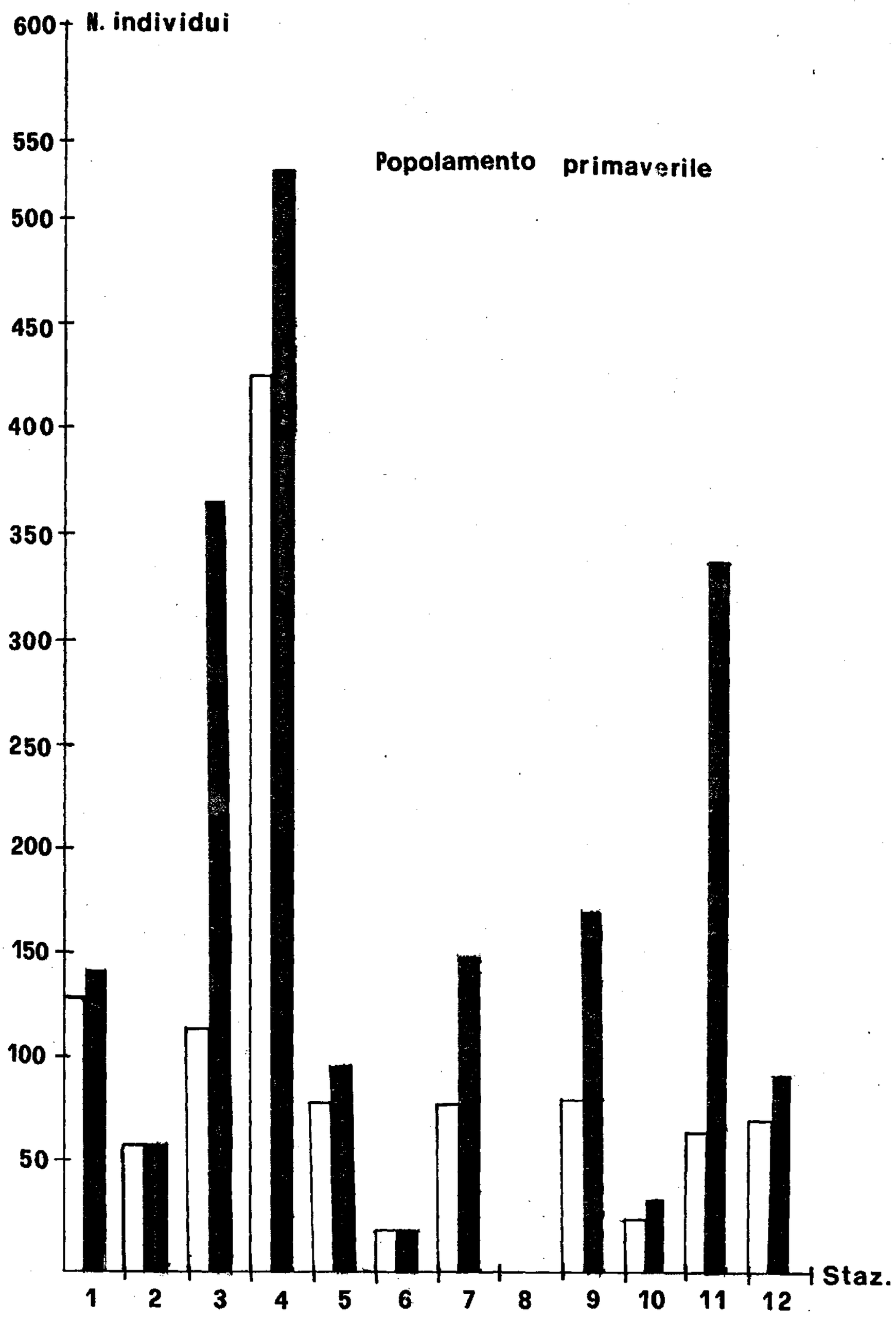


Fig. 2 - Popolamento primaverile: numero di individui, in nero con *Hydroides elegans*, in bianco senza *H. elegans*.

è *Hydroides elegans* che con i suoi 843 esemplari costituisce il 43,54% del popolamento (Fig. 2). Questa specie, tipica di ambienti portuali più o meno inquinati, è presente in quasi tutte le stazioni, tranne nella 2 e nella 6 ove si assiste ad una brusca caduta del numero di individui. *Hydroides elegans* è accompagnata da specie caratteristiche dellà biocenosi ad alghe fotofile quali *Typosyllis prolifera, Typosyllis hyalina, Platynereis dumerilii, Exogone verugera, Amphiglena mediterranea, Lepidonotus clava, Perinereis cultrifera.* Tra le specie rimanenti più numerose sono quelle ubiquiste quali *Lumbrineris impatiens, Trypanosyllis zebra, Typosyllis variegata, Typosyllis armillaris.*

Le specie indicatrici di inquinamento sono scarsamente rappresentate, *Cirriformia tentaculata* con 46 individui e *Syllidia armata* con 6.

Anche nel popolamento autunnale predomina *H. elegans* con 198 individui pari al 34% (Fig. 5). Le specie caratteristiche della biocenosi ad alghe fotofile sono percentualmente ben rappresentate — malgrado la scomparsa di *Typosyllis hyalina* ed *Exogone verugera* — data la ridondanza di *Typosyllis prolifera*. Si rinvengono le stesse specie ubiquiste del popolamento primaverile. In questo periodo compaiono *Leptonereis glauca, Nereis pelagica* e *Goniada maculata* che non erano presenti nei prelievi primaverili. Il minor numero di specie in questo periodo è dovuto all'assenza di specie occasionali presenti in maggio con 1-2 individui solamente e senza un preciso significato ecologico, quali ad es. *Typosyllis krohni, Sphaerosyllis hystrix, Nereis rava, Eunice harassi, Polymnia nebulosa*, ecc. *Syllidia armata* e *Cirriformia tentaculata* sono sempre presenti, sepure più scarsamente rappresentate.

È stato anche effettuato un confronto tra i popolamenti dei 2 versanti occidentale ed orientale che, come detto, sono interessati da diversi tipi di agenti inquinanti. Il versante orientale che comprende solamente 4 stazioni (1-2-3-4), si presenta più ricco di specie (66) rispetto all'occidentale, che nelle rimanenti 8 stazioni ne ha solamente 41; il numero di individui è però abbastanza simile, 1212 ad oriente, 1293 ad occidente, ciò deriva dal fatto che in quest'ultimo versante la presenza di *H. elegans* è del 53,36% rispetto al 28,96% dell'altro versante, per cui l'inquinamento in questo settore del porto, meno soggetto all'apporto di acque dal mare aperto, agisce sulla composizione qualitativa del popolamento, selezionando quelle specie più adatte a sopportare ambienti disturbati; non a caso *H. elegans*, tipica specie portuale, in passato considerata indicatrice di inquinamento (Pérès - Picard, 1964; Picard 1965), va incontro a questa esplosione numerica, favorita anche da una minore competizione. Il versante orientale più a contatto con il mare aperto, grazie alle 2 bocche artificiali che separano la diga dal mar Jonio e dal seno del Priolo, mostra un popolamento più variato qualitativamente, con una più alta percentuale di specie caratteristiche della biocenosi ad alghe fotofile e con indice di diversità sempre più elevato. Proprio in questo versante sono situate le 2 stazioni in migliori condizioni di equilibrio biologico, con il più alto numero di specie, la 4 con 47 specie e 604 individui e la 1 con 38 specie e 182 individui.

Per cui, concludendo, si può dire che per quanto riguarda il popolamento polichetologico del porto di Augusta, le variazioni stagionali interessano più che altro la composizione quantitativa, non essendovi delle marcate differenze qualitative, inoltre l'in-

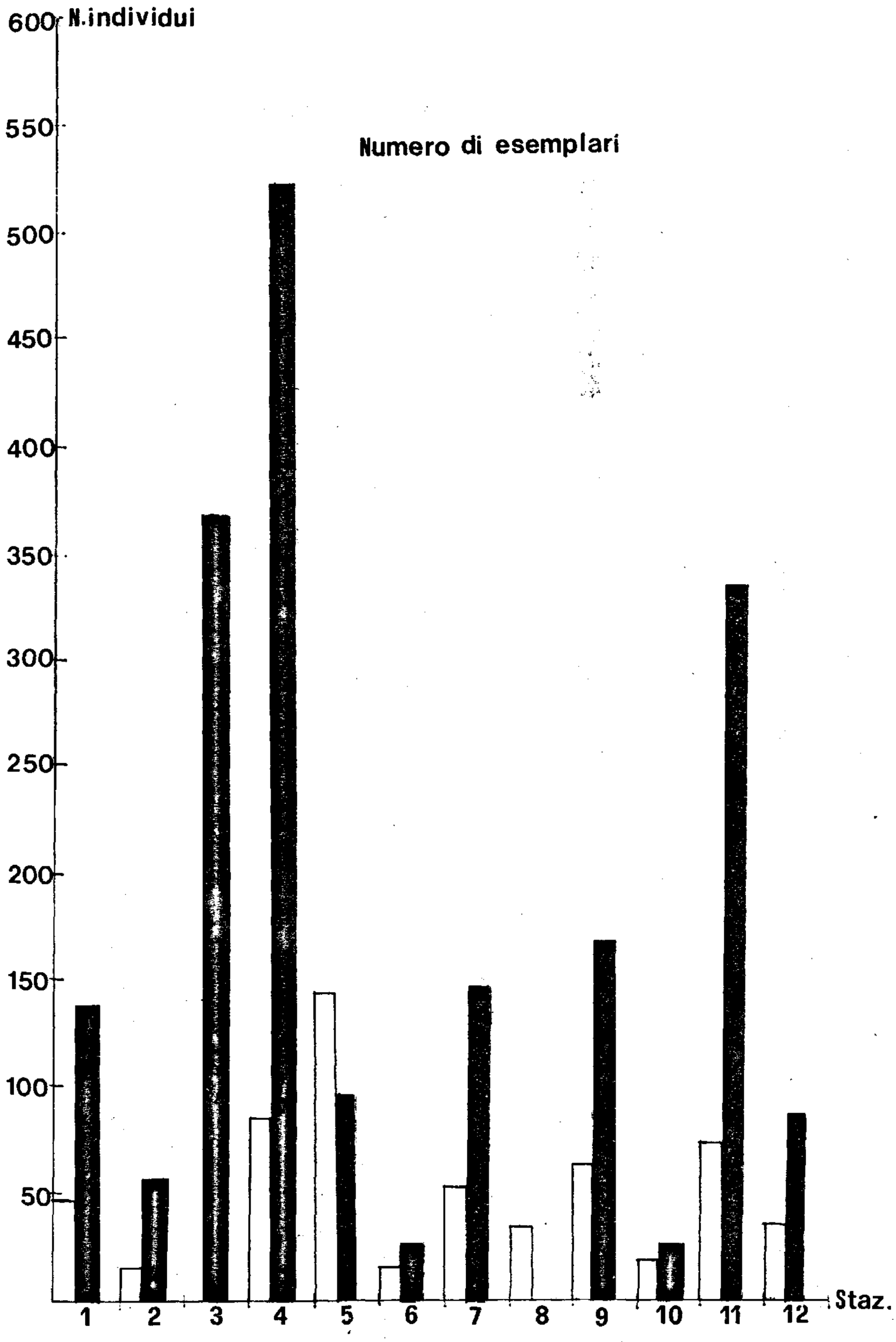


Fig. 3 - Numero di esemplari: in nero raccolte primaverili, in bianco autunnali.

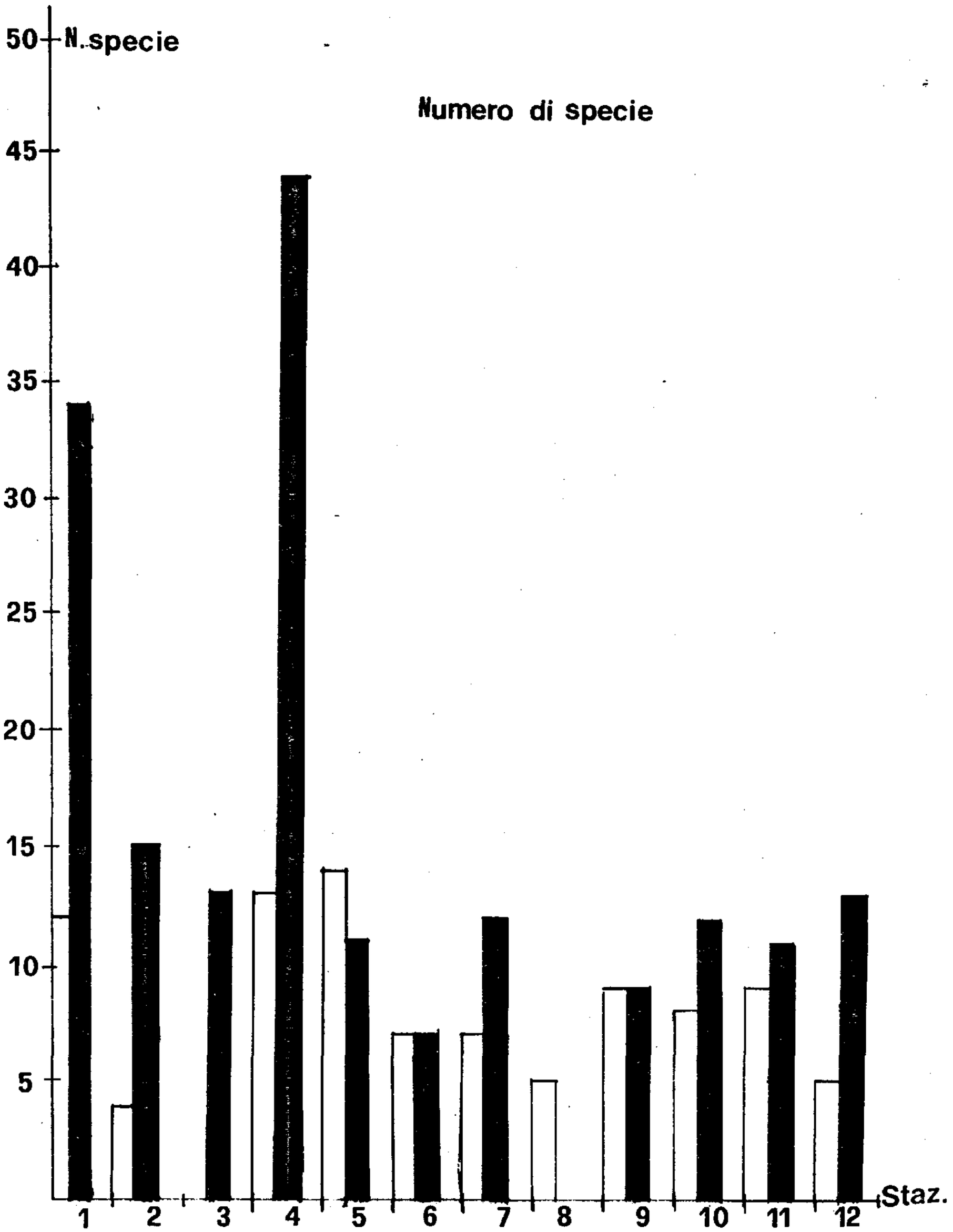


Fig. 4 - Numero di specie: in nero raccolte primaverili, in bianco autunnali.

quinamento è rivelato — più che dalla presenza di specie indicatrici, che sono poco numerose e scarsamente rappresentate — dalla riduzione qualitativa delle specie, che favoriscono quelle più adattate, ed eliminando le rimanenti.

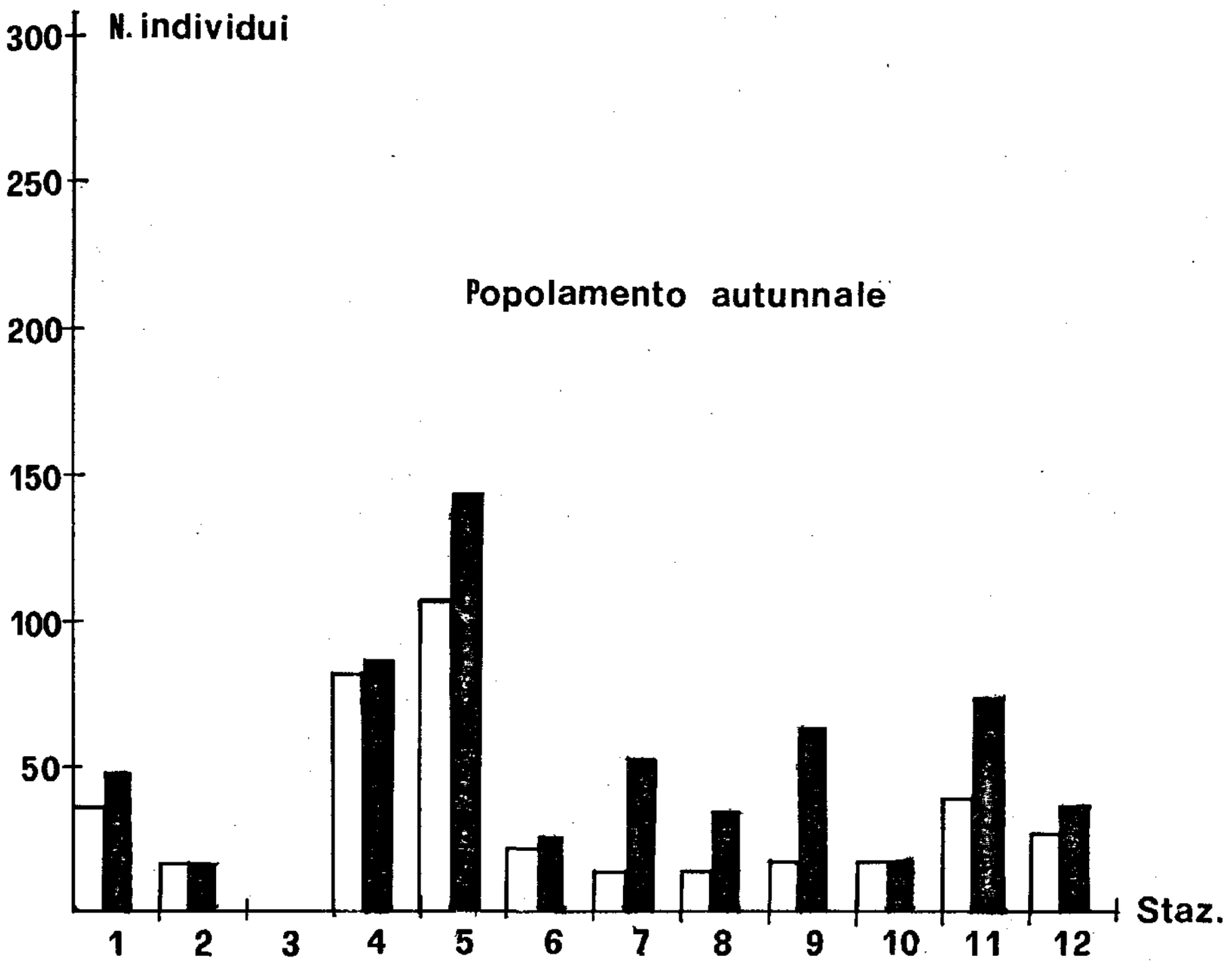


Fig. 5 - Popolamento autunnale: numero di individui, in nero con *H. elegans*, in bianco senza *H. elegans*.

Summary

Results of researches carried out on hard-bottom Polychaetous Annelids in the Augusta Bay are referred. Spring and autumn samples in 12 stations of intertidal and subtidal zone have been made. Seasonal differences in the population and alterations depending on pollution are discussed.

Riassunto

Vengono riferiti i risultati delle ricerche condotte sui Policheti dei fondi duri della rada di Augusta.

Sono state effettuate raccolte primaverili ed autunnali in 12 stazioni dei piani mesolitorale ed infralitorale superiore. Vengono discusse le differenze stagionali dei popolamenti, nonché le variazioni inerenti il grado di inquinamento.

Bibliografia

BELLAN D., SANTINI (1969) - Contribution à l'étude des peuplements infralittoraux sur substrat rocheux (Etude qualitative et quantitative de la frange supérieure). *Rec. Trav. St. Mar. Endoume,* **63** (47): 1-294.

CANTONE G., PILATO G. (1980) - Effect of pollution on the Polychaetous distribution in the roadstead of Augusta (Sicily). *V^es^ Journées Etud. Pollution C.I.E.S.M.* Cagliari: 857-861.

GIANGRANDE A., GAMBI M.C. (1982) - Distribuzione dei Policheti nei fondi mobili della Rada di Augusta (Sicilia). *Boll. Mus. Ist. Biol. Genova*, **50** suppl.: 218-222.

PÉRÈS J.M., PICARD J. (1964) - Nouveau manuel de bionomie benthique de la Mer Méditerranée. *Rec. Trav. St. Mar. Endoume* Bull. **31** (47): 1-137.

PICARD J. (1965) - Recherches qualitatives sur les biocenoses marines des substrats meubles dragables de la région marseillaise. *Rec. Trav. St. Mar. Endoume*, Bull. **36** (52): 1-160.

OEBALIA 1985, vol. XI, N.S.: 277-287 *ISSN 0392-6613*

M. MORI* S. BELLONI**

* Istituto di Anatomia Comparata dell'Università di Genova
Via Balbi 5 - 16126 Genova - Italy

** Istituto di Zoologia dell'Università di Genova
Via Balbi 5 - 16126 Genova - Italy

DISTRIBUTION, ABUNDANCE AND INFESTATION OF *OPHRYOTROCHA GERYONICOLA* (ANNELIDA: DORVILLEIDAE) IN *GERYON LONGIPES* *(CRUSTACEA: DECAPODA: GERYONIDAE)* *OF LIGURIAN BATHYAL BOTTOMS*(1)

Abstract

Ophryotrocha geryonicola *is a Dorvilleidae annelid living in the branchial chambers of various species of crabs. In the Ligurian sea, this worm is present in* Geryon longipes.

Key-words: Annelida, Crustacea, Symbiosis, Mediterranean sea.

Introduction

Ophryotrocha geryonicola lives in the branchial chambers of the crabs *Geryon tridens, Geryon longipes, Geryon quinquedens* and *Cancer borealis* (GASTON & BENNER, 1981). Most works on *O. geryonicola* refer to systematic aspects, hence little or nothing is known about the relationship between worms and crabs in this particular symbiosis.

This work aims at describing, on the basis of many *Geryon longipes* collected in various Ligurian bathyal areas, the infestation rates in both sexes, the infestation rates in crabs living in different areas and biotopes and the possible relationships connecting both the number and the distribution of annelids to the crabs' size.

(1) Samples collected during the research supported by C.N.R. Finalized Project «Oceanografia e fondi marini».

Information on Geryon longipes *ecology*

In the investigated area, *Geryon longipes* lives along the continental slope on muddy and mud-sandy bottoms at a depth between 450 and 1000 m, maybe more. ZIBROWIUS on the basis of photographs taken in 1977 with the «Cyana» (see BELLAN SANTINI, 1983) reports the presence of *G. longipes* in the Eastern Mediterranean Sea at dephts ranging from 2000 to 3000 m. Its distribution in the Bay of Biscay is recorded between 100 and 1500 m, though the peaks of its presence are recorded between 600 and 1000 metres depth (LAGARDÈRE, 1973). This species then finds its optimal habitat in deep waters. Other species of the same genus, such as *G. affinis* (CHRISTIANSEN, 1969), *G. quinquedens* (WIGLEY *et al.*, 1975; HAEFNER, 1978), *G. maritae* (LE LOEUFF *et al.*, 1978; MELVILLE-SMITH, 1983), *G. chuni* (MACPHERSON, 1983), have a similar ecology too.

The distribution of *G. longipes* is generally not homogeneous; in the Ligurian Sea there are areas where it is so abundant that it characterizes trawling areas (Average catch per hour: 3 — 3.5 kg) and areas where it is scarsely present (Average catch per hour: 0.1 — 0.8 kg); the richest catchings are recorded from spring to mid autumn and this seems to be due to trophic migrations of the population (RELINI ORSI & MORI, 1981).

G. longipes nutrition is mainly of the scavenger type, though it preys upon many invertebrates typical of the biotopes where it lives (LAGARDÈRE, 1977; RELINI ORSI & MORI, 1977). Its full feeding rhythms are spaced out over the 24 hours, especially when big preys are concerned and its feeding activity mainly occurs during the hours of total darkness (MORI, 1982).

Materials and methods

Investigation has been carried out on 1252 *G. longipes* (445 females and 807 males) captured during the fishing surveys from 1977 to 1981 on the trawling bathyal bottoms of the Ligurian Sea (450-850 metres depth) utilized for fishing the red shrimps *Aristeus antennatus* and *Aristaeomorpha foliacea*. The sampled bathyal areas are off San Remo and east of the Promontory of Portofino (Fig. 1). Further details on collection times and instruments can be found in RELINI ORSI *et al.* (1982). Also in the bathyal areas off Savona *O. geryonicola* have been observed in *Geryon* branchial chambers, but because of the small number of specimens collected and the inexact knowledge of the geographical co-ordinates of the sampled areas, these crabs have not been included in the present study; some of these crabs showed 10 to 14 *O. geryonicola* in their two branchial chamber.

Crabs, first fixed in a 7% formol/sea-water, have been subsequently dissected after measuring the carapace width, taken at the base of third antero-lateral spinae (C.W.). In this study all the sizes taken into consideration are related to the latter measure; yet the relation between maximum width of the carapace (X), including the third spinae, and the width measured at the base of the third spinae (Y) is provided here for both males and females.

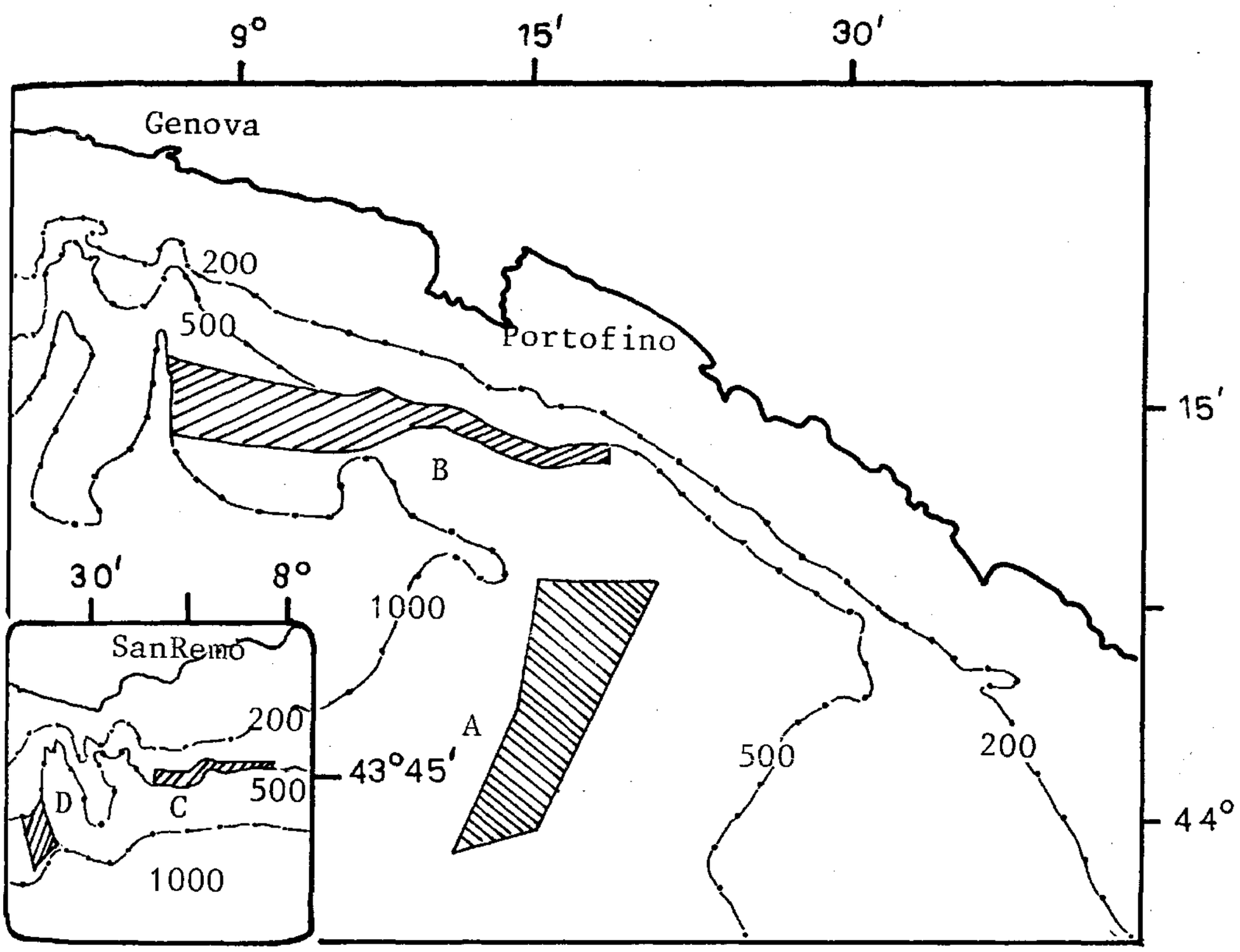


Fig. 1 - Sampling areas.

Males N = 94;	r = 0.989;	Y = 0.9813X — 8.2898:
Females N = 106;	r = 0.942;	Y = 0.8699X — 2.9372.

O. geryonicola specimens present in the crabs' branchial chambers have been removed after taking note of their position, number and length.

Results and discussion

Infestation related to sex and size of crabs

O. geryonicola has been found in the branchial chambers of 151 specimens out of 1252 *Geryon* examined: all of them are males having a C.W. greater than 52 mm. Infestation does not affect either females, which rarely reach a maximum C.W. of 52 mm, or young males (Fig. 2a). All these crabs, or at least those having a C.W. of 59 mm up to the largest sizes collected are specimens which probably will not moult any more as

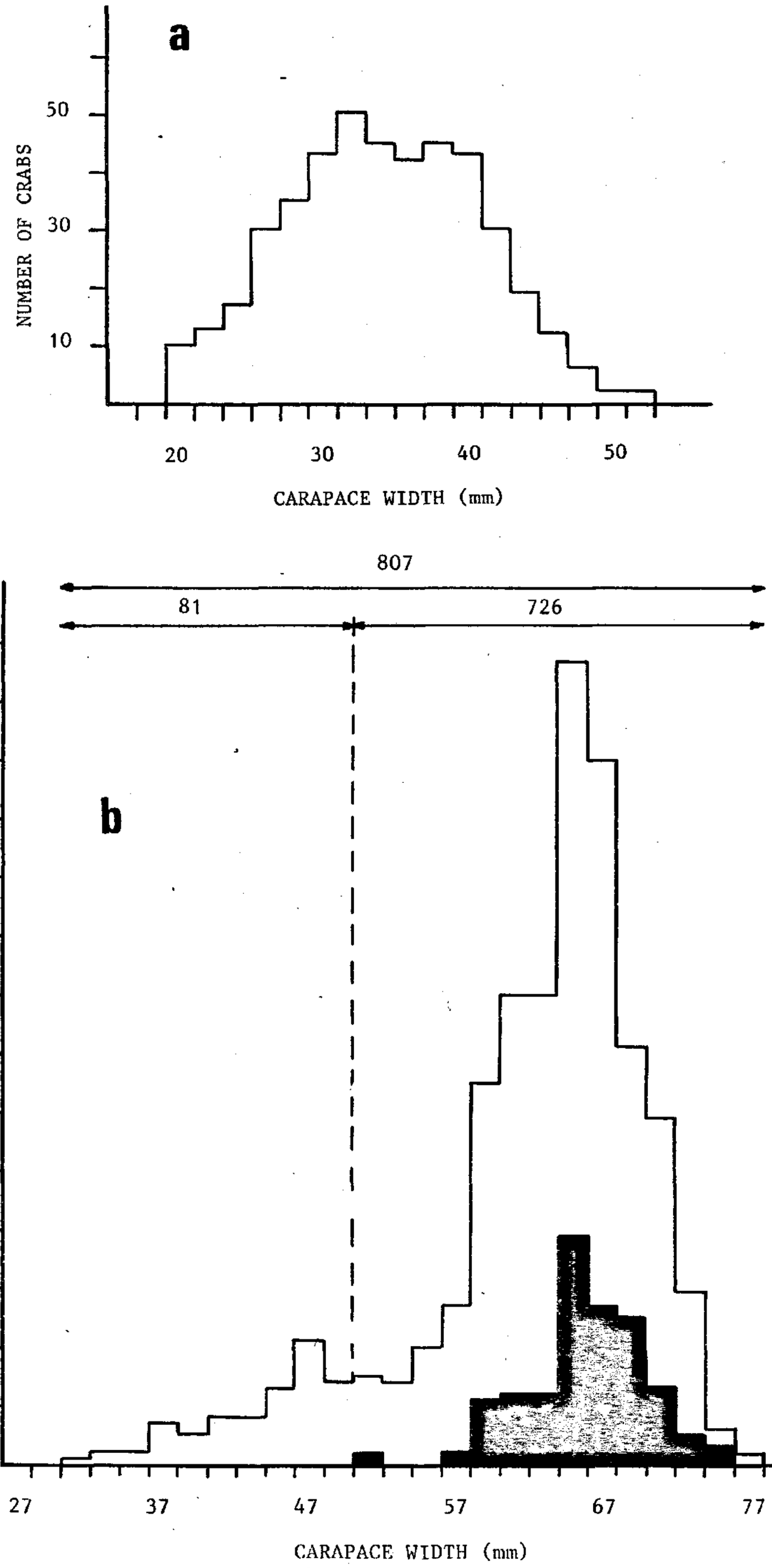


Fig. 2 - Size-frequency histograms of female (a) and male (b). *G. longipes* collected in various bathyal areas of the Ligurian Sea. The black colour marks the crabs with *O. geryonicola* in their branchial chambers.

they have never been observed during ecdysis or post-ecdysis. The size of 52 mm is th minimum limit for the presence of *O. geryonicola* in the branchial chambers of *G. lon gipes* and therefore the possibility of finding the commensal is reduced to 726 *Geryo* instead of the 807 males inspected (Fig. 2b).

Infestation then occurs in 20.8% of *Geryon* exceeding the size of 52 mm. The tota average length of the annelids, measured on 224 specimens, has turned out to b 29.61 $\pm$ 13.37 mm, minimum size 4 mm, maximum size 100 mm: this agrees with wha has been observed by WESENBERG-LUND (1938) and PFANNENSTIEL *et al.* (1982).

In other species of the genus *Geryon* these polychaetes have been observed on fema les too. GASTON & BENNER (1981) find them both in 44.4% of the 27 males (averag size 138 mm C.W.) and in 8.8% of the 250 females *G. quinquedens* examined (averag size 108.8 mm C.W.). They are also observed on female *G. tridens* by PFANNENSTIE *et al.* (1982) who, however, do not unluckily report the sizes of the examined crab Owing to the short intervals exsting between the sizes of the collected crabs, GASTO & BENNER (1981) do not observe any correlation between crab size and presence of *C geryonicola*. In the *G. longipes* of the Ligurian Sea, a significant correlation has instea been observed between these two parameters (Fig. 3): bigger crabs are more infeste

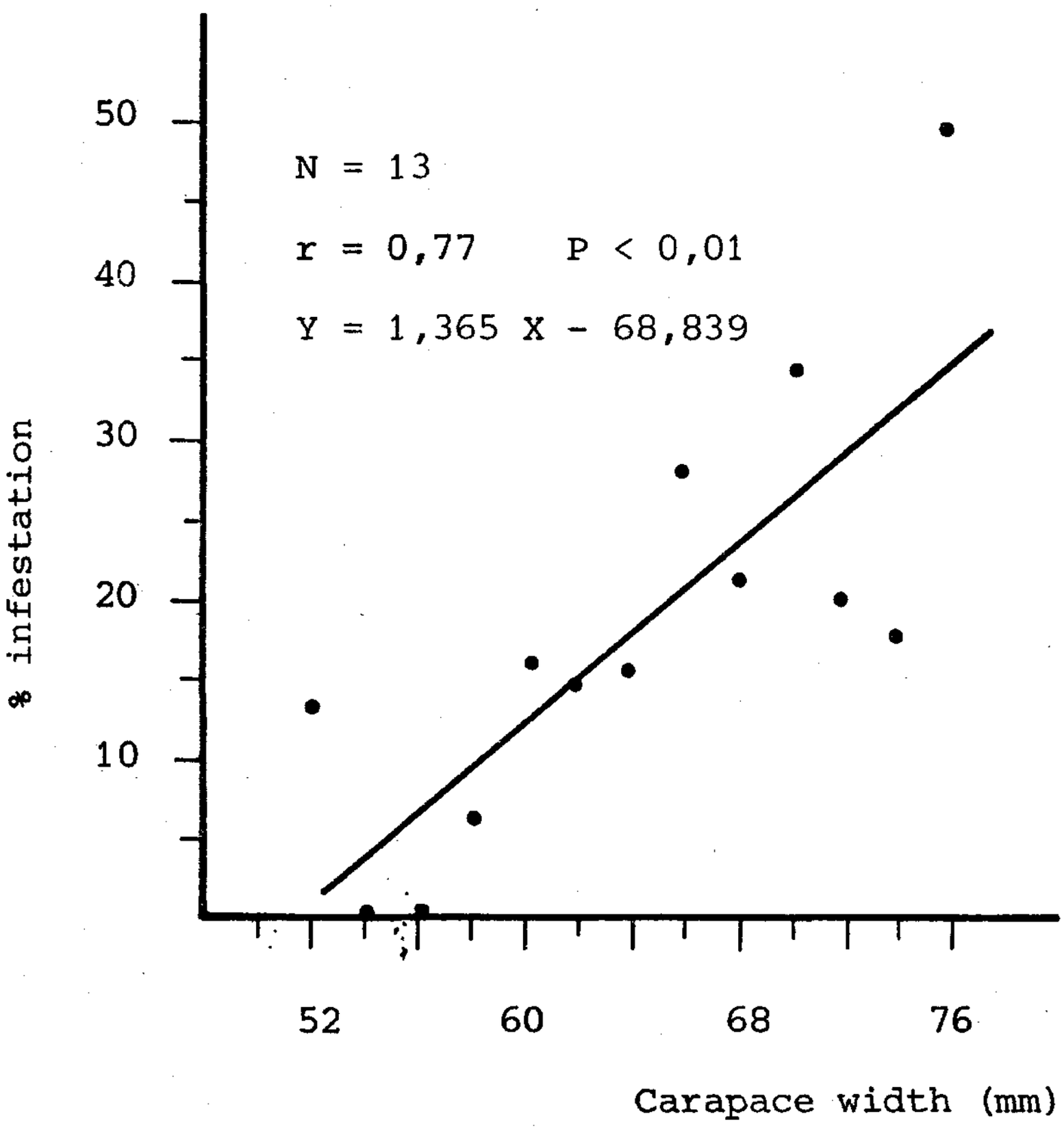


Fig. 3 - Relationship between percentage of infestation and size of crabs.

in percentage. This probably depends on the volume of their branchial chambers which is larger in big-size specimens.

Yet, many other factors could affect the presence of polychaetes in the branchial chambers of crabs, such as their still unknown alimentary ethology (GASTON & BENNER, 1981) and the crabs'moult. With respect to the latter factor, WESENBERG—LUND (1938) observe that small worms are generally present in crabs during mete-ecdysis and adult worms in crab with thick cuticle, i.e during intermoult. Our samples showed the presence of small worms in all size of infested crabs (see in Tab. 1 the average lengths of worms and their relevant standard deviations); these specimens, as seen above, are likely not to moult any more.

Infestation related to the biotope

With respect to infestation rates, WESENBEG-LUND (1938) observes an infestation of 32.5% on 135 *Geryon tridens*, DESPORTES *et al.* (1977) 5% on 20 *Geryon longipes*, whereas GASTON & BENNER (1981) observe an infestation of 12.3% and 0.51% on 277 *Geryon quinquedens* and 197 *Cancer borealis* respectively. As said above, a 20.8% infestation has been observed in the Ligurian Sea. Yet, this is an inclusive value, that is drawn from all sampled areas. We have records of studies carried out for two years (1977-1978), in the same period (July-August), with the same boat, the same net and under the same weather and sea conditions, on the bathyal areas A and B (Fig. 1). The former is characterized by a scarsely sloping bottom with sandy muds inhabited by *Thenea muricata*; the latter by a hard-mud steeple slope inhabited by *Isidella elongata*. In the zone A, 362 examined *Geryon* have shown an infestation rate of 12.3%, whereas, in the zone B a rate of 38.2% has been observed on 299 *Geryon*. The difference is significant ($\chi^2 = 31.9$; $P > 0.05$). A greater presence of these worms in the zone B is not to be put in relation with a greater presence of *Geryon* in the same area. In fact, as shown in Fig. 4, the latter has a smaller biomass of crabs compared to the zone A. At the present stage of our knowledge its is impossible to give interpretations of such differences, since *O. geryonicola* has never been found free during the dredgings carried out on the Mediterranean bathyal bottoms (see list of polychaetes in PÉRÈS & PICARD, 1964; CARPINE, 1970; VAMVAKAS, 1972).

Distribution and abundance of the worms in the branchial chambers of crabs

It has been observed that 50.5% of the infested crabs showed commensals in their left branchial chambers (Tab. 1). Examining the number of commensal present in one branchial chamber only (right or left), that is an 83.8% of the infested crabs, we observe (Tab. 1) that the number of commensals varies from 1 to 8 per chamber and that

Tab. I - *Percentage frequency of* G. longipes, *separated by size, in relation to number and mean length of the worms present in one branchial chamber. No = Number of* O. geryonicola *present in one branchial chamber of* G. longipes. *C.W.* = G. longipes *size-classes in mm. % = Percentage frequencies of* G. longipes, *according to the various sizes, bearing one or more* O. geryonicola *per branchial chamber. M = Mean length of* O. geryonicola *specimens. SD = Standard deviation of* O. geryonicola *lengths.*

No	1	2	3 - 4	5 - 6	7 - 8	
C.W.	% (M ± SD)	% (M ± SD)	% (M ± SD)	% (M ± SD)	% (M ± SD)	tot.
51-52	—	1,48 (22,00 ± 3,50)	—	—	—	1,48
53-54	—	—	—	—	—	—
55-56	—	—	—	—	—	—
57-58	—	—	1,48 (45,33 ± 6,11)	—	—	1,48
59-60	1,48 (32,50 ± 10,60)	2,22 (19,87 ± 3,22)	2,22 (29,42 ± 23,89)	—	—	5,92
61-62	1,48 (20,50 ± 0,70)	2,96 (33,08 ± 9,36)	2,22 (18,00 ± 3,60)	—	—	6,62
63-64	3,70 (40,33 ± 6,11)	2,22 (28,00 ± 15,90)	2,96 (32,15 ± 11,29)	0,74 (32,60 ± 4,5)	—	9,62
65-66	7,41 (36,40 ± 14,08)	9,63 (35,25 ± 11,08)	5,19 (31,80 ± 16,38)	2,22 (22,80 ± 7,9)	—	24,45
67-78	6,67 (28,66 ± 9,01)	5,93 (35,01 ± 14,45)	3,70 (39,04 ± 19,31)	1,48 (33,45 ± 8,4)	1,48 (37,33 ± 14,48)	19,26
69-70	4,44 (25,70 ± 9,20)	5,19 (35,33 ± 21,73)	3,70 (43,88 ± 26,72)	2,96 (29,80 ± 10,9)	0,74 (30,00 ± 3,96)	17,03
71-72	1,48 (19,66 ± 2,51)	0,74 (41,00 ± 11,41)	2,22 (29,69 ± 8,87)	2,96 (26,80 ± 2,5)	—	7,40
73-74	1,48 (28,00 ± 8,20)	1,48 (36,20 ± 10,20)	0,74 (37,33 ± 26,85)	—	0,74 (27,28 ± 6,94)	4,44
75-76	—	0,74 (34,00 ± 13,20)	1,48 (25,00 ± 7,77)	—	—	2,22
tot.	28,15%	32,59%	25,93%	10,30%	2,96%	100%

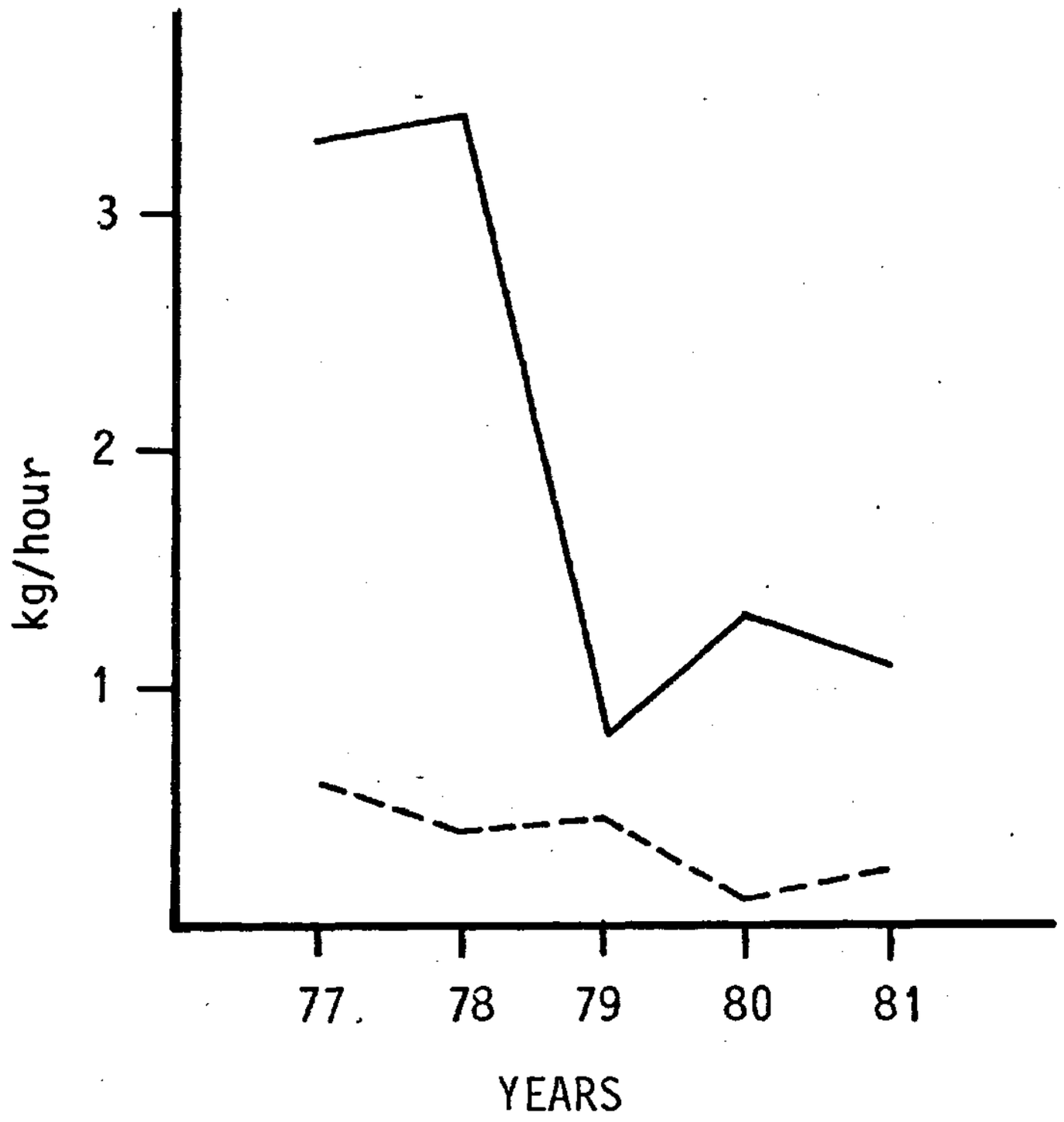


Fig. 4 - Average catches (kg/hour) of *G. longipes* reported from 1977 to 1981 in two bathyal areas of the Ligurian Sea (see Fig. 1). Area A = continous line; Area B = broken line.

several specimens are more frequently found there than one specimen only. A similar situation appears when considering the number of guests present in both chambers, that is in 16.2% of the infested crabs. In fact, 88.9% of crabs show 2 to 5 guests in a chamber and 1 in the other, 5.6% 3 guests in one and 2 in the other and 5.6% 1 per chamber. Also from the data reported by WESEMBERG-LUND (1938) we can observe that only one guest is present in 40.9% of the infested crabs, whereas 2 to 7 guests have been found in 59.1%. These polychaetes then seem to show a tendency to aggregation. It might be due to their reproductive characteristics. Unluckily, very little is known in this respect; it is merely known that *O. geryonicola* is a gonochoric species (AKESSON, 1973), but nothing is known about is reproductive behaviour, neither can it be hypothesized on the basis of the behaviour which is known to be typical of other species of the same genus. In fact the members of the genus *Ophryotrocha* may be distinguished as species by the reproduction patterns and the morphology of eggs masses and larvae (AKESSON, 1975).

Acknowledgements

The authors express their gratitude to Dr. C.N. Bianchi and Dr. A. Balduzzi for the useful suggestions received during the drafting of the text.

Summary

Ophryotrocha geryonicola *is a Dorvilleidae annelid living in the branchial chambers of various species of crabs. In the Ligurian Sea, this worm is present in* Geryon longipes. *Some aspects relevant to this symbiosis have been studied by examining 1252* Geryon *(445 females and 807 males) collected during fishing surveys from 1977 to 1981 on various trawling bathyal areas of the Gulf of Genova (Ligurian Sea) between 450 and 850 metres depth.*

The Geryon *which showed* O. geryonicola *in their branchial chambers where only males and their size exceeded 52 mm. In fact, no worm has been found either in females, which rarely reach such a size, or in young males. Infestation, which is probably due in relation to the volume of the branchial chambers, has proved to be directly proportional to the crabs size.*

A total infestation rate of 20.8% of all the investigated areas has been observed. Yet, two areas differing both in biotopes and in biomass of crabs have shown significantly different infestation rates.

As far as arrangement and number of worms in the branchial chambers of crabs are concerned, it has been observed that several individuals are more frequently found there than one individual only. Such a tendency to aggregation by O. geryonicola *might be due to its reproduction modalities.*

Riassunto

Ophryotrocha geryonicola è un anellide Dorvilleidae che vive nelle camere branchiali di diverse specie di granchi. In Mar Ligure questo verme è presente in *Geryon longipes*. Alcuni aspetti relativi a questa simbiosi sono stati studiati mediante l'esame di 1252 *Geryon* (445 femmine e 807 maschi) raccolti durante campagne di pesca eseguite dal 1977 al 1981 su varie aree batiali strascicabili del golfo di Genova (Mar Ligure) a profondità comprese tra 450 e 850 m.

I *Geryon* che presentavano *O. Geryonicola* nelle camere branchiali erano soltanto maschi e di taglia superiore a 52 mm. Infatti i vermi non sono stati rinvenuti né nelle femmine, che raramente raggiungono queste dimensioni, né nei giovani maschi. L'infestazione, probabilmente in relazione al volume delle camere branchiali, è risultata direttamente proporzionale alla taglia dei granchi.

Per tutte le aree esaminate è stato osservato un tasso d'infestazione complessivo del 20,8%. Tuttavia due aree diverse sia per biotopi che per biomassa dei granchi hanno presentato tassi d'infestazione significativamente differenti.

Per quanto riguarda la disposizione e il numero dei vermi nelle camere branchiali dei granchi si è osservato che in queste la presenza di più individui è maggiore della presenza di un solo individuo. Questa tendenza all'aggregazione da parte di O. Geryonicola *potrebbe essere determinata dalle sue modalità di riproduzione.*

Bibliography

AKESSON B. (1973) - Reproduction and larval morphology of five *Ophryotrocha* species (Polichaeta, Dorvilleidae). *Zool. Scr.*, **2**: 145-155.

AKESSON B. (1975) - Reproduction in the genus *Ophryotrocha* (Polychaeta, Dorvilleidae). *Pubbl. Staz. Zool. Napoli.* **39** Suppl.: 377-398.

BELLAN-SANTINI D. (1983) - Rapport sur les travaux du comité du benthos durant le XXVIII Congrès-Assemblée plenière. *Rapp. Comm. int. Mer. Medit.*, **28** (3): 17-26.

CARPINE C. (1979) - Ecologie de l'étage bathyal dans la Méditerranée occidentale. *Mem. Inst. oceanogr., Monaco*, **2**: 1-146.

CHRISTIANSEN M.E. (1969) - Marine invertebrates of Scandinavia. N. 2 Crustacea Decapoda Brachyura. *Universitetsforlaget, Oslo*: 1-143.

DESPORTES I., LAUBIER L., THEODORIDES J. (1972) - Présences d'*Ophryotrocha geryonicola* (Esmark) (Polichète: Dorvilleidae) en Méditerranée occidentale. *Vie Milieu*, **27** (1): 131-133.

GASTON G.R., BENNER D.A. (1981) - On Dorvilleidae and Iphitimidae (Annelida: Polychaeta) with a redescription of *Eteonopsis geryonicola* and a new host record. *Proc. Biol. Soc. Wash.*, **94** (1): 76-87.

HAEFNER P.A. (1978) - Seasonal aspects of the biology, distribution and relative abundance of the deep-sea crab *Geryon quinquedens* Smith, in the vicinity of the Norfolk Canyon, western North Atlantic. *Proc. natn. Shelfish. Ass.* **68**: 49-62.

LAGARDÈRE J.P. (1973) - Distribution des Décapodes dans le Sud du Golfe de Gascogne. *Rev. Trav. Inst. Peches Marit.*, **37** (1): 77-95.

LAGARDÈRE J.P. (1977) - Recherches sur la distribution verticale et sur l'alimentation des Crustacés Décapodes benthiques de la pente continentale du golfe de Gascogne. Analyse des groupments carcinologiques. *Bull. Cent. Etud. Rech. sci. Biarrits*, **11** (4): 367-440.

LE LOEUFF P., CAYRE P., INTES A. (1978) - Etude du crabe rouge profonde *Geryon quinquedens* en côte d'Ivoire. II - Elements de biologie et d'écologie avec réference aux résultats obtenus au Congo. *Doc. Scient. Centre Rech. Oceanogr. Abidjan*, **9** (2): 17-65.

MacPHERSON E. (1983) - Crustaceos Decapodos capturados en las costas de Namibia. *Resultados Expediciones Cientificas (Supl. Inv. Pesq.),* **11**: 80.

MELVILLE-SMITH R. (1983) - Abundance of deep-sea red crab *Geryon maritae* in South west African waters from photography. *S. Afr. J. mar. Sci.*, **1**: 123-131.

MORI M. (1982) - Alimentary rhythms in *Geryon longipes* A. Milne Edwards, 1881 (Crustacea: Decapoda: Brachyura). *Quad. Lab. Tecnol. Pesca*, **3** (2-5): 169-172.

PÉRÈS J.M., PICARD J. (1964) - Nouveau manuel de bionomie benthique de la Méditerranée. *Rec. Trav. Stav. Stat, Mar. Endoume*, **47** (31): 1-137.

PFANNENSTIEL H.D., GROTHE C., KEGEL B. (1982) - Studies on *Ophryotrocha geryonicola* (Polichaeta: Dorvilleidae). *Helgol. Meeresunters.* **35**: 119-125.

RELINI ORSI L., MORI M. (1977) - Osservazioni sull'alimentazione di *Geryon longipes* A. Milne Edwards 1881 (Crustacea Decapoda Brachyura) dei fondi batiali liguri. *Atti IX Congr. Soc. Ital. Biol. Mar.*: 375-387.

RELINI ORSI L., MORI M. (1981) - Osservazioni preliminari sulla distribuzione e la riproduzione di *Geryon longipes* A. Milne Edwards 1881 (Crustacea Decapoda Brachyura) del Mar Ligure. *Quad. Lab. Tecnol. Pesca*, **38** (1 suppl.): 145-153.

RELINI ORSI L., ISOLA G., MORI M., RELINI G., VACCHI M. (1982) - Risultati di un quinquennio di osservazioni sulla pesca a strascico profonda in Liguria. *Atti Conv. Unità Operative afferenti ai sottoprogetti Risorse Biologiche e Inquinamento Marino*. Roma 10-11 Nov. 1981. Ed. C.N.R.: 321-337.

VAMVAKAS C.N.E. (1979) - Peuplements benthiques des substrats meubles du sud de la mer Egée. *Téthys* **2** (1): 89-130.

WESENBERG-LUND E. (1938) - *Ophryotrocha geryonicola* (Bidenkap) (= *Eteonopsis geryonicola* Bidenkap) refound and redescribed. *Goteborgs K. Vetensk. Handl., ser. B* **6** (8): 1-13.

WIGLEY L.R., THEROUX R.B., MURRAY H.E. (1975) - Deep-sea red crab, *Geryon quinquedens* survey off N.E. Unit States. *Mar. Fish. Rev.* **37** (8): 1-21.

OEBALIA 1985, vol. XI, N.S.: 289-302 *ISSN 0392-6613*

M. C. GAMBI* C.N. BIANCHI** A. GIANGRANDE*** R. COLOGNOLA*
* Stazione Zoologica, Laboratorio di Ecologia del Benthos - Ischia (Napoli) - Italy
** ENEA-CREA di S. Teresa, CP 316 - La Spezia - Italy
*** Istituto di Biologia Marina dell'Università - Pisa - Italy

PER UN CENSIMENTO DELLA POLICHETOFAUNA DELLE COSTE ITALIANE, NOTA PRELIMINARE

Abstract

Polychaetes of Italian coasts: preliminary survey.

A preliminary investigation on the Polychaete literature concerning the Italian coast, has been carried out in order to prepare a list of the complete Polychaete fauna. By means of a questionary, a national survey was also made in order to estimate interests and activities of the Italian researchers, studing on Polychaetes.

Key-words: Polychaetes, Italian-coast, census.

Introduzione

I Policheti rappresentano una delle componenti zoobentoniche più numerose ed ampiamente distribuite nella quasi totalità degli ecosistemi marini.

Essi si rivelano in molti biotopi degli eccellenti descrittori della struttura delle comunità bentoniche e inoltre, presentando una vasta gamma di strategie alimentari, si inseriscono a numerosi livelli nelle reti trofiche e rivestono un ruolo non trascurabile nel flusso energetico delle comunità (FAUCHALD & JUMARS, 1979).

La vastità e complessità del gruppo sono tali che la sistematica è, soprattutto riguardo ad alcune famiglie, alquanto insufficiente e spesso controversa.

È da notare inoltre che non esiste per questi organismi una rivista specializzata, sul tipo di quelle che raccolgono ad esempio lavori relativi a Crostacei, Molluschi, Nematodi ecc.; «Polychaeta» e «Polychaeta newletter» sono infatti raccolte di «newletters», non pubblicano lavori originali ed hanno scarsa diffusione.

Si può stimare che in Mediterraneo siano presenti tra le 700 e le 800 specie di Policheti, la maggior parte delle quali si trova probabilmente anche lungo le coste italiane, grazie alla posizione (pressocché al centro del Mediterraneo) ed alla notevole estensione costiera della nostra penisola. Inoltre l'Italia si trova in un'area geografica che rappresenta un «crocevia» faunistico tra settore Adriatico, settore orientale (che risente attualmente di migrazioni lessepsiane), settore occidentale tirrenico e canale di Sicilia (che ricevono l'influsso Atlantico).

Ogni studioso di Policheti sa che non esiste a livello italiano, e mediterraneo in generale, una «fauna» di Policheti. I testi relativi alle coste spagnole (RIOJA, 1931; CAMPOY, 1982) e francesi (FAUVEL, 1923; 1927) si riferiscono soprattutto alla fauna del versante atlantico di tali paesi. Più in generale quindi si ricorre a lavori non riguardanti il Mediterraneo, quali quelli sulle coste della Germania (HARTMANN-SCHROEDER, 1971) o del Sud Africa (DAY, 1967), oppure a lavori sul Mediterraneo ma limitati a revisioni di singole famiglie, quali ad esempio LAUBIER *et al.*, (1972/1973) per gli Heterospionidae; LAUBIER & RAMOS (1973) per i Paraonidae; RAMOS (1976a) per i Lumbrineridi; RAMOS (1976b) per gli Arabellidi; PILATO & CANTONE (1976) per i Poecilochaetidi; BIANCHI (1981) per i Serpulidi e Spirobidi; SAN MARTIN (1982) per i Sillidi.

Emergono pertanto problemi di identificazione, sia per il corretto uso delle chiavi, messe a punto per specie e regioni diverse dalle nostre, sia per la ricostruzione esatta delle sinonimie. Anche per quanto riguarda i semplici cataloghi di specie, non esiste a livello nazionale nessun elenco aggiornato successivo a quello assolutamente obsoleto di PANCERI (1875) o più esteso di quello di POZAR-DOMAC (1978) relativo al solo Adriatico.

Abbiamo perciò intrapreso l'iniziativa di fare il punto sullo «stato dell'arte» riguardo alle conoscenze sulla polichetofauna delle coste italiane e alle competenze ed agli interessi esistenti, a questo proposito, in ambito nazionale, al fine di preparare un catalogo dei Policheti delle acque italiane.

A questo scopo si potrebbe seguire l'esempio di quanto si sta già facendo per la Malacofauna marina italiana grazie ad una collaborazione tra la S.I.M. (Società Italiana Malacologia) e l'ENEA (Comitato Nazionale per la ricerca e lo sviluppo dell'Energia Nucleare e delle Energie Alternative) (BEDULLI *et al.*, 1982; in stampa).

A tal fine gli A.A. si sono fatti promotori, assieme ad altri colleghi, della costituzione all'interno della SIBM (Società Italiana di Biologia Marina) di un gruppo di studio sui Policheti; a tale iniziativa hanno aderito la maggior parte degli specialisti italiani, nonché molti ecologi non interessati specificamente alla sistematica dei Policheti*. Uno dei primi obiettivi di tale gruppo sarà quello di uniformare la nomenclatura sulla base di testi aggiornati ed affidabili (es. FAUCHALD, 1977) e di redigere una lista sinonimica ragionata delle specie italiane corredata possibilmente da chiavi originali e da un glossario. Ci si propone inoltre di approntare una «banca dati» che potrà accogliere schede bioecologiche e dati distributivi relativi alle singole specie. Tale materiale potrebbe rappresentare la base per la realizzazione di una «fauna d'Italia».

Tra le iniziative a più breve termine è stato iniziato un archivio bibliografico comprendente i lavori sui Policheti pubblicati da tutti i componenti del gruppo di lavoro ed accessibile a tutti gli interessati (l'archivio si trova presso M.C. Gambi). Allo stesso modo si vorrebbe organizzare una collezione di riferimento centralizzata e quindi più facilmente consultabile rispetto alle collezioni dei singoli specialisti. Come prima iniziativa è stata avviata un'inchiesta nazionale, tramite questionario (Fig. 2) rivolto a tutti

---

* L'elenco di tutti i componenti il gruppo polichetologico italiano (omesso per brevità) può essere richiesto agli A.A.

Fig.2: Fac-simile del questionario inviato

S.I.B.M. - Gruppo Polichetologico
E.N.E.A. - Centro Ricerche Energia Ambiente

CENSIMENTO DELLA POLICHETOFAUNA ITALIANA

~ s c h e d a d i a d e s i o n e ~

Nome e Cognome _____

Ente _____

Indirizzo _____

Telefono _____

Si interessa di Policheti da un punto di vista _____

Possiede qualche lista di Policheti in acque italiane, pubblicata o inedita (precisare) ?

Possiede una collezione di riferimento ? _____

Possiede uno schedario bibliografico ? _____

Desidera segnalare altre persone (anche non soci SIBM) che a sua conoscenza siano interessate all'iniziativa (Nome, Cognome, Indirizzo ecc.) ?

COMPILARE E RISPEDIRE A: Carlo Nike BIANCHI
E.N.E.A. - C.R.E.A. di Santa Teresa
CP 316
19100 LA SPEZIA

i possibili interessati, nel quale si chiedeva di specificare, oltre i dati anagrafici, l'eventuale possesso di collezioni di riferimento, di schedario bibliografico e di liste faunistiche, nonché il campo di interesse specifico nello studio dei Policheti. Quest'ultimo è stato suddiviso per comodità in tre categorie: «biologia» (comprendente studi di genetica, cariologia, fisiologia, riproduzione, anatomia ecc.), «ecologia» (comprensiva di biogeografia, biocenotica ecc.), «sistematica» (tassonomia, morfologia, sistematica evolutiva ecc.). Per la gestione dei dati così raccolti è stato predisposto un archivio computerizzato.

Risultati e discussione

Riportiamo in questa sede i dati emersi da una ricerca bibliografica preliminare sulla produzione scientifica italiana e straniera, relativa ai Policheti, con maggior attenzione per gli ultimi 30 anni, e i risultati dell'inchiesta nazionale tramite questionario. Si precisa però che, essendo la bibliografia esistente molto vasta e non avendo la presente nota significato di revisione bibliografica completa, nella scelta dei lavori citati abbiamo adottato i seguenti criteri:

— vengono considerati i lavori relativi ai soli Policheti, escludendo perciò quelli in cui viene trattato tutto il benthos dato il carattere preliminare della presente indagine e soprattutto la mole di letteratura esistente in proposito.
— sono considerati soprattutto lavori di faunistica, biogeografia ed ecologia, escludendo gli studi di biologia, fisiologia ecc.
— quando sono presenti più lavori su una stessa area o ambiente (soprattutto se degli stessi A.A.) viene citato il più recente, al quale si rimanda per la bibliografia precedente.
— sono state per il momento escluse la Corsica e l'Istria.

Sicuramente in seguito tali lavori saranno presi in considerazione per redigere il catalogo completo dei Policheti delle coste italiane e le singole schede bio-ecologiche e distributive.

I dati vengono discussi per area geografica (mar Ligure, Tirreno Centrale** (fino al Golfo di Salerno), Sardegna, Sicilia, Jonio e Adriatico) e per ambiente (fondi mobili, fondi duri, praterie di fanerogame, lagune costiere, ambiente interstiziale, ambiente di alta profondità).

L'esame della bibliografia (circa 70 lavori) evidenzia una forte eterogeneità e frammentarietà nello studio dei Policheti lungo le coste italiane (Fig. 1). Ad aree relativamente ben note si affiancano infatti, zone quasi inesplorate; allo stesso modo non tutte le famiglie e gli ambienti sono ugualmente trattati.

** Non è stato preso in considerazione il Basso Tirreno per la totale assenza di dati riguardanti quest'area.

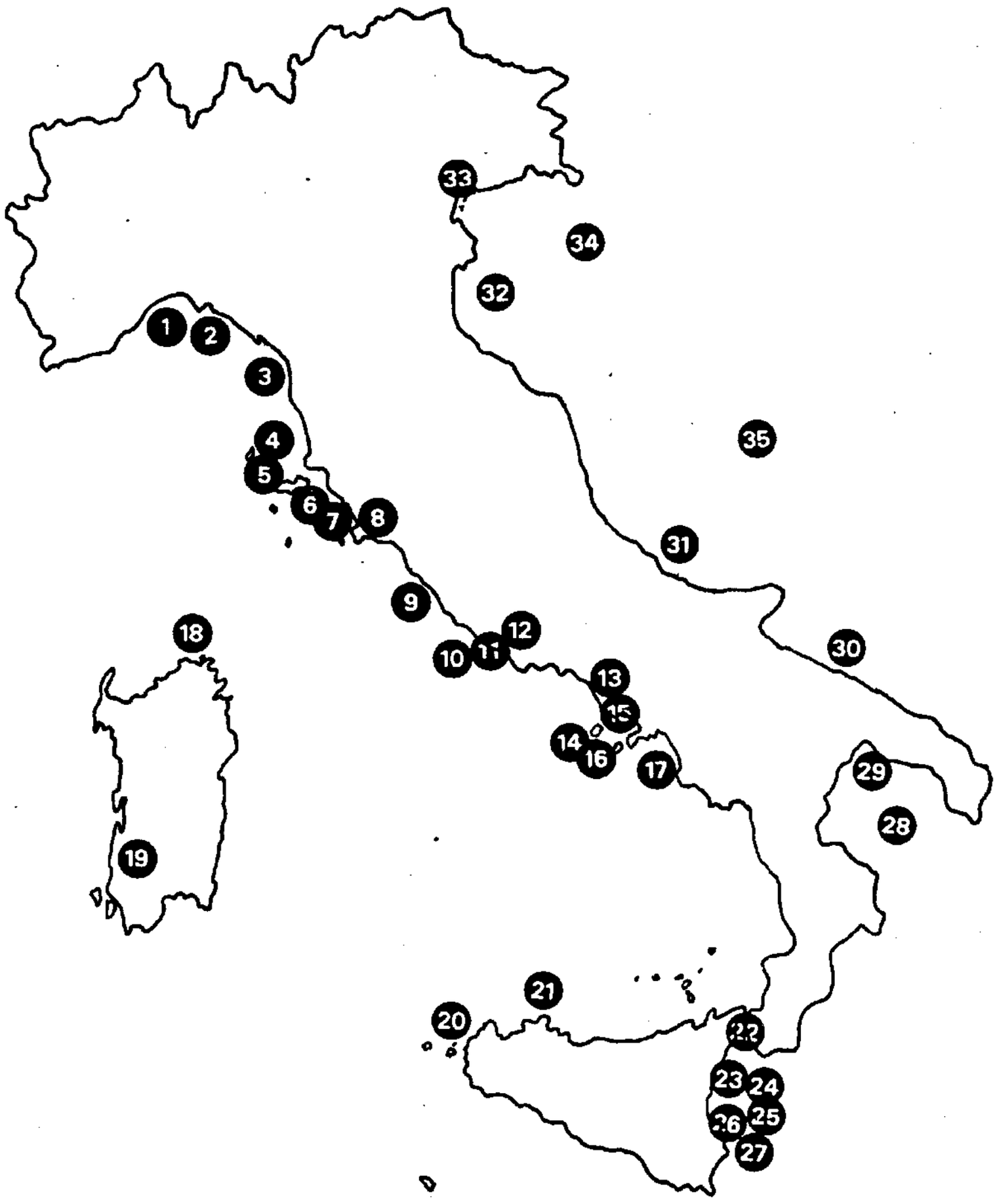


Fig. 1 - Cartina della penisola italiana con l'indicazione delle aree studiate in relazione ai Policheti e citate in bibliografia.

Legenda: FM = Fondi Mobili; FD = Fondi Duri; FA = Fanerogame; LA = Lagune; FP = Fauna Profonda; FI = Fauna Interstiziale; + = Lavori riguardanti vaste aree.

1) BELLAN, 1957 (FM)
2) BAZZICALUPO *et al.*, 1974; BIANCHI, 1979, 1980; PANSINI e DAGLIO, 1981 (FD)
3) CASTELLI, 1982 (FM)
4) COGNETTI, 1965 (FI)
5) KATZMANN, 1972 (FD)
6) ZUNARELLI-VANDINI e COGNETTI-VARRIALE, 1981 (FM)
7) GAMBI e GIANGRANDE, in stampa (FM)
8) BONVICINI-PAGLIAI e COGNETTI, 1982 (LA)
9) COGNETTI-VARRIALE e ZUNARELLI-VANDINI, 1979 (FM)
10) COLOGNOLA *et al.*, in stampa, c (FD)
11) GAMBI e GIANGRANDE, in stampa (LA)
13) BIANCHI, 1983, a (LA)
14) FRESI *et al.*, 1984 (FD)
15) COLOGNOLA *et al.*, in stampa, b (FA)
16) BELLONI e BIANCHI, 1982, (FD)
17) GAMBI *et al.*, in stampa (FM)
18) COLOGNOLA *et al.*, in stampa, a (FA)
19) BIANCHI *et al.*, in stampa (LA)
20-21-22) CANTONE, 1971 (vari tipi di ambiente)
23) CANTONE e FASSARI, 1983 (FM)
24) CANTONE *et al.*; CANTONE *et al.*, 1979 (FD)
25) TENERELLI, 1964 (FI)
26) CANTONE e PILATO, 1980; GIANGRANDE e GAMBI, 1982 (FM)
27) CANTONE e FASSARI, 1980 (FD)
28) AMOUREUX, 1970, 1971 (FM)
29) GHERARDI e LEPORE, 1976, 1981; LEPORE e GHERARDI, 1976 (FM, FD)
30) VACCARELLA *et al.*, 1981 (FA)
31) COGNETTI-VARRIALE e ZUNARELLI-VANDINI, 1978 (FM)
32) RELINI *et al.*, 1977 (FD)
33) BIANCHI, 1983, b; COGNETTI, 1958; LAUBIER, 1962 (LA)
34) FAUVEL, 1940; KATZMANN, 1971(*)
35) KATZMANN, 1973, a, b, c; POZAR-DOMAC, 1978 (+)

È presentata di seguito l'analisi della bibliografia per ognuna delle aree geografiche e per ciascuno degli ambienti considerati.

Mar Ligure: esistono numerosi lavori in cui i Policheti sono considerati all'interno dell'analisi di tutta la comunità bentonica (comprese le ricerche sul fouling). Più scarsi risultano invece i lavori riguardanti i soli Policheti (BELLAN, 1958; BIANCHI, 1979; 1980 e bibliografia ivi citata; PANSINI e DAGLIO, 1981).

Tirreno Centrale: (fino al Golfo di Salerno): quest'area risulta molto più studiata se si considerano i lavori sui soli Policheti (LA GRECA, 1946; COGNETTI, 1957; COGNETTI-VARRIALE & ZUNARELLI-VANDINI, 1979 e bibliografia ivi citata; KATZMANN, 1972; CASTELLI, 1982; GAMBI & GIANGRANDE, 1983; in stampa e bibliografia ivi riportata).

Sicilia: risultano piuttosto soddisfacenti le conoscenze sui Policheti di quest'isola; tra i lavori più recenti ricordiamo TENERELLI (1962 e bibliografia ivi citata); CANTONE (1981); CANTONE & PILATO (1980); CANTONE & FASSARI (1980; 1983); GIANGRANDE & GAMBI (1982).

Sardegna: è forse una delle zone meno studiate per quanto riguarda la fauna a Policheti (COLOGNOLA *et al.*, in stampa a; BIANCHI *et al.*, in stampa).

Mar Jonio: la maggior parte dei lavori presenti è relativa al solo Golfo di Taranto (AMOUREUX, 1970; 1971; GHERARDI & LEPORE, 1976; 1981 e bibliografia ivi citata; LEPORE & GHERARDI, 1976).

Mar Adriatico: risultano abbastanza buone le conoscenze sulla polichetofauna, soprattutto nel settore settentrionale (FAUVEL, 1940; COGNETTI, 1958; LAUBIER, 1962; KATZMANN, 1973a; 1973b; 1973c; RELINI *et al.*, 1977; POZAR-DOMAC, 1978. COGNETTI-VARRIALE & ZUNARELLI-VANDINI, 1978).

Per quanto riguarda gli ambienti osserviamo:

Fondi mobili: sono complessivamente gli ambienti più studiati, in relazione anche alla loro importanza e diffusione lungo le nostre coste. Ricordiamo i lavori di AMOUREUX (1970; 1971); COGNETTI-VARRIALE & ZUNARELLI-VANDINI (1978; 1979); KATZMANN (1973a); GAMBI *et al.*, (in stampa e bibliografia ivi riportata); ZUNARELLI-VANDINI e COGNETTI-VARRIALE (1981); CANTONE & FASSARI (1983).

Fondi duri (naturali ed artificiali): i lavori sui Policheti di questi ambienti risultano piuttosto scarsi se vengono esclusi quelli relativi a tutto il popolamento bentonico (BAZZICALUPO *et al.*, 1974; BIANCHI, 1980 e bibliografia ivi citata; KATZMANN, 1971; 1972; RELINI *et al.*, 1977; FRESI *et al.*, 1984 e bibliografia ivi riportata; COLOGNOLA *et al.* in stampa, c).

Ricordiamo a parte i lavori relativi alle grotte sommerse: BANSE (1959); CANTONE *et al.* (1979 e bibliografia ivi citata); BELLONI & BIANCHI (1982 e bibliografia ivi riportata).

Praterie di Fanerogame: numerosi sono i lavori riguardanti la fauna dell'ecosistema *Posidonia*, tuttavia scarsi sono quelli relativi ai soli Policheti (VACCARELLA *et al.*, 1981; COLOGNOLA *et al.*, in stampa, a; in stampa, b e bibliografia ivi riportata). Per le altre fanerogame (*Cymodocea*, Zostera) non esiste al momento letteratura disponibile.

Lagune costiere: esiste una vasta produzione sui Policheti lagunari, specialmente per quanto riguarda Serpulidi e Spirorbidi (BIANCHI, 1981 e bibliografia ivi citata; 1983a; 1983b). Per gli altri Policheti ricordiamo BONVICINI-PAGLIAI & COGNETTI (1982 e bibliografia ivi riportata); COGNETTI (1958); LAUBIER (1962); GRAVINA & GIANGRANDE (in stampa e bibliografia ivi riportata).

Fauna profonda: esistono purtroppo scarsissimi dati nonostante in alcuni mari italiani (Jonio e Tirreno) si raggiungono profondità tra le massime del Mediterraneo (AMOREUX, 1970; 1971; KATZMANN, 1973a; 1973b; 1973c).

Fauna interstiziale: scarsi sono anche in questo caso i dati presenti in letteratura (TENERELLI, 1964; 1966 e bibliografia ivi riportata; COGNETTI, 1965 e bibliografia ivi citata).

Da quanto esposto si osserva che vaste aree italiane quali la Sardegna, il Canale di Sicilia, entrambe le coste della Calabria, il versante adriatico della Puglia e la maggior parte delle piccole isole, sono poco o affatto conosciute dal punto di vista polichetologico. La fauna profonda e quella interstiziale sono tra le meno studiate; ulteriori dati necessitano anche per i fondi duri e per le praterie di fanerogame. Complessivamente, i Policheti dei fondi mobili e delle lagune sono i meglio noti.

Da questa prima indagine abbiamo potuto stimare che sono citate per le coste italiane circa 450 specie di Policheti, molte delle quali ampiamente distribuite; numerosi tuttavia sono anche i rinvenimenti di taxa rari trovati solo in ambienti ed aree limitati.

La ricchezza specifica della Polichetofauna delle coste italiane risulta quindi già piuttosto elevata se paragonata a quella di altre regioni vicine; 500 specie per le coste mediterranee e atlantiche francesi (FAUVEL, 1923, 1927); 425 specie per il Mare del Nord (HARTMANN-SCHROEDER, 1971); 650 specie per le coste mediterranee e atlantiche della Spagna (CAMPOY, 1982); 750 specie per il Sud Africa (DAY, 1967).

I risultati dell'inchiesta condotta tramite questionario (Fig. 2, vedi introduzione) sono riportati in Tab. 1 e Tab. 2. In Tab. 1 si osserva che le famiglie per cui esistono competenze specialistiche non sono molto numerose e sono trascurati altri gruppi di notevole importanza ed interesse; ad es. Phyllodocidae , Glyceridae e Nephtyidae tra gli Errantia e Orbiniidae, Capitellidae, Maldanidae, Cirratulidae, Ampharetidae e Terebellidae tra i Sedentaria.

In Tab. 2 si osserva come la maggior parte degli interessati si occupi di ecologia, in molti casi non dei soli Policheti e spesso disgiuntamente dalla loro sistematica. Per tali ricercatori quindi la conoscenza della Polichetofauna rappresenta un momento fondamentale finalizzato allo studio e alla comprensione della struttura delle comunità ben-

Tab. 1 - *Elenco delle famiglie di Policheti per le quali i relativi specialisti stanno redigendo il catalogo lungo le coste italiane.*

FAMIGLIA	SPECIALISTA
Aphroditidae	Dr. M.C. Gambi (Stazione Zoologica di Napoli)
Polyonidae	Dr. M.C. Gambi (Stazione Zoologica di Napoli)
Polyodontidae	Dr. M.C. Gambi (Stazione Zoologica di Napoli)
Sigalionidae	Dr. M.C. Gambi (Stazione Zoologica di Napoli)
Syllidae	Dr. G. Cognetti (Università Pisa) e R. Colognola (SZN)
Nereidae	Dr. A.M. Cognetti-Varriale (Università Modena)
Lumbrineridae	Dr. G. Cantone (Università Catania)
Eunicidae	Dr. G. Cantone (Università Catania)
Onuphyidae	Dr. G. Cantone (Università Catania)
Arabellidae	Dr. G. Cantone (Università Catania)
Hesionidae	Dr. R. Zunarelli-Vandini (Universita Modena)
Spionidae	Dr. C. Lardicci (Università Pisa)
Paraonidae	Dr. A. Castelli (Università Modena)
Sabellidae	A. Giangrande (Università Pisa)
Serpulidae	Dr. C.N. Bianchi (ENEA-CREA, La Spezia)
Spirorbidae	Dr. C.N. Bianchi (ENEA-CREA, La Spezia)

toniche. Da ciò emerge l'importanza di questi organismi e l'interesse da essi suscitato anche tra i non specialisti e, di conseguenza, la necessità di approntare e divulgare il prima possibile un catalogo relativo alle coste italiane.

Ringraziamenti

Un sentito ringraziamento a tutti coloro che, rispondendo al questionario, hanno dimostrato la loro disponibilità, rendendo più concrete le possibilità di realizzare le iniziative sopra presentate.

Tab. 2 - *Dati riassuntivi del questionario inviato.*

SCHEDE INVIATE	35
RISPOSTE PERVENUTE	31
Interessati a:	
BIOLOGIA	6
SISTEMATICA	17
ECOLOGIA	29
Possiedono:	
COLLEZIONE	18
SCHEDARIO BIBLIOGRAFICO	21
LISTE DI SPECIE	21

Summary

About 800 species of Polychaetes are known from the Mediterranean sea, most of which probably occur along the Italian coast, being our country located in the central part of this sea. Nevertheless, recent taxonomic revisions are available for few families only. Textbooks dealing with extra-Mediterranean fauna are generally used and several problems of identification emerge in utilizing different keys and often different synonyms. A preliminary investigation on the Polychaete literature concerning the Italian coasts has been carried out, in order to prepare a list of the complete Polychaete fauna. From the literature survey it results that Polychaetes are relatively well known as far as the Tyrrhenian and Adriatic seas are concerned, mostly concerning soft-bottoms. By contrast, very few information is available for the deep-sea, Sardinia and southern coasts, in general, as well as for the interstitial environment. By means of a questionary, a national survey was also made, in order to estimate the fields of interest of the Italian researchers who study Polychaetes. A better knowledge of the systematics and ecology of these organisms was the general need felt not only by the specialists, but also by the marine ecologists in general, being the Polychaetes one of the most representative syntaxa of zoobenthos.

Riassunto

In Mediterraneo, quindi probabilmente lungo le coste italiane, sono presenti circa 800 specie di Policheti, ma solo di alcune famiglie esistono revisioni tassonomiche aggiornate ed attendibili. Più in generale, quindi, vengono utilizzati testi non riguardanti il Mediterraneo ed emergono problemi di identificazione, sia per l'uso delle chiavi, sia per la ricostruzione esatta delle sinonimie.

Vengono presentati i risultati di un'indagine preliminare finalizzata al censimento della Polichetofauna italiana all'interno del neo-formato Gruppo Polichetologico della SIBM (Società Italiana di Biologia Marina). Lungo le coste italiane risultano particolarmente carenti le conoscenze sulla Polichetofauna della Sardegna, del Canal di Sicilia, della Calabria e della maggior parte delle piccole isole, mentre le coste centro-settentrionali del Tirreno e l'Adriatico risultano i settori meglio noti, soprattutto per quanto riguarda i fondi mobili. Molto scarse sono inoltre le informazioni sulla Polichetofauna profonda e su quella interstiziale.

Sulla base di un'inchiesta nazionale tramite questionario, si è cercato di definire il campo specifico di interesse dei ricercatori italiani che studiano i Policheti. È stata così confermata l'esigenza di una migliore conoscenza di questi organismi, non solo da parte degli specialisti del gruppo, ma anche da coloro che si interessano all'ecologia del macrobenthos in generale, del quale i Policheti costituiscono uno dei sintaxa predominanti.

Bibliografia

AMOUREUX L. (1970) - Annélides Polychètes du Golf de Tarente. Résultats des nouvelles croisières de l'Albatros (1968-1969). *Ann. Mus. Civ. St. Nat. Genova* **78:** 1-20.

AMOUREUX L. (1971) - Contribution à la connaissance de la faune benthique du Golfe de Tarente (Italia). Annélides Polychètes récoltés par l'Albatros en 1966-1967. *Rapp. Comm. Int. Mer Médit.* **20**, 3: 201-203.

BAZZICALUPO G., RELINI G., VIALE S. (1974) - Popolamenti di substrati artificiali posti su un fondo a coralligeno ed in una prateria di Posidonia - IV Policheti sedentari e Cirripedi. *Mem. Biol. Mar. Oceanogr.* N.S. **4** (4-5-6): 343-370.

BANSE K. (1959) - Uber die Polychaeten-Besiedlung einiger submariner Holen. *Pubbl. St. Zool. Napoli* **30** suppl.: 417-469.

BEDULLI D., DELL'ANGELO B., PIANI P., SPADA G. (1982) - Progetto di censimento della malacofauna marina italiana. *Boll. Malacologico, Milano* **18** (1-4): 85-94.

BEDULLI D., DELL'ANGELO B., PIANI P., SPADA G., ZURLINI G. (in stampa) - Censimento della malacofauna marina italiana. *Nova Thalassia*.

BELLAN G. (1958) - Contribution à l'étude des Annélides Polychètes du Golfe de Gênes. *Doriana, Genova* **2**, 96: 1-7.

BELLONI S., BIANCHI C.N. (1982) - Policheti di alcune grotte marine della Penisola sorrentina (Golfo di Napoli). *Boll. Mus. Ist. Biol. Univ. Genova* **50** suppl.: 118-127.

BIANCHI C.N. (1979) - Ecologia dei Serpuloidea (Annelida Polychaeta) del piano infralitorale presso Portofino (Genova). *Boll. Mus. Ist. Biol. Univ. Genova* **47**: 101-115.

BIANCHI C.N. (1980) - Serpulidae della scogliera artificiale di Varazze (Savona). *Atti Soc. Ital. Sc. Nat. Mus. Civ. St. Nat. Milano* **121** (1-2): 83-93.

BIANCHI C.N. (1981) - Policheti Serpuloidei. Guida per il riconoscimento delle specie delle acque lagunari e costiere italiane. C.N.R., Roma AQ/1/96, 5: 1-189.

BIANCHI C.N. (1983a) - Serpuloidea (Annelida Polychaeta) delle lagune costiere laziali e campane. *Ann. Mus. Civ. St. Nat. Genova* **84:** 231-243.

BIANCHI C.N. (1983b) - Ecologia e distribuzione dei Policheti Serpuloidei nella laguna veneta (Adriatico settentrionale). *Atti Mus. Civ. St. Nat. Trieste* **35:** 159-172.

BIANCHI C.N., CHESSA L.A., MORRI C. (in stampa) - Serpuloidei (Annelida Polychaeta) della Sardegna, con particolare riguardo alle lagune costiere. Rendiconti Seminario Facoltà di Scienze, Università di Cagliari, **54** suppl.

BONVICINI-PAGLIAI A.M., COGNETTI G. (1982) - Ecology of Polychaetes in Orbetello lagoon (Tuscany). *Boll. Zool.* **49:** 51-60.

CAMPOY A. (1982) - Fauna de Anelidos Poliquetos de la Peninsula Iberica. *Publ. Biol. Univ. Navarra (Secc. Zool.)* **7** (1-2): 1-781.

CANTONE G. (1971) - Ricerche sui Policheti della Sicilia: I. *Boll. Sedute Acc. Gioenia Sc. Nat. Catania* ser. IV, **10**, 10: 914-944.

CANTONE G., FASSARI G., BRIGANDÌ (1979) - Ricerche sui Policheti e Molluschi di una grotta semisommersa del litorale catanese. *Animalia* **6** (1-3): 127-141.

CANTONE G., FASSARI G. (1980) - Osservazioni sul popolamento polichetologico della penisola della Maddalena (Siracusa). *Animalia* **7** (1-3): 135-150.

CANTONE G., FASSARI G. (1983) - Polychaetous Annelids of soft-bottoms around the Gulf of Catania. *Rappr. Comm. Int. Mer Médit.* **28**, 3: 251-252.

CANTONE G., PILATO G. (1980) - Effect of pollution on the Polychaetous population in the roadstead of Augusta (Sicily). *V^e Journèe Etud. Pollution C.I.E.S.M.* Cagliari: 857-861.

CASTELLI A. (1982) - Distribuzione dei Policheti alla foce dell'Arno. *Atti Soc. Nat. Mat. Modena* **113:** 53-66.

COLOGNOLA R., CHESSA L.A., FRESI E., RUSSO G.F., PETRINI L. (in stampa a) - Zoobenthos della rada di Palau (Sardegna): I. Syllidae. *Nova Thalassia.*

COLOGNOLA R., GAMBI M.C., CHESSA L.A. (in stampa b) - Polychaetes of the foliar stratum of *Posidonia oceanica* (L.) Delile: comparative observations. *Trav. Sci. Port-Cros.*

COLOGNOLA R., GIANGRANDE A., GAMBI M.C. (in stampa c) - Polychaetes of an offshore platform at Fiumicino (Rome). *Nova Thalassia.*

COGNETTI G. (1957) - I Sillidi del Golfo di Napoli. *Pubbl. St. Zool. Napoli* **30:** 1-100.

COGNETTI G. (1958) - I Sillidi della Laguna di Venezia. *Atti Ist. Veneto Sc. Lettere ed Arte* 96: 167-177.

COGNETTI G. (1965) - Sillidi mesopsammici delle secche della Meloria (Livorno). *Arch. Zool. Ital.* **50:** 66-72.

COGNETTI-VARRIALE A.M., ZUNARELLI-VANDINI R. (1978) - Distribution des Polychètes sur les fonds meubles infralittoraux du Molise (Adriatique). *Cah. Biol. Mar.* **19:** 37-45.

COGNETTI-VARRIALE A.M., ZUNARELLI-VANDINI R. (1979) - Polychaetes of littoral sandy bottoms along the north Lazio coast. *Boll. Zoll.* **46:** 77-86.

DAY J.H. (1967) - A monograph on the Polychaeta of Southern Africa. Part. I, Errantia. Trustees of British Museum (Nat. Hist.) London, XXIX, 458.

DAY J.H. (1967) - A monograph on the Polychaeta of Southern Africa. Part. II. Sedentaria. Trustees of British Museum (Nat. Hist.) London, XVII, 459-878.

FAUCHALD K. (1977) - The Polychaete worms. Definitions and keys to the Orders, Families and Genera. *Nat. Hist. Mus. Los. Angeles County.* Sc. Series n. 28, pp. 188.

FAUCHALD K., JUMARS P. (1979) - The diet of the worms: a study of Polychaete feeding guilds. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.*, **17:** 193-284.

FAUVEL P. (1923) - Polychètes Errantes. In: Faune de France n. 5, pp. 488.

FAUVEL P. (1927) - Polychètes Sedentaires. In: Faune de France n. 16, pp. 404.

FAUVEL P. (1940) - Annélides Polychètes de la haute Adriatique. *Thalassia* **4**, 1: 1-24.

FRESI E., COLOGNOLA R., GAMBI M.C., GIANGRANDE A., SCARDI M. (1984) - Ricerche sui Popolamenti bentonici di substrato duro del porto d'Ischia. Infralitorale fotofilo. Policheti II. *Cah. Biol. Mar.* **25**, 1: 33-47.

GAMBI M.C., GIANGRANDE A. (1983) - Distribution des Annélides Polychètes dans les fonds meubles devant l'embouchure du Tibre (mer Tyrrhenienne). *Rapp. Comm. int. Mer Médit.* **28**, 3: 249-250.

GAMBI M.C., GIANGRANDE A. (in stampa) - Analisi della distribuzione dei Policheti nei fondi mobili di due aree del Tirreno centrale. *Mem. Biol. Mar. Oceanogr.*

GAMBI M.C., GIANGRANDE A., FRESI E. (in stampa) - I Policheti dei fondi mobili del Golfo di Salerno: ipotesi di un modello di distribuzione generale. *Nova Thalassia.*

GIANGRANDE A., GAMBI M.C. (1982) - Distribuzione dei Policheti nei fondi mobili della Rada di Augusta (Sicilia). *Boll. Mus. Ist. Biol. Univ. Genova* **50** suppl.: 218-222.

GRAVINA F., GIANGRANDE A. (in stampa) - Distribuzione dei Policheti nei laghi Pontini (Latina). *Nova Thalassia.*

GHERARDI M., LEPORE E. (1976) - Gli Anellidi Policheti del mar Piccolo di Taranto. *Rivista di Idrobiologia* **15:** 152-165.

GHERARDI M., LEPORE E. (1981) - Indagine sugli Anellidi Policheti del mar Grande di Taranto. *Archo. Oceanogr. Limnol.* **20:** 19-49.

HARTMANN-SCHROEDER G. (1971) - Annelida, Borthstenwurmer, Polychaeta. Tierwelt Deutschl. **58:** 1-594.

KATZMANN W. (1971) - Polychaeten (Errantia, Sedentaria) aus nordadriatischen *Cytoseira.* Bestanden und deren epiphyten. *Oecologia* **8:** 31-51.

KATZMANN W. (1972) - Polychaeten der Secche della Meloria (Livorno, Italien). *Anzeiger Ost. Akad. Wiss. Mat. Nat. Kl.* **109**, 5: 102-111.

KATZMANN W. (1973a) - Contributo alla conoscenza dei Policheti del mar Adriatico (Medio Adriatico, fondi mobili tra 10 e 230 m di profondità). *Quad. Lab. Tecnol. Pesca (Ancona)*, IV 1, 5: 143-155.

KATZMANN W. (1973b) - Polychaeten von Sedimentboden der Mittleren Adria (50-525 m). *Zool. Jb. Syst.* **100:** 436-450.

KATZMANN W. (1973c) - Polychaeten von adriatischen Weichboden (aus 115 bis 1170 m Tiefe). *Zool. Anz. Leipzig* **190** (1-2): 110-115.

LA GRECA M. (1946) - Studi sui Policheti del Golfo di Napoli. *Pubbl. St. Zool. Napoli* **20**, 3: 270-280.

LAUBIER L. (1962) - Quelques Annélides Polychètes de la Lagune de Venise. Description de *Prionospio caspersi* n. sp. *Vie Milieu* **13**, 1: 123-159.

LAUBIER L., PICARD J., RAMOS J. (1972-1973) - Les Heterospionidae (Annélides Polychètes Sédentaires) de Méditerranée Occidentale. *Vie Milieu* **23**, 2 ser. A: 243-245.

LAUBIER L., RAMOS J. (1973) - Paraonidae (Polychètes Sédentaires) de Méditerranée. *Bull. Mus. Natn. Hist. Nat.* 3° sér. **168** Zool.: 1097-1148.

LEPORE E., GHERARDI M. (1976) - Osservazioni sugli Anellidi Policheti del nuovo porto di Taranto. *Oebalia* **2**, 1: 121-129.

PANCERI P. (1875) - Catalogo degli Anellidi, Gefirei e Turbellari d'Italia. *Atti Soc. Ital. Sc. Nat.* **18** (2-3): 1-55.

PANSINI M., DAGLIO S. (1981) - Osservazioni sull'inquilinismo di Policheti Erranti in alcune Demosponge del litorale ligure. *Boll. Mus. Ist. Biol. Univ. Genova* **48-49:** 55-60.

PILATO G., CANTONE G. (1976) - Nuove specie di *Poecilochaetus* e considerazioni sulla famiglia dei Poecilochaetidae (Annelida Polychaeta). *Animalia* **3** (1-3): 29-63.

POZAR-DOMAC A. (1978) - Catalogue of the Polychaetous Annelids of the Adriatic Sea. *Acta Adriatica* **19**, 3: 1-59.

RAMOS J.M. (1976a) - Lumbrineridae (Polychètes Errantes) de Méditerranée. *Ann. Inst. Oceanogr. Paris* **52**, 1: 103-137.

RAMOS J.M. (1976b) - Arabellidae (Polychètes Errantes) de Méditerranèe. *Ann. Inst. Oceanogr. Paris* 52, 2: 217-257.

RELINI G., BIANCHI C.N., DIVIACCO G., ROSSO R. (1977) - Fouling di alcune piattaforme off-shore di mari italiani VI - Anfipodi e Policheti. *Boll. Mus. Ist. Biol. Univ. Genova* **45:** 105-121.

RIOJA E. (1931) - Estudio de los Polyquetos de la Peninsula Iberica. *Mem. Acad. Cienc. Ex. Fis. Nat. Madrid, ser. Cien. Nat.* **2:** 1-471.

SAN MARTIN G. (1982) - Estudio biogeografico, faunistico y sistematico de la familia Silidos (Syllidae, Polychaeta) en baleares. Tesi doctoral Universidad de Madrid, pp. 529.

TENERELLI V. (1962) - Il popolamento dei Policheti nella zona superiore del piano infralitorale delle Isole dei Ciclopi (Catania). *Pubbl. St. Zool. Napoli* **32:** suppl.: 70-85.

TENERELLI V. (1964) - Su una associazione di Policheti mesopsammici del Golfo di Catania. *Boll. Accad. Gioenia Sc. Nat. Catania*, 4° **8,** 4: 221-245.

TENERELLI V. (1966) - Considerazioni su Syllidae ed Hesionidae (Annelida Polychaeta) della fauna interstiziale marina costiera. *Atti Accad. Gioenia Sc. Nat. Catania*, 6° **18:** 222-239.

VACCARELLA R., PASTORELLI A.M., DE ZIO V. (1971) - Metodologie di rilievo: popolamenti a Policheti in mattes di Posidonia. *Thalassia Salentina* **11:** 109-119.

ZUNARELLI-VANDINI R., COGNETTI-VARRIALE A.M. (1981) - Effects de décharges polluantes sur une communauté à Polychètes des fonds meubles littoraux. *Cah. Biol. Mar.* **22:** 123-132.

OEBALIA 1985, vol. XI, N.S.: 303-310 *ISSN 0392-6613*

M. F. GRAVINA
Dipartimento di Biologia Animale e dell'Uomo
Università «La Sapienza» - Roma - Italy

ECOLOGY AND DISTRIBUTION OF POLYCHAETES IN TWO LAGOONS OF CENTRAL ITALY (LATIUM): FONDI AND LUNGO

Abstract:

The ecology and distribution of Polychaetes in the coastal lakes of Fondi and Lungo (Latium - Italy) are analysed. The possible reasons of the confinement levels in both lakes are considered.

Key-words: Polychaetes, ecological distribution, coastal lagoons, eutrophic waters.

Introduction

Fondi and Lungo are two brackish lakes of Southern Latium which constitute, with those of the Pontine plain, the coastal lake system of Latium.

Previous studies showed the similarity between the Polychaetes communities of these lagoons and those of other sheltered coastal areas (e.g. harbours, ports). For both set of environment, the influence of two main factors, hydrodinamics and trophic level, has been evidenced in determining the composition of the Polychaetes communities (GIANGRANDE *et al.*, in press).

Recently other authors have generalized this similarity to the whole zoobenthic community of sheltered coastal areas, which have been named all together «Domaine Paralique» (GUELORGET & PERTHUISOT, 1983). These authors proposed also the term «confinement» to define «cette grandeur qui organise la zonation biologique» in the sheltered coastal areas. The confinement degree of a single point in a parhalic ecosystem depends on the time spent by the sea-water to reach that point and so to convey there the «elements vitaux d'origine marine» as mineral salts, oligoelements, vitamines, etc. So the confinement can be considered as a measure of the lagoon-sea exchange and combines various and essentially hydrodinamic factors.

In this paper the Polychaetes populations of the lakes Fondi and Lungo and the main factors selecting them are analysed.

The present paper is included in the framework of an interdisciplinary (geological,

botanical and zoological) research programme for the study of the environmental and exploitation situation of Latium lagoons. The Project is supported by the Local Administration of Latina and the Faculty of Science of the University «La Sapienza» in Rome.

Study area

The lake of Fondi is placed in the homonymous plain, South of the Circeo promontory. Its origin, due to dunes barrage and tectonic phenomena, dates back to the Ancient Quaternary (POLICE, 1928; DELLA VALLE, 1961). The lake has very indented and steep shores, its surface is 381 ha and its average depth is about 10 m, with zones reaching 20 m. It is connected with the sea by two channels (C. Canneto and C. S. Anastasia) respectively 2.5 and 2.8 Km long and 5-10 m wide. Fresh-water inputs are concentrated in the North and North-Eastern shores of the lake, while from the surrounding fields the lake suffers of an input of nutrients, due the draining water. Owing to its morphological structure and to marine and freshwater flow, the lake is meromictic with a permanent halinocline. Surface salinity ranges from 2-15‰, while it reaches 12-22‰ in the deep layers. The total phosphorus ranges from 0.3-0.7 μgr - at/l in the surface, while it ranges from 1.5-4.4 μgr-at/l in the deep layers.

At South of Fondi, lake Lungo is situated near Sperlonga, it has a surface of 47 ha and an average depth of 4.5 m and maximum of 7 m. Its elongated shape, parallel to the coast line, is due to its origin as a flooded hollow, separated from sea by coastal dunes which dates back to the recent Quaternary (SOMMANI, 1954; RICCARDI, 1955). It is connected to the sea by a short channel. Freshwater flows in from the near lake of S. Puoto, while a high quantity of nutrients inputs are due both to the Sperlonga sewage, that inlets its water in the South-Eastern shore of the lake, and to drainage water. Lungo, like Fondi, is a meromictic lake because of its morphological structure and of the stratification induced by the different salinities of the water input. In the surface layers the salinity ranges from 2 to 26‰, while in the deep ones between 26 and 33‰. The total phosphorus ranges from 0.3 to 5.1 μgr-at/l in the surface, while ranges between 1.2 and 17.1 μgr-at/l in the deep layers.

Materials and methods

Between May 1982 and January 1984 macrobenthic quantitative samples were collected seasonally in both lakes, with a Van Veen grab. Two samples were taken in each station (Fig. 1 and Fig. 2) for a total surface of 0.1 square metres. Bottom materials were washed with a 1 mm mesh sieve and then preserved in 4% formalin. The identification and counting of the individuals was done in the laboratory.

At the beginning of the research on May 1982, a series of samples were taken from different depths, up to a maximum of 5 m, to determine the range of existence of macrobenthic organisms.

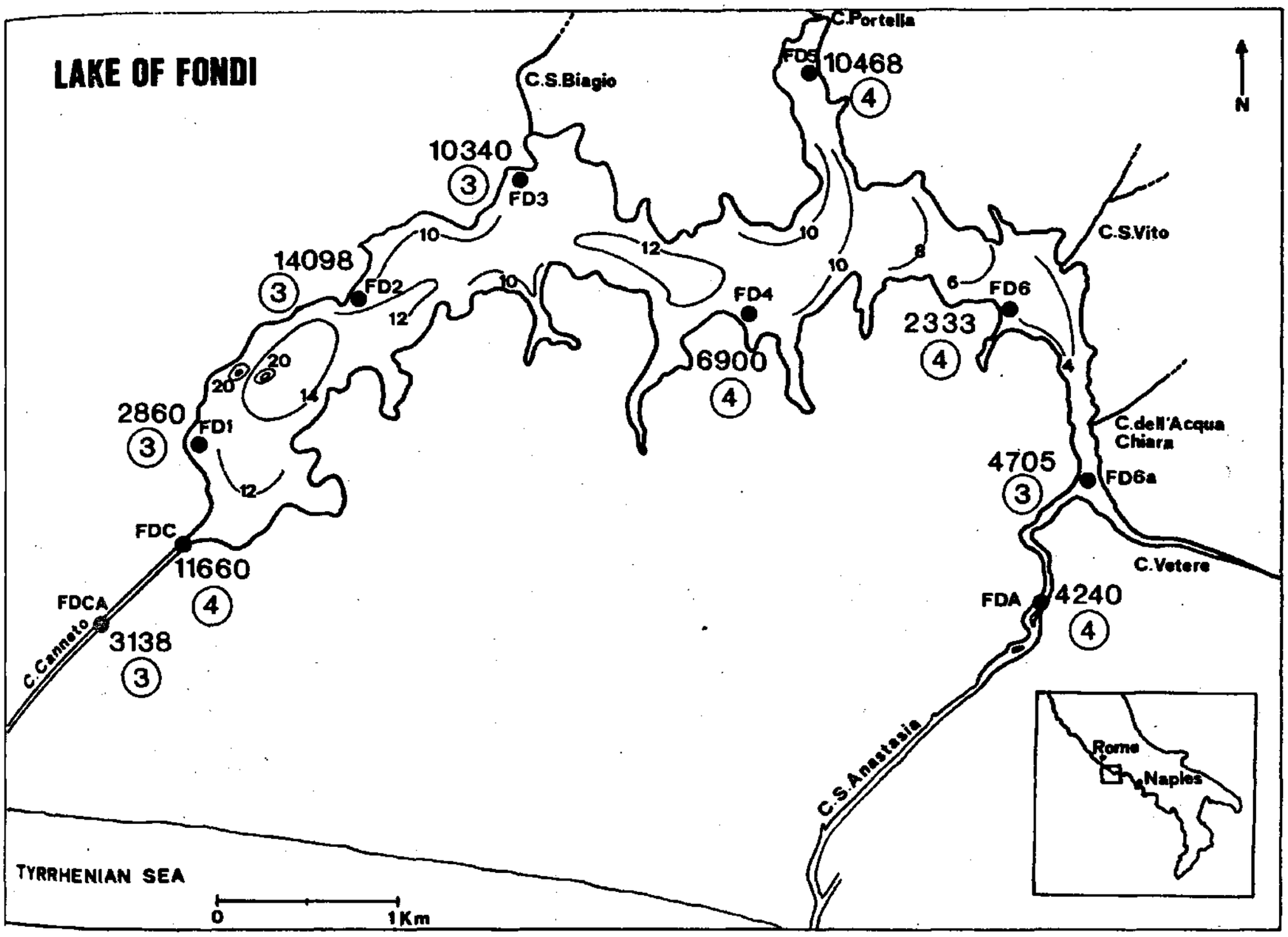


Fig. 1 - Lake of Fondi: the sampling stations are indicated with the black circles. For each station the total number of species is indicated inside the circles, the average seasonal density × m² outside.

Results

Polychaetes were found up to a depth of 2 m in both lakes.

A total of 11 species were collected, of these 3 were found in both lakes, while of the remaining, 6 were collected in lake Lungo and 2 in the lake Fondi.

In the latter (Tab. 1), *Ficopomatus enigmaticus* resulted to be the most abundant species and was recorded in every season in all the stations. *Nereis diversicolor* was found more numerous in the channels stations (FDC, FDCa, FDA); *Polydora ciliata* showed a most frequent autumn-winter distribution. *Nereis succinea* and *Streblospio shrubsoli* were found only occasionally and with few individuals.

The total number of species found during the two years of sampling did not change meaningfully, moving from the outer stations to the inner ones (Fig. 1). While the number of individuals (average seasonal density per square metre) increased, moving inwards into the lake.

In lake Lungo (Tab. 2) *Capitella capitata* and *P. ciliata* resulted to be the most abundant species, while *F. enigmaticus* was found principally in the station L3. *N. diversico-*

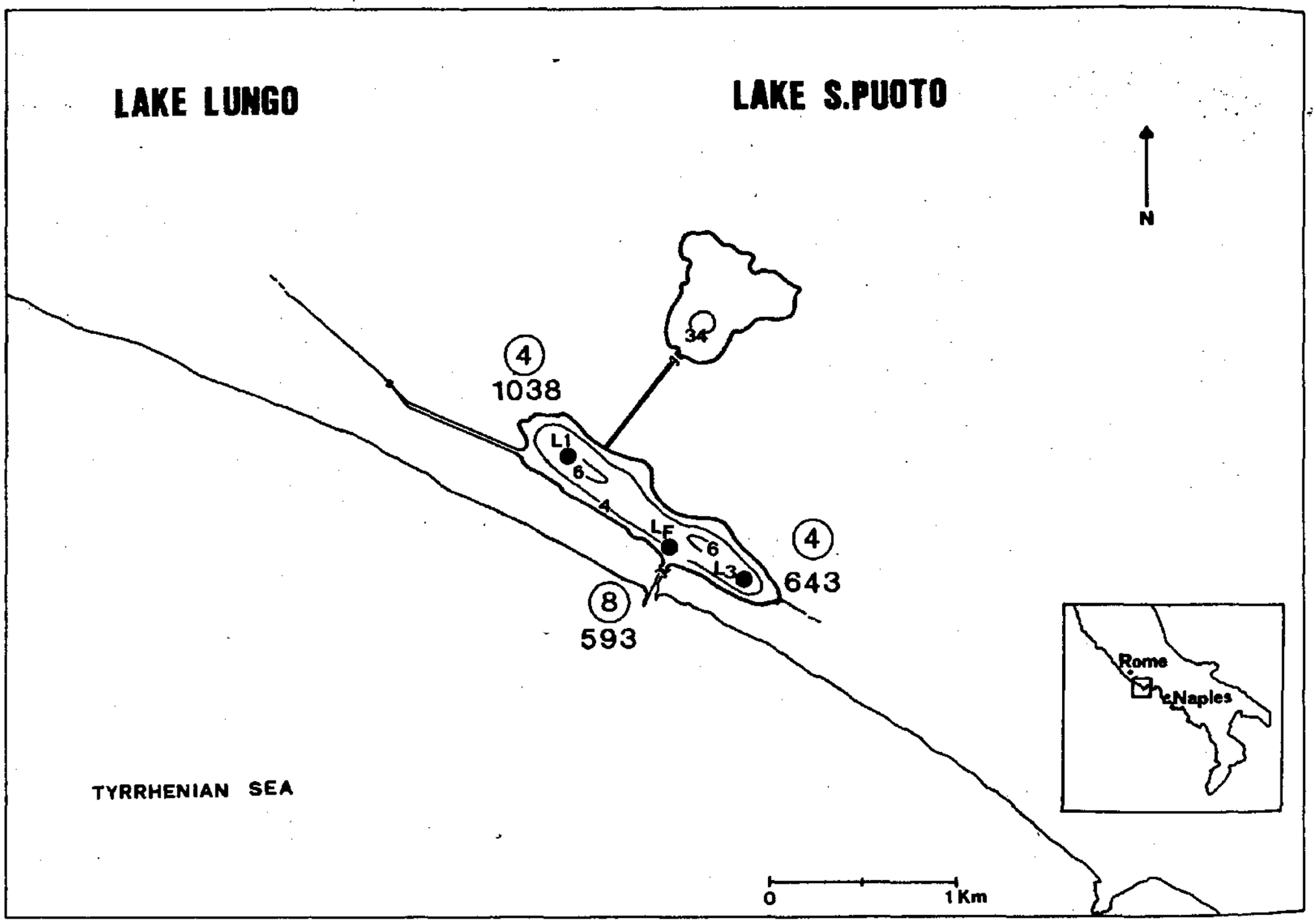


Fig. 2 - Lake Lungo: the sampling stations are indicated with the black circles. For each station the total number of species is indicated inside the circles, the average seasonal density × m² outside.

lor was collected only in the spring-autumn samples. The other species: *Nereis falsa, Perinereis cultrifera, Platynereis dumerilii* and *Polyophthalmus pictus* were found only at the inlet of the sea-channel, with few individuals.

The number of species found in the mouth station Lf was twice as much as that of the inner stations, while the average seasonal density per square metre increased from mouth towards the inner stations (Fig. 2).

Discussion and conclusions

In lake Fondi the Polychaetes community is characterized by euriecious and halolimnobic species such as *F. enigmaticus* and *N. diversicolor* which tolerate wide variations of salinity, reaching even oligohaline waters (BIANCHI, 1984). Both are typical species of brackish environments as they do not occur in sea shore communities and are generally found in the inner parts of the lagoons (COGNETTI, 1982).

The presence of these species, in almost every station, evidences that lake Fondi suffers a limited influence of the sea (confinate situation). Its confinate situation is confir-

med by the low specific richness and the high abundance observed principally in the inner stations. Indeed, it is commonly known that the number of species is higher and the number of individuals is lower in the outer zones of the lagoon, where the influence of the sea is stronger, while the specific richness decreases and the density increases in the inner and less enlivened zones.

The lake has reached its present status evolving from an oligohaline situation. Also for this condition APOLLONI (1934) and POLICE (1928) described the extreme poverty of macrobenthic community, characterized by freshwater Molluscs and Decapods while no evidence was found of Polychaetes.

In lake Lungo the Polychaetes community is characterized by species such as *F. enigmaticus* and *N. diversicolor*, together with *C. capitata* and *P. ciliata*, which are common species of marine waters affected by heavy organic pollution. *C. capitata* and *P. ciliata* are considered typical opportunistic species and their distribution in lagoons is limited to eutrophic areas under sea-influence (COGNETTI, 1978; 1982). The other species found in lake Lungo: *P. cultrifera, P. dumerilii, P. pictus* are marine species and were collected only near the inlet of the sea channel.

The morphology of both lakes is an important factor that defines the distribution of Polychaetes and macrobenthos as a whole. Indeed lagoons are generally shallow systems with soft sedimentary bottom which can wholly be colonized by macrobenthic organisms. Instead, being Fondi and Lungo deep and meromictic lakes; macrobenthos cannot colonize the anoxic soft bottom and thus it has to settle only in the surface oxygenate layer along the steep shores. Here the individuals of the species *F. enigmaticus* are very numerous and build the characteristic «reefs» on the hard substratum (constituted by the reeds surrounding all the perimeter of the lake), increasing the available surface for the settlement of macrobenthic species within the superficial oxygenate layer.

The Polychaetes community in Lake Lungo showes an higher diversity and complexity, as regard to Fondi, owing to a stronger marine influence, it is even restricted to the channel adjacent zone. In lake Lungo, typical species of dissalate water exist close to marine ones, whose spatial distribution appears to be influenced essentially by a trophic gradient. In fact *P. ciliata* and *C. capitata* are the only species that can colonize the inner part of the lagoon, under the influence of the Sperlonga sewage input and the terrigenous organic input. The other marine species, *P. cultrifera, P. dumerilii, P. pictus*, establish only near the mouth, due to the high trophic level of the inner part of the lagoon. Some of these species, e.g. *P. cultrifera*, can colonize the inner part of coastal lagoons with a similar marine influence but with a lower trophic level (GRAVINA & GIANGRANDE, in press).

Beside the specific composition, the number of species, which is at the mouth twice as much as of inner stations, shows the confinate condition of Lake Lungo too.

In the lake of Fondi the confinement degree is essentially due to morphological causes, as the two long and narrow sea channels which reduce the marine inputs. Thus the lake is structurally divided from the sea and the marine elements (oligoelements, larvae, etc.) conveyed by the sea water, reach the lake with difficulty, due to the low tide of the Tyrrhenian Sea. While in Lake Lungo a wider sea influence could be expected, due

to the shortness of the channel and to the efficiency of the mouth, on the contrary, the cenotic discontinuity observed in this lake in the Polychaetes population evidences a spatially restricted effect of the enlivening exchanges with the sea. This can be explained by the role of the continental inputs, as they restrict sea water entering (at least in the surface layers) in a limited area in front of the outlet and cause the rearrangement of the population composition, owing to their quality (high trophic level). So the surrounding conditions, as the quantity and the nature of the continental inputs, appear to be important in determining the confinement degree of the lagoon. Furthermore, the analysis of the whole macrobentic community (GRAVINA *et al.*, in press; FRESI *et al.*, in press) showed that in both lakes the confinement is essentially the same and the reason of the difference can be evidenced in the quantitative and qualitative organic input that is mainly related to the connection with the boundary continental water system. Such conclusions are essentially the same, even if the Polychaetes populations are considered; only this fact evidences that in these lagoons the Polychaetes syntaxon can be considered an «efficient descriptor» (GAMBI *et al.*, 1982) of the global ecological status.

Acknowledgements

The Author wishes to thank Dr. F. Baldari and Dr. F. Corsi for their advices in the draft and translation of the text.

Summary

The ecology and distribution of Polychaetes in two meromictic coastal lakes of Central Italy (Latium), Fondi and Lungo, are analysed. Macrobenthos samples were collected seasonally from May 1982 to January 1984, into the frame-work of an interdisciplinary study of the coastal lakes of Latium.

Eleven species of Polychaetes were wholly found: five species in lake Fondi, nine species in Lake Lungo. Ficopomatus enigmaticus *resulted the most abundant species in the first one. Here the individuals of this species build the characteristic reefs of calcareous tubes, that increase the available surface for the settling of other macrobenthic species, within the superficial oxygenate layer. The other species found in lake Fondi are halolimnobic, euriecia and then commonly found in the brackish environments, under a low marine influence. The Polychaetes population of Lake Lungo is also characterized by the same halolimnobic and euriecia species found in Fondi, joined by marine species distributed only near the sea channel inlet.*

The analysis of the Polychaetes populations evidenced a confinate situation for both lagoons. In lake Fondi this situation appears to be due essentially to the morphology of the basin, whereas in Lake Lungo the trophic level, mainly due to the continental inputs, appears to be the principal factor determining the observed confinement degree.

Riassunto

Nel corso di un'indagine biennale di studio dei laghi costieri laziali, è stata effettuata una serie di campionamenti stagionali di macrobenthos da Maggio 1982 a Gennaio 1984. Nel presente lavoro viene presa in considerazione la frazione a Policheti nei laghi meromittici di Fondi e Lungo.

Tale popolamento è caratterizzato da un basso numero di specie, in particolare per Fondi e per le zone più interne di Lungo. La specie di gran lunga dominante nel primo lago è *Ficopomatus enigmaticus*, i cui individui con i loro tubi calcarei danno origine a estese «scogliere organogene» che favoriscono l'insediamento di altre specie macrobentoniche lungo le rive entro gli strati più superficiali ed ossigenati delle acque del lago. Anche le altre specie trovate sono alolimnobie, euriecie e comuni in ambienti lagunari scarsamente influenzati dal mare. Il popolamento a Policheti di Lago Lungo risulta caratterizzato oltre che dalle specie suddette anche da altre più tipicamente marine, la cui distribuzione è limitata alle zone antistanti la foce.

Questa analisi ha messo in evidenza per entrambi i laghi una situazione notevolmente confinata. Per Fondi tale situazione è imputabile essenzialmente alla morfologia stessa del bacino, mentre per Lago Lungo la qualità e quantità degli apporti continentali sembra essere il principale fattore responsabile del grado di confinamento osservato.

Bibliography

AA.VV. (1985) - Seminario informativo sui risultati del progetto «Laghi costieri». Amministrazione Prov.le Latina - Università «La Sapienza» Roma. Terracina 30-31 gennaio 1985.

APOLLONI N. (1934) - Alcune ricerche biologiche sul lago di Fondi. *Boll. Pesca Piscic. Idrobiol.* **X**, 1: 199-210.

BIANCHI C.N. (1982-1983) - Serpuloidea (Annelida Polychaeta) delle lagune costiere laziali e campane. *Ann. Mus. civ. St. nat., Genova,* **LXXXIV**: 231-243.

BIANCHI C.N., MORRI C. (1983) - Remarques sur la faune sessile des lagunes cotières pontines et phlégréennes (Italia Centro-meridionale). *Rapp. comm. int. Mer. Médit.* **XXVIII**, 6: 303-306.

COGNETTI G. (1978) - On some aspects of the ecology of the benthic littoral Polychaetes. *Boll. Zool.* **XLV**: 145-154.

COGNETTI G. (1982) - Ecology of Polychaetes in the Orbetello lagoon (Tuscany). *Boll. Zool.* **IL**: 51-60.

DELLA VALLE C. (1961) - La pesca nei laghi costieri del Lazio. *Boll. Soc. Geogr. It.* **XCVIII**: 48-97.

FRESI E., CARRARA G.C., GRAVINA M.F., ARDIZZONE G.D. (1984) - Considerations on the relationship between confinement , community structure and trophic patterns in Mediterranean coastal lagoons. XXIX C.I.E.S.M.M., Lucerne, October 11-19-1984 (in press).

GAMBI M.C., FRESI E., GIANGRANDE A. (1982) - Descrittori efficaci di comunità bentoniche. *Naturalista Sicil.* IV, VI (Suppl.), **3**: 489-497.

GIANGRANDE A., GRAVINA M.F., GAMBI M.C., FRESI E., ARDIZZONE G.D. (1983) - Policheti di fondo mobile di aree costiere semichiuse: fattori di selezione in ambiente salmastro. XV Congresso SIBM, Trieste 1983 (in press).

GRAVINA M.F., GIANGRANDE A. (1983) - Il popolamento a Policheti dei laghi pontini (Lazio). XV Congresso SIBM Trieste 1983 (in press).

GRAVINA M.F., ARDIZZONE G.D., SCARDI M., FRESI E. (1984) - The Latium coastal lakes: the ecology of benthos and the management of the environment. *Oebalia* (in press).

GUELORGET O., PERTHUISOT J.P. (1983) - Le Domaine Paralique. Expressions géologiques, biologiques et économiques du confinement. *Trav. Lab. Geol. Ecole Norm. Sup.* Paris, **XVI:** 136.

POLICE G. (1928) - Il lago di Fondi. *Boll. Pesca Piscic. Idrobiol.* IV, **6:** 630-688.

RICCARDI M. (1955) - I laghi Lungo e di San Puoto nella piana di Fondi. *Boll. Soc. Geogr. It.* **VIII:** 1-10.

SOMMANI E. (1954) - Il lago Lungo. Caratteristiche idrobiologiche di un ambiente salmastro. Osservazioni generali e biologiche. *Boll. Pesca Piscic. Idrobiol.* **IX**, 1: 30-53.

OEBALIA 1985, vol. XI, N.S.: 311-318 *ISSN 0392-6613*

G.F. RUSSO* L.A. CHESSA** E. FRESI* G.M. SPANU**

* Laboratorio di Ecologia del Benthos della Stazione Zoologica di Napoli - Ischia - Italy

** Istituto di Zoologia dell'Università di Sassari - Via Muroni - Sassari - Italy

ZOOBENTHOS DELLA RADA DI PALAU (SARDEGNA NORD ORIENTALE): II. MOLLUSCHI

Abstract

Palau bay zoobenthos (North-Western Sardinia): II Molluscs.

The Molluscs syntaxon from four stations located in the bay in Palau (Sardinia) has been studied. The fauna was collected on two Posidonia oceanica *and one* Caulerpa prolifera *beds, and on a sandy bottom.*

Kew-words: Benthos, Molluscs, Sardinia.

Introduzione

Nell'ambito di un programma interdisciplinare di ricerche sulle condizioni ecologiche della Rada di Palau (Sardegna Nord Orientale), avente per scopo principale la valutazione dell'idoneità del sito per l'installazione di un Laboratorio-acquario, previsto nel «Progetto Maricoltura» del Consorzio Ricerche Sardegna (CO.RI.SA.), sono state studiate le principali componenti la fauna bentonica (Colognola *et al.*, in stampa; Gambi *et al.*, in stampa; Russo *et al.*, in prep.). La presente nota è relativa alla frazione malacologica.

Di recente è stato enfatizzato anche in Ecologia marina il concetto di comunità biologica quale migliore integratore delle componenti ambientali, comprese quelle fisiche (Fresi & Gambi, 1982; Russo & Fresi, in stampa). Ne consegue che lo studio delle comunità bentoniche assume un significato ben più ampio di quello puramente descrittivo. In particolare è stato osservato (Gambi *et al.*, 1982) che il popolamento a Molluschi risulta essere un efficace descrittore della comunità cui appartiene e pertanto l'analisi interpretativa di tale taxocenosi può essere spesso estremamente informativa dello status ambientale complessivo (Russo, 1982; Russo & Fresi, in stampa; Russo *et al.*, in stampa, a). Non sfugge come ciò sia di rilevante interesse soprattutto per un'area quale quella considerata, poco estesa (0,1 Km^2 circa) ed interessata da un elevato grado di antropizzazione, sia per l'esercizio di attività portuali, sia per la notevole urbanizzazione del litorale.

Materiali e metodi

Il campionamento è stato programmato successivamente ad un «survey» subacqueo compiuto col mezzo a propulsione autonoma «aquazepp». Sono state individuate 4 stazioni corrispondenti ad altrettanti biotopi (Fig. 1):

Stazione 1: su *Posidonia oceanica* a NW della Rada, in ambiente portuale. Profondità 8 m.

Stazione 2: su *Posidonia oceanica* a NE della Rada, in zona a maggior ricambio. Profondità 3,5 m.

Stazione 3: su fondo sabbioso a N della Rada. Profondità 4,5 m.

Stazione 4: su *Caulerpa prolifera*, nella parte più interna della Rada. Profondità 4 m.

Le raccolte sono state effettuate in immersione utilizzando una piccola sorbona, descritta da Russo *et al.* (in stampa, b), ed operando su superfici di 50×50 cm. Per la raccolta della sabbia si è operato su uno strato di sedimento di 10 cm. L'analisi della

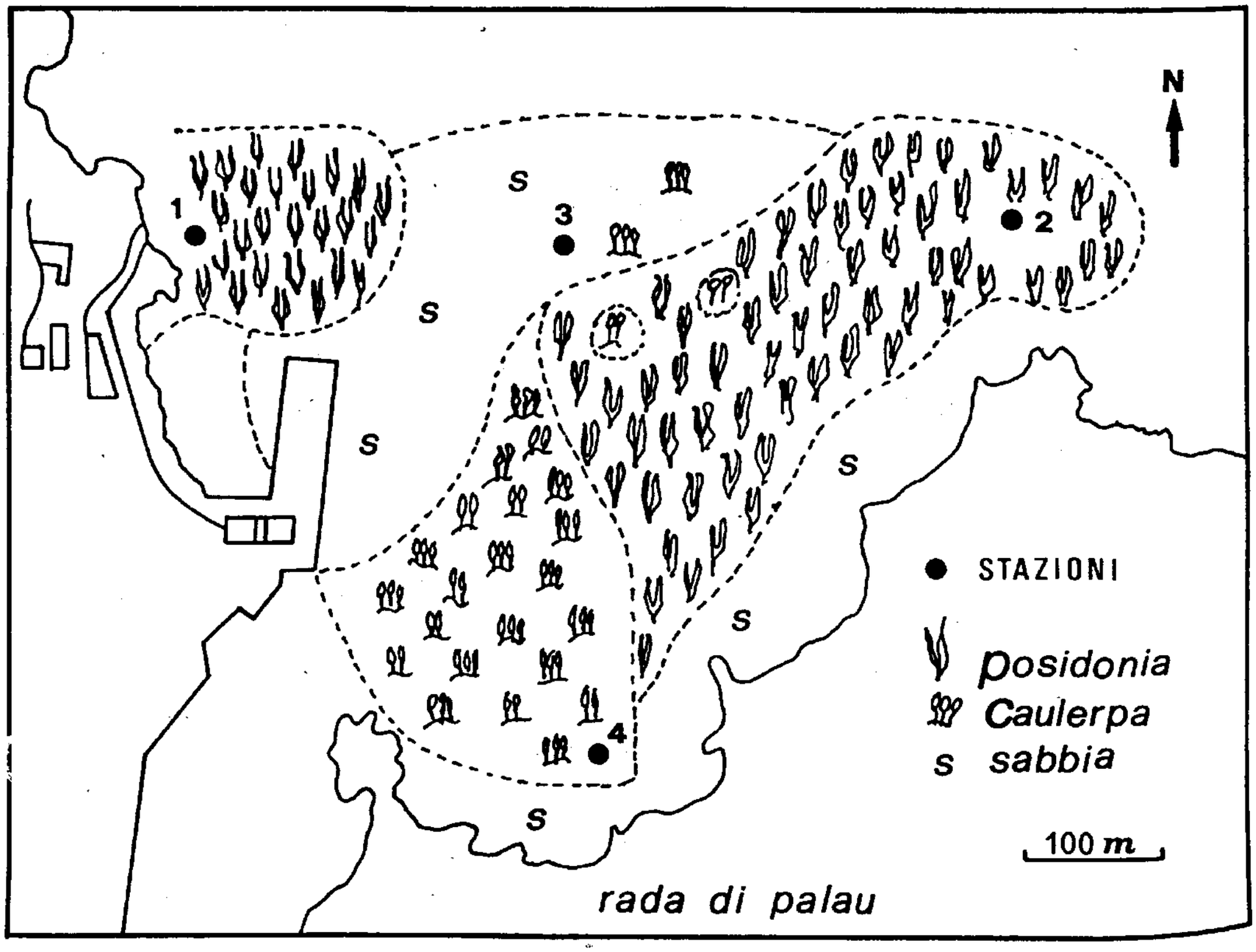


Fig. 1 - Sito e stazioni di raccolta.

malacofauna raccolta è stata effettuata considerando i valori delle dominanze quantitative nelle singole stazioni, per il confronto delle quali è stato adoperato l'indice di intersimilitudine di Sørensen.

Risultati e discussione

La lista delle specie col numero di individui raccolti è riportata in Tab. 1. Dal confronto delle stazioni a *Posidonia* (1 e 2) si osserva innanzitutto che non è presente alcuna famiglia tipica della fauna di strato fogliare (es. Trochidi, Rissoidi, Ceritidi). Per le restanti famiglie non c'è corrispondenza poiché nella stazione 1 dominano i Piramidellidi, Opistobranchi ritenuti parassiti soprattutto di Echinodermi e Policheti (FRETTER & GRAHAM, 1949), nella stazione 2 invece i Carditidi, sospensivori di «matte» di *Posidonia* (HARMELIN, 1964). Si osservi quindi come nella stazione 1 dominino i Gasteropodi mentre nella 2 i Bivalvi (Fig. 2). La presenza nella stazione 1 dei Marginellidi, che seguono quanto ai valori di dominanza i Piramidellidi, si spiega con la forte sedimentazione a causa della quale il posidonieto è semisepolto da una spessa fanghiglia ed è estremamente degradato. I Piramidellidi della specie *Turbonilla pusilla* vivono probabilmente in associazione con i Policheti sedentari presenti nel fango. Anche la presenza rilevante del Lucinide *Anodontia fragilis* (da notare la sua assenza nella stazione 2) è probabilmente da mettere in relazione al tipo di sedimentazione. Tale stato di cose spiega la ridotta presenza dei sospensivori. Per quanto concerne i Turricì, infine, rappresentati in questa stazione da *Bela nebula*, sono tipici Gasteropodi di fondo mobile probabilmente predatori di Policheti (FRETTER & GRAHAM, 1949). Per quanto riguarda la stazione 2, si osserva che il popolamento è estremamente povero sia in numero di specie che di individui, il che è insolito anche in praterie piuttosto esposte come questa.

Dalla comparazione delle stazioni più interne 3 e 4, si osserva come i Lucinidi, largamente dominanti nella stazione 3 con la specie *Divaricella divaricata*, diminuiscano nella stazione 4 ove divengono dominanti i Veneridi con la specie *Venerupis aurea*, a testimonianza di un progressivo infangamento di un fondale ricco in detrito organogeno. Da notare che i Veneridi della stazione 4 sono costituiti dalla specie *Venerupis aurea*, mentre quelli della stazione 2 da *Venus casina* e *Gouldia minima* che hanno affinità per substrati completamente diversi. Infatti *V. aurea* è tipica di S.V.M.C. mentre le ultime due sono specie legate a fondi di detrito grossolano («gravellicole»), (PICARD, 1965) quali possono essere i canali intermatte, in ambiente ad intenso idrodinamismo.

Considerazioni simili possono essere fatte per i Lucinidi: *Anodontia fragilis*, tipica di fondi fangosi è presente nella stazione 1, mentre nelle stazioni 3 e 4 si osservano individui della specie *Divaricella divaricata*, tipica di fondi a detrito grossolano arricchito in peliti.

Nella stazione 3, la presenza di un fondo detritico spiega la coesistenza del Tellinide *Tellina donacina* e del Cardide *Papillicàrdium papillosum*. Come detto la stazione 4 è costituita da un fondo fangoso a netta dominanza di *V. aurea*. A tale arricchimento

Tab. 1 - *Elenco delle specie rinvenute e relative abbondanze.*

SPECIE	ST. 1	ST. 2	ST. 3	ST. 4
Turboella radiata (Philippi)	—	—	—	6
Rissoa ventricosa Desmarest	1	—	—	1
Bittium reticulatum (Da Costa)	—	—	—	40
Neverita josephinia Risso	—	1	—	—
Ocinebrina aciculata Lamarck	—	1	—	—
Gibberulina clandestina (Brocchi)	16	—	—	6
Mangelia smithi (Forbes)	—	—	1	—
Raphitoma linearis (Montagu)	—	2	—	—
Bela nebula (Montagu)	5	—	—	—
Bela ornata (Locard)	—	1	—	—
Turbonilla pusilla (Philippi)	28	—	—	10
Odostomia conoidea (Brocchi)	—	1	—	—
Retusa truncatula Bruguière	—	—	—	3
Solemya togata (Poli)	2	—	—	—
Musculus costulatus (Risso)	4	—	—	—
Ctena reticulata (Poli)	2	—	2	—
Anodontia fragilis (Philippi)	12	—	—	—
Divaricella divaricata (Linneo)	—	—	12	52
Mysella bidentata (Montagu)	—	—	—	3
Glans trapezia (Linneo)	—	1	—	—
Glans aculeata (Poli)	—	1	—	—
Cardita sulcata (Bruguière)	—	5	—	—
Parvicardium exiguum (Gmelin)	3	—	—	5
Papillicardium papillosum (Poli)	—	—	2	—
Tellina donacina Linneo	1	—	3	—
Tellina crassa Pennant	1	—	—	—
Venus casina Linneo	—	2	—	—
Gouldia minima (Montagu)	—	2	—	—
Venerupis aurea (Gmelin)	—	—	—	70
Timoclea ovata (Pennant)	—	—	1	—

in fango si accompagna la presenza di *Turbonilla pusilla*, Piramidellide probabile parassita dei Policheti che abbondano in questo tipo di fondo (Gambi *et al.*, in stampa).

Poiché da studi condotti da alcuni Autori (Doty & Anguilar-Santos, 1966), risulta che la colonizzazione dei talli di *Caulerpa* è inibita da sostanze prodotte dall'alga stessa, appare insolita la presenza, nel caulerpeto, del Cerithide *Bittium reticulatum* e di altri pascolatori di microfite così come i Rissoidi *Turboella radiata* e *Rissoa ventricosa*.

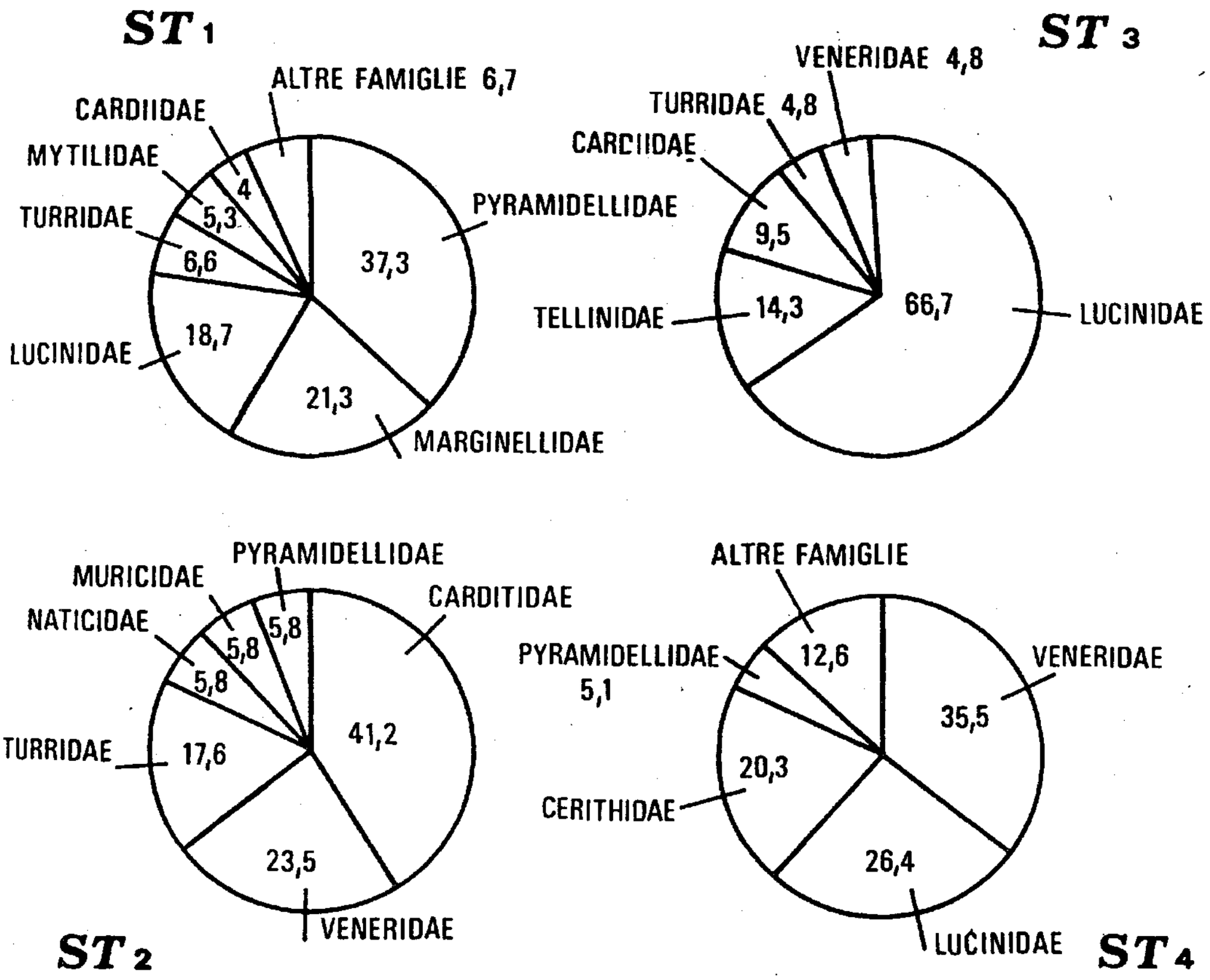


Fig. 2 - Grafici circolari rappresentanti le dominanze delle varie famiglie di Molluschi.

Nel sedimento è presente il Cardide *Parvicardium exiguum*, specie tipica di ambienti fangosi arricchiti in sostanza organica.

Esaminando l'andamento dei coefficienti di intersimilitudine di Sørensen tra le stazioni (Fig. 3), si osserva che, nel complesso, si hanno valori piuttosto bassi. Si noti soprattutto come non esista similitudine alcuna tra le stazioni a *Posidonia* (stazioni 1 e 2). Ciò è probabilmente coerente col fatto che si tratta di due praterie soggiacenti a condizioni ambientali notevolmente diverse, dato che la stazione 1 si trova in ambiente portuale ad idrodinamismo ridotto ed elevata sedimentazione; per tali caratteristiche questa stazione assomiglia maggiormente a quella a *Caulerpa*. Sembrerebbe pertanto che, in condizioni di elevata sedimentazione, il popolamento a Molluschi della *Posidonia* si discosti notevolmente da quello tipico, somigliando maggiormente a quello dei fondi infangati senza colonizzazione macrofitica. Per quanto concerne la stazione 2, il popolamento malacologico è da considerarsi abbastanza tipico della «matte» di *Posidonia*; l'assenza della fauna associata allo strato fogliare (Trochidi, Rissoidi, Ceritidi) non trova, allo stato attuale delle conoscenze su tale argomento, una interpretazione plausibile.

	1	2	3	4
1		0	0,24	0,36
2	1		0	0
3		1		0,12
4			1	

Fig. 3 - Coefficienti di intersimilitudine di Sørensen tra stazioni.

Conclusioni

Lo studio della malacofauna della Rada di Palau, ha fornito interessanti indicazioni biocenologiche che consentono un'interpretazione preliminare dello status ambientale complessivo. Quanto è emerso può essere sintetizzato nei seguenti punti:

1) La composizione tassonomica della malacofauna della Rada, rispecchia fedelmente le caratteristiche e la dinamica del sedimento nelle singole stazioni, permettendo di formulare ipotesi interpretative sui fattori ambientali che maggiormente condizionano la bionomia di quel sito. Le stazioni 1 e 2, ad esempio, pur essendo entrambe a *Posidonia*, mostrano caratteristiche notevolmente diverse in rapporto al diverso grado di sedimentazione. La stazione più interna (4), presenta un popolamento tipico di fondi mobili caratterizzati da basso idrodinamismo ed elevata sedimentazione di particolato fine ed organogeno.
2) Risulta evidente che il fattore ambientale che maggiormente contribuisce a determinare la struttura delle comunità malacologiche va ricercato nella variazione quali-quantitativa dell'energia ambientale, l'idrodinamismo in particolare. L'intensità di tale fattore sembra diminuire secondo un gradiente esterno-interno Rada, favorendo l'accumulo di particolato fine soprattutto nella zona più interna ed in quella portuale ben riparata dai venti dominanti ed interessata da apporti cloacali.

3) I risultati ottenuti parlano a favore di un popolamento discretamente diversificato che pare ancora una volta confermare l'efficacia di questo sintaxon come «descrittore ambientale».

Essendo la Rada di Palau interessata da crescente urbanizzazione ed incremento delle attività portuali, non si esclude la possibilità di un rapido mutamento delle condizioni ambientali che potrebbe alterare, anche in tempi brevi, il quadro ecologico emerso.

Summary

The Molluscs syntaxon from four stations located in the bay of Palau (Sardinia) has been studied. The fauna was collected on two Posidonia oceanica *and one* Caulerpa prolifera *beds, and on a sandy bottom.*

The analysis of the structure and the distribution of this syntaxon in the single stations has shown a strong ecological relationship between the biotic component and its biotope, allowing us to formulate some hypotesis on those environmental factors that are most effective in the determination of the bionomy and the quality of the site.

The overall results seem to confirm that Molluscs are efficient descriptors of the environmental conditions.

Riassunto

Sono riferiti i risultati emersi dallo studio del sintaxon a Molluschi della Rada di Palau (Sardegna Nord Orientale).

Le raccolte sono state effettuate in 4 stazioni mediante sorbonamento. Le stazioni erano ubicate rispettivamente in due praterie a *Posidonia oceanica*, una prateria a *Caulerpa prolifera* ed un'area a detrito grossolano.

L'analisi della struttura del popolamento malacologico, oltre a mostrare la coerenza con i diversi tipi di substrato campionati, ha permesso di formulare ipotesi interpretative dei fattori ambientali che maggiormente condizionano la bionomia e la qualità del sito.

Tali risultati sembrano inoltre confermare l'efficacia del sintaxon a Molluschi come «descrittore ambientale».

Bibliografia

COLOGNOLA R., CHESSA L.A., FRESI E., RUSSO G.F., PETRINI L. (1983) - Zoobenthos della Rada di Palau (Sardegna): I Syllidae (Polychaeta). *Atti XV Congresso S.I.B.M. - Nova Thalassia*, in stampa.

DOTY M.S., ANGUILAR-SANTOS G. (1966) - Caulerpicin, a toxic constituent of *Caulerpa*. *Nature*, **211:** 990.

FRESI E., GAMBI M.C. (1982) - Alcuni aspetti importanti dell'analisi matematica di ecosistemi marini. *Naturalista sicil.* S. IV, VI (Suppl.), **3**: 449-465.

FRETTER V., GRAHAM A. (1949) - The structure and mode of life of the Pyramidellidae, parasitic Opistobranchs. *J. mar. bio. Ass. U.K.*, **28**: 493-532.

GAMBI M.C., CHESSA L.A., GIANGRANDE A. (in stampa) - Benthic fauna of Palau Bay (Sardinia): Polychaeta. *Rapp. Comm. int. Mer Médit.*

GAMBI M.C., FRESI E., GIANGRANDE A. (1982) - Descrittori efficaci di comunità bentoniche. *Naturalista sicil.*, S. IV, VI (Suppl.), **3**: 489-497.

HARMELIN J.G. (1964) - Etude de l'endofaune des «mattes» d'herbier de *Posidonia oceanica* Delile. *Rec. Trav. St. Mar. Endoume Bull.* **35** (51): 43-106.

PICARD J. (1965) - Recherches qualitatives sur les biocenoses marines des substrats meubles dragables de la region marsellaises. *Rec. Trav. St. Mar. Endoume*, **52** (36): 1-160.

RUSSO G.F. (1982) - Distribuzione della Malacofauna di fondo mobile nella Rada di Augusta. *Boll. Mus. Ist. Biol. Univ. Genova*, **50** suppl.: 325-331.

RUSSO G.F., CHESSA L.A., FRESI E. (in stampa) - Tanatocenosi a Molluschi della Rada di Palau (Sardegna).

RUSSO G.F., FRESI E. (in stampa) - Analisi strutturale del popolamento a Molluschi nei fondi mobili del Golfo di Salerno: aspetto invernale. *Atti del XV Congresso S.I.B.M.* - Trieste.

RUSSO G.F., FRESI E., VINCI D., CHESSA L.A. (in stampa, a) - Mollusk syntaxon of foliar stratum along a depth gradient in a *Posidonia oceanica* (L.) Delile meadow: seasonal variability. *1st International workshop on* Posidonia oceanica *beds*. Porquerolles (1983).

RUSSO G.F., FRESI E., VINCI D., SCARDI M. (1984, b) - Problemi e proposte sul campionamento della malacofauna di strato fogliare nelle praterie di *Posidonia oceanica* (L.) Delile. *1° Congresso Società Italiana di Malacologia*, Palermo, in stampa.

OEBALIA 1985, vol. XI, N.S.: 319-324 *ISSN 0392-6613*

G.F. RUSSO E. FRESI M.C. BUIA D. VINCI
Stazione Zoologica di Napoli - Laboratorio di Ecologia del Benthos - Ischia - Italy

MALACOFAUNA DELLE PRATERIE A *POSIDONIA OCEANICA* (L.) DELILE DELLA ZONA DI CAPO PASSERO (SICILIA SUD-ORIENTALE): ANALISI COMPARATIVA CON I POPOLAMENTI DELL'ISOLA D'ISCHIA

Abstract

Posidonia oceanica *(L.) Delile meadows malacofauna in Capo Passero area (South-West Sicily): comparative analysis with populations in the Isle of Ischia.*

The comparative analysis of Mollusk syntaxon from the Ischia (Gulf of Naples) and Capo Passero (Sicily) P. oceanica *meadows shows that, in spite of consistent geographic variations in the population composition, a vertical cenocline, principally controlled by hydrodynamic forces, constantly persists.*

Key-words: Posidonia-meadows, Molluscs, Geographic-variations, Population, Vertical-Zonation.

Introduzione

Nell'ambito di indagini condotte sulla fauna vagile di strato fogliare nelle praterie a *Posidonia oceanica* dell'Isola d'Ischia IDATO *et al.* (1983) hanno evidenziato che il taxocene a Molluschi risulta essere verticalmente zonato, ipotizzando un controllo soprattutto di tipo idrodinamico del cenoclino.

Tale ipotesi è coerente con i risultati successivamente ottenuti da RUSSO *et al.* (in stampa, a) mediante un confronto in orizzontale tra popolamenti di praterie ischitane a diversa esposizione.

RUSSO *et al.* hanno anche dimostrato che il modello di zonazione verticale risulta essere sostanzialmente stabile in scala temporale, sia in rapporto ai ritmi circadiani (1983; in stampa, b) sia in rapporto al ciclo stagionale (in stampa, c).

In questo lavoro è stata indagata la possibilità di generalizzare il modello di zonazione anche in presenza di variazioni a carattere biogeografico; a tal fine è stata effettuata un'analisi comparativa tra il popolamento a Molluschi vivente nelle praterie intorno all'Isola d'Ischia, oggetto dei suddetti studi, e quello di una prateria della zona di Capo Passero (Sicilia sud-orientale) (Fig. 1).



Fig. 1 - Ubicazione dei siti di campionamento.

Materiali e metodi

Per la raccolta della malacofauna nelle praterie di *Posidonia oceanica* è stata adottata la tecnica del «retino a mano» descritta e discussa da Russo *et al.* (in stampa, d, e).

Si rimanda a Russo *et al.* (in stampa, a) per quanto riguarda le raccolte ischitane. I campioni di Capo Passero sono stati prelevati nel giugno 1983 lungo un transetto di profondità alle batimetriche di 10, 18 e 25 m.

L'ordinamento comparativo dei dati è stato ottenuto mediante la tecnica multivariata dell'Analisi Fattoriale delle Corrispondenze (AFC) (Benzecri, 1973).

Risultati

Lo stock malacologico considerato nell'analisi, in seguito alla eliminazione delle specie presenti in un solo campione con un solo individuo (cfr. FRESI & GAMBI, 1982), è costituito da 2608 individui classificati in 50 specie (48 di Gasteropodi e 2 di Bivalvi).

Il modello di ordinamento relativo all'Analisi Fattoriale delle Corrispondenze è mostrato in Fig. 2. I primi due assi assorbono rispettivamente il 30,9% ed il 19,3% dell'inerzia totale del sistema e sono entrambi significativi.

Lungo il primo asse si osservano, fortemente isolate dalle rimanenti, le tre stazioni di Capo Passero: CP25, in particolare, ha un contributo assoluto di .61 ad F1. A questo polo è strettamente associato un gruppo di specie «tipiche» di questa prateria, quali, ad esempio, *Rissoella opalina, Caecum trachea* e *Caecum subannulatum*.

Le stazioni dell'Isola d'Ischia, al contrario, sono disposte nello spazio negativo di F1, ma con saturazioni modeste e relativamente omogenee.

Tali stazioni, tuttavia, si separano lungo F2, nel cui spazio le saturazioni più negative contraddistinguono la stazione LA10 e le specie ad essa più strettamente legate (*Goniostoma auriscalpium* «a»*, *Alvania discors, Alvania lineata*, ecc.), mentre LA15 si colloca in posizione centrale; un cluster abbastanza omogeneo comprende, nella porzione positiva dello spazio di F2, le stazioni LA25, SC15, SC25, NA25 e PC25.

Tra le specie si nota la centralità dell'ordinamento di quelle piuttosto ubiquitarie ad Ischia e poco o per nulla rappresentate nella prateria di Capo Passero (*Rissoa ventricosa, Tricolia tenuis, Jujubinus striatus, Jujubinus exasperatus, Gibberula miliaria*, ecc.). Con saturazioni più positive sono disposte le specie tipiche delle stazioni profonde (*Rissoa violacea, Bittium reticulatum, Chauvetia minima, Gibberulina clandestina*, ecc.); tra queste ultime si ordinano nello spazio positivo di entrambi gli assi quelle comuni alle praterie di Capo Passero e di Ischia (*Tricolia speciosa, Ocinebrina aciculata, Calliostoma conulum, Vexillum tricolor, Caecum auriculatum*, ecc.).

Discussione e conclusioni

Il modello di ordinamento illustrato evidenzia chiaramente una netta disgiunzione faunistica delle stazioni di Capo Passero da quelle dell'Isola d'Ischia. Ciò è confermato dalla collocazione di specie «tipiche» di ciascuna prateria, per presenze od abbondanze, con polarizzazioni opposte in F1.

Per entrambe le comunità, inoltre, si evidenzia una clinazione verticale che si traduce in un ordinamento di punti-stazione, coerente con i livelli batimetrici, lungo F1 per quelli relativi alla prateria siciliana, lungo F2 per quelli relativi alle praterie di Ischia.

* Cfr. IDATO *et al.*, 1983.

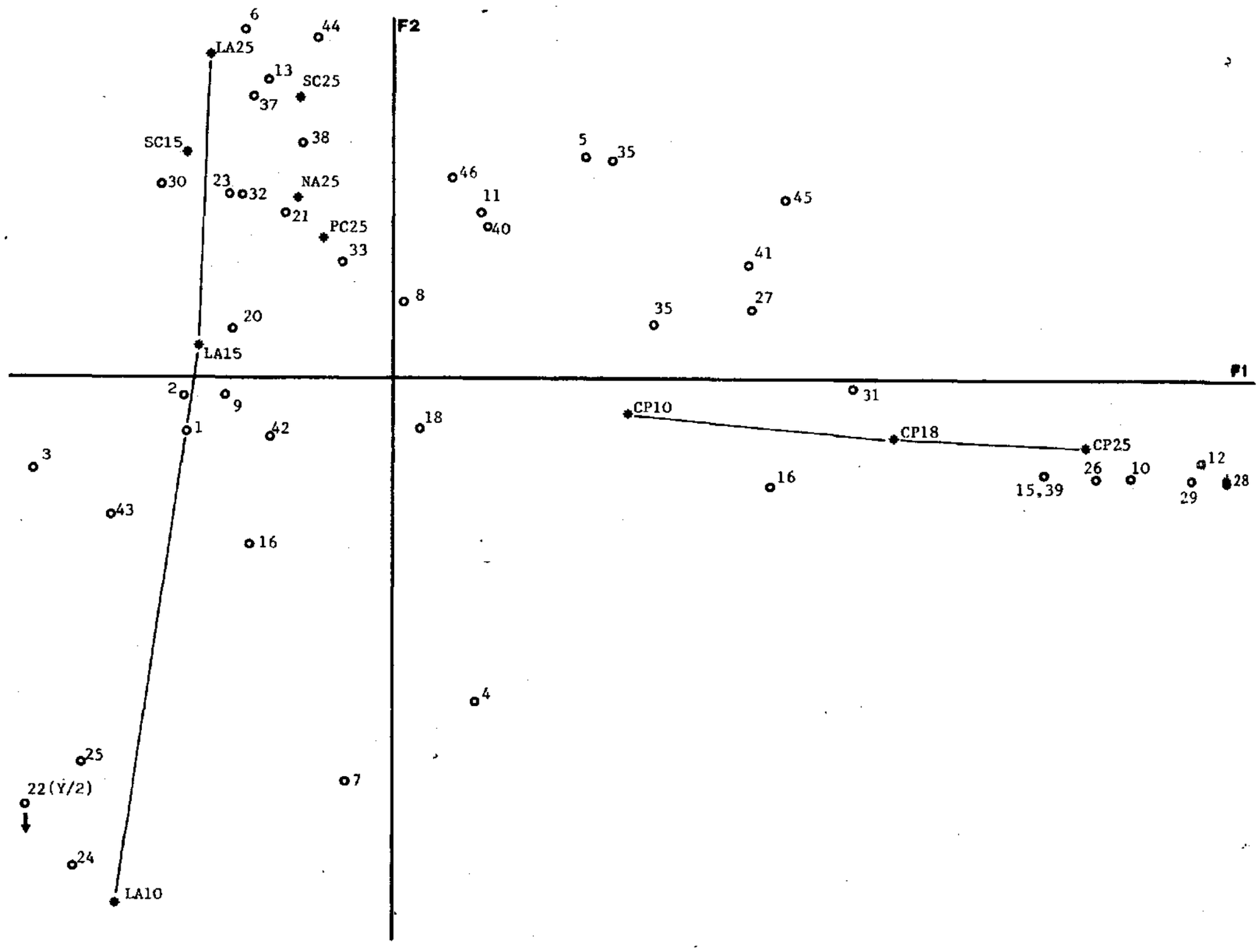


Fig. 2 - Modello di ordinamento relativo all'Analisi Fattoriale delle Corrispondenze.
* = stazioni: LA, SC, PC e NA = stazioni di Ischia; CP = stazioni di Capo Passero (i numeri accanto alle stazioni corrispondono ai livelli batimetrici).
0 = specie: 1 = *Jujubinus exasperatus*; 2 = *Jujubinus striatus*; 3 = *Gibbula ardens*; 4 = *Gibbula umbilicaris*; 5 = *Calliostoma conulum*; 6 = *Homalopoma sanguineum*; 7 = *Tricolia pullus*; 8 = *Tricolia speciosa*; 9 = *Tricolia tenuis*; 10 = *Ammonicera fischeriana, 11* = *Homalogyra atomus*; 12 = *Rissoella opalina*; 13 = *Barleeia rubra*; 14 = *Putilla* sp.; 15 = *Setia semistriata*; 16 = *Turboella dolium*; 17 = *Turboella radiata*; 18 = *Apicularia guerinii*; 19 = *Rissoa variabilis*; 20 = *Rissoa ventricosa*; 21 = *Rissoa violacea*; 22 = *Goniostoma auriscalpium «a»*; 23 = *Goniostoma auriscalpium «b»*; 24 = *Alvania discors*; 25 = *Alvania lineata*; 26 = *Folinia costata*; 27 = *Caecum auriculatum*; 28 = *Caecum subannulatum*; 29 = *Caecum trachea*; 30 = *Bittium reticulatum*; 31 = *Cerithiopsis tubercularis*; 32 = *Biforina perversa*; 33 = *Balcis devians*; 34 = *Ocinebrina aciculata*; 35 = *Muricopsis cristata*; 36 = *Phillonotus trunculus*; 37 = *Chauvetia minima*; 38 = *Chauvetia affinis*; 39 = *Columbella rustica*; 40 = *Pyrene scripta*; 41 = *Pusia tricolor*; 42 = *Gibberula miliaria*; 43 = *Gibberula philippii*; 44 = *Gibberulina clandestina*; 45 = *Chrysallida doliolum*; 46 = *Odostomia* sp.; 47 = *Ebala* sp.; 48 = *Musculus subpictus*; 49 = *Gouldia minima*.

L'ortogonalità di ordinamento dei due cenoclini deriva dalla suddetta eterogeneità faunistica. Questi cenoclini sembrano infatti realizzarsi soprattutto attraverso fenomeni di zonazione a carico degli «stocks» faunistici «originali» dei due gruppi di praterie, e solo in minima parte per il contributo di specie comuni ad entrambi, la cui distribuzione verticale, del resto, rimane coerente.

In conclusione il popolamento a Molluschi della prateria a *Posidonia oceanica* presenta una zonazione verticale coerente con l'ecoclino batimetrico, indipendentemente dalla sua connotazione in termini faunistici.

La presenza di varianti geografiche, che si manifestano tanto nella composizione in specie, tanto nei diversi rapporti proporzionali delle specie comuni, è tuttavia un fenomeno interessante. Allo stato, anche e soprattutto a causa della scarsità di notizie bioecologiche su molte delle specie viventi nelle praterie, è purtroppo impossibile anche solo formulare un'ipotesi sui fattori che governano questo fenomeno.

Ringraziamenti

Si ringrazia il Prof. Giovanni Furnari, dell'Istituto di Botanica dell'Università di Catania, che, quale responsabile del Programma «Flora, vegetazione e biologia del Fitobenthos delle coste dell'Italia meridionale e insulare», ha offerto l'opportunità di compiere questo studio.

Summary

Recent studies carried out on the Posidonia oceanica *prairies surrounding the island of Ischia (Gulf of Naples) gave indications that the Mollusk syntaxon of foliar stratum is vertically zoned, principally owing to an environmental energy gradient. The cenocline remains substantially stable, with respect to both the diel rhytm and the seasonal cycle.*

In order to test the possibility of generalizing this pattern, not-withstanding the occurence of biogeographic variations, the malacological communities of the prairies surrounding the island of Ischia and those of the Capo Passero (south-eastern Sicily) zone have been compared.

A vertical zonation of the Mollusk syntaxon, coherent with the bathymetric ecocline, is shown, in spite of the occurence of geographic variations both from the qualitative viewpoint, and in the relative proportions of the species common to the considered sites.

Riassunto

Studi recenti condotti sulle praterie a *Posidonia oceanica* circostanti l'Isola d'Ischia (Golfo di Napoli) hanno fornito indicazioni che il syntaxon a Molluschi di strato fogliare risulti essere verticalmente zonato, principalmente in risposta ad un gradiente di ener-

gia ambientale (soprattutto di tipo idrodinamico) e che il cenoclino rimanga sostanzialmente stabile sia in rapporto ai ritmi circadiani sia al ciclo stagionale. Per verificare la possibilità di generalizzare questo modello, anche in presenza di probabili variazioni a carattere biogeografico, è stato considerato il popolamento malacologico di una prateria della zona di Capo Passero (Sicilia sud-orientale) in un'analisi comparativa con quello delle praterie di Ischia. Dall'analisi risulta che il syntaxon a Molluschi presenta costantemente una zonazione verticale coerente con l'ecoclino batimetrico, nonostante la presenza di varianti geografiche, che si manifestano sia nella composizione in specie sia nei rapporti proporzionali fra le specie comuni alle località considerate.

Bibliografia

BENZECRI (1973) - L'analyse des données. Dunod ed., Paris, Vol. II: 632.

FRESI E., GAMBI M.C. (1982) - Alcuni aspetti importanti dell'analisi matematica di ecosistemi marini. *Naturalista Sicil.*, S. IV, VI (Suppl.): 449-465.

IDATO E., FRESI E., RUSSO G.F. (1983) - Zonazione verticale della fauna vagile di strato fogliare in una prateria di *Posidonia oceanica* DELILE: I - Molluschi. *Boll. Malacologico*, Milano, **19** (5-8): 109-120.

RUSSO G.F., FRESI E., VINCI D. (1983) - Distribution and diel variations of Mollusk syntaxon in a *Posidonia oceanica* (L.) DELILE meadow. *Rapp. Comm. Int. Mer Médit., Monaco,* **28** (3): 139-140.

RUSSO G.F., FRESI E., VINCI D., CHESSA L.A. (in stampa, a) - Malacofauna di strato fogliare delle praterie di *Posidonia oceanica* (L.) DELILE intorno all'Isola d'Ischia (Golfo di Napoli): analisi strutturale del popolamento estivo in rapporto alla profondità ed alla esposizione. Atti XV Congr. S.I.B.M., Trieste, It., 1983.

RUSSO G.F., FRESI E., VINCI D., CHESSA L.A. (in stampa, b) - Mollusk syntaxon of foliar stratum along a depth gradient in a *Posidonia oceanica* meadow: diel variability. First International Workshop on *Posidonia oceanica* Beds, Porquerolles, France, 1983.

RUSSO G.F., FRESI E., VINCI D., CHESSA L.A. (in stampa, c) - Mollusk syntaxon of foliar stratum along a depth gradient in a *Posidonia oceanica* meadow: seasonal variability. First International Workshop on *Posidonia oceanica* Beds, Porquerolles, France, 1983.

RUSSO G.F., FRESI E., VINCI D. (in stampa, d) - Problemi e proposte sul campionamento della malacofauna di strato fogliare nelle praterie di *Posidonia oceanica* (L.) DELILE. 1° Congresso Società Italiana di Malacologia, Palermo, 1984.

RUSSO G.F., FRESI E., VINCI D. (in stampa, e) - The hand-towed net method for direct sampling in *Posidonia oceanica* beds. XXIX Congress and Plenary Assembly of I.C.S.E.M., Lucerne, 1984.

OEBALIA 1985, vol. XI, N.S.: 325-338 *ISSN 0392-6613*

E. CONTI* L. ROSSINI**

* Via Domenichino, 49 - Milano - Italy
** Rotonda dei Mille, 1 - Bergamo - Italy

I MOLLUSCHI DEL CORALLIGENO DEL PROMONTORIO DI PORTOFINO

Abstract

Coralligenous Mollusca of Portofino.

Ecology data of Mollusca, Gastropoda and Bivalvia, associated to the coralligenous of Portofino are reported. Characteristic species have been defined, using differents indexes. Besides, Gastropoda alimentary habits and Bivalvia ecological characteristics have been observed.

Key-words: Ecology, Gastropoda, Bivalvia, Coralligenous, Ligurian Sea.

Introduzione

Oggetto di questo lavoro è lo studio della malacofauna associata alla biocenosi coralligena caratterizzata dalla presenza di *Corallium rubrum*, nelle acque del Promontorio di Portofino (Genova). La ricerca è stata condotta utilizzando in prevalenza una metodologia di tipo paleontologico, analizzando cioè i dati forniti da prelievi di sedimento alla base delle pareti o sul fondo delle grotte. Pochi sono stati i prelievi fatti direttamente in parete, al fine di non danneggiare la biocenosi in questa zona.

I risultati così ottenuti non sono da considerarsi completi, ma si ritiene siano sufficienti per un quadro generale della malacofauna associata alla biocenosi coralligena. Questa comunità è già stata oggetto di numerose ricerche, sia in questa zona che altrove (Bombace, 1969; 1970; Laborel & Vacelet, 1958; 1959; 1961; Laborel, 1958; 1960; 1961; Laubier, 1966; Ledoyer, 1966; 1968; Marchetti, 1965; 1966; Pérès & Picard, 1951; 1964; Rossi, 1957; 1958; 1961; 1965; Starmuhlner, 1968; Tortonese, 1958; 1961; 1962; True, 1970).

Materiali e metodi

a) Stazioni di raccolta: sono state prese in considerazione quattro stazioni localizzate sul versante meridionale del Promontorio di Portofino, dove la biocenosi coralli-

gena si trova in diverse zone nella fascia compresa fra 20 e 40 metri di profondità.

Stazione 1: situata in località Altare, è caratterizzata da una parete verticale e da una piccola grotta comprese tra 18 e 30 metri di profondità.

Stazione 2: si trova in località Colombara, trattasi di un'ampia grotta con imboccatura semi circolare, a circa 40 metri di profondità.

Stazione 3: situata in località Dragone, corrispondente alla stazione IX di TORTONESE (1958).

Stazione 4: si trova a circa 30 m a est di Punta Torretta ed è caratterizzata da un'associazione a *Paramuricea clavata* e *Corallium rubrum*.

b) Raccolta del materiale: sono state utilizzate due tecniche di prelievo diretto:

— prelievi di sedimento: le specie trovate corrispondono per la maggior parte a quelle viventi nelle biocenosi superiori, in quanto le conchiglie, con la morte dell'organismo, cadono sul fondo.

— raccolta su parete: per ogni prelievo si è considerata una superficie di 900 cm^2. Sono stati fatti solo due prelievi per stazione e i dati così ottenuti sono da considerarsi puramente qualitativi.

c) Analisi dei dati: per la sistematica si è adottato lo schema proposto da PIANI (1980). Dopo un primo lavoro di smistamento e classificazione fino, dove possibile, alla specie, sono stati applicati ai dati così ottenuti alcuni indici caratterizzanti la comunità: indice di abbondanza (PÉRÈS & PICARD, 1964); indice di dominanza (PÉRÈS & PICARD, 1964) e le frequenze cumulative a partire dall'indice di dominanza. I dati ottenuti nei prelievi di sedimento sono presentati in tabelle secondo lo schema proposto da DI GERONIMO & ROBBA (1976); essendo stati fatti più prelievi per stazione i dati numerici sono riferiti ad un volume di 10 litri per ogni stazione.

d) Misure di temperatura e luminosità: misurazioni di questi parametri sono state effettuate mensilmente dal settembre 1981 al settembre 1982, dalla superficie fino ad un massimo di 55 metri di profondità, ogni 5 m, in ogni stazione.

Risultati

Nei prelievi sono state classificate 181 specie di Gasteropodi conchiferi e 71 specie di Bivalvi.

a) Fattori fisici ambientali: dalle misurazioni effettuate è risultata una spiccata omogeneità nelle quattro stazioni per quanto riguarda temperatura e luminosità. La temperatura varia in superficie da 12,9°C (12-3-82) a 25°C ai primi di agosto 1982. A 30 m di profondità, in corrispondenza del maggiore sviluppo della biocenosi coralligena, la massima temperatura misurata è 22,7°C (12-9-81). Si è riscontrata inoltre una stratificazione termica con termoclino variabile da 20 a 45 m di profondità, nei mesi compresi fra luglio e ottobre.

Per poter valutare l'intensità luminosa a livello del coralligeno si è considerata una fascia compresa fra i 20 e i 40 m di profondità, in corrispondenza della quale la massima radiazione luminosa misurata non supera il 30% di quella superficiale. Si pensa che il maggior fattore limitante, tra quelli considerati, per l'insediamento della biocenosi

coralligena sia l'intensità della radiazione luminosa e non la temperatura che varia di circa 10°C nel corso dell'anno a quelle profondità.

b) Prelievi di sedimento: nei dati ottenuti nei prelievi di sedimento sono state considerate solo quelle specie che si ritiene vivano nella biocenosi coralligena, eliminando quelle che, in base ad indicazioni bibliografiche, appartengono sicuramente ad altre biocenosi. Per fare un confronto più semplice tra le stazioni e per individuare le specie che hanno un'influenza maggiore all'interno della popolazione si considerano quelle che raggruppano il 90% degli individui. Per quanto riguarda i risultati vedere Tab. 1 e 2.

c) Prelievi in parete: vista la scarsità di specie e individui trovati si considerano gli otto prelievi effettuati insieme; questo tipo di prelievo fornisce informazioni episodiche e occorrerebbero molte ripetizioni per avere un quadro più completo della situazione in esame. Analizzando la Tab. 3 risulta che il numero di individui raccolti di Gasteropodi e di Bivalvi è all'incirca uguale, a differenza di quanto riscontrato nei prelievi di sedimento; bisogna infatti considerare che i Gasteropodi sono organismi vagili e una grattatura non dà informazioni su quale poteva essere la loro presenza in tempi precedenti o in zone vicine; questo non avviene per i Bivalvi che, avendo una conchiglia molto più fragile, vengono distrutti in breve tempo nel sedimento. Un dato interessante, a conferma dei dati ottenuti nei prelievi di sedimento, è che le specie che hanno un'abbondanza più elevata sono le stesse nei due tipi di prelievo.

d) Abitudini alimentari: sono state prese in considerazione le abitudini alimentari dei Gasteropodi trovati sia nel sedimento che nei prelievi in parete, utilizzando dati riportati da FRETTER & GRAHAM (1962) e HYMAN (1967). I Gasteropodi sono stati divisi in cinque gruppi: filtratori 4(3); detritivori 71(62); erbivori 18(8); carnivori 56(48); parassiti 32(31) (le cifre tra parentesi si riferiscono alle specie presumibilmente legate al coralligeno). Dall'analisi della Tab. 4a si nota che, mentre le specie sono ripartite maggiormente tra le varie classi, la quasi totalità degli individui è concentrata nel gruppo dei detritivori. Per quanto si è potuto osservare le frequenze dei gruppi alimentari rimangono abbastanza costanti nelle quattro stazioni, la qualcosa potrebbe essere un dato importante se confermato anche per altre zone, poiché darebbe una prima indicazione dei rapporti trofici dei Gasteropodi in questa biocenosi.

e) Caratteristiche ecologiche dei Bivalvi: (Tab. 4b) si sono raggruppate le specie secondo le loro caratteristiche ecologiche, considerando schematicamente quattro tipi di habitat: specie viventi nel sedimento 29(0); specie munite di bisso 34(30); specie incrostanti, cioè con una valva attaccata al substrato 5(5); specie perforanti la roccia o i substrati calcarei 2(2) (anche qui le cifre tra parentesi si riferiscono alle specie presumibilmente legate al coralligeno).

Conclusioni

a) Per quanto si è potuto rilevare attraverso questa ricerca le popolazioni di Gasteropodi e di Bivalvi viventi nelle acque del Promontorio di Portofino sono abbastanza ricche in specie: infatti è stato trovato circa il 17% delle specie conchifere presenti nel Mar Mediterraneo. Queste però non possono considerarsi le sole associate al coral-

Tab. 1 - *Indici di abbondanza, dominanza e frequenze cumulative per i Gasteropodi nelle quattro stazioni.*

Stazione 1	abbondanza	dominanza	% cumulativa
Bittium reticulatum	3199	62,294	62,294
Alvania lineata	512	9,970	72,264
Setia semistriata	171,33	3,336	77,600
Acinopsis cancellata	145,33	2,830	78,430
Hinia incrassata	96,67	1,882	80,312
Biforina perversa	74,67	1,454	81,766
Chauvetia minima	67,33	1,311	83,077
Jujubinus exasperatus	62,67	1,220	84,297
Turboella parva	61	1,188	85,495
Acinopsis subcrenulata	58,67	1,142	86,627
Alvania discors	56	1,090	87,717
Clanculus corallinus	55	1,071	88,788
Turbona geryonia	40	0,779	89,567

Tot. specie 115 — Tot. individui 5135,32

Stazione 2	abbondanza	dominanza	% cumulativa
Bittium reticulatum	2664,67	66,951	66,951
Alvania lineata	230,33	5,787	72,730
Acinopsis cancellata	166	4,171	76,909
Jujubinus exasperatus	133,33	3,350	80,259
Setia semistriata	79	1,985	82,244
Alvania discors	72,33	1,817	84,061
Emarginula sp.	53,67	1,348	85,409
Biforina perversa	53,33	1,340	86,749
Turbona geryonia	43	1,080	87,824
Clanculus corallinus	41,67	1,047	88,876
Homalopoma sanguineum	40,67	1,022	89,898

Tot. specie 107 — Tot. individui 3980,01

(segue)

(seguito Tab. 1)

Stazione 3	abbondanza	dominanza	% cumulativa
Bittium reticulatum	3723	63,667	63,667
Setia semistriata	443,67	7,587	71,254
Alvania lineata	270,67	4,629	75,883
Acinopsis subcrenulata	212	3,635	79,508
Acinopsis cancellata	207	3,540	83,048
Biforina perversa	111,67	1,910	84,958
Hinia incrassata	80,33	1,374	86,332
Alvania discors	68,33	1,169	87,501
Turboella parva	63,33	1,083	88,584
Turbona geryonia	56,67	0,969	89,553

Tot. specie 107 — Tot. individui 5847,63

Stazione 4	abbondanza	dominanza	% cumulativa
Bittium reticulatum	4782	57,754	57,754
Alvania lineata	546,5	6,559	64,339
Acinopsis cancellata	401	4,842	69,181
Setia seministriata	286	3,459	72,640
Biforina perversa	221	2,668	75,308
Acinopsis subcrenulata	193,5	2,336	77,644
Hinia incrassata	192	2,318	79,962
Alvania discors	184	2,222	82,184
Jujubinus exasperatus	183	2,210	84,394
Chauvetia minima	149	1,799	86,193
Turbona geryonia	96,5	1,165	87,358
Clanculus corallinus	93,5	1,129	88,487
Turboella parva	81	0,978	89,465

Tot. specie 113 — Tot. individui 8281

Tab. 2 - Indici di abbondanza, dominanza e frequenze cumulative per i Bivalvi nelle quattro stazioni.

Stazione 1	abbondanza	dominanza	% cumulativa
Striarca lactea	136	30,677	30,677
Hiatella rugosa	134,67	30,377	61,054
Chlamys varia	45	10,150	71,204
Musculus costulatus	29,33	6,616	77,820
Barbatia barbata	20,67	4,662	82,482
Anomia ephippium	17,33	3,909	86,391

Tot. specie 25 — Tot. individui 443

Stazione 2	abbondanza	dominanza	% cumulativa
Striarca lactea	144,67	40,714	40,714
Hiatella rugosa	77,33	21,763	62,447
Chlamys varia	47,33	13,320	75,797
Barbatia barbata	23,67	6,661	82,458
Arca tetragona	8,33	2,332	84,802
Anomia ephippium	8	2,251	87,053
Chama gryphoides	7	1,970	89,023

Tot. specie 28 — Tot. individui 335

Stazione 3	abbondanza	dominanza	% cumulativa
Striarca lactea	165,33	42,107	42,107
Hiatella rugosa	101,33	25,807	67,914
Chlamys varia	26	6,662	74,536
Barbatia barbata	20,67	5,264	79,800
Musculus costulatus	17	4,330	84,130
Chama gryphoides	15	3,820	87,950

Tot. specie 21 — Tot. individui 393

(segue)

(seguito Tab. 2)

Stazione 4	abbondanza	dominanza	% cumulativa
Striarca lactea	213,5	48,358	48,358
Hiatella rugosa	76	17,214	65,572
Chlamys varia	53	12,005	77,577
Barbatia barbata	31	7,022	84,599
Lima lima	11,5	2,605	87,204
Chama gryphoides	11	2,492	89,696

Tot. specie 27 — Tot. individui 442

ligeno di Portofino, infatti altre specie, molto difficili da reperire, sono state segnalate da alcuni autori.

b) Per potere attribuire le varie specie alla biocenosi coralligena si è adottata la classificazione proposta da PÉRÈS & PICARD (1964). Considerando tutti i dati a disposizione non è possibile definire nessuna specie come caratteristica esclusiva del coralligeno; si possono invece classificare come caratteristiche preferenziali le specie: *Setia semistriata, Acinopsis cancellata, Hinia incrassata, Fusinus pulchellus, Acinopsis subcrenulata, Muricopsis cristata, Erato voluta, Calliostoma conulum, Turbona geryonia, Turboella parva*, alcune Emarginule, gli Architectonicidae, alcuni Turridi, *Striarca lactea, Hiatella rugosa, Chlamys varia, Chama gryphoides, Pseudochama gryphina* e *Barbatia barbata*. Inoltre sono da considerarsi specie accompagnatrici: *Alvania lineata, Alvania discors, Jujubinus exasperatus, Bittium reticulatum, Biforina perversa, Chauvetia minima, Clanculus corallinus, Palliolum incomparabile, Chlamys multistrata, Lima lima, Lasaea rubra, Kellia suborbicularis, Sphenia binghami, Notirus irus, Anomia ephippium, Spondylus gaederopus* e *Neopycnodonte cochlear.*

La specie *Bittium reticulatum* viene classificata come accompagnatrice, pur avendo netta dominanza sulle altre, in quanto si ritrova altrettanto numerosa in altri ambienti infra e circalitorali, essendo l'unico fattore limitante al suo sviluppo la presenza di detrito di cui si nutre.

c) Con l'analisi delle abitudini alimentari dei Gasteropodi si è riscontrata una dominanza dei detritivori: questo esprime, innanzitutto, una notevole ricchezza della biocenosi, e una rilevante attività biologica da parte degli organismi che la compongono; quest'ultimo fenomeno fa pensare ad un rapido turnover a livello della biocenosi coralligena, che però dovrebbe essere verificato in studi successivi.

Tab. 3 - *Indice di abbondanza riferito ai prelievi in parete (900 cm²). I valori totali sono riferiti a 1 m².*

	ST. 1 G1	ST. 1 G2	ST. 2 G1	ST. 2 G2	ST. 3 G1	ST. 3 G2	ST. 4 G1	ST. 4 G2	TOT.
Scissurella costata					1	2			4,17
Haliotis lamellosa						1			1,39
Emarginula sp.		2						1	4,17
Emarginula conica								1	1,39
Emarginula huzardi	1	1				2			5,56
Emarginula papillosa		1						1	2,78
Diodora gibberula						3			4,17
Diodora italica		5							6,94
Patella coerulea						2			2,78
Jujubinus exasperatus						2			2,78
Gibbula turbinoides					1	5			8,33
Calliostoma conulum						1			1,39
Clanculus corallinus	1							1	2,78
Homalopoma sanguineum	1								1,39
Tricolia pullus						1			1,39
Setia semistriata	9	16	2	7	29	46	4	6	165,28
Turboella parva					4	3			9,72
Apicularia similis						1			1,39
Alvania discors	1								1,39
Alvania lineata		2	1		2	12			23,61
Acinopsis cancellata					4	13			23,61
Acinopsis subcrenulata						11			15,28
Thapsiella rudis					1				1,39
Turbona geryonia	1					4			6,94
Turbona hispidula						1			1,39
Rissoina bruguièrei			2		2	2			8,33
Vermetus spirintortus		2							2,78
Tenagodus obtusus						1			1,39
Bittium reticulatum	2	1	18	1	39	240		2	422,22
Cerithiopsis tubercularis						2			2,78
Dizoniopsis bilineata	2	1	1				2		8,33
Metaxia metaxae				1					1,39
Biforina perversa	2	1	6		1	3			18,06
Balcis sp.		1							1,39
Muricopsis cristata	1		1		4	6	1		18,06
Phyllonotus trunculus		1				1			2,78
Ocinebrina aciculata						2			2,78
Chauvetia minima		2				2			5,56
Columbella rustica		1							1,39
Nassarius cuvierii						2			2,78

(segue)

(seguito della Tab. 3)

	ST. 1 G1	ST. 1 G2	ST. 2 G1	ST. 2 G2	ST. 3 G1	ST. 3 G2	ST. 4 G1	ST. 4 G2	TOT.
Hinia incrassata			3			4			9,72
Hinia pygmaea						2			2,78
Fusinus pulchellus		2	1			4			9,72
Gibberula philippi						1			1,39
Pusia tricolor			2						2,78
Raphitoma linearis						1			1,39
Chrysallida doliolum						3			4,17
Chrysallida excavata						3			4,17
Odostomia sp.						1			1,39
Nucula sulcata						1			1,39
Arca tetragona				1					1,39
Barbatia barbata	1	1		1		3	1		9,72
Striarca lactea		2	1	2	19	17	13	1	76,39
Mytilus galloprovincialis						1			1,39
Mytilaster minimus				2		2			5,56
Musculus costulatus	1					4		1	8,33
Lithophaga lithophaga	13	1	8	8	18	7	16	6	106,94
Modiolus barbatus	1				1	1			4,17
Chlamys varia						3	2		6,94.
Spondylus gaederopus							1		1,39
Anomia ephippium	1					2	3		8,33
Lima lima		1							1,39
Limea loscombi						1			1,39
Ostraea sp.				2					2,78
Chama gryphoides	2	1				3	16	1	31,94
Lasaea rubra						1			1,39
Kellia suborbicularis	1	2	2	4	1	2			16,67
Cardita caliculata						1			1,39
Parvicardium exiguum					1	2			4,17
Plagiocardium papillosum			1						1,39
Coralliophaga lithophagella						7			9,72
Gouldia minima						1			1,39
Hiatella rugosa	77	34	24	51	35	25	28	18	405,56
Thracia papiracea			1						1,39
Gastrochaena dubia	5	5	1	1	1				18,06
Sphaenia binghami						3	3		8,33

Tot. specie 76 — Tot. individui/m^2 1577,84

Tab. 4 - *a) abitudini alimentari dei Gasteropodi.*
b) caratteristiche ecologiche dei Bivalvi.

gruppi	n. specie	% specie	n. individui	% individui
a) *Stazione 1*				
filtratori	2	1,74	4,34	0,08
detritivori	48	41,74	4741,67	92,33
erbivori	8	6,96	39,01	0,76
carnivori	37	32,17	309,31	6,02
parassiti	20	17,39	40,99	0,80
Stazione 2				
filtratori	2	1,87	4,67	0,12
detritivori	48	44,86	3738,96	93,94
erbivori	6	5,61	107,33	2,70
carnivori	35	32,71	114,96	2,89
parassiti	16	14,95	17,33	0,44
Stazione 3				
filtratori	2	1,87	4,00	0,07
detritivori	44	41,12	5505,34	94,15
erbivori	7	6,54	29,66	0,51
carnivori	26	24,30	222,31	3,80
parassiti	28	26,17	86,32	1,48
Stazione 4				
filtratori	2	1,77	14,50	0,18
detritivori	49	43,36	7475,50	90,26
erbivori	8	7,08	93,50	1,13
carnivori	36	31,86	600,00	7,24
parassiti	18	15,93	98,50	1,19
b) *Stazione 1*				
con bisso	19	76,00	405,01	91,36
incrostanti	5	20,00	36,32	8,19
perforanti	1	4,00	2,00	0,45
Stazione 2				
con bisso	24	85,71	335,67	94,47
incrostanti	2	7,14	15,00	4,22
perforanti	2	7,14	4,66	1,31
Stazione 3				
con bisso	15	71,43	367,65	93,65
incrostanti	5	23,81	23,99	6,11
perforanti	1	4,76	1,00	0,16
Stazione 4				
con bisso	22	81,48	427,50	96,83
incrostanti	4	14,82	12,50	2,83
perforanti	1	3,70	1,50	0,34

d) Il Promontorio di Portofino è la località più a Nord del Mediterraneo Occidentale dove si ritrova una biocenosi coralligena così sviluppata e ricca di *Corallium rubrum*. Le temperature registrate non sono tuttavia minime per questa associazione che si trova anche in una zona dove la temperatura minima si aggira intorno ai 10°C (zona di Marsiglia). La presenza delle specie *Corallium rubrum, Myriozoum truncatum, Eunicella cavolinii* è indice di acque limpide, come verificato da Rossi (1965). Dagli studi di Hela (1963), unici per quanto riguarda le macro correnti del Golfo di Genova, si può ipotizzare la presenza sia di correnti di risalita che di correnti tangenziali al lato meridionale del promontorio necessarie allo sviluppo e al mantenimento del coralligeno.

Ringraziamenti

Un ringraziamento sentito al Prof. Giulio Melone, per l'interessamento e la valida guida nella conduzione della ricerca e nella classificazione delle specie rinvenute.

Si ringraziano inoltre il Prof. Roberto Marchetti, il Prof. Giulio Lanzavecchia e il Dott. Giorgio Barletta.

Summary

The present paper deals with the Mollusca (Gastropoda and Bivalvia only) population of coralligenous biocoenosis. In the examined area, this biocoenosis becomes dominant in a range from 20 to 40 m depth, where we can find vertical walls and submarine caves. Besides Corallium rubrum, *rare in the Mediterranean sea, and many other species that are characteristic for this biocoenosis, 181 species of Gastropoda and 71 species of Bivalvia had been found. Some of these can be considered like characteristic of coralligenous, we can remember:* Setia semistriata. Acinopsis cancellata, Acinopsis subcrenulata, Hinia incrassata, Calliostoma conulum, Fusinus pulchellus, Striarca lactea, Hiatella rugosa, Chlamys varia *and* Chama gryphoides. *With the study of nutrition habits of Gastropoda, a prevailing of detritus eaters has been observed. This fact could show a high richness and quick replacement into biocoenosis. For the development of the community the Authors think that the most important limiting factors are the light intensity and the food. In fact a light no higher of 30% in respect to the superficial value has been measured in a year; besides the Authors think some currents from the bottom and some tangent currents could bring many nutrients to the surface.*

Riassunto

Oggetto di questo studio è la malacofauna associata alla biocenosi coralligena nelle acque del Promontorio di Portofino. Nella zona esaminata questa biocenosi diventa dominante in una fascia compresa fra 20 e 40 m di profondità in corrispondenza di pareti, strapiombi e grotte. Oltre la presenza di *Corallium rubrum*, ormai raro in Mediterraneo, e di numerose altre specie caratterizzanti questo ambiente sono state trovate 181 specie di Gasteropodi conchiferi e 71 specie di Bivalvi. Tra queste alcune da considerare sicuramente come caratteristiche preferenziali per questo ambiente. Tra le altre si ricordano: *Setia semistriata, Acinopsis cancellata, Acinopsis subcrenulata, Hinia incrassata, Calliostoma conulum, Fusinus pulchellus, Striarca lactea, Hiatella rugosa, Chlamys varia* e *Chama gryphoides*. Con l'analisi dei regimi alimentari dei Gasteropodi si è potuto notare una dominanza dei detritivori. Data la particolare alimentazione di questo gruppo, si può affermare che quanto osservato sia indice di una notevole ricchezza e un ampio ricambio all'interno della biocenosi coralligena. Per lo sviluppo di questa comunità si ritiene che i maggiori fattori limitanti siano la luminosità e l'apporto alimentare.

Per il primo fattore si è visto che, a livello del coralligeno la quantità di luce non supera mai il 30% di quella superficiale; mentre per il secondo si ipotizza l'esistenza di correnti di risalita e tangenziali che apporterebbero sufficiente materiale alimentare alle zone superficiali.

Bibliografia

BOMBACE G. (1969) - Appunti sulla malacofauna e sui fondali circalitorali della penisola di Milazzo. *Quad. Ric. e sperim.*, **12** suppl.: 1-58.

BOMBACE G. (1970) - Notizie sulla malacofauna e sulla ittiofauna del coralligeno di falesia. *Quad. Ric. e sperim.*, **14** suppl.: 9-37.

DI GERONIMO I., ROBBA E. (1976) - Metodologie qualitative e quantitative per lo studio delle biocenosi e paleocomunità marine bentoniche. Gruppo informale di ricerca coordinata. *C.N.R. Rapp. di Lavoro n. 1, Parma:* 1-36.

FRETTER V., GRAHAM A. (1962) - British Prosobranch Molluscs. *Ray Society, London*: 1-755.

HELA I. (1963) - Surface currents of the Ligurian Sea. *Bull. Inst. océanogr. Monaco,* **60** (1268): 1-15.

HYMAN L.H. (1967) - The Invertebrates (vol. VI): Mollusca 1. *Mc Graw-Hill Book Company*: 1-792.

LABOREL J. (1958) - Contribution à l'étude in situ des peuplements sciaphiles sur substrat dur en Méditerranée. *C.R. Accad. Sci. Paris*, **246:** 3381-3383.

LABOREL J. (1960) - Contribution à l'étude directe des peuplements benthiques sciaphiles sur substrat rocheux en Méditerranée. *Rec. Trav. Sta. Mar. End.*, **20**(33): 117-173.

LABOREL J. (1961) - Le concretionnement algal coralligène et son importance géomorphologique en Méditerranée. *Rec. Trav. Sta. Mar. End.*, **23**(37): 37-70.

LABOREL J., VACELET J. (1958) - Etude des peuplements d'une grotte sous marine du Golfe de Marseille. *Bull. Inst. océanogr. Monaco*, **1120:** 1-20.

LABOREL J., VACELET J. (1959) - Les grottes sous-marines obscures en Méditerranée. *C.R. Accad. Sci. Paris*, **248:** 2619-2622.

LABOREL J., VACELET J. (1961) - Répartition bionomique du *Corallium rubrum* Lmck dans les grottes et les falaises sous-marines. *Rapp. P. v. Réun. Comm. Int. Explor. Scient. Mer Méditerr.*, **16:** 465-469.

LAUBIER L. (1966) - Le coralligène des Albères. Monographie biocénotique. *Ann. Inst. océanogr. Paris*, **43**(2): 140-316.

LEDOYER M. (1966) - Ecologie de la faune vagile des biotopes Méditerranéens accessibles en scaphandre autonome: biotopes des substrats durs. *Rec. Trav. Sta. Mar. End.*, **40:** 103-149.

LEDOYER M. (1968) - Ecologie de la faune vagile des biotopes Méditerranéens accessibles en scaphandre autonome (Région de Marseille principalement). IV sinthèse de l'étude écologique. *Rec. Trav. Sta. Mar. End.*, **44**(60): 125-295.

MARCHETTI R. (1965) - Ricerche sul corallo rosso della costa ligure e toscana. II - Il Promontorio di Portofino. *Rend. Ist. Lomb. Sci. e Lett.*, **B99:** 279-316.

MARCHETTI R. (1966) - Ricerche sul corallo rosso della costa ligure e toscana. III - Considerazioni pratiche. *Rend. Ist. Lomb. e Lett.*, **B 100:** 3-5.

PÉRÈS J.M., PICARD J. (1951) - Notes sur les fondes coralligènes de la région de Marseille. *Arch. Zool. Exp. Gen.*, **88** (N.R.): 24-38.

PÉRÈS J.M., PICARD J. (1964) - Nouveau manuel de bionomie benthique de la Mer Méditerranée. *Rec. Trav. Sta. Mar. End.*, **31** (47): 5-137.

PIANI P. (1980) - Catalogo dei Molluschi conchiferi viventi nel Mediterraneo. *Boll. Malacologico*, **16** (5-6): 113-224.

ROSSI L. (1957) - Revisione critica dei Madreporari del Mar Ligure. *Doriana, Genova*, **2** (76): 1-19.

ROSSI L. (1958) - Osservazioni sul bentos coralligeno dei dintorni di Catania. *Arch. Oceanogr. Limnol.*, **11** (2): 161-165.

ROSSI L. (1961) - Idroidi viventi sulle scogliere del Promontorio di Portofino (Golfo di Genova). *Ann. Mus. Civ. Sto. Nat. «G. Doria», Genova*, **72**: 69-75.

ROSSI L. (1965) - Il coralligeno di Punta Mesco. *Ann. Mus. Civ. Sto. Nat. «G. Doria», Genova*, **75**: 144-180.

STARMUHLNER F. (1968) - Investigations about the Molluscs fauna in submarine caves. *Proc. Symp. Mollusca*, **1**: 137-163.

TORTONESE E. (1958) - Bionomia marina della regione costiera fra Punta della Chiappa e Portofino (Riviera ligure di Levante). *Arch. Oceanogr. Limnol.*, **11**(2): 167-210.

TORTONESE E. (1961) - Nuovo contributo alla conoscenza del bentos della scogliera ligure. *Arch. Oceanogr. Limnol.*, **12**: 163-183.

TORTONESE E. (1962) - Recenti ricerche sul bentos in ambienti litorali del Mar Ligure. *Pubbl. Staz. Zool. Napoli*, **32** suppl.: 99-116.

TRUE M.A. (1970) - Etude quantitative de quatre peuplements sciaphiles sur substrat rocheux dans la région marseillaise. *Bull. Inst. océanogr. Monaco*, **69** (1401): 1-48.

OEBALIA 1985, vol. XI, N.S.: 339-348 *ISSN 0392-6613*

G.F. RUSSO E. FRESI M. SCARDI

Stazione Zoologica di Napoli, Laboratorio di Ecologia
del Benthos - Ischia (Napoli) - Italy

IL POPOLAMEMTO A MOLLUSCHI DEI FONDI MOBILI DEL GOLFO DI SALERNO: ANALISI STRUTTURALE IN RAPPORTO AL TROFISMO

Abstract

Mollusc population in the soft bottoms of the Gulf of Salerno: structural analysis in relation to trophism.

The analysis of Mollusc population from the soft bottoms of the Gulf of Salerno (South-Tyrrhenian Sea); based on feeding guilds, shows that the trophic types along a sedimentological gradient are largely coincident with the distribution of community structures.

Key-words: soft-bottom, Molluscs, trophic groups.

Introduzione

Problema sinecologico di particolare interesse è la valutazione di quanto gli adattamenti strutturali di una comunità alle modificazioni dell'ambiente fisico siano coerenti con quelli funzionali.

Per quanto concerne il macrobenthos di fondo mobile diversi Autori (cfr. ad es. SANDERS, 1960; GRAY, 1974; FRESI *et al.*, 1983) hanno studiato il rapporto tra tessitura del sedimento, inteso come parametro sintetico dell'ambiente fisico (JANSSON, 1967), e struttura delle comunità, sottolineando una diretta corrispondenza tra complessità strutturale ambientale e cenotica. In altre parole comunità poco strutturate sono presenti soprattutto in sedimenti a tessitura omogenea, sia grossolani (sabbie) sia fini (fanghi), mentre comunità ben strutturate sono caratteristiche principalmente di sedimenti a tessitura eterogenea (misto).

Risultati analoghi sono stati ottenuti analizzando la struttura di singoli taxoceni, quali, ad esempio, quello a Policheti (GAMBI *et al.*, in stampa) e quello a Molluschi (RUSSO & FRESI, in stampa).

Si devono soprattutto alla scuola sovietica (TURPAEVA, 1953; 1957; SOKOLOVA, 1956; 1959) i primi approcci allo studio degli aspetti trofico-funzionali nelle comunità ma-

crobentoniche; tuttavia, come sottolineato anche da GRAY (1981), SANDERS (1958) è stato il primo a quantizzare il rapporto tra caratteristiche sedimentologiche del substrato ed adattamento trofico-funzionale dei popolamenti di fondo mobile, evidenziando come gli organismi sestonofagi (suspension-feeders) sono caratteristici di sedimenti grossolani (ambienti ad elevata energia) mentre i «mangiatori di film superficiale», per dirla con PERES (1961), (deposit-feeders) sono caratteristici di sedimenti fini (ambienti a ridotta energia).

Queste osservazioni sono state per lo più confermate da ulteriori studi, tra i quali fondamentali sono quelli di RHOADS & YOUNG (1970, 1971), PEARSON (1971) e LEVINTON (1972).

Il presente lavoro si propone di analizzare l'aspetto trofico-funzionale del popolamento a Molluschi dei fondi mobili del Golfo di Salerno e di confrontarlo con quello strutturale, oggetto di uno studio precedente (RUSSO & FRESI, cit.).

Appare, per altro, opportuno sottolineare che il syntaxon a Molluschi risulta particolarmente adatto per analisi sia di tipo strutturale sia trofico-funzionale, in considerazione della notevole radiazione adattativa evolutasi nell'ambiente considerato (fondi mobili litorali), come è confermato soprattutto da studi paleoecologici della scuola statunitense (RHOADS *et al.*, 1972; WALKER, 1972; WRIGHT, 1973; 1974).

Materiali e metodi

Si rimanda a COLOGNOLA *et al.* (in stampa) per la descrizione dell'area investigata e delle tecniche di campionamento ed a RUSSO & FRESI (cit.) per l'analisi strutturale dello stock malacologico considerato nella presente analisi funzionale.

La formazione dei gruppi in base al trofismo è stata eseguita secondo il criterio descritto da PERES (1961), più recentemente adottato per i Molluschi anche da RHOADS *et al.* (cit.). Sono state riconosciute le due categorie «etologiche» dei Fossori (F) e dei Sedentari (S) e le cinque categorie «trofiche» dei Sospensivori (S), Detritivori (D), Predatori o Carnivori (C), Parassiti (P), Erbivori o Brucatori (B). In ciascun gruppo funzionale sono stati cumulati i valori di Abbondanza delle specie ad esso associate, secondo quanto noto in letteratura, soprattutto dalle revisioni di YONGE & THOMPSON (1976) e PURCHON (1977) per i Molluschi in genere ed i Bivalvi in particolare, di FRETTER & GRAHAM (1961) per i Prosobranchi, THOMPSON (1976) per gli Opistobranchi, POHLO (1982) per i Tellinidi, MORTON (1981, 1982) per gli Anomalodesmata, VAN MONTFRANS *et al.* (1982) per i Cerithidi (Tab. 1).

In tal modo è stata ottenuta una matrice di p variabili (gruppi trofici) per n osservazioni (stazioni), che è stata sottoposta ad Analisi Fattoriale delle Corrispondenze (AFC) (BENZECRI, 1973).

Tab. 1 - *Assegnazione delle principali categorie tassonomiche rinvenute ai diversi gruppi funzionali.*

Cat. «Etologiche» / Cat. «Trofiche»	FOSSORI (F)	SEDENTARI (S)
SOSPENSIVORI (S)	Cardidi	Calyptraeidi
	Mactridi	
	Solenidi	
	Donacidi	
	Solecurtidi	
	Veneridi	
DETRITIVORI (D)	Turritellidi	Nassaridi
	Aporrhaidi	
	PROTOBRANCHIA	
	LUCINACEA	
	Tellinidi	
	Psammobidi	
	Semelidi	
	Corbulidi	
CARNIVORI (C)	Naticidi	Epitonidi
	Ringiculidi	Muricidi
	Philinidi	Turridi
	Retusidi	
	SCAPHOPODA	
	ANOMALODESMATA	
PARASSITI (P)	—	Melanellidi
		Pyramidellidi
BRUCATORI (B)	—	Phasianellidi
		Rissoidi
		Cerithidi

Risultati

Il modello di ordinamento relativo all'Analisi Fattoriale delle Corrispondenze (Fig. 1) assorbe, con i primi due assi, rispettivamente il 45,1% ed il 28,0% dell'inerzia totale del sistema (sono entrambi significativi).

Il primo asse contiene, nel suo spazio positivo, i gruppi FD, FC e SP, in opposizione ai FS ed, in misura minore, ai rimanenti gruppi di Sedentari. I FD ed i FS hanno contributi assoluti ad F1 di 0,423 e 0,467, rispettivamente: sono essi, dunque, la causa principale della netta separazione fra l'insieme delle stazioni profonde (3, 4, 5, 11, 12, 13, 19, 20, 21, 27, 28, 29, 33, 34), tipiche dei primi, e quello delle superficiali (7, 14, 15, 22, 24, 25, 30, 31, 32), caratterizzato dai secondi.

Lungo il secondo asse si oppongono Fossori e Sedentari: fra questi ultimi i SB hanno la massima saturazione, seguiti da SD, SC e SS. Con saturazioni leggermente inferiori

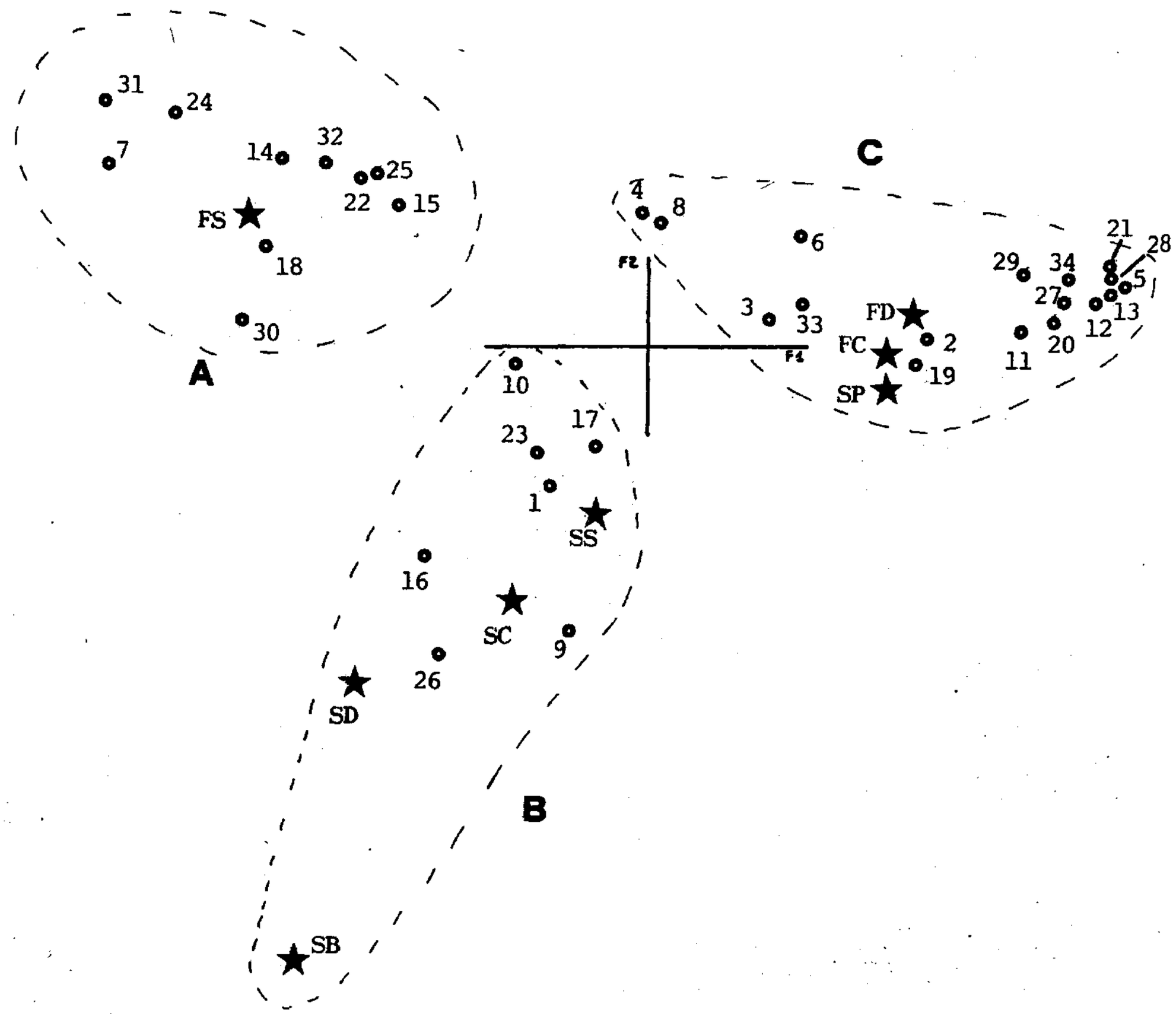


Fig. 1 - Modello di ordinamento relativo all'Analisi Fattoriale delle Corrispondenze. o = stazioni; * = gruppi trofici, la prima lettera si riferisce al gruppo «etologico», la seconda a quello trofico (ad es. FS = Fossori Sospensivori).

su F2 si osservano le stazioni dei livelli «intermedi» (1, 9, 10, 16, 17, 26), in cui sono rappresentati i Sedentari.

Il terzo asse, che assorbe il 14,9% dell'inerzia totale, oppone sostanzialmente i FC ed i SP, insieme con la stazione 19, a tutte le altre osservazioni.

Discussione e conclusioni

Il modello di ordinamento descritto evidenzia:

— un gruppo di stazioni costiere, comprese entro la batimetrica dei 5 m, caratterizzato da un popolamento a Fossori Sospensivori (cluster A in Fig. 1);

— un gruppo di stazioni intermedie, comprese entro le batimetriche dei 5 e dei 20 m, caratterizzato soprattutto dalla presenza di forme sedentarie, appartenenti a tutte le categorie trofiche, ad eccezione dei Parassiti (cluster B);

— un gruppo di stazioni «del largo», situate oltre la batimetrica dei 20 m, caratterizzato da organismi Fossori Detritivori, cui si accompagnano, soprattutto in alcune stazioni dei livelli più superficiali, sia forme sedentarie parassite sia fossorie carnivore (cluster C).

Questo tipo di zonazione, in cui è possibile distinguere tre popolamenti diversi, che si succedono dalla costa verso il largo (Fig. 2), riproduce sostanzialmente quanto riscontrato nell'analisi strutturale (Russo & Fresi, in stampa), suggerendo, almeno in fase preliminare, che l'adattamento funzionale del sintaxon a Molluschi coincida ampiamente con quello strutturale.

In definitiva, considerando entrambi gli aspetti, sia strutturale sia trofico-funzionale, si ottiene il seguente modello di zonazione del taxocene malacologico nei fondi mobili del golfo di Salerno (Fig. 3).

— Una comunità sabulicola costiera (entro la batimetrica dei 5 m) di ambiente ad elevata energia, scarsamente strutturata e costituita da organismi sestonofagi il cui impianto è favorito sia da un sedimento omogeneo, alquanto grossolano e stabile (ipotesi di Sanders, 1958), sia da un adeguato apporto di particolato in sospensione, che, oltretutto, non sedimentando inibirebbe la contemporanea presenza dei «Deposit-Feeders» (secondo la «food limitation hypothesis» di Sokolova, 1956). Si tratta, pertanto, di una comunità che, in quanto ampiamente determinata da condizioni sia idrologiche sia sedimentologiche, è soprattutto «fisicamente controllata» («stability time hypothesis» di Sanders, 1968).

— Una comunità limicola del largo (oltre la batimetrica dei 20 m) di ambiente a bassa energia, caratterizzato da sedimenti fini (fanghi) ed a tessitura sempre più omogenea, in cui sono caratteristici gli organismi Fossori Detritivori (Deposit-Feeders), essendo i Fossori Sospensivori selezionati negativamente sia per insufficienza di seston («food limitation hypothesis» di Sokolova, 1956) sia per il notevole rimaneggiamento del substrato causato dai processi alimentari dei Fossori Detritivori (ipotesi del «trophic group amensalism» di Rhoads & Young, 1970). Principalmente nei livelli più superficiali di

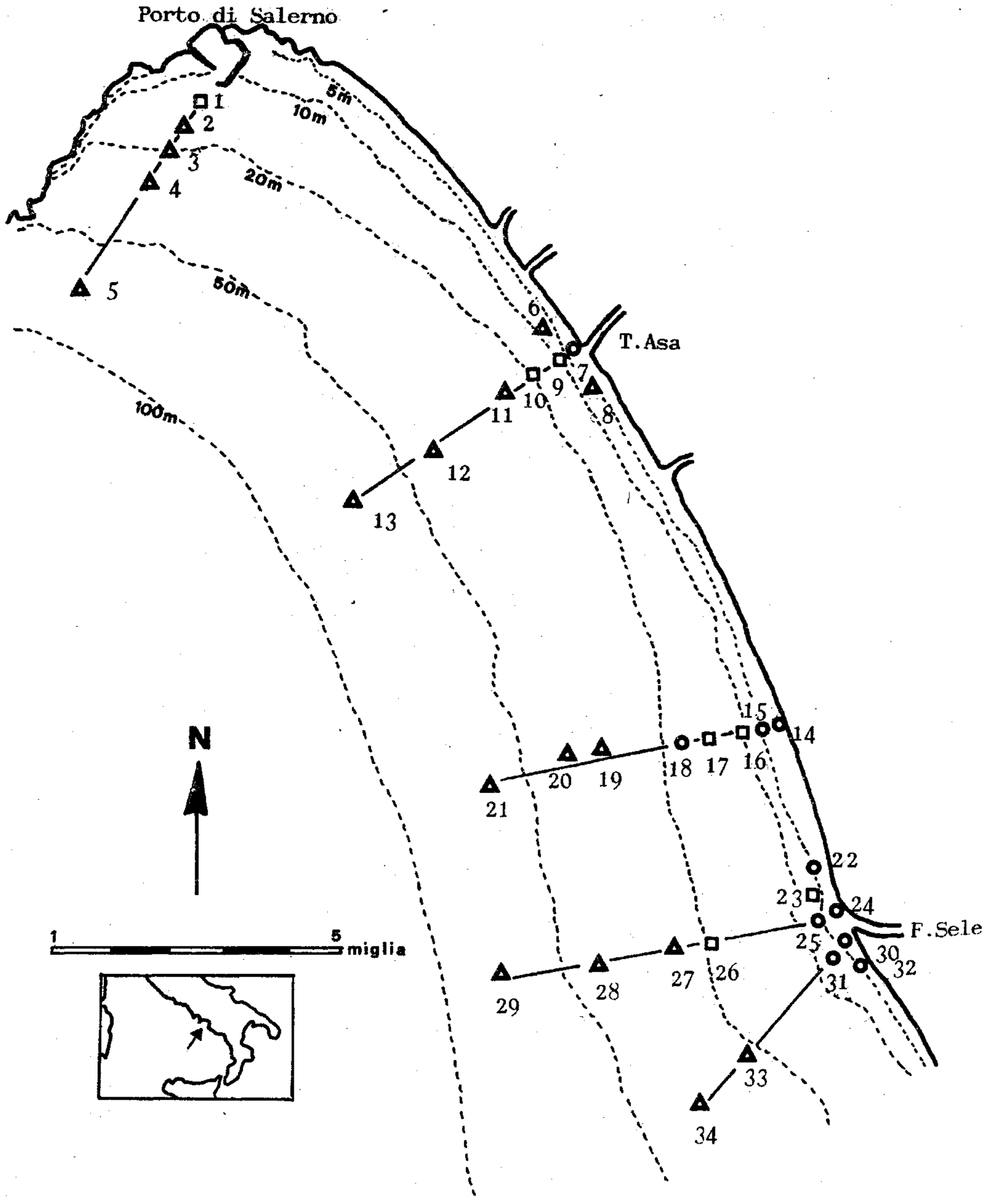


Fig. 2 - Trasposizione su mappa del modello di ordinamento AFC (sono indicate le stazioni di campionamento). Cluster A = O, B = □, C = Δ.

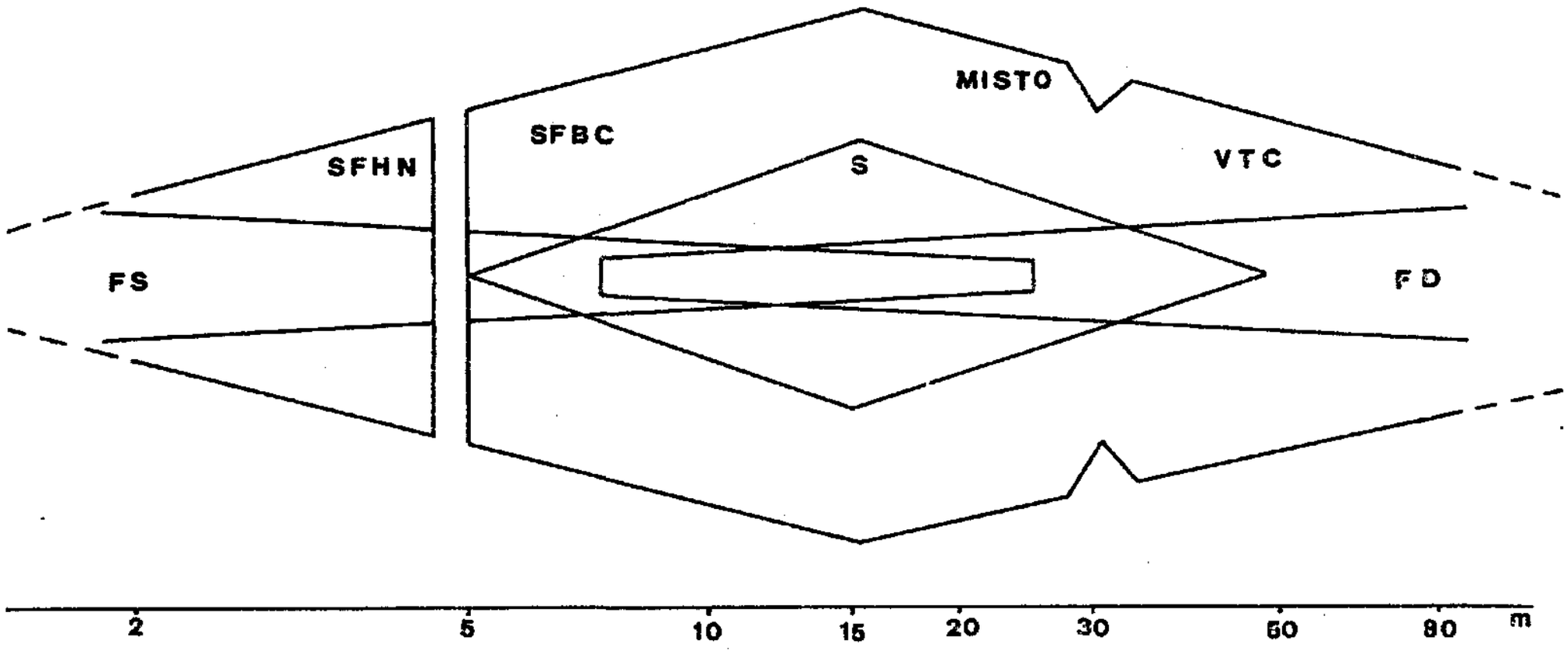


Fig. 3 - Schema concettuale della zonazione della comunità malacologica lungo l'ecocline batimetrico. Il poligono più esterno riguarda l'aspetto strutturale (cfr. Russo & Fresi, cit.), quelli interni sono invece relativi all'aspetto trofico-funzionale.

questa fascia vengono ad associarsi ai Fossori Detritivori forme predatrici, soprattutto fossorie (FC) e parassite (SP), la cui presenza è determinata da fatti di tipo biotico (presenza di prede o di ospiti); tuttavia, anche la comunità del largo, per altro scarsamente strutturata, sembra essere determinata più da fatti abiotici (condizioni idrologiche e sedimentologiche) che biotici.

— Una comunità misticola dei livelli intermedi (5-20 m), caratterizzata dalla contemporanea presenza dei «Suspension feeders», dei «Deposit Feeders» e degli organismi sedentari in genere, in un sedimento eterogeneo, che offre una maggiore varietà di microhabitat e di nicchie, con conseguente maggiore ricchezza sia qualitativa sia quantitativa di prede, a cui è legata la presenza dei Sedentari Carnivori. Ne consegue una comunità ben strutturata e meglio «biologicamente accomodata» (Sanders, 1968), a causa di una maggiore influenza di fatti biotici come la presenza di prede per i Carnivori o di formazioni vegetali (Cymodoceto) per i Sedentari Brucatori.

Summary

A functional analysis has been made, considering the feeding behaviour of malacofauna existing in soft bottoms of the Gulf of Salerno. The taxocoene trophic and structural typologies coincide widely with an environmental energy gradient (mostly a hydrodynamic one), reflecting upon the sediment texture. Proceeding from the coast to the off-shore areas, we distinguish three communities, which are well defined both in their structure and functionality: a) a coastal community, with a coarse sediment (high hydrodynamism), made up by suspension feeders; b) an «off-shore» community, with a fine sediment (low hydrodynamism), made up by deposit-feeders; c) an «intermediate» community, with a mixed sediment, with a better structure and made up by the above said organisms and by sessile molluscs, trophically specialized.

Riassunto

Un'analisi funzionale, condotta considerando il comportamento alimentare della malacofauna presente nei fondi mobili del Golfo di Salerno, mostra che le tipologie trofiche e strutturali del taxocene sono ampiamente coincidenti lungo un gradiente di energia ambientale (soprattutto idrodinamica), riflettentesi sulla tessitura del sedimento. Vengono infatti ad individuarsi, procedendo dalla costa verso il largo, tre comunità ben determinate sia strutturalmente sia funzionalmente: a) una comunità costiera, di sedimenti grossolani (elevato idrodinamismo) caratterizzata da Molluschi fossori sospensivori; b) una comunità «del largo», di sedimenti fini (basso idrodinamismo), caratterizzata da organismi fossori «Deposit Feeders»; c) una comunità «intermedia», di sedimenti misti, meglio strutturata e caratterizzata dalla contemporanea presenza delle forme suddette e dei Molluschi sedentari, diversamente specializzati in quanto a trofismo.

Bibliografia

BENZECRI J.P. et coll. (1973) - L'analyse des données. Vol. **2**: L'analyse des correspondances. Dunod, Paris: 632.

COLOGNOLA R., LABANCHI L., FRESI E., CHESSA L.A. (in stampa) - Distribuzione degli Echinodermi nei fondi mobili del Golfo di Salerno: aspetto invernale. *XV Congresso della S.I.B.M.*, Trieste, 1983.

FRESI E., GAMBI M.C., FOCARDI S., BARGAGLI R., BALDI F., FALCIAI L., (1983) - Benthic community and sediment types: a structural analysis. P.S.Z.N. I: *Marine Ecology*, **4** (2): 101-121.

FRETTER V., GRAHAM A. (1962) - British prosobranch Molluscs. Ray Society, London: 755.

GAMBI M.C., GIANGRANDE A., FRESI E., (in stampa) - Policheti di fondo mobile del Golfo di Salerno: ipotesi di un modello di distribuzione generale. *XV Congresso della S.I.B.M.*, Trieste, 1983.

GRAY J.S. (1974) - Animal sediment relationships. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.*, **12**: 223-261.

GRAY J.S. (1981) - The ecology of marine sediments. *Cambridge Studies in Modern Biology*, **2**: 185.

JANSSON B.O. (1967) - The availability of oxygen for the interstitial fauna of sandy beaches. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, **1**: 123-143.

LEVINTON J.S. (1972) - Stability and trophic structure in deposit-feeding and suspension-feeding communities. *Am. Nat.*; **106** (950): 472-486.

MORTON B. (1981) - Prey capture in the carnivorous septibranch *Poromya granulata*. *Sarsia*, **66** (4): 242-246.

MORTON B. (1982) - The functional morphology of *Parilimya fragilis* with a discussion on the origin and the evolution of the carnivorous septibranchs and a reclassification of the Anomalodesmata. *Trans. Zool. Soc.* Lond.

PEARSON T.H. (1971) - Studies on the Ecology of the macrobenthic fauna of Loch Linnhe and Eil, west coast of Scotland. 2. Analysis of the macrobenthic fauna by comparison of feeding groups. *Vie Milieu*, Suppl. **22:** 53-91.

PERES J.M. (1961) - Océanographie biologique et biologie marine. I, la vie benthique. Presses Universitaries de France, Paris: 541.

POHLO R.H. (1982) - Evolution of Tellinacea (Bivalvia). *J. Moll. Stud.*, **48** (3): 245-256.

PURCHON R.D. (1977) - The biology of the Mollusca. Pergamon press, Oxford, England, 560.

RHOADS D.C., YOUNG D.K. (1970) - The influence of deposit-feeding organisms on sediment stability and community trophic structure. *J. Mar. Res.*, **28** (2): 150-178.

RHOADS D.C., SPEDEN I.G., WAAGE K.M. (1972) - Trophic group analysis of upper Cretaceous (Maastrichtian) Bivalve assemblages from South Dakota. *Amer. Assoc. Pet. Geol. Bull.*, **56** (6): 1100-1113.

RHOADS D.C., YOUNG D.K. (1971) - Animal-sediment relations in Cape Cod Bay, Massachusetts. II. Reworking by *Molpadia oolitica* (Holothuroidea). Mar. Biol., **11:** 255-261.

RUSSO G.F., FRESI E. (in stampa) - Analisi strutturale del popolamento a Molluschi nei fondi mobili del Golfo di Salerno: aspetto invernale. *XV Congresso della S.I.B.M.*, Trieste, 1983.

SANDERS H.L. (1958) - Benthic studies in Buzzards Bay. I. Animal-sediment relationships. *Limnol. Oceanogr.*, **3:** 245-258.

SANDERS H.L. (1960) - Benthic studies in Buzzards Bay. III. The structure of the soft bottom community. *Limnol. Oceanogr.*, **5:** 138-153.

SANDERS H.L. (1968) - Marine benthic diversity: a comparative study. *Am. Nat.*, **102:** 243-282.

SOKOLOVA M.N. (1956) - Some features of the distribution of the deep water benthos. *Dokl. Akad. Nauk. SSSR*, **110:** 692-695.

SOKOLOVA M.N. (1959) - On the distribution of deep water bottom animals in relation to their feeding habits and the character of sedimentation. *Deep Sea Res.*, **6**: 1-4.

THOMPSON T.E. (1976) - Biology of the Opisthobranch Molluscs. Vol. I. The Ray Society, London, 207.

TURPAEVA Y.P. (1953) - Feeding and food groupings of marine benthic invertebrates. *Trud. Inst. Okeanol.*, **6**: 259-299.

TURPAEVA Y.P. (1957) - Food interrelationships in marine benthic biocenoses. *Mar. Biol. (Am. Inst. Biol. Sci.)*, **20**: 137-148.

WALKER K.R. (1972) - Trophic analysis: a method for studying the function of ancient communities. *J. Paleontology*, **46** (1): 82-93.

WRIGHT R.P. (1974) - Jurassic Bivalves from Wyoming and South Dakota: a study of feeding relationships. J. Paleontology, **48** (3): 425-433.

YONGE C.M., THOMPSON T.E. (1976) - Living marine Molluscs. Collins, London.

VAN MONTFRANS J., ORTH R.J., VAY S.A. (1982) - Preliminary studies of grazing by *Bittium varium* on eelgrass periphyton. *Aquatic Botany*, **14**: 75-89.

OEBALIA 1985, vol. XI, N.S.: 349-362 *ISSN 0392-6613*

G. BAVESTRELLO
Istituto di Zoologia dell'Università di Genova.
Via Balbi, 5 - 16126 Genova - Italy

IDROIDI SIMBIONTI DI PAGURI E GASTEROPODI NELLA RIVIERA LIGURE DI LEVANTE

Abstract

Symbiontic hydroids living on gasteropods and hermit crabs in the Ligurian Eastern Coast.

A faunistic and ecological study on the symbiontic hydroids living on gasteropods and hermit crabs has been carried out in the bay of Paraggi (Ligurian Eastern Riviera). Eleven species have been identified.

Key-words: Hydroids, Symbiosis, Mediterranean Sea.

Introduzione

Le conchiglie dei gasteropodi sia viventi che abitate da paguri sono un substrato particolarmente ricco di specie epibionti. Questo tipo di epibiosi è stato oggetto di numerosi studi (RABAUD, 1937; SAMUELSON, 1970; JENSON & BENDER, 1973, ecc.). STACHOWITSCH (1980) ha pubblicato un eccellente lavoro sull'ecologia dei simbionti di *Paguristes oculatus* (Fabricius) e *Pagurus cuanensis* (Thompson) nel Nord Adriatico; in questo lavoro è pubblicata una lista di 119 specie di epibionti. In tali simbiosi un ruolo di primo piano è giocato dagli cnidari ma, mentre nelle liste faunistiche si trovano comunemente specie di antozoi: *Calliactis parasitica* (Couch.), *Epizoanthus arenaceus* (Delle Chiaje) ecc., è molto più difficile che esse riportino indicazioni sulla presenza di specie di idroidi, che pur sono abbondanti sulle conchiglie dei paguri (REES, 1967). Questo fatto è probabilmente in relazione alle difficoltà di classificazione presentate da questo gruppo che non consentono, ai non specialisti, precise determinazioni. In realtà i rapporti contratti dagli idroidi con gasteropodi e paguri rivestono una rilevanza tale che intere famiglie (*Hydractiniidae, Cytaeidae, Pandeidae*), hanno come caratteristica ecologica principale quella di essere coinvolte in tali relazioni. I rapporti che intercorrono con gasteropodi e paguri possono essere più o meno stretti; esempi a questo proposito possono essere ricavati dai lavori di REES (1967) e di MILLS (1976).

I paguri producono due tipi di movimenti che possono essere favorevoli agli organismi insediati sulle loro conchiglie (STACHOWITSCH, 1980). In primo luogo essi provocano con le antenne e con le appendici boccali delle correnti d'acqua che consentono un apporto di ossigeno (BALSS, 1924) e di particelle nutritive (JENSON, 1970). In secondo luogo il movimento dei paguri e dei gasteropodi sul fondo permette agli epibionti che si nutrono di organismi che vivono nel sedimento un costante apporto di nutrimento. Gli idroidi, inoltre, si insediano raramente su fondi fangosi: le conchiglie dei gasteropodi costituiscono un substrato adatto all'occupazione di un ambiente scarsamente popolato da possibili concorrenti. Queste favorevoli condizioni giustificano l'insediamento sulle conchiglie di alcune specie di idroidi ad ampia ripartizione ecologica. In altri casi i rapporti possono essere molto più stretti tanto da portare a modificazioni strutturali delle colonie di idroidi come, ad esempio, in *Podocoryne carnea* Sars che produce dattilozoidi soltanto quando è insediata su paguri viventi, probabilmente in relazione a stimoli meccanici derivati dall'attività dell'ospite (BRAVERMAN, 1947). In questo lavoro è stata condotta una ricerca faunistica sugli idroidi simbionti di *P. oculatus, C. timidus* (Rows), *Murex trunculus* L., *Murex brandaris* L., *Cerithium rupestre* Risso e *Hinia incrassata* (Strom) viventi nella baia di Paraggi (Riviera Ligure di Levante). Sono state considerate la stagionalità delle specie presenti, la loro posizione sulla conchiglia, le strategie riproduttive, le preferenze delle specie tra paguri e gasteropodi viventi.

Materiali e metodi

La baia di Paraggi si trova sul versante occidentale del Golfo Marconi (Riviera Ligure di Levante). La sua apertura è rivolta a SE, la moda è moderatamente battuta. Per un primo tratto il fondo è sabbioso e, in questa zona, si estende un'ampia prateria di *Posidonia* che termina alla profondità di 3 metri (BAVESTRELLO, 1983); successivamente il fondo degrada con lieve pendio fino alla profondità di 25 metri e alla sabbia si sostituisce gradatamente il fango.

Le raccolte sono state effettuate in immersione per individuazione diretta degli esemplari; esse sono avvenute mensilmente dal dicembre '82 al novembre '83. Gli esemplari raccolti sono stati portati in laboratorio in contenitori pieni di acqua di mare. Le specie interessanti sono state allevate assieme ai loro ospiti in vasche di vetro di forma circolare del diametro di 10 cm. poste in un termostato a 15 gradi centigradi.

Le colonie sono state nutrite a giorni alterni con naupli di *Artemia salina*, gli ospiti sono stati nutriti con frammenti di mitilo. Dopo ogni pasto l'acqua delle vasche è stata sostituita con acqua marina fresca filtrata.

Prima della fissazione in formalina neutralizzata al 4% gli idroidi sono stati anestetizzati con cloruro di magnesio.

Risultati

Sono state raccolte 11 spece di idroidi con ecologia e biologia molto diverse.

Heterocordile conibeari Allman

H. conibeari è stata osservata sulle conchiglie di *M. trunculus* abitate da *P. oculatus*, sull'opercolo di *M. trunculus* vivente e su *C. rupestre* vivente; a seconda dell'ospite *H. conibeari* si presenta in due forme diverse. Sulle conchiglie di *Murex* questo idroide forma colonie con idrocauli piuttosto alti, scarsamente ramificati e con blastostili portati sia dagli idrocauli (Fig. 1A) che dalle idrorize. Sulle colonie viventi su *Cerithium* si osserva una netta riduzione dell'altezza degli idrocauli che non son mai ramificati; i blastostili sono portati esclusivamente dalle idrorize (Fig. 1B). Analoghi fenomeni di diversificazioni fenotipiche, in relazione a diverse localizzazioni sulle conchiglie dei gasteropodi o paguri, sono già noti, ad esempio in *Leuckartiara octona* (Flemming), (Rees, 1967).

Podocoryne carnea Sars

È stata raccolta durante tutto l'anno su conchiglie di *M. trunculus* e *M. brandaris* sia viventi che abitate da *P. oculatus*. Il numero di polipi aumenta durante l'autunno, mentre dalla primavera si osserva una drastica riduzione degli stessi, che possono scomparire completamente. Le colonie sono fertili in autunno: una colonia fertile raccolta nell'ottobre '83 ha prodotto in acquario a 15 gradi centigradi abbondanti meduse di cui si è potuto seguire lo sviluppo. In nessuna colonia sono mai stati osservati i dattilozoidi caratteristici della specie. Si è osservato in acquario che i polipi di *P. carnea* si nutrono delle larve dei paguri appena queste escono dalla conchiglia. È già noto, nel caso di *Hydractinia echinata* (Flemming), che quest'idroide si nutre delle uova del paguro ospite (Rees, 1967). È molto probabile che la caratteristica disposizione di alcuni idroidi attorno all'apertura delle conchiglie dei paguri, abbia lo scopo, oltre che di sfruttare al massimo le correnti provocate dall'ospite, di riuscire a nutrirsi delle sue uova o delle larve appena liberate.

Stylactis aculeata (Wagner)

Molto abbondante nella prateria di Posidonia su conchiglie di *H. incrassata* abitate da *C. timidus*. La biologia riproduttiva di questa specie e i suoi rapporti con i paguri sono stati studiati da Herberts (1964-1969). I polipi si trovano soprattutto in autunno ed in inverno mentre in primavera ed in estate sono alquanto scarsi e spesso completamente assenti. In questo caso la presenza dell'idroide sulla conchiglia è manifestata soltanto dalla presenza di numerose spine formate dalle idrorize. Le colonie in queste condizioni, poste in acquario a 15 gradi centigradi, formano entro pochi giorni numerosi polipi. Le presenti osservazioni non concordano con quelle di Herberts circa l'epoca della fertilità delle colonie, infatti quelle da lui osservate a Marsiglia sono fertili durante l'estate mentre quelle nella baia di Paraggi, producono i gonofori in inverno (Fig. 2). Le colonie di *S. aculeata* della baia di Paraggi sono predate da un piccolo eolidiaceo

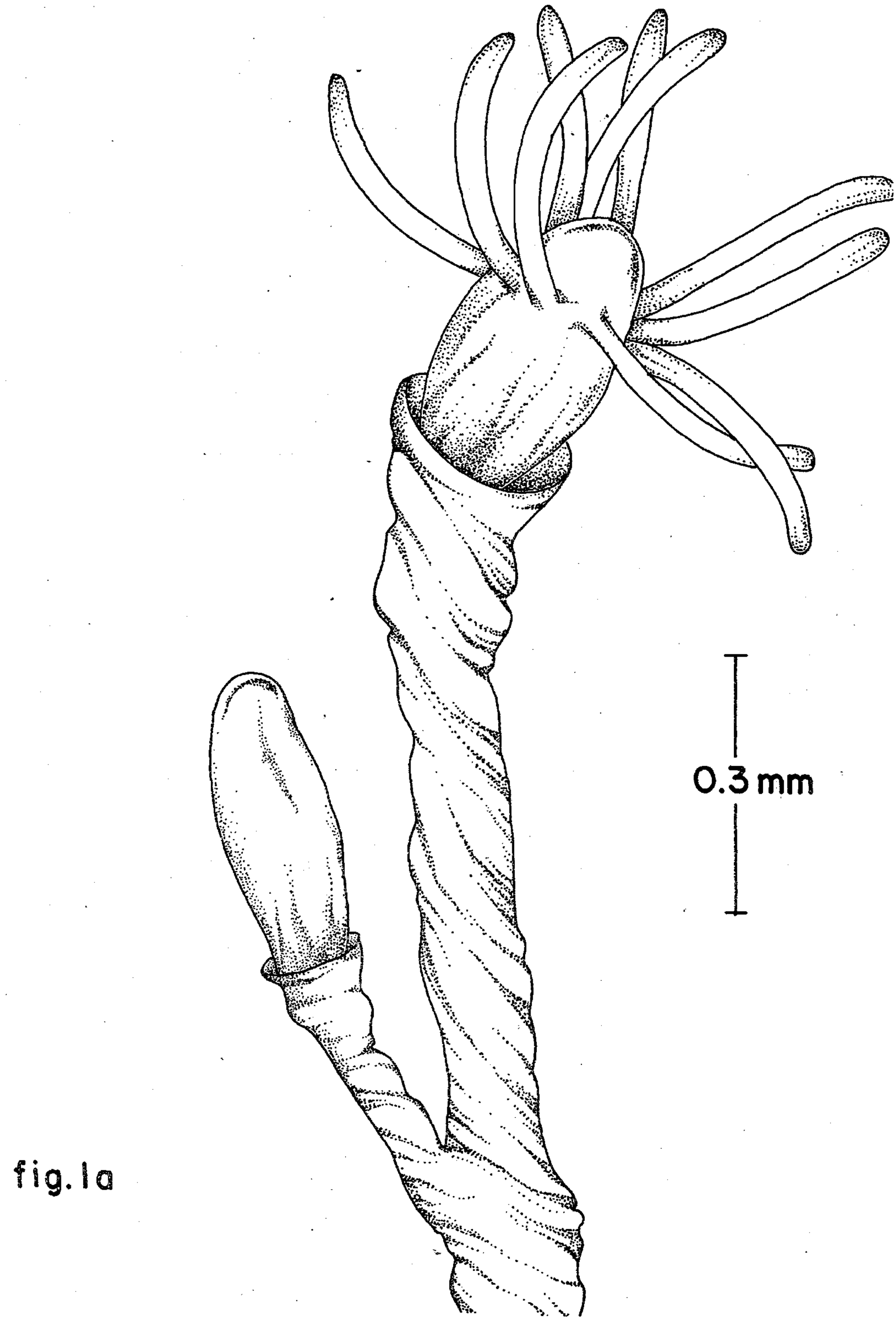


fig. 1a

Fig. 1 - *Heterocordile conibeari* Allman
a) Polipo con blastostilo sterile vivente su *Murex* abitato da *P. oculatus*.

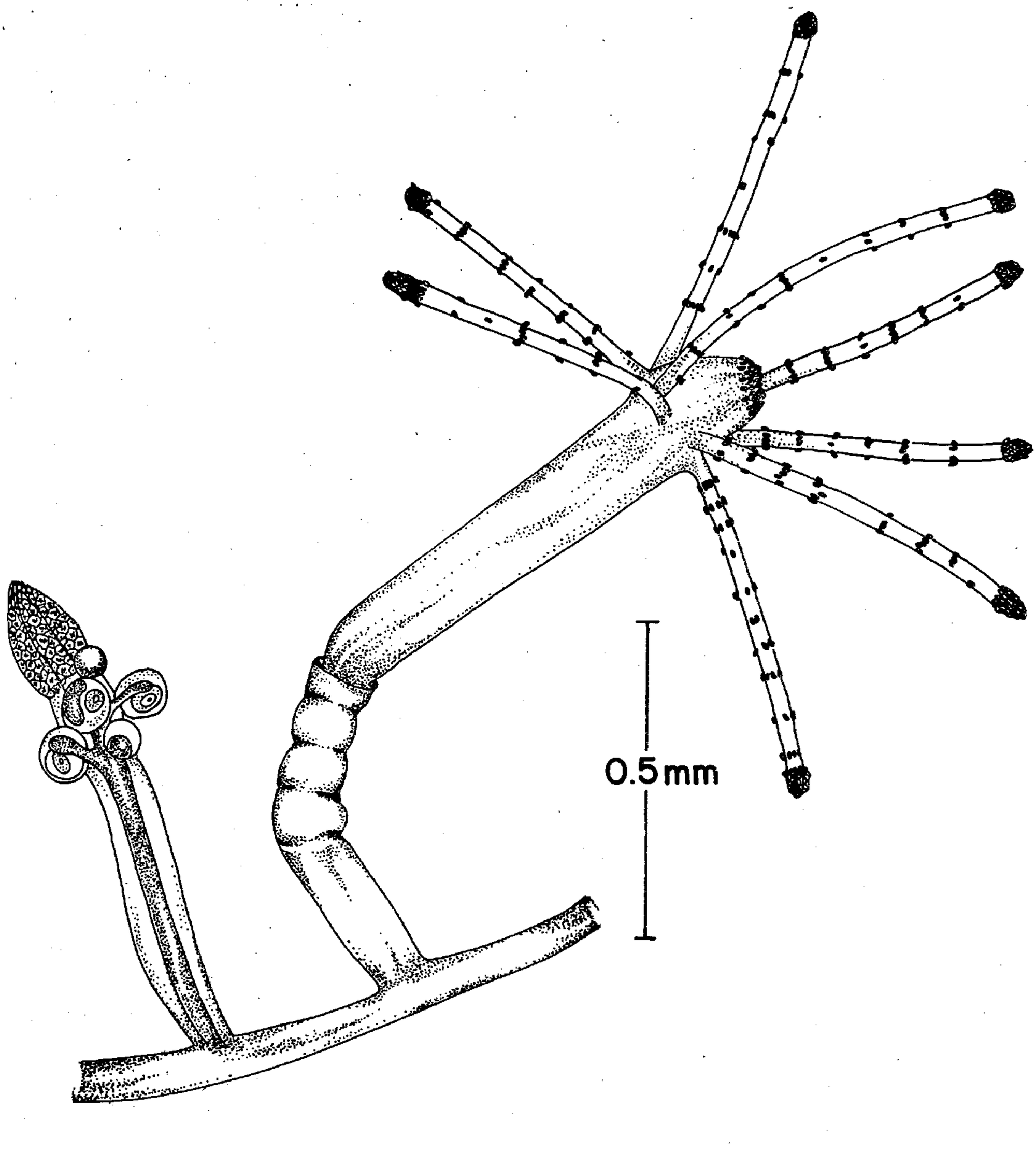


fig. 1b

Fig. 1 - *Heterocordile conibeari* Allman
b) Polipo con blastostilo fertile vivente su *C. rupestris*.

fig. 2

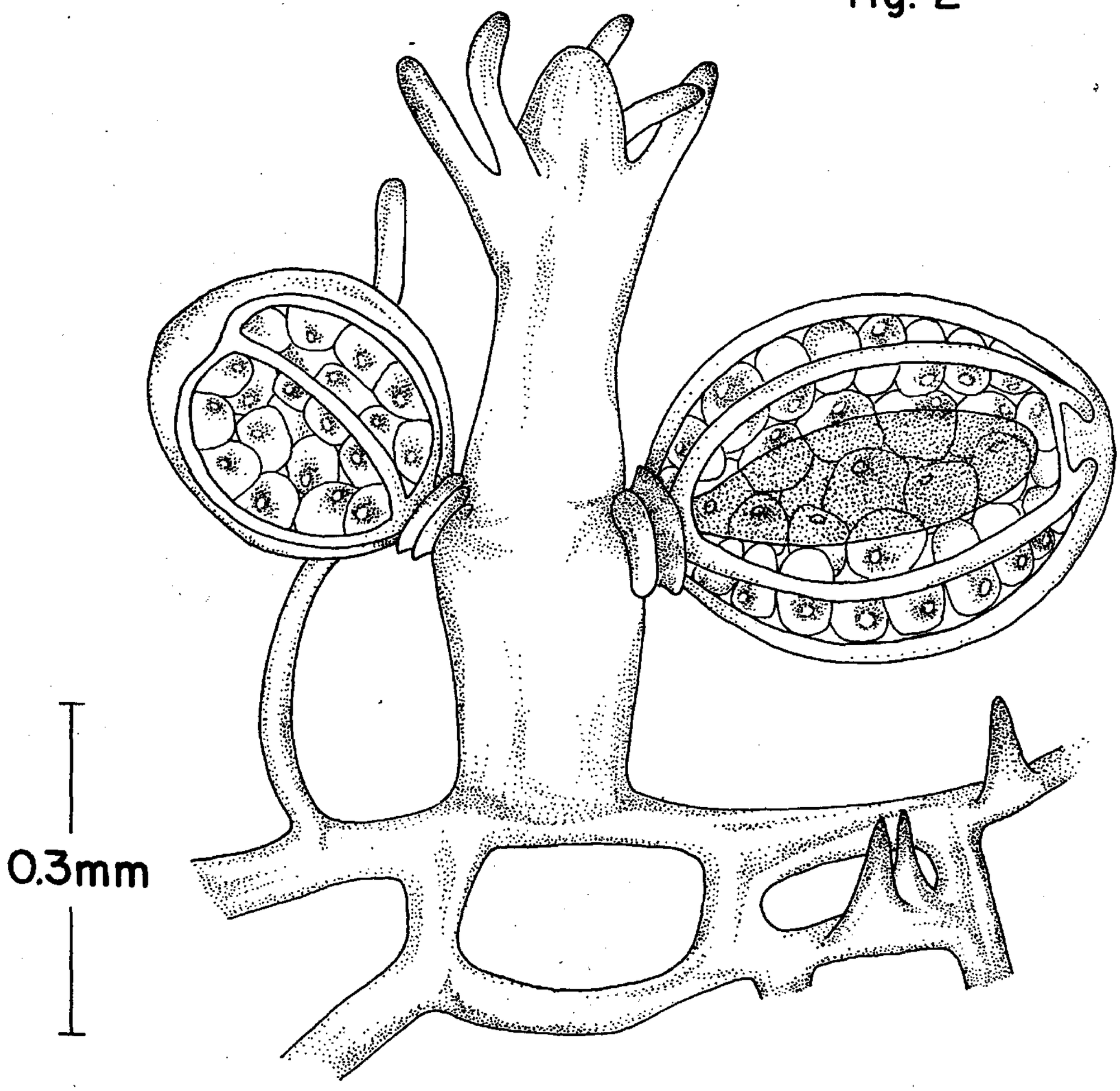


Fig. 2 - *Stylactis aculeata* (Wagner)
Dattilozoide e gonozoide con medusoidi in differenti stadi di sviluppo.

che vive anch'esso sulle conchiglie di *H. incrassata*. Simili casi di predazione sono già conosciuti in relazione a *H. echinata* (Rees, 1967) ma un simile fatto non era ancora stato segnalato per il Mediterraneo.

Stylactis sp.

Osservata solo su *H. incrassata* vivente. La principale caratteristica di questa *Stylactis* risiede nell'avere, oltre i normali idranti, alcuni polipi muniti di uno o due tentacoli (Fig. 3). Questi polipi si trovano soprattutto attorno all'apertura della conchiglia. A Paraggi sono state raccolte solo alcune colonie sterili durante l'inverno, ma, in altre zone, in cui questo idroide è più abbondante, sono state raccolte in estate colonie fertili. La specie verrà descritta dettagliatamente in un prossimo lavoro.

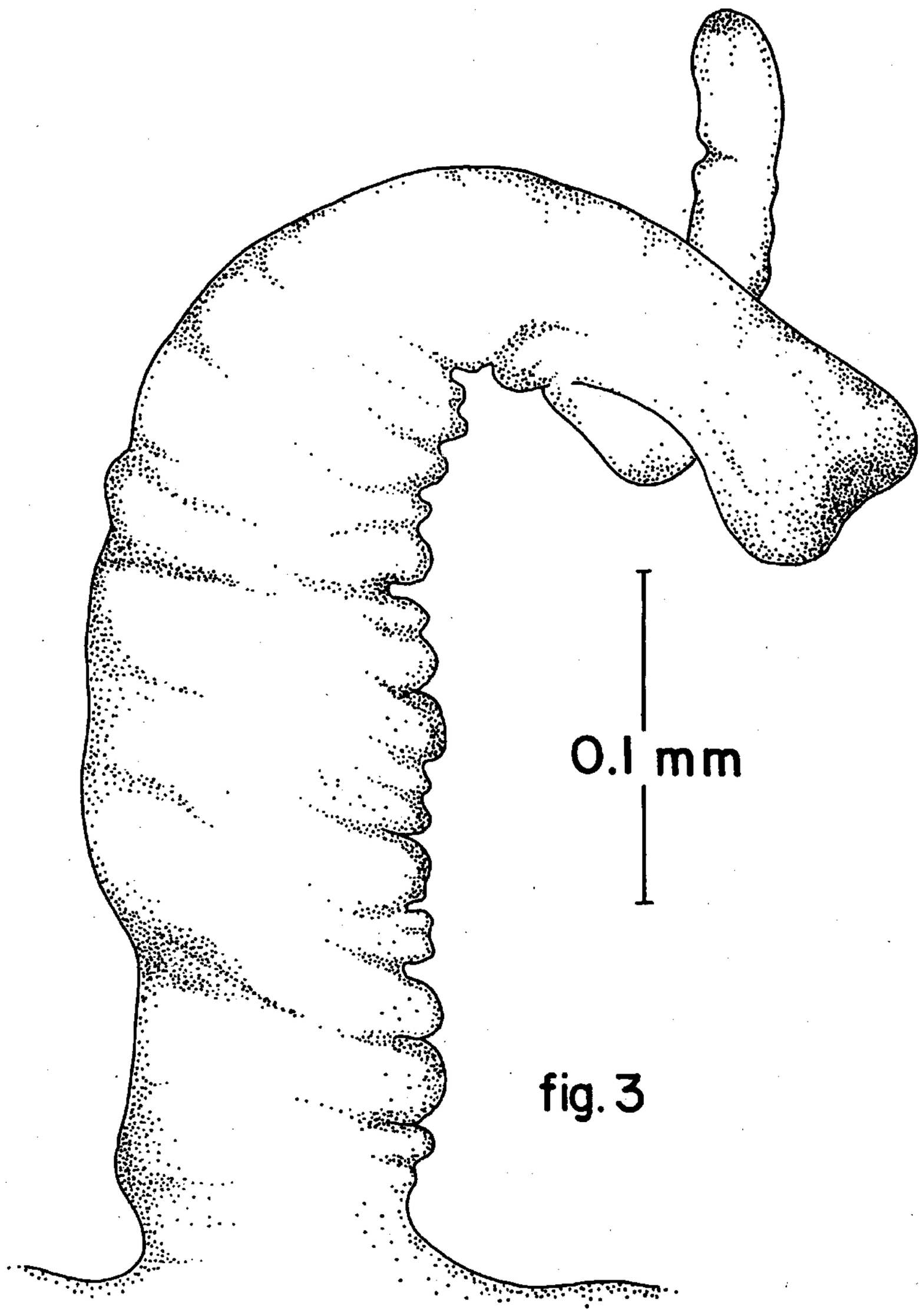


Fig. 3 - *Stylactis* sp.
Particolare di un polipo ad un tentacolo.

Perarella schneideri (Motz-Kossowska)

Come già aveva notato Motz-Kossowska (1905) *P. schneideri* è commensale obbligato del briozoo *Schizobrachiella sanguinea* (Nordmann). Nella baia di Paraggi questo briozoo è molto abbondante, soprattutto su bottiglie di vetro abbandonate, dove forma grandi colonie incrostanti sulle quali si sviluppa dall'autunno alla primavera *P. schneideri*. Occasionalmente l'associazione briozoo - *Perarella* è stata osservata su conchiglie di *M. trunculus* abitate da *P. oculatus*. Anche in questi casi, per la *Perarella* è indispensabile l'insediamento sul briozoo, quindi la sua presenza sulle conchiglie ha un valore ecologico solo relativo.

Perarella sp.

Questo idroide è stato raccolto in marzo, aprile, maggio nella prateria di Posidonia, su conchiglie di *H. incrassata* viventi o abitate da *C. timidus*. In acquario a 15 gradi centigradi ha prodotto in pochi giorni abbondanti gonofori. L'attribuzione di questa specie al genere *Perarella* è giustificata dalle colonie formate da polipi nudi, uguali tra loro, senza la presenza di spine o dattilozoidi e dai gonofori fissi che nascono direttamente dalle idrorize (Fig. 4). La specie verrà descritta dettagliatamente in un prossimo lavoro.

Neoturris pileata (Forskal)

Osservata in gennaio, febbraio e marzo su *P. oculatus*. In acquario a 15 gradi centigradi ha prodotto abbondanti meduse.

Eudendrium glomeratum Picard

Osservato una sola volta, in giugno, una colonia in degenerazione su *P. oculatus*.

Halecium tenellum Hincks

Osservato uan sola volta, in dicembre, su *M. trunculus* abitato da *P. oculatus*. Si tratta di una specie ad ampia ripartizione ecologica (Picard, 1951). Nella baia di Paraggi è molto comune su qualunque substrato duro.

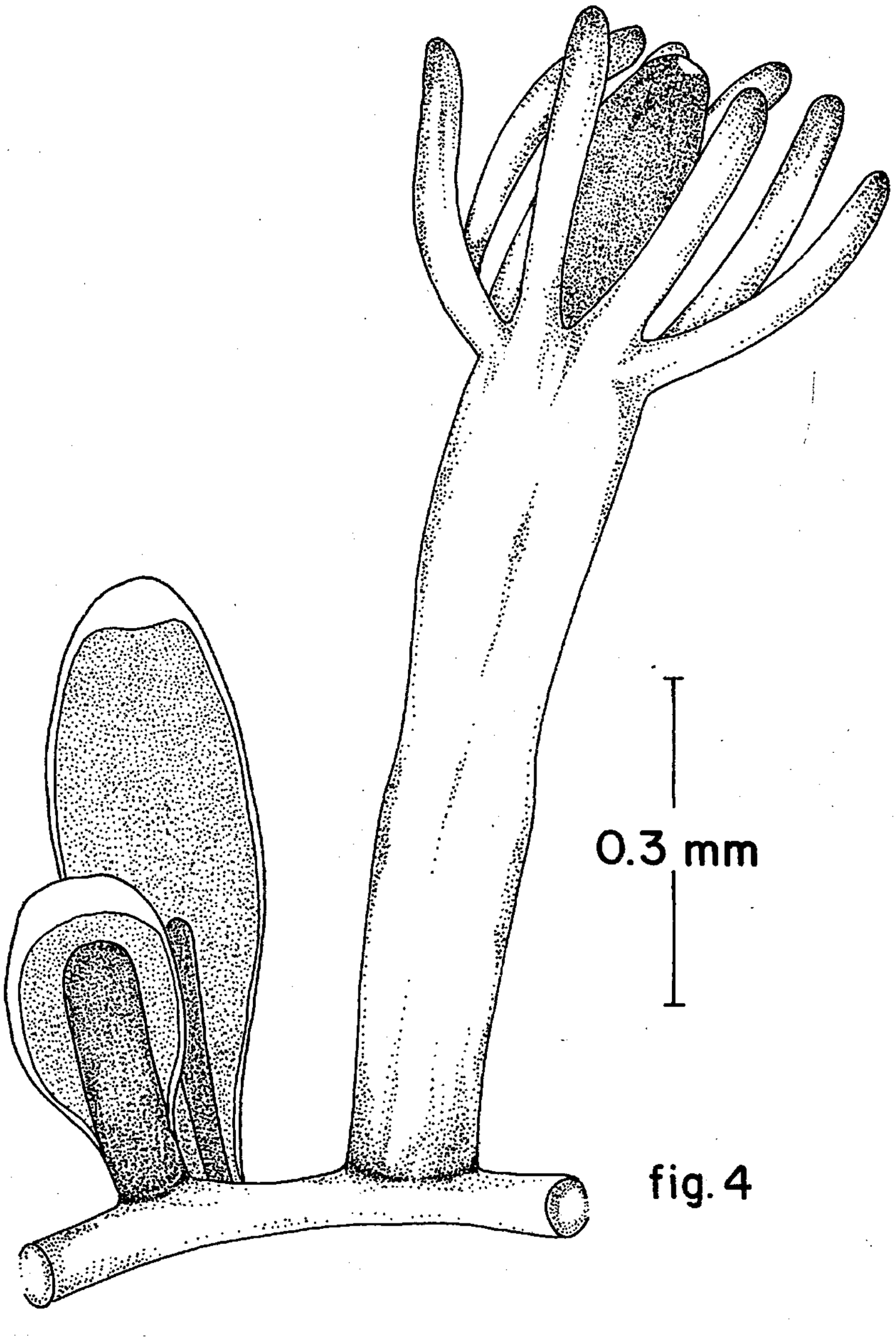


fig. 4

Fig. 4 - *Perarella* sp.
Polipo con gonofori maschili in differenti stadi di sviluppo.

Campalecium medusiferum Torrey

Osservato in autunno su conchiglie di *M. trunculus* abitate da *P. oculatus*. Si trova particolarmente abbondante attorno all'apertura delle conchiglie.

Clytia hemisphaerica (L.)

Raccolta una sola volta, in dicembre, su una conchiglia di *Cassidaria echinophora* (L.) abitata da *P. oculatus*. Anche in questo caso si tratta di una specie ad ampia ripartizione ecologica (PICARD, 1951). *C. hemispherica* è uno degli idroidi più comuni della zona su fondi duri.

Conclusioni

Le associazioni idroidi-ospiti descritte, possono dividersi in due gruppi: *S. aculeata*, *Stylactis* sp. e *Perarella* sp. su *H. incrassata* vivente o abitata da *P. oculatus:* queste associazioni si riscontrano nella prateria di Posidonia. *P. carnea*, *P. schneideri*, *N. pileata, E. glomeratum, H. tenellum, C. medusiferum, C. hemisphaerica* su *Murex* viventi o abitati da *P. oculatus*: queste associazioni si riscontrano invece sui fondi fangosi. Esiste pertanto una precisa specificità di simbiosi che è verosimilmente legata al tipo di ambiente, all'alimentazione dell'ospite e alla diversa struttura della superficie della conchiglia (CROWELL, 1945), l'unico idroide che vive su ospiti diversi è *H. conibeari* che vive sia sui *Murex*, viventi o abitati da *P. oculatus* nel fango, che su *C. rupestre*, nella prateria di Posidonia. Va però notato che i diversi ospiti e i diversi ambienti agiscono sull'idroide modificandone la forma delle colonie. Nelle specie osservate si nota una netta tendenza a preferire come ospiti i paguri ai molluschi. Infatti 7 specie sono state osservate solo sui paguri, 4 son comuni sia a molluschi che a gasteropodi, 1 specie è stata raccolta solo su molluschi (Tab. 1). Ciò è soprattutto da mettere in relazione al fatto che mentre i paguri producono entrambi i tipi di movimenti descritti nell'introduzione (produzione di correnti locali e reptazione sul fondo), il primo di essi viene a mancare nel caso dei gasteropodi viventi. Quindi mentre gli idroidi insediati sui paguri possono usufruire di un continuo apporto di ossigeno e di particelle organiche in sospensione, quelli viventi sui gasteropodi non hanno tali vantaggi, su di essi vivono soltanto gli idroidi che si nutrono di organismi viventi nel sedimento. Un caso caratteristico è *H. conibeari* che vive nell'opercolo dei *Murex* e che viene continuamente trascinata sul fondo quando il gasteropode avanza. Il movimento di reptazione sul fondo sembra essere l'elemento che determina l'alta specificità con cui alcune specie di idroidi si fissano a gasteropodi e paguri. Infatti indagini compiute su idroidi epibionti di lamellibranchi (BOERO, 1981; BAVESTRELLO, 1983) che producono anch'essi correnti locali hanno portato all'identificazione di numerose specie ad ampia ripartizione ecologica senza che sia stata mai riscontrata una particolare dipendenza degli idroidi dai loro ospiti.

STACHOWITSCH (1980) nota che «molti invertebrati hanno posizioni preferenziali sulle conchiglie» e raffigura un idroide *Perigoninus* sp. nella parte inferiore di *Aporrhais pespelecani* (L.). Le zone caratteristiche delle conchiglie occupate dagli idroidi sono la

	A	B	C	D	E	F
Heterocordile conibeari	*			*	*	
Podocoryne carnea	*				*	
Stylactis aculeata			*			
Stylactis sp.						*
Perarella schneideri	*					
Perarella sp.			*			*
Neoturris pileata	*					
Eudendrium glomeratum	*					
Halecium tenellum	*					
Campalecium medusiferum	*					
Clytia hemisphaerica		*				

Tab. 1 - *Distribuzione degli idroidi sui relativi ospiti:*

A = *P. oculatus* in *M. trunculus.*

B = *P. oculatus* in *C. echinophora.*

C = *C. timidus* in *H. incrassata.*

D = *C. rupestre.*

E = *M. trunculus.*

F = *H. incrassata.*

parte superiore, la parte inferiore, la zona dell'apertura, e l'opercolo nel caso di gasteropodi viventi.

Gli idroidi che vivono prevalentemente sulla parte superiore sono quelli che sfruttano le correnti dei paguri e non resistono ad una eccessiva sedimentazione. Si tratta di specie ad ampia ripartizione ecologica tipiche dei substrati rocciosi: *P. schneideri, E. glomeratum, H. tenellum, C. hemisphaerica*. Sulla parte inferiore vivono idroidi che sopportano lunghi periodi di sprofondamento nel sedimento e che riescono, addirittura,

a nutrirsi di organismi come i nematodi che si trovano nel fango. Tipici idroidi che si trovano in questa posizione sono *H. conibeari* e *P. carnea*. Queste specie sono le uniche che si rinvengono pure sull'opercolo dei *Murex* viventi, evidentemente perchè in questa situazione possono avere prolungati contatti col fondo. Molto spesso si notano addensamenti di *P. carnea* e di *S. aculeata* attorno all'apertura della conchiglia dei paguri, in questa posizione gli idroidi sono in grado di nutrirsi sia delle uova (Rees, 1967) che delle larve appena emesse dai paguri. Attorno all'apertura si rinviene spesso *C. medusiferum* ma questo idroide sembra troppo piccolo per predare le grandi larve di paguro: probabilmente esso si nutre dei residui alimentari del suo ospite.

Circa le strategie riproduttive delle specie viventi su paguri e gasteropodi, in questa indagine, sono state osservate specie che producono meduse libere (*P. carnea, N. pileata, C. medusiferum e C. hemisphaerica*), specie che producono medusoidi (*S. aculeata*), specie che producono sporosacchi ciliati (*H. conibeari*), specie che producono sporosacchi fissi (*P. schneideri, Perarella* sp.). Risulta quindi evidente che, come osservato da Boero (1984), il tipo di strategia riproduttiva non influenza le possibilità di insediamento degli idroidi sulle conchiglie. Un caso caratteristico a questo riguardo è di *S. aculeata* e *Perarella* sp. che vivono sullo stesso ospite pur producendo la prima medusoidi e la seconda gonofori fissi.

Summary

A faunistic and ecological study on the symbiontic hydroids living on gasteropods and hermit crabs has been carried out in the bay of Paraggi (Ligurian Eastern Riviera). Eleven species have been identified, two are probably new to science. Hydroids take advantage of the epibiosis on shells because, in this way, they can colonize also muddy bottoms, where competition with other species is lower. The movements and the currents produced by the host, furthermore, increase food supply for hydroids. The different reproductive strategies of the various hydroids species (medusae, medusoids, sporosacs) do not affect their settling possibilities on shells.

Riassunto

È stata condotta una ricerca faunistica ed ecologica sugli idroidi simbionti di gasteropodi e di paguri nella baia di Paraggi (Riviera Ligure di Levante). Sono state identificate 11 specie di cui 2 probabilmente nuove. Gli idroidi ricevono vantaggi dall'epibiosi sulle conchiglie in quanto, in questo modo, hanno la possibilità di colonizzare i fondi fangosi dove minore è la competizione con le altre specie. Inoltre i movimenti e le correnti provocate dall'ospite aumentano, per gli idroidi, l'apporto di nutrimento.

Le diverse strategie riproduttive impegnate dalle varie specie (meduse, medusoidi, gonofori fissi) non mostrano differenze notevoli nel successo dell'insediamento sulle conchiglie.

Bibliografia

BALSS H. (1924) - Uber anpassungen und Symbiose der Paguriden. Eine zusammenfassende Uebersicht. *Z. Morph. Okol. Tiere* **1:** 752-792.

BAVESTRELLO G. (1983) - Nuove osservazioni sulle praterie di *Posidonia oceanica* (L.) Delile del versante occidentale del Golfo Marconi. *Boll. Mus. Ist. Biol. Univ. Gen.*, **50-51** (1982-1983): 99-104.

BAVESTRELLO G. (1983) - Idroidi epibionti di *Pteria hirundo* (L.) su fondi fangosi circalitorali della Riviera Ligure di Levante *Nova Thalassia* (in stampa).

BOERO F. (1981) - Osservazioni ecologiche sugli idroidi della fascia a mitili della Riviera Ligure di Levante. *Cah. Biol. Mar.* **22:** 107-117.

BOERO F. (1984) - Phylogenetic problems in hydroids and hydromedusae with a possible phylogeny of Thecate Leptomedusae (in stampa).

BRAVERMAN M. (1947) - The cellular basis of morphogenesis and morphostasis in hydroids. *Oceanog. Mar. Biol. annu. Rev.* **12:** 129-221.

CROWELL S. (1945) - A comparison of shell utilized by *Hydractinia and Podocoryne. Ecology* vol. 26 (2).

HERBERTS C. (1964) - Note sur la reproduction de l'hydraire *Hydractinia aculeata* (Wagner). *Rec. Trav. st. Mar. End.* vol. **34** (50): 161-165.

HERBERTS C. (1969) - Note au sujet du developement de *Nassa pygmea* Lamark et *Hydractinia aculeata* (Wagner). *Rec. Trav. St. Mar. End.* vol. **45** (61): 351-357.

JENSON K. (1970) - The interaction between *Pagurus bernhardus* (L.) and *Hydractinia echinata* (Fleming). Ophelia. **8:** 135-144.

JENSON K., BENDER K. (1973) - Invertebrates associated with the snail shells inhabited by *Pagurus bernhardus* (L.) (Decapoda). *Ophelia* **10:** 185-192.

MILLS C. (1976) - The association of Hydractiniid hydroids and hermit crabs, with new observation from North Florida. *G.O. Mackie: Celenterate ecology and Behaviour*, New York, 467: 676.

MOTZ-KOSSOWSKA C. (1905) - Contribution à la connaissance des Hydraires de la Mediterranée occidentale. I Hydraires Gymnoblastique. *Arch. Zool. exp. gen.* **4** (3): 40-97.

PICARD J. (1951) - Les Hydraires des formations coralligénes des côtes françaises de la Méditerranée. *Vie et Milieu*, **2** (2): 255-261.

RABAUD E. (1937) - Notes sommaires sur les rapports des pagures avec les actinies et les éponges. *Bull. Soc. Zool. Fr.* **62:** 400-406.

REES W.J. (1967) - Presidential address. A brief survey of the symbiotic association of *Cnidaria* with *Mollusca. Proc. malac. Soc. Lond.* **37:** 213-231.

SAMUELSON T.J. (1970) - The biology of six species of *Anomura (Crustacea, Decapoda)* from Raunefjorden, Western Norway. *Sarsia* **45:** 25-52.

STACHOWITSCH M. (1980) - The Epibiotic and Endolithic Species Associated with the Gasteropod Shells inhabited by the Hermit Crabs *Paguristes oculatus* and *Pagurus cuanensis. Marine Ecology* **1:** 73-101.

OEBALIA 1985, vol. XI, N.S.: 363-374 *ISSN 0392-6613*

U. SALGHETTI-DRIOLI* F. CINELLI**

*Centro Interuniversitario di Biologia Marina, Livorno - Italy

**Istituto di Biologia Marina Università di Pisa - Italy

LA VEGETAZIONE AUTUNNALE SOMMERSA DI CAPO S. ANDREA NELL'ISOLA D'ELBA (MAR TIRRENO)

Abstract

Algal settlement of Cape S. Andrea (Elba Isle).

The algal settlements of Cape S. Andrea (Elba Isle) have been studied. The species found have been classified in two ecological supergroups: Photophylic Infralittoral Supergroups (PHI) and Sciaphylic Infralittoral Supergroup (SI).

Key-words: settlement, ecological group, «matte», hard bottom.

Introduzione

La vegetazione algale sommersa dell'Isola d'Elba non è stata ancora studiata dettagliatamente. Sono stati pubblicati solo dati preliminari su aspetti particolari (CINELLI & SALGHETTI-DRIOLI 1982; 1983).

Un primo approccio allo studio dei popolamenti vegetali è iniziato a Capo S. Andrea, piccolo promontorio a Nord dell'Isola. Il fondale prospiciente è costituito in parte da substrato roccioso su cui si insediano varie alghe, ed anche da un substrato mobile su cui si sviluppa un'ampia prateria a *Posidonia oceanica* (L.) Delile, intramezzata da zone a «matte» morta.

La presenza di due tipi di substrato roccioso e a «matte» con i relativi popolamenti algali, ci ha indotto ad iniziare da qui lo studio sulla vegetazione sommersa dell'Isola d'Elba.

Materiali e metodi

I campionamenti sono stati effettuati in immersione autonoma con A.R.A., utilizzando una superficie di rilevamento di 400 cm^2 sia per i rilevamenti effettuati su roccia (alla profondità di 9 m e 24 m), sia per quelli effettuati su «matte» (alla profondità

di 15 m e 25 m). Di ciascun rilevamento è stata preparata una lista floristica ed effettuata un'analisi fitosociologica (BOUDOURESQUE, 1971).

Le specie sono state riunite in gruppi e supergruppi ecologici (BOUDOURESQUE, 1971), e per ciascun gruppo è stata indicata l'unità vegetazionale. (Tab. 1).

I gruppi ecologici PHI, PHIT, PHIC, PHIP sono stati riuniti nel supergruppo fotofilo PHIs1 e i gruppi ecologici SI, SSBc, SSBf, SC, SCIT, SIC, SCI nel supergruppo sciafilo SIs1. Dei rimanenti gruppi: AS, CC, CCT, RMS, RM, ETN si è considerato solamente il gruppo ecologico AS le cui specie avevano valori di ricoprimento significativi.

Dei gruppi presi in esame è stata calcolata la dominanza in funzione del ricoprimento (Tab. 2).

Si è cercato inoltre di evidenziare la fisionomia dei popolamenti esaminati mettendo in luce i vari gruppi sistematici con le specie che hanno valori di ricoprimento maggiore (Tab. 3).

È stato inoltre calcolato l'indice di diversità al fine di mettere in evidenza il grado di maturità dei popolamenti esaminati (Tab. 4).

Risultati

Analisi floristica

Sono state determinate, per i quattro rilevamenti, 149 specie con una media per rilevamento di 37,25, che è un valore paragonabile anche ad altre zone del Mediterraneo. Il ricoprimento totale medio delle specie trovate in ciascun rilevamento non è particolarmente elevato 135,28 se confrontato con altre zone del Mediterraneo. Ciò si ritiene sia dovuto al periodo stagionale poco favorevole in cui è stata fatta la raccolta.

Fra le specie trovate alcune meritano di essere citate per il particolare significato biogeografico:

Penicillus capitatus Lamark

Quest'alga ad affinità atlantico Tropicale e rara per il Mediterraneo, è stata segnalata in località con condizioni climatiche particolarmente favorevoli: Costa Azzurra (Francia), litorale toscano (Livorno Meloria) e Isola d'Elba (CINELLI & SALGHETTI-DRIOLI, 1982).

Anadyomene stellata (Wulfen) C. Agardh

È una specie caratteristica dei mari temperato-caldi, di substrato roccioso molto abbondante nel Mediterraneo meridionale, mentre in quello settentrionale si trova soprattutto dove il clima è particolarmente mite (HAMEL, 1931).

Tab. 1 - *Lista floristica delle specie di Capo S. Andrea (Isola d'Elba) riunite in gruppi ecologici, per ciascun rilevamento è indicato il ricoprimento (Ri).*

SPECIE	PROFONDITÀ RILEVAMENTI 15	25	9	24
Gruppo ecologico delle specie fotofile infralitorali (PHI o *Janikon*)				
Laurencia obtusa (Huds.) Lamour.	20	3	—	1,5
Sphacelaria cirrosa (Roth) C.Ag	15	0,25	—	+
Crouania attenuata (Bonnem.) J.Ag	—	+	—	+
Aglaozonia - stadio-parvula (Grev.) Zanard.	—	—	—	2
Gelidiella pannosa (Feld.) Feld. et Hamel	—	—	—	1,5
Gruppo ecologico delle specie fotofile infralitorali termofile (PHIT: *Anadyomenikon* substrato duro)				
Corallina granifera Ell. et Sol.	10	1,5	3	0,2
Spyridia filamentosa (Wulf.) Harv.	18	2	—	—
Halopytis incurvus (Huds.) Batt.	1	—	—	—
Dasycladus vermicularis (Scop.) Krasser	20	—	—	—
Anadyomene stellata (Wulf.) C.Ag	—	—	2,5	—
(PHIT: Caulerpikon substrato mobile)				
Penicillus capitatus Lamour.	50	10	—	—
Gruppo ecologico delle specie fotofile infralitorali portuali (PHIp o *Ulvikon*)				
Ectocarpus confervoides (Roth) Kjellm. var. *confervoides*	—	+	—	—
Gruppo ecologico delle specie fotofile infralitorali di zona calma (PHIC o *Cystoseirikon*)				
Padina pavonia (L.) Thiry	3	0,25	5	0,5
Herposiphonia secunda (C. AG.) Ambronn	—	+	—	+
Dilophus fasciola (Roth) Howe	—	0,25	—	+
Dasya rigidula (Kuetz.) Ardiss.	—	—	+	—
Gelidiella lubrica (Kuetz.) Feld. et Hamel	—	—	—	1,5
Stypocaulon scoparium (L.) Kuetz.	0,75	2	—	+
Gruppo ecologico delle specie sciafile infralitorali di zona calma (SCI o *Aglaothamnikon*)				
Callithamnion corimbosum (Smith) Lyngbye	—	+	—	—
Spermothamnion flabellatum Bornet	—	—	+	—
Cladophora lehemanniana (Lindenb.) Kuetz.	—	—	—	0,5

(segue)

(seguito della Tab. 1)

SPECIE	PROFONDITÀ RILEVAMENTI 15	25	9	24
Gruppo ecologico delle specie sciafile infralitorali tolleranti (SCIT o *Halopteridikon*)				
Halopteris filicina (Gratel.) Kuetz.	+	—	—	0,5
Peyssonnelia squamaria (Gmel.) Decne.	—	—	1	—
Peyssonnelia bornetii Boud. et Den.	—	—	—	0,5
Gruppo ecologico delle specie sciafile di zona calma (SC o *Peyssonnelikon*)				
Peyssonnelia orientalis (Waber van Bosse) Boud. et Den.	1,5	—	—	—
Ceramium codii (Rich.) G. Feldm.	—	+	—	+
Gelidiella antipai M. Celan	—	+	—	—
Dictyota linearis (C. Ag.) Grev.	—	3	—	0,8
Botryocladia borgesenii Feldm.	—	—	0,2	—
Cryptomenia lomation (Bertold.) J. Ag.	—	—	0,35	—
Aglaothamnion tenuissimum (Bonnem.) Kuetz.	—	+	+	+
Champia parvula (C. AG.) Harv	—	—	—	+
Valonia macrophysa Kuetz.	—	—	—	0,2
Gruppo ecologico delle specie sciafile infralitorali e circalitorali (SIC o *Rhodymenikon*)				
Pseudochlorodesmis furcellata (Zanard.) Boerg.	+	1	6,50	1,5
Hypoglossum woodwardii Kuetz.	—	+	—	0,2
Halycistis-stadio-parvula Schmit	—	+	—	—
Apoglossum ruscifolium (Turn.) J. Ag.	—	—	+	—
Aglaothamnion furcellariae (J. AG.) G. Feld.	—	—	0,2	—
Palmophyllum crassum (Nac.) Rabenh.	—	—	0,2	—
Gruppo ecologico delle specie sciafile superficiali battute: ad affinità calda (SSBc o *Botryocladikon*)				
Botryocladia botryoides (Wulf.) Feld.	—	—	—	0,2
Cladophora coelotrix Kuetz.	—	—	—	1
Polysiphonia furcellata (C. AG.) Harv.	—	+	—	—
ad affinità fredda (SSBf o *Lomentarikon*)				
Gelidiella ramellosa (Kuetz.) Feld. et Hamel	0,25	—	—	+
Ploclamium cartilagineum (L.) Dixon.	—	+	—	—
Callithamnion tetragonum (Wither.) C. Ag.	—	+	—	—
Aglaothamnion caudatum J. Ag.	—	—	+	+

(segue)

(seguito della Tab. 1)

SPECIE	PROFONDITÀ RILEVAMENTI 15	25	9	24
Gruppo ecologico delle specie sciafile infralitorali (SI o *Acrosorikon*)				
Cladophora prolifera (Roth) Kuetz.	0,50	—	—	2
Heterosiphonia wurdermannii (Bail.) Falk.	—	+	—	—
Phyllophora nervosa (Dc.) Grev.	—	—	—	1,5
Gruppo ecologico delle specie di concrezionamento coralligeno (CC o *Rodriguezellikon*)				
Gracilaria corallicola Zanard.	0,25	—	—	—
Antithamnium cruciatum (C. Ag.) Naeg.	+	+	—	+
Polysiphonia subulifera (C. Ag.) Harv.	—	—	—	+
Gruppo ecologico delle specie di concrezionamento coralligeno tolleranti (CCT o *Dasyopsidikon*)				
Dasyopsis plana (C. Ag.) Zanard.	0,4	0,25	—	2
Antithamnion tenuissimum (Hauck.) Schiffner	—	+	—	—
Acrodiscus vidovichii (Meneg.) Zanard.	—	—	—	0,5
Gruppo ecologico delle specie antisciafile (AS o *Halimedikon*)				
Udotea petiolata (Turra Boerg.	30	2	—	80
Halimeda tuna (Ell. e Sol.) Lamour.	—	—	60	—
Gruppo ecologico delle specie eutrofiche e thionitrofile (ETN o *Erythrotrichion*)				
Erythrotrichia carnea (Dillw.) J. Ag.	—	—	+	+
Derbesa tenuissima (De Not.) Crouan	—	—	0,25	—
Gruppo ecologico delle specie di roccia mediolitorale (RM o *Acrocaetikon*)				
Polysiphonia opaca (C. Ag.) Zanard.	—	—	+	—
Gruppo ecologico delle specie di roccia mediolitorale superiore (RMS o *Mesosporikon*)				
Polysiphonia sertularioides (Grat.) J. Ag.	—	—	—	2

(segue)

(seguito della Tab. 1)

SPECIE	PROFONDITÀ RILEVAMENTI 15	25	9	24
Gruppo ecologico delle specie a larga ripartizione e senza significato preciso (RLE-SSP)				
Acrochaetium maluinum Boerg.	+	—	—	+
Polysiphonia brodiaei (Dillw.) Grev.	—	+	—	—
Gelidiella nigrescens (Feld.) Feld. e Hamel	—	—	—	1,5
Corallinaceae indeterminate	—	—	84	40
Polysiphonia sp1	—	0,5	—	—
Polysiphonia sp2 e sp3	—	+	—	—
6 *Polysiphonia* sp	—	—	—	+
2 *Cladophora* sp	—	—	—	+
Lomentaria sp, *Goniotrichum* sp, *Dasya* sp, *Griffithsia* sp	+	—	—	—
2 *Sphacelaria* sp	—	—	+	—
2 *Sphacelaria* sp	—	—	—	+

Tab. 2 - *Dominanza in funzione del ricoprimento (DRi%) dei gruppi e supergruppi ecologici nei rilevamenti di Capo S. Andrea (Isola d'Elba).*

GRUPPI E SUPERGRUPPI	PROFONDITÀ RILEVAMENTI 15	25	9	24
PHI s1	75,03	28,05	6,16	1,59
SI s1	3,42	51,04	6,28	19,14
AS	16,79	7,13	35	48,94

Dasycladus vermicularis (Scopoli) Krasser

Anche questa specie risente di condizioni climatiche favorevoli e pertanto forma ampi popolamenti su fondali ricchi di sedimenti a poca profondità e ben soleggiati. Si trova spesso fissata con il suo apparato stolonifero ai rizomi di *Posidonia*.

I dati ottenuti dall'analisi fitosociologica ci hanno permesso di tipicizzare i popolamenti caratteristici in due gruppi: i popolamenti di «matte» morta e quelli di substrato roccioso.

Tab. 3 - *Ricoprimento delle varie unità sistematiche nei rilevamenti di Capo S. Andrea (Isola d'Elba).*

SPECIE	PROFONDITÀ RILEVAMENTI 15	25	9	24
UDOTEACEAE				
Halimeda tuna (ELL. et Sol.) Lamour.	—	—	60	—
Udotea petiolata (Turra) Boerg.	30	3	—	81,5
Penicillus capitatus Lamour.	50	10	—	—
ANADYOMENACEAE				
Anadyomene stellata (Wulf.) C. Ag.	—	—	2,5	—
DASYCLADACEAE				
Dasycladus vermicularis (Scop.) Krasser	20	—	—	—
RHODOMELACEAE				
Laurencia obtusa (Huds.) Lamour.	20	3	—	1,5
Polysiphonia sp. pl.	5,06	0,14	0,03	2,18
CERAMIACEAE				
Spyridia filamentosa (Wulf.) Harv.	18	2	—	—
Dasyopsis plana (G. Ag.) Zanard.	0,4	0,25	—	2
CORALLINACEAE				
Corallina granifera Ell. et Sol.	10	1,5	3	0,2
Corallinaceae incrostanti	—	—	*84*	*40*
DICTYOTACEAE				
Dictyota linearis (C. Ag.) Grev.	3	3	3	0,8
Padina pavonia (L.) Thiry	3	0,25	5	0,5
SPHACELARIACEAE				
Sphacelaria cirrosa (Roth.) C. Ag.	15	0,25	—	—
Stypocaulon scoparium (L.) Kuetz.	0,75	2	—	0,03
Halopteris filicina (Gratel.) Kuetz.	0,03	1	—	0,5
Sphacelaria sp. pl.	—	—	2,75	0,03

Tab. 4 - *Indice di diversità nei vari rilevamenti a Capo S. Andrea (Isola d'Elba).*

PROFONDITÀ RILEVAMENTI	INDICE DI DIVERSITÀ
15	2,80
25	2,15
9	1,30
24	2,33

1) I popolamenti della «matte» morta

I popolamenti della «matte» morta sono caratterizzati da un numero di specie medio (32,5) e da un ricoprimento elevato (Ri = 103,25); ciò è dovuto alla particolare situazione di instabilità di questo tipo di popolamento appartenendo alla cosiddetta serie evolutiva della prateria a *Posidoniä* in cui i popolamenti di «matte» morta sono inseriti (Augier & Boudouresque, 1970).

Per quanto riguarda il tipo di popolamento vegetale questo è prevalentemente fotofilo, (dominanza del Supergruppo PHIs1, Tab. 2). Esso è costituito da specie che si installano sui rizomi morti dopo la caduta delle foglie e il conseguente aumento della intensità luminosa. Si ottiene così una associazione vegetale caratteristica *Tanato-Posidonietum oceanicae* (Cinelli & Salghetti-Drioli, 1983).

La fisionomia dell'associazione della «matte» morta (Tab. 3) è data dalle Clorificee Udoteaceae *Udotea petiolata* e *Penicillus capitatus* che hanno un ricoprimento elevato (Ri totale = 92%) a dimostrazione della particolare condizione climatica della zona. A queste due specie, si uniscono, fra le Rhodomelaceae, *Laurencia obtusa* e fra le Ceramiaceae, *Spyridia filamentosa* e *Dasyopsis plana*. Tutte queste Rodoficee sono caratterizzate da un portamento strisciante, e sono dotate di rizoidi particolarmente adatti all'attacco sui rizomi della *Posidonia*. Le Feoficee, con la famiglia delle Dictyotaceae; *Dictyota linearis* e *Padina pavonia*, e con la famiglia delle Sphacelariaceae, *Sphacelaria cirrosa* e *Stipocaulon scoparium*, formano un ampio popolamento fotofilo caratteristico della «matte» morta e ancora ben rappresentato alla profondità di 25 m.

I valori dell'indice di diversità (Tab. 4) rispettivamente di 2,80 e 2,15 indicano buona maturità del popolamento.

2) I popolamenti di substrato duro

I due popolamenti di substrato duro esaminati si trovano rispettivamente alla profondità di 9 m e 24 m, su parete verticale, ed hanno caratteristiche comuni alla quasi totalità dei popolamenti vegetali di substrato roccioso dell'infralitorale superiore del Tirreno settentrionale.

Nel primo rilevamento (9 m) il numero delle specie è alquanto basso (29) mentre il ricoprimento totale Ri(T) = 171,50% è piuttosto elevato. Ciò è dovuto soprattutto al valore di ricoprimento di *Halimeda tuna* che copre quasi completamente la parete dove è stato prelevato il campione. La fisionomia generale del popolamento è data dall'abbondanza di *Halimeda tuna* e, in misura minore, da *Anadyomene stellata* che si installano su un sottostrato costituito in gran parte da Corallinacee incrostanti. Sugli articoli inferiori di *Halimeda tuna* crescono anche piccole Rodoficee epifite.

I valori della Dominanza in funzione del ricoprimento dei Supergruppi fotofilo e sciafilo sono simili fra loro (DRi% = 6,15) (Tab. 2). Ciò è dovuto alla mancanza di un ricco sottostrato sciafilo, dato che il tallo di *Halimeda tuna* non è sufficientemente elevato da creare condizioni di ombra tali da permettere l'installazione di numerose specie sciafile; mentre la bassa profondità, permette lo sviluppo di specie fotofile quali *Gelidiella pannosa* e *Laurencia obtusa*.

L'elevato valore di Dominanza in funzione del ricoprimento del gruppo AS(DRi% = 35) è dovuto all'ampio ricoprimento di *Halimeda tuna*. Questa specie caratteristica dell'infralitorale di zona calma, si può infatti trovare in superficie in luoghi protetti, ed addirittura nelle pozze di scogliera, mentre può scendere in profondità dove, in condizioni di acque calme, l'intensità della luce sia ancora sufficiente.

Il basso valore dell'indice di diversità (Tab. 4) è da mettere in rapporto con il periodo autunnale in cui è stata effettuata la raccolta. In questo periodo infatti molte specie a sviluppo prevalentemente estivo che accompagnano *Halimeda tuna* sono già scomparse, mentre quelle a sviluppo invernale non sono ancora presenti.

Il rilevamento a 24 m di profondità, effettuato in una spaccatura di un grosso masso, fa parte di un popolamento sciafilo dell'infralitorale roccioso. Infatti come tale presenta un numero di specie 55 e un ricoprimento totale Ri(T) = 163,45 elevati. La forte dominanza del supergruppo sciafilo SIs1 rispetto al fotofilo PHIs1 (Tab. 2) conferma la condizione sciafila del popolamento.

La fisionomia del popolamento è data soprattutto da *Udotea petiolata* che a differenza di *Halimeda tuna* vive in condizioni di luminosità più ridotta, condizioni causate dalla topografia del substrato e dall'aumentata profondità, insieme ad *Udotea petiolata*, si trovano altrettanto abbondanti le Corallinacee incrostanti che formano il substrato organogeno su cui si inseriscono tutta una serie di piccole epifite soprattutto *Rhodomelaceae* e *Ceramiaceae*.

L'indice di diversità con il valore di 2,33 denota una buona maturità del popolamento (Tab. 4).

Conclusioni

I popolamenti esaminati situati su di una «matte» morta infralitorale appartengono alla biocenosi fotofila (*Cystoseiretalia*), dove domina il gruppo ecologico PHI. Caratteristiche di questo gruppo sono le specie fotofile *Laurencia obtusa* e *Sphacelaria cirrosa*. Il gruppo PHIT ha invece specie tipiche dell'alleanza di substrato duro *Anadyomenikon (Dasycladus vermicularis, Spyridia filamentosa, Corallina granifera)* sia di quella di substrato mobile *Caulerpikon* con *Penicillus capitatus*.

I popolamenti di «matte» morta possono essere ricondotti in parte alla associazione *Cystoseiretum crinitae* sebbene Augier & Boudouresque (1970) e Cinelli & Salghetti-Drioli (1983) ritengono trattasi di una associazione distinta (*Thanato-Posidonietum oceanicae*).

I popolamenti situati su substrato roccioso nell'infralitorale superiore (9 m) fanno parte del *Cystoseiretum crinitae*, ma sono caratterizzati dal gruppo ecologico AS, dovuto essenzialmente alla specie *Halimeda tuna*, la quale si accompagna con molte specie dell'ordine *Cystoseiretalia* trasgressive sia dai popolamenti fotofili dell'Anadyomenikon sia da quelli sciafili del *Rhodymenikon*.

Nell'infralitorale inferiore il popolamento a 24 m è una tipica associazione *Udoteo-Peyssonnelietum* caratterizzata da *Udotea petiolata* che si accompagna con specie caratteristiche del coralligeno come *Dasyopsis plana* e *Acrodiscus vidovichii* sia con specie del gruppo SI o *Acrosorikon* sciafile infralitorali.

Summary

The algal settlements of Cape S. Andrea (Elba Isle) have been studied. The species found (149) have been classified in two ecological supergroups: Photophylic Infralittoral supergroup (PHI) and Sciaphylic Infralittoral supergroup (SI).

The PHI supergroup is very well represented on the died «matte» area, expecially by the PHIT group (Photophylic Infralittoral Thermophylic) (DRi% 75.03).

The two supergroups (PHI and SI) are evenly distributed in the upper Infralittoral rocky bottom (DRi% 6.16 and 6.28), on the contrary in the deeper bottom the supergroup SI is longely dominant (DRi% 19.14) with many sciaphylic species as Cladophora prolifera, Phyllophora nervosa, Gelidiella tenuissima*; while the PHI has a DRi% of 1.59.*

The massive occurence of some thermophilic species as Penicillus capitatus, Dasycladus vermicularis, Anadyomene stellata, *suggests the existence of a peculiar warm water pocket.*

Riassunto

Sono stati studiati gli insediamenti algali di Capo S. Andrea (Isola d'Elba). Le specie trovate (149) sono state classificate in 2 supergruppi ecologici: il supergruppo infralitorale fotofilo e il supergruppo infralitorale sciafilo (SI). Il supergruppo PHI è ben rappresentato dalla zona a «matte» morta specialmente dal gruppo PHIT (infralitorale fotofilo e termofilo) (DRi% = 75,03). I due supergruppi (PHI e SI) sono distribuiti uniformemente sul fondo roccioso dell'infralitorale superiore (DRi% 6,16 e 6,28), al contrario sul fondo più in profondità, il supergruppo SI è più a lungo dominante (DRi% 19,14) con molte specie sciafile come *Cladophora prolifera, Phyllofora nervosa, Gelidiella tenerissima*; mentre il PHI è un DRi% di 1,59. Il ritrovamento abbondantissimo di alcune specie termofile come *Penicillus capitatus, Dasycladus vermicularis, Anadyomene stellata*, suggerisce l'esistenza di una sacca di acqua calda.

Bibliografia

AUGIER H., BOUDOURESQUE C.F. (1970) - Végétation marine de l'île de Port-Cros (Park National). V: La baie de Port-Man et le problème de la régression de l'Herbier de Posidonies. *Bull. Mus. nat. Marseille*, **30**: 165-175.

BOUDOURESQUE C.F. (1971) - Méthodes d'ètudes qualitative et quantitative du benthos (en particulaire du phythobenthos). *Théthys*, **3** (1): 79-104.

CINELLI F. (1969) - Primo contributo alla conoscenza della vegetazione algale bentonica del litorale di Livorno. *Pubbl. Staz. Zool. Napoli*, **37**: 545-566.

CINELLI F. (1971) - Biologia delle Secche della Meloria (Mar Tirreno). IV. Contributo alla conoscenza della vegetazione bentonica marina. *Boll. Pesca Piscic Idrobiol*, **26**: 1-2.

CINELLI F., SALGHETTI-DRIOLI U. (1983) - Observation en plongée sur le peuplements a *Penicillus capitatus* Lamark et sur la floraison de *Posidonia oceanica* (L.) Délile. *Rapp. Comm. int. Mer Médit.* **28**, 8.

CINELLI F., SALGHETTI-DRIOLI U. (1983) - I popolamenti algali di una «matte» morta di *Posidonia oceanica* (L.) Délile di Capo S. Andrea (Isola d'Elba). *Nova Thalassia*, **6** suppl.

HAMEL G. (1931) - Chlorophycées des côtes Françaises. I-XV: 1-168 et 1-58 (già pubblicato su *Rev. Algolog.*).

SALGHETTI DRIOLI U., CINELLI F. (1984) - I popolamenti algali delle Formiche di Grosseto: Vegetazione Infralitorale e Circalitorale. *Atti 6 Congresso A.I.O.L.* Livorno, 12-14 Aprile.

SERENA F. (1982) - Le alghe del litorale livornese: studio sperimentale sui popolamenti sciafili superficiali di zona battuta. Tesi di laurea. Pisa.

OEBALIA 1985, vol. XI, N.S.: 375 *ISSN 0392-6613*

E. CASOLA *M. SCARDI* *L. MAZZELLA* *E. FRESI*
Stazione Zoologica di Napoli, Laboratorio di Ecologia del Benthos, Ischia - Italy

STRUTTURA DELLA COMUNITÀ EPIFITA DELLE LAMINE FOGLIARI DI POSIDONIA OCEANICA (L.) DELILE: PRATERIA SUPERFICIALE, LACCO AMENO (ISCHIA)

Summary

The epiphytic community of a shallow meadow (—1 m) of Posidonia oceanica *(L.) Delile was analyzed.*

Structure of epiphytic community changes according to an age gradient, which extends itself from the inner to the outer leaves and from the basis to the apex of each leaf. Structure of epiphytic community appears to be homogeneous at the apex.

Riassunto

Tra le tematiche che riguardano lo studio della comunità epifita delle lamine fogliari di *Posidonia oceanica* è particolarmente interessante quella relativa alla strutturazione della comunità stessa in relazione a fattori microclimatici e di età del substrato.

I risultati di una simile indagine, effettuata su di una prateria superficiale nel periodo estivo, sono presentati in questo lavoro.

L'analisi è stata effettuata sulle prime cinque foglie di otto ciuffi di *Posidonia oceanica*. Sono stati determinati i ricoprimenti percentuali delle singole specie delle macrofite più abbondanti, di Idroidi e Briozoi lungo l'asse fogliare, ad intervalli di tre centimetri, su entrambe le facce di ogni foglia.

Sono state osservate in totale sedici specie, tra le quali risultano essere dominanti: *Fenestrulina johannae* Calvet (Bryozoa), *Electra posidoniae* Gautier (Bryozoa), *Fosliella spp.* Howe (Rhodophyta), *Myrionema orbiculare* J. Agardh (Phaeophyta). L'elaborazione dei dati è stata effettuata mediante Analisi Fattoriale delle Corrispondenze. Nei modelli di ordinamento è stata osservata, per tutte le foglie di ogni ciuffo, una successione lungo il gradiente di età: in ogni caso la comunità apicale sembra essere stabile e ben strutturata, mentre la comunità centro-basale è organizzata in maniera diversa in funzione della posizione della foglia nel ciuffo. La faccia interna e quella esterna non mostrano differenze se non per le foglie più interne.

OEBALIA 1985, vol. XI, N.S.: 377 *ISSN 0392-6613*

M.C. BUIA L. MAZZELLA G.F. RUSSO
Laboratorio di Ecologia del Benthos - Stazione Zoologica di Napoli - Ischia - Italy

FENOMENI RIPRODUTTIVI DELLA *CYMODOCEA NODOSA* (UCRIA) ASCHERS. IN RAPPORTO ALLA STRUTTURA DELLA PRATERIA*

Key-words: Reproductive strategies, *Cymodocea nodosa*.

Summary

The reproductive strategies of Cymodocea nodosa *were studied in relationship to the structure of the prairies. Parameters concerning plant and prairies features, as well as reproductive characteristics, were taken into account. In particular, the sexual reproduction seems to be frequent in stands of old colonization whereas in the same prairie, along the edges of new colonization only a vegetative reproduction was observed.*

Riassunto

Cymodocea nodosa (Ucria) Aschers. Si riproduce sia vegetativamente, per stolonizzazione, sia sessualmente per germinazione. Da precedenti osservazioni, quest'ultimo tipo di riproduzione è risultato essere un fenomeno regolare. Questa fanerogama è ampiamente distribuita intorno all'isola di Ischia, formando prati sia superficiali sia profondi. Sono stati presi in esame due prati superficiali (da 2 a 6 m) ed uno profondo (15 m) di cui si sono considerati i seguenti parametri: densità dei ciuffi/m^2, numero di foglie/ciuffo, altezza media del prato, superficie totale media/ciuffo, superficie fotosintetizzante totale media/ciuffo e indice foliare. Sono state determinate, inoltre, le densità dei fiori, dei frutti, dei semi liberi nel sedimento e dei germogli. I campionamenti sono stati effettuati nell'inverno e nell'estate 1984.

Si sono evidenziate differenze stagionali per tutti i parametri osservati; tali differenze sono probabilmente da attribuirsi ad un diverso accrescimento della pianta nelle due stagioni; le differenze in densità, in particolare, indicano anche una certa instabilità dei prati, facilmente soggetti a fenomeni di erosione, dovuti a perturbazioni locali. Risulta, inoltre, come all'interno del prato la riproduzione sessuale sia assente nei margini di nuova colonizzazione dove prevale, invece, la riproduzione vegetativa che garantirebbe, quindi, l'espansione del prato; la riproduzione sessuale sembra più frequente in zone colonizzate da tempo.

* Lavoro eseguito con il contributo del Comune di Ischia.

OEBALIA 1985, vol. XI, N.S.: 379-388 *ISSN 0392-6613*

A. STRUSI A. TURSI E. CECERE
C. MONTANARO P. PANETTA R. CAVALLO
Istituto Sperimentale Talassografico C.N.R. - Via Roma, 3 - 74100 Taranto - Italy

IL BANCO DELL'AMENDOLARA (ALTO JONIO): DESCRIZIONE GENERALE

Abstract

In this paper the Authors describe a typical sub-marine sea-mount located in the High Ionian Sea (Gulf of Corigliano), at about 10 miles from the coast. The Authors provide some data taken from historical sources, concerning the origin of such sea-mount, as well as some general pieces of information about the main biocenosis found.

Key-words: Benthos, Coralligenous, Ionian Sea.

Introduzione

Il banco dell'Amendolara (Alto Jonio) o Secca dell'Amendolara, così come viene riportato dalle carte nautiche della zona (Fig. 1), è una tipica sea-mount presente nell'Alto Jonio, nel compartimento marittimo di Crotone. La secca è nota da sempre ai pescatori locali per la quantità e la qualità di specie ittiche presenti nonché per un alone di mistero che la circonda a causa degli improvvisi fortunali che si abbattono in quell'area di mare che spesso hanno determinato la morte di numerosi pescatori, soprattutto dilettanti, che si sono avventurati nella zona. Inoltre, la ripida e frastagliata morfologia subacquea con le conseguenti forti correnti lungo alcuni dei versanti della sea-mount hanno anche richiamato l'attenzione di numerosi pescatori subacquei tesi alla ricerca di tesori sommersi, non ultimo il corallo rosso sulla cui esistenza alcuni pescatori locali si dichiarano certi, almeno sino ad alcuni anni orsono.

Ciò che comunque ha attratto la nostra attenzione ed il nostro interesse di ricerca è stato l'aver scoperto che antiche carte nautiche dal 1600 sino all'inizio del 1700 (Fig. 2-3) riportano nell'area in cui attualmente insiste la Secca una vera e propria isola denominata «Insulae Febrae» o «Monte Sardo». La più antica risale ad un lavoro tedesco edito nel 1630 in cui è fatto riferimento all'opera di Phil. Cluverio il cui argomento è: «Apuliae, Mesapiae; in qua Calabri ac Salentini et Lucaniae descriptio». Le altre carte nautiche da noi rinvenute risalgono: al 1650 («Campaniae, Saninii Apuliae, Lucaniae,

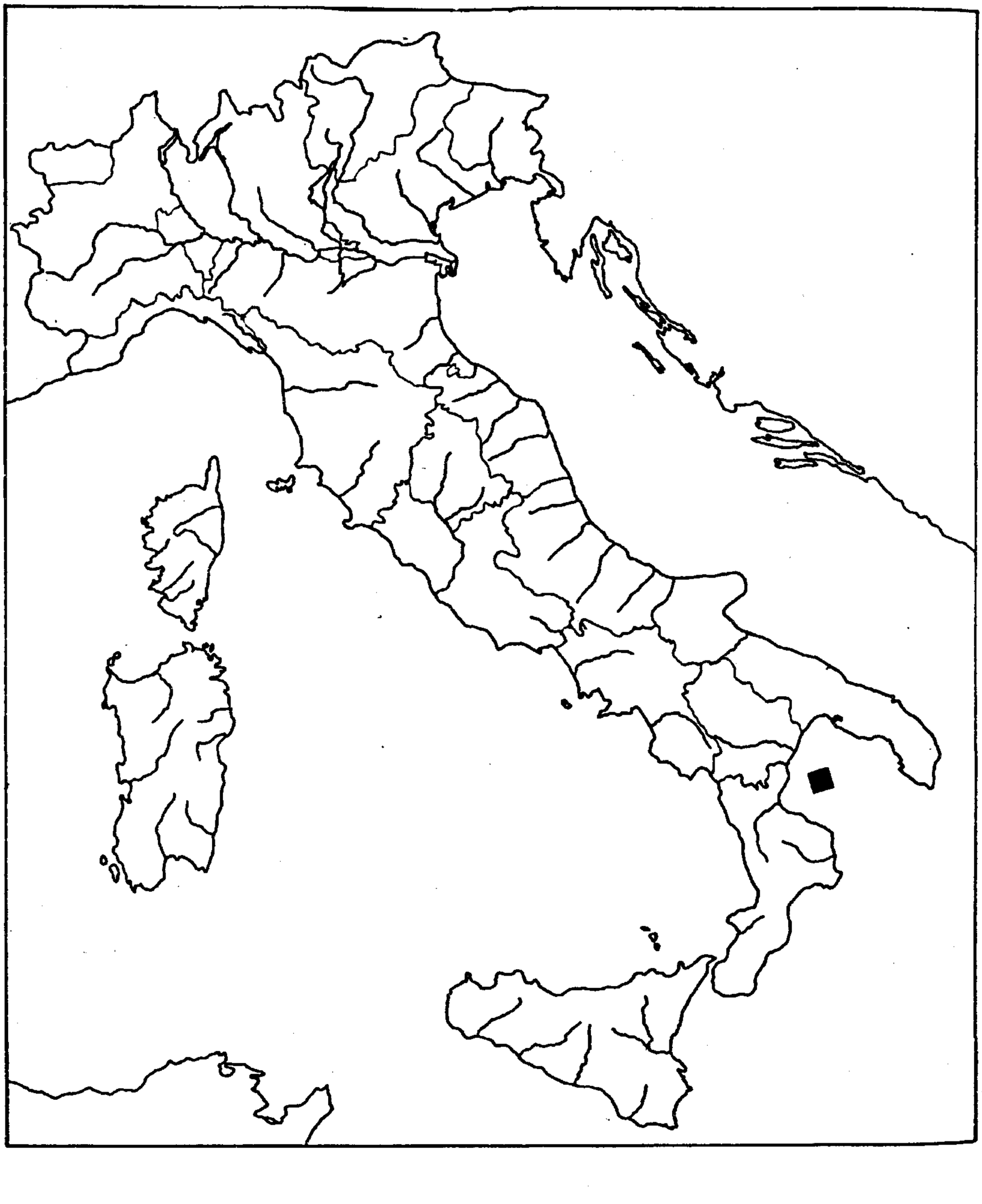


Fig. 1 - Localizzazione della Secca dell'Amendolara.

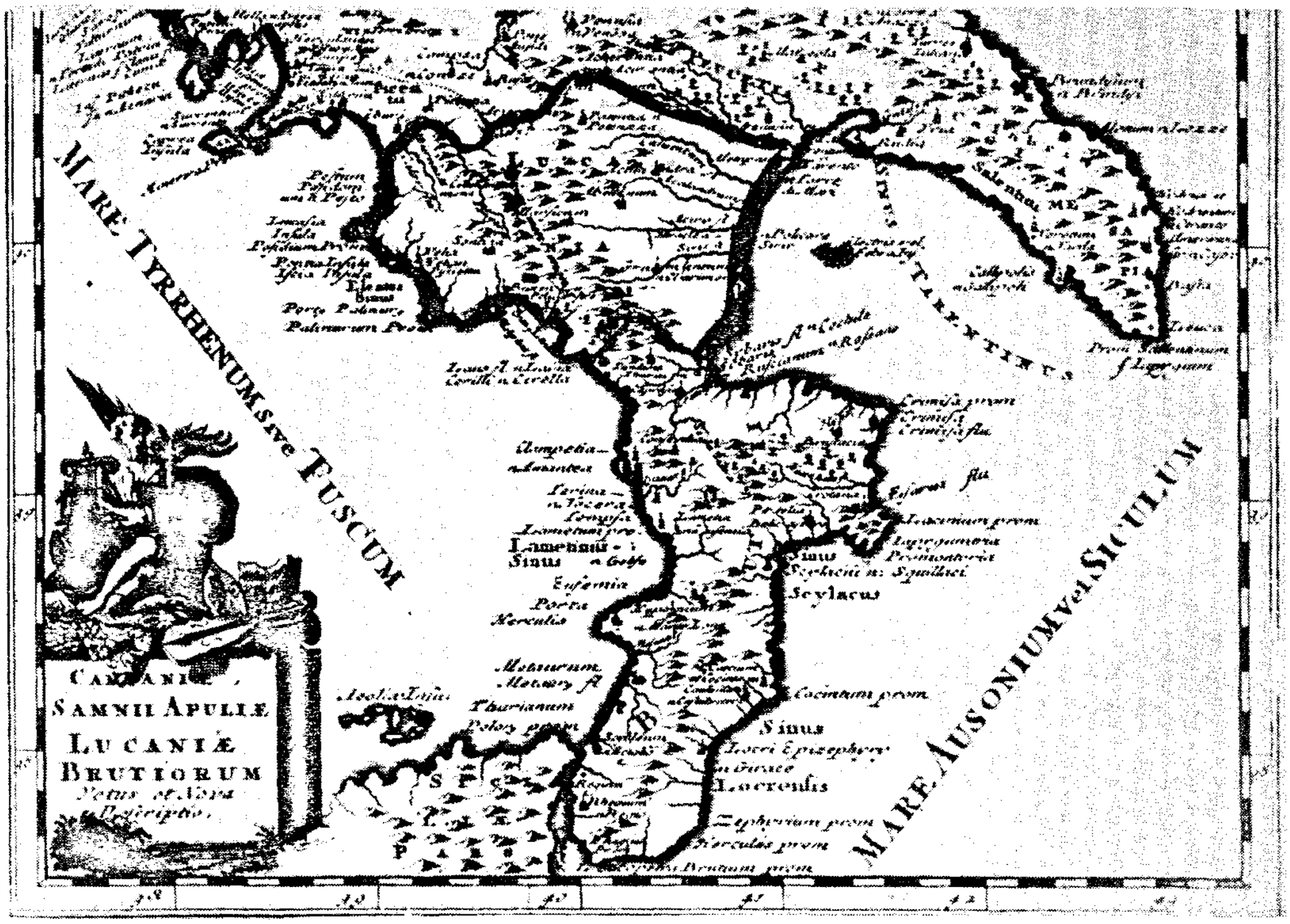


Fig. 2 - Tavola geografica databile intorno al 1650, dal titolo: «Campaniae / Saumnii Apuliae / Lucaniae / Brutiorum / Vetus et Nova Descriptio». In: Tarentum, Nobilissima urbs, Congedo ed., 1974.

Brutiorum, Vetus et Nova Descriptio»); al 1696 («Italia, parte orientale, descritta e dedicata dal P. Cosmografo Coronelli al P. Maestro Giuseppe Muzzarelli M.C. Teologo, etc.» da V. Coronelli, Isolario, Venezia 1696); alla fine del 1600 («Italiae Pars Meridionalis; Quae nunc Sceptri Hispanici Regnum Neapolitanum: in XII Provincias divisum per Gerardum Valk Cum Privil: Potent: D.D. Ordinum Holl: et West-frisiae», da opera tedesca databile attorno alla fine del 1600); ai primi del 1700, («Das Konigreich Napoli in dessen XII Haupt Provincien Nachdenen Neucsten Observationen, Magini, Greuters, Sausons, Du Fer, Nolin, Cantelli e C., Auspurg, Iohan. Mich. Probst. Haeres. Ieremiae Wolffii, exc. N. 21», Augusta 1700 ca. e «Typus regnii Neapolitani in suas provincias, diligenter divisi per Christoph Weigelium», Norimberga 1700 ca); e infine 1703 («Continentis Italiae Pars Australior; Sive Regnum Neapolitanum; Hispaniae Obediens: Subdivisum In suas Districtus, Terras, Atque Principatus Quibus adjectae Sicilia, in Valles Tripartita: et Contra Turcas eius Propugnaculum Malta Insula. Edit. Petro Schenk. Amstald: Cum Priv./1703» Amsterdam, 1703).

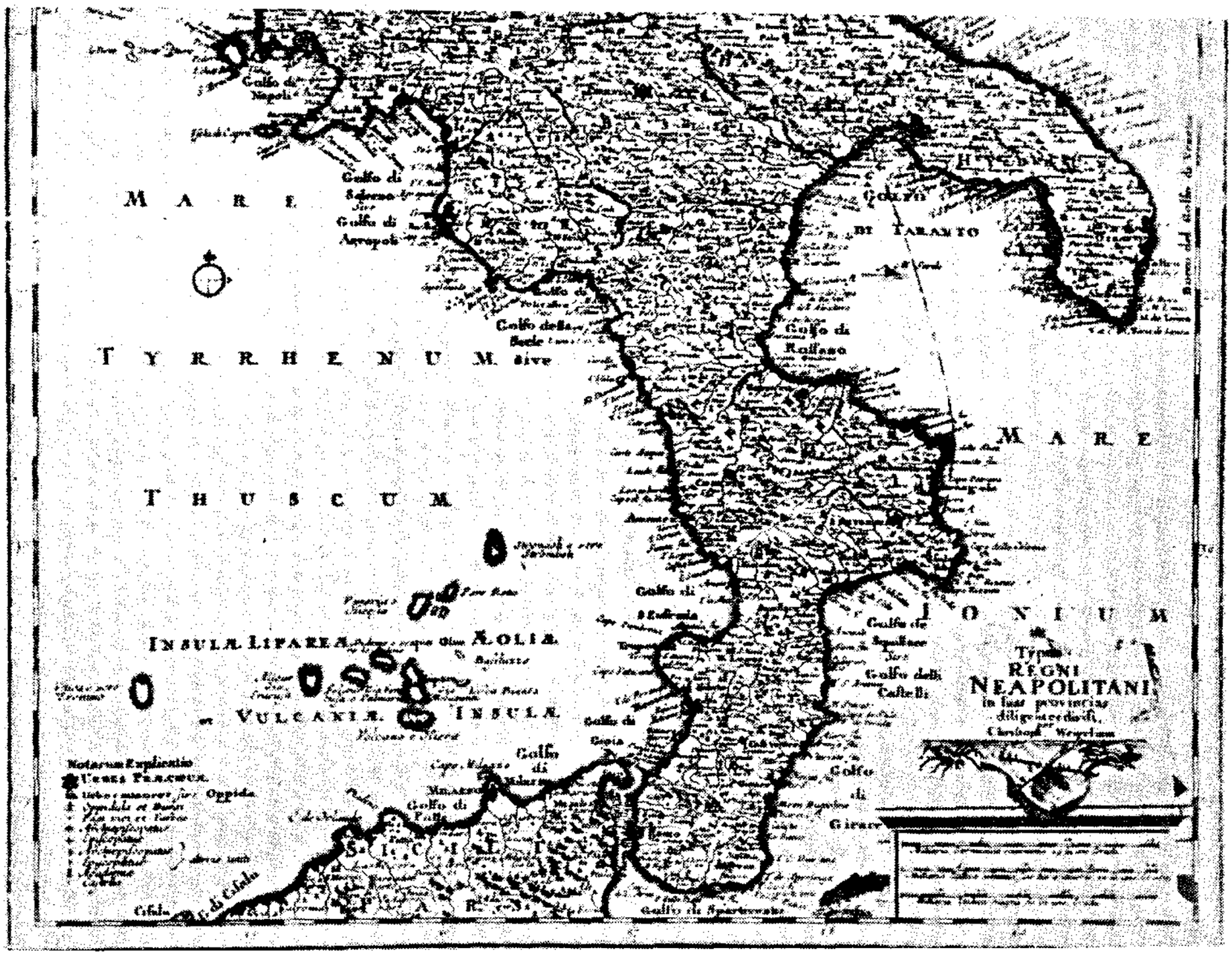


Fig. 3 - Tavola geografica pubblicata a Norimberga nel 1700 circa, dal titolo: «Typus / Regni Neapoletani / in suas provincias / diligenter divisi / per / Christoph. Weigelium». In: Tarentum, Nobilissima Urbs. Congedo ed., 1974.

Dopo di questa, non è stato possibile rinvenire alcuna altra carta nautica riportante un'isola o qualcosa di simile laddove attualmente esiste la secca.

Quale fu la fine di quest'isola? È realmente esistita o trattasi di un errore protrattosi per circa un secolo e tramandato da cartografo a cartografo? È stato qualche evento naturale a determinare la scomparsa dell'isola oppure è stato soltanto un cartografo più attento che ha cercato invano un'isola a circa 10 miglia dalla costa e non l'ha ritrovata? Certo risulta strano un fatto: l'attuale profilo della secca ricalca, per somme linee, il profilo dell'isola scomparsa.

Da un punto di vista delle fonti storiche c'è da rilevare l'esistenza di un lavoro, scritto alcuni anni addietro, da un geologo (D'ARRIGO, 1959) il quale propendeva per la tesi di un'isola scomparsa, forse da identificarsi nell'omerica isola di Ogigia. Purtroppo però il lavoro riporta pochi dati scientifici sull'argomento per cui a nostro avviso il problema rimane ancora aperto a tutte le ipotesi. Per quanto concerne invece dati sulla fauna ittica presente nella zona, si fa riferimento ai lavori di MAZZARELLI (1929 e di POLICE (1930).

Materiali e Metodi

La pianificazione della ricerca ha previsto cinque campagne di dragaggi, della durata di 1-2 settimane ciascuna, da effettuare trimestralmente partendo dall'estate 1981 e terminando nell'estate 1982. La prima di queste campagne è servita da indagine pilota generale indispensabile per la messa a punto della metodologia di studio. È prevista, inoltre, un'ulteriore campagna di indagini mirante al controllo ed alla verifica dei risultati ottenuti. Durante le campagne d'indagine bentonica venivano inoltre effettuati dei prelievi di campioni d'acqua per le indagini chimico-fisiche nonché di campionamenti fitoplanctonici per l'identificazione delle principali specie presenti.

Il campionamento bentonico realizzato sino ad ora è consistito in una serie di dragaggi effettuati lungo 8 rotte preferenziali (N, NE, E, SE, S, SW, W, NW) stabilite in riferimento al picco più alto della secca che veniva localizzato mediante ecoscandaglio e segnalato, durante i rilevamenti, mediante boa, al fine di facilitare il mantenimento delle rotte prescelte. Sono stati analizzati e classificati gli organismi del macrobenthos (superiori ai 2 mm) mentre parallelamente sono state condotte accurate ricerche microscopiche sulla fauna interstiziale da parte di alcuni colleghi dell'Istituto di Zoologia ed Anatomia Comparata dell'Università di Bari.

Per le operazioni di prelievo è stata utilizzata una draga triangolare di 50 cm di lato, trainata dal battello «A. Cerruti» dell'Istituto Sperimentale Talassografico C.N.R. di Taranto.

Inoltre, in alcune fasi delle indagini, ci si è avvalsi dell'ausilio di tecnici subacquei necessari sia per il rilevamento fotografico sia per il prelevamento di campioni di roccia da avviare ad indagini mineralogiche e geologiche.

Descrizione della zona

La Secca dell'Amendolara è situata nel Compartimento Marittimo di Crotone, nel Mar Jonio, a 65 miglia a SW della città di Taranto, un po' più a Sud di Roseto Capo Spulico, prospiciente l'omonimo paese ad una distanza di circa 10 miglia dalla costa (Lat. 39°52'27'' Long. 16°43'25'').

Il banco, completamente sommerso, ha una conformazione quasi circolare di oltre 12 miglia quadrate (circa 31 Km^2); esso si erge da 200 m di profondità sino a circa —20 m dalla superficie con andamento alquanto irregolare a causa di picchi ed avvallamenti esistenti lungo i quattro versanti principali della secca. Avendo proceduto ad un rilievo batimetrico del banco, sia pure con un semplice ecoscandaglio grafico unidirezionale, si è rilevata l'esistenza di due picchi più elevati rispetto agli altri, disposti in direzione N-S fra di loro e con apice variabile fra i 20 e i 17 m dalla superficie.

Risultati

Le indagini da noi condotte sul Banco dell'Amendolara non sono ancora del tutto terminate; manca ancora, in effetti, l'identificazione di alcuni gruppi sistematici sebbene la lista floro-faunistica ammonti già a parecchie centinaia di specie. Alcuni taxa risultano inoltre ancora scoperti per cui necessitano ulteriori indagini sistematiche prima di avere una visione completa, da un punto di vista prettamente sistematico, delle biocenosi esistenti nella zona. Anche se l'identificazione delle varie specie presenta ancora dei problemi, comunque, è possibile avere una visione già abbastanza chiara della situazione biocenotica dell'intera area in esame sulla scorta di quelli che sono stati i risultati dei campionamenti effettuati.

È possibile infatti distinguere in tutta l'area della secca una tipica biocenosi coralligena frammista a detrito organogeno e circondata da fondi fangosi che dal piano circalitorale scendono sino al batiale.

È evidente che la biocenosi più interessante esistente nell'area è rappresentata dalla biocenosi coralligena. È possibile a questo punto comprendere l'importanza che l'origine della secca ha sulla definizione del tipo di coralligeno della zona. In effetti occorre ricordare che ci troviamo a circa 10 miglia dalla costa e separati da essa da un canalone con oltre 200 m di profondità, la qualcosa farebbe immediatamente pensare ad un coralligeno di plateau, staccato dalla roccia litorale e neoformatosi mediante concrezionamento biologico. D'altro canto però una probabile origine di isola «affondata» renderebbe ragione ad un coralligeno di orizzonte inferiore della roccia litorale, analogo, come formazione ed origine a quello che si trova abbondantemente lungo quasi tutta la fascia costiera ionica e sud-adriatica ed attualmente oggetto di studio da parte dell'Istituto di Zoologia ed Anatomia Comparata dell'Università di Bari in collaborazione con l'Istituto Sperimentale Talassografico C.N.R. di Taranto.

Passiamo ora a descrivere, sia pure sommariamente, le biocenosi rinvenute nell'area, rinviando ad un prossimo lavoro la definizione dell'evoluzione stagionale delle stesse.

Il coralligeno rinvenuto nei nostri dragaggi si è presentato quanto mai ricco soprattutto di Alghe incrostanti (*Lithotamnion* e *Lithophyllum*, Melobesie in genere insieme alle varie specie di *Peysonnelia*), di Briozoi (*Myriozoum truncatum, Ragionula rosacea*), di Poriferi (*Aaptos aaptos, Chondrilla nucula, Erylus enastrum, Cliona viridis, Agelas oroides*), di Tunicati (*Didemnum lahillei, Halocynthia papillosa*, ecc.). Risulta interessante notare la grande quantità di specie distruttrici di calcare, fra cui soprattutto i Clionidi (*Cliona viridis* e *Cliona celata*) così come Molluschi Lamellibranchi endolitici ed Anellidi (es. *Polydora*). La loro azione insieme a quella di un idrodinamismo alquanto intenso (la zona è soggetta a forti correnti di alcuni nodi di velocità) hanno determinato e continuano a determinare lo sgretolamento delle formazioni coralligene e la creazione di fondi detritici.

Il coralligeno dell'Amendolara si presenta quanto mai accidentato, con picchi e pinnacoli altissimi in mezzo ai quali la draga ha avuto spesso notevoli difficoltà ad operare per cui la sua azione è consistita soprattutto nello staccare pezzi, spesso alquanto volu-

minosi, di concrezione organogene che presentavano una ricchezza specifica quanto mai elevata (si arrivava a 40-50 specie fra Poriferi, Alghe, Briozoi, Anellidi, Ascidiacei, ecc. anche su di un solo frammento di concrezione coralligena).

Interessanti risultano pure i fondi detritici frammisti a questi pinnacoli. Trattasi di fondi detritici costieri (D.C.) organogeni variamente classati a secondo della distanza dai picchi di coralligeno. In effetti occorre dire che mentre la formazione coralligena va dai 20 ai 40 m circa, i fondi detritici iniziano anch'essi dai 20 m ma si spingono sino ai 60-70 m di profondità. Abbiamo distinto varie facies di questi fondi detritici, dal detrito più grossolano a quello più fine. La biomassa su questi fondi è risultata nettamente inferiore rispetto a quanto si ottiene su fondi detritici costieri; viceversa, il numero delle specie e, pertanto la ricchezza specifica, risulta notevolmente elevata con la presenza di numerosissime specie rare ed, in alcuni casi, mai rinvenute prima d'ora nello Jonio (es. *Venus effossa*, alcuni Chitoni ed alcuni Crostacei Decapodi mai segnalati precedentemente). In alcune aree, caratterizzate da detrito di coralligeno fine (frammenti di Briozoi ed Alghe corallinacee soprattutto) è considerevole la presenza dell'Anfiosso, fenomeno questo rinvenuto anche in altre aree da noi studiate (es. Secca della Armeleia, presso Taranto).

Interessante risulta pure la facies a *Vidalia volubilis*, rinvenuta insieme a *Ritiphloea tinctoria*, soprattutto durante i periodi primaverili ed estivi, per la ricchezza di specie di invertebrati presenti (es. *Didemnum granulosum*).

I fondi fangosi si estendono alla base della secca a partire dagli 80 m circa di profondità e si continuano con i fondi batiali. Trattasi dei tipici fondi del largo, con scarsa biomassa caratterizzata soprattutto da Echinodermi (*Ophioderma longicauda, Amphiura filiformis, Stichopus regalis*), Molluschi (*Turritella tricarinata*), Anellidi (*Hermonia hystrix*) e Tunicati.

In questi fondi viene esercitata un'intensa attività di pesca a strascico da parte di alcune marinerie locali mentre sulla secca viene praticata saltuariamente la pesca col tramaglio da parte di pochi pescatori provenienti spesso da aree geograficamente molto distanti (es. Porto Cesareo - Lecce).

Conclusioni

Anche se a tutt'oggi non ci sentiamo ancora in grado di definire l'appartenenza del banco ad uno o all'altro tipo di coralligeno, tuttavia alcune osservazioni meritano di essere fatte. Con molta probabilità sul banco coesistono i differenti aspetti del coralligeno comunemente inteso, da quello delle semplici incrostazioni delle zone litorali a quello di una vera e propria formazione organogena; ad esempio, in alcune aree è stato rinvenuto un popolamento molto ricco di *Halimeda tuna* ed *Udotea petiolata* la qualcosa deporrebbe per la presenza di un tipico banco precoralligeno (Laubier, 1966). Ma d'altronde, concrezioni organogene spesse anche oltre 50 cm ed incrostazioni sottili sulla roccia nuda sono state pure rinvenute presenti sul banco stesso per cui i due tipi di co-

ralligeno (della roccia infralitorale e di plateau) potrebbero effettivamente coesistere nelle varie zone, probabilmente legate alle differenti esposizioni. L'elaborazione complessiva di tutti i dati rilevati ci permetterà di comprendere la validità di tale ipotesi che, ad un primo esame, ci sembra la più veritiera. D'altronde, però riteniamo che la maggior parte del banco dell'Amendolara sia da ascrivere al coralligeno di piattaforma sensu Sarà sia a causa della notevole concomitanza delle specie rinvenute e sia dell'aspetto notevolmente incrostato delle formazioni coralligene prelevate. Effettivamente questa biocenosi può definirsi, così come disse LAUBIER (1966), come un crocevia eco-etologico piuttosto che come una biocenosi semplice ben individualizzata, a causa della sua ricchezza e complessità biocenotica. Il coralligeno dell'Amendolara, allorquando completamente analizzato ed elaborato, permetterà di definire con maggior chiarezza i rapporti fra i due tipi di coralligeno conosciuti a causa della sua situazione particolare. L'elenco delle specie rinvenute sinora mostra una notevole complessità di rapporti con presenza di tutte le varie forme ecologiche conosciute (endobionti, epibionti, pivotanti, sessili, ecc.) la qualcosa rende ancora più interessante la definizione del problema. Infine occorre sottolineare un ulteriore elemento: il banco dell'Amendolara risulta completamente staccato dalla terraferma ed è quindi privo di apporti terrigeni continui: ciononostante la sua produttività biologica in termini di organismi carnivori situati a livelli trofici più alti è alquanto considerevole (soprattutto Pesci, Crostacei, Molluschi Cefalopodi) la qualcosa evidenzia ancora una volta l'importanza che questi banchi di coralligeno svolgono nell'economia e nella produttività dei mari.

La ricchezza faunistica della zona, soprattutto per quanto concerne la fauna ittica, era ben conosciuta da MAZZARELLI (1929) e POLICE (1930) i quali citano per la zona dentici, cernie, pagri, motelle, murene, saraghi, alici, alcuni sgomberoidi, ... , merluzzi, pescatrici, trigle (capponi), argentine, raie, gattucci, polpi.

Durante le nostre ricognizioni abbiamo effettuato alcuni saggi di pesca confermando quanto citato in bibliografia non solo per la varietà di specie pregiate rinvenute ma anche per la ricchezza in individui ed in taglia. Di questo aspetto particolare si dirà più approfonditamente in un prossimo lavoro.

Ringraziamenti

Si ringrazia sentitamente il sig. Cosimo Macripò per la valida collaborazione fornita durante l'espletamento delle campagne di rilevamento.

Summary

In this paper the Authors describe the Amendolara Sea-mount located in the Gulf of Corigliano (High Ionian Sea) at about 10 miles from the coast and in a place facing the Calabria village bearing the same name. It is a typical sub-marine mount whose nature and origin is still doubtful, considering that some old nautical maps (period: 1600-1700) recorded an island which has actually disappeared in the area — the sea-mount from —20 m goes down to about 200 m depth and is extended for about 12 square miles. The biocenoses have been explored by dredging and we make a first qualitative discussion of the sea-mount, there have been found different biocenoses, among which the most interesting are the coralligenous and the coralligenous detritic bottom for its specific richness and for the rarity of the species found. The coralligenous bottom is

very much uneven with spears and pinnacles, mostly of organogenous nature (mostly coralline algae and bryozoa), whereas the detritic bottoms have different classes according to the distance from the coralligenous bottom found and from the existing currents in the area.

Riassunto

Gli Autori descrivono nel presente lavoro il Banco dell'Amendolara, sito nel Golfo di Corigliano (Alto Jonio) a circa 10 miglia dalla costa ed in località prospiciente l'omonimo comune calabro. Trattasi di una tipica montagna sottomarina la cui natura ed origine resta ancora dubbia considerando il fatto che antiche carte nautiche (periodo 1600-1700) riportavano nella zona un'isola attualmente scomparsa. Il Banco da —20 m scende sino a circa 200 m di profondità ed è esteso per circa 12 miglia quadrate. Le biocenosi sono state indagate mediante la tecnica del dragaggio e viene fornita una prima descrizione qualitativa del banco. Sono state rinvenute differenti biocenosi fra le quali le più interessanti sono risultate il coralligeno ed il detrito di coralligeno per le ricchezze specifiche e per la rarità delle specie presenti. Il coralligeno si presenta quanto mai accidentato con picchi e pinnacoli prevalentemente di natura organogena (soprattutto alghe corallinacee e Briozoi) mentre i fondi detritici presentano differente classatura a seconda della distanza del coralligeno presente e delle correnti esistenti nella zona.

Bibliografia

D'ARRIGO A. (1959) - Premessa geofisica alla ricerca di Sibari. *Centro Studi per la Magna Grecia. Arte Tipografica* Ed. Napoli: 128-150.

LABORELL J. (1960) - Contribution à l'étude direct des peuplements bentiques sciaphiles sur substrat rocheux en Méditerranée. (Thèse 3° cycle). *Rec. Stat. mar. Endôume* **33** (20).

LABORELL J. (1961) - Le concretionement algal «Coralligène» et son importance géomorphologique en Mediterranée. *Rec. Trav. St. mar. End.* **23** fasc. 37.

LAUBIER L. (1966) - Le Coralligène des Albères. Monographie biocénotique. *Ann. Inst. Océanogr.*, Monaco, **43**: 137-316.

MAZZARELLI G. (1929) - Osservazioni eseguite durante la campagna della R.N. «Tritone» nei mesi di luglio-settembre 1926. *Boll. Pesca Idrobiol.*: 1015-1032.

PERES J.M. (1957) - Problème de l'étagement des formations benthiques. *Rec. Trav. Stat. mar. En.* **21** (12).

PERES J.M. et PICARD (1964) - Nouveau manuel de bionomie benthique de la mer Méditerranée. *Rec. Trav. Sta. Mar. Endoume Fac. Sci. Marseille*, **31** (47): 5-137.

POLICE G. (1930) - La pesca nei mari di Calabria. *Boll. Pesca Idrobiol.*: 1003-1107.

SARÀ M. (1968a) - Research on benthic fauna of Southern Adriatic Italian coast. *Final Scientific Report. O.N.R.* Washington: 1-53.

SARÀ M. (1968b) - Un coralligeno di piattaforma (Coralligène de plateau) lungo il litorale pugliese. *Arc. Ocean. Limn.* **15** (Suppl.): 139-150.

SARÀ M. (1969) - Research on coralligenous formation: problems and perspectives. *Pubbl. Stat. Zool.*, **37** (Suppl.): 124-134.

SARÀ M., G. PULITZER-FINALI (1970) - Nuove vedute sulla classificazione dei fondi coralligeni. *Pubbl. Stat. Zool. Napoli*, **38** (Suppl.): 174-179.

SARÀ M. (1971) - Un biotopo da proteggere: il coralligeno pugliese. *Atti del I Simp. Naz. Conserv. Natura*, 145-151.

OEBALIA 1985, vol. XI, N.S.: 389-399 *ISSN 0392-6613*

G. D'ANNA* G. GIACCONE** S. RIGGIO*

*Laboratorio di Ecologia - Istituto di Zoologia dell'Università di Palermo
Via Archirafi, 18 - 90123 Palermo - Italy

**Istituto di Botanica dell'Università di Palermo
Via Archirafi, 38 - 90123 Palermo - Italy

LINEAMENTI BIONOMICI DEI BANCHI DI MITILI DI BALESTRATE (SICILIA OCCIDENTALE)

Abstract

Mussel bed ecology in N/W Sicily.

The results of a survey on a Mytilus galloprovincialis *bed recently settled on the Northwestern coast of Sicily are reported. Following a bionomical description and census of the algal vegetation as well as of the invertebrate fauna associated to mussels, the significance of the biotic complexes is discussed. A relation of mussel growth with industrial pollution and eutrophication is demostrated, and a competitive exclusion of* M. galloprovincialis *and* Mytilaster minimus *is put into evidence.*

Key-words: Benthic communities, *M. galloprovincialis*, eutrophication, industrial pollution, competition.

Introduzione

Mytilus galloprovincialis è fra i Taxa a maggiore diffusione dell'intero Mediterraneo. Esso ha anche una fondamentale importanza bionomica dato il suo carattere di specie pilota delle biocenosi infralitorali di substrato duro (PÉRÈS & PICARD 1964; BELLAN-SANTINI 1969), ma è probabile che il suo significato biologico sia più ampio di quanto finora ritenuto.

La distribuzione di *M. galloprovincialis* non è infatti continua in tutto il bacino. Nel basso Tirreno essa subisce una vistosa interruzione mentre sulle coste sicule la presenza del mitilo è molto discontinua e va messa in relazione ad episodi recenti di immigrazione a loro volta legati ad aumenti massicci del livello di eutrofizzazione.

Banchi di notevole estensione sono segnalati da circa un quindicennio nel Golfo di Castellammare in corrispondenza degli scarichi di alcune distillerie di alcool e di trasformazione delle vinacce ad elevato potere inquinante. Insediamenti puntiformi e

discontinui si registrano invece in aree affette da scarichi domestici, come il Golfo di Palermo e la baia di Carini, sicchè si può in partenza escludere una relazione di causa-effetto tra eutrofizzazione tout-court e presenza di mitili. Tale osservazione ha fornito lo spunto per uno studio in dettaglio dei banchi del Golfo di Castellammare, da cui si attende una risposta ad alcuni quesiti (Fig. 1), uno dei quali riguarda in particolare l'evoluzione dei fenomeni eutrofici nel Mediterraneo, mentre un altro investe specificamente la biologia del *M. galloprovincialis* e i suoi rapporti con Taxa dal significato ecologico molto vicino, come nel nostro caso *M. minimus* considerato specie vicariante.

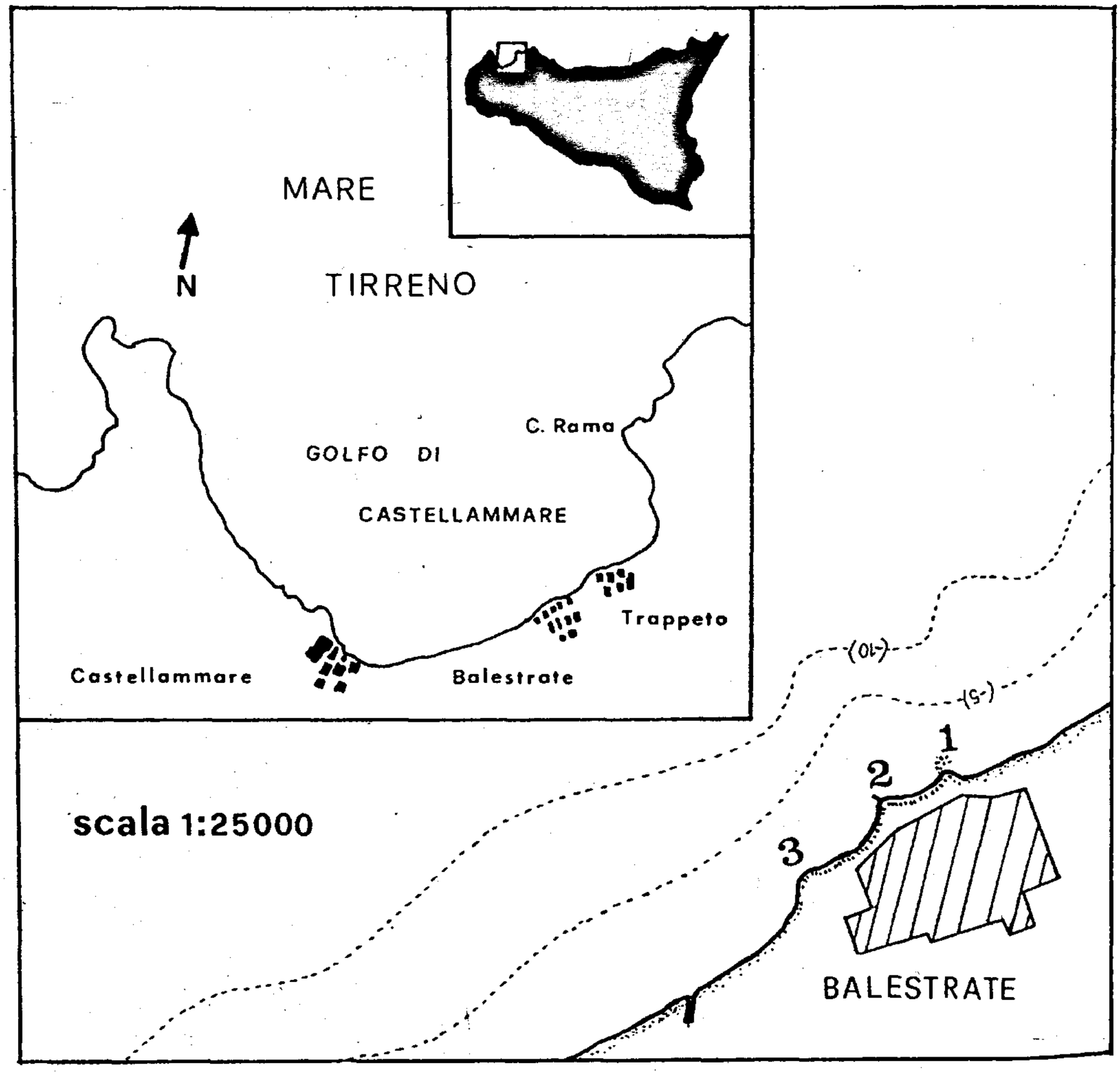


Fig. 1 - Mappa del Golfo di Castellammare nella Sicilia occidentale. Località della ricerca con indicazioni delle stazioni dei prelievi.

Materiali e metodi

Nel periodo ottobre 1982-settembre 1983 sono stati prelevati, secondo le metodologie bionomiche e con frequenze stagionali, 12 campioni di 400 cmq a livello della frangia infralitorale. I prelievi sono stati effettuati in 3 stazioni dislocate lungo il litorale di Balestrate, secondo un asse levante-ponente (Fig. 1). Sono state censite le specie componenti ed è stata stimata la loro copertura percentuale. I dati ottenuti sono stati riportati in tabelle bionomiche.

Sono state calcolate le diversità parziali e globali secondo la formula di SHANNON & WEAVER. Esami più particolari sono stati eseguiti sulle due specie *M. galloprovincialis* e *M. minimus* dei quali sono state misurate le dimensioni individuali dei due diametri longitudinale (DM) e trasversale (dm) della conchiglia. I dati ottenuti sono stati ordinati in tabelle biometriche secondo serie crescenti, multiple dell'ampiezza standard di 5 mm. La rappresentazione e i rapporti di frequenza delle classi dimensionali è stata effettuata mediante istogrammi nei quali il solo DM è stato preso in considerazione.

Località dei prelievi

Le 3 stazioni esaminate sono ubicate lungo il litorale di Balestrate, centro urbano posto a metà dell'arco costiero del Golfo di Castellammare, e distante circa 60 km da Palermo. Nell'ambito cittadino è situato un impianto per la trasformazione industriale delle vinacce e la distillazione dell'alcool da uva, di notevoli dimensioni e capacità, sui quali però non sono disponibili dati ufficiali. Gli scarichi della distilleria e di altri impianti industriali minori (cantine sociali, segherie di marmi, officine meccaniche, ecc.) e dell'abitato confluiscono in un sistema fognario comune privo di trattamento. La stazione 1 «Conchiglia» è situata alla distanza di 200 m ad est dello scarico fognario, ed è costituita da un basso specchio di mare delimitato da un arco di scogli calcarenitici, con profondità massima di 1,8 m nel punto più esterno. La stazione 2 «Banchina» è posta a circa 80 m ad ovest dello scarico ed è un tavolato calcarenitico parzialmente emerso, interamente ricoperto da Ulvales e melma settica. Le condizioni ambientali sono caratterizzate dal deflusso di liquami domestici e scorie industriali, a volte fortemente tossiche e dall'accumulo dei reflui in uno spazio molto ristretto con scarse possibilità di diluizione.

Ne deriva un altissimo livello di eutrofizzazione che nel periodo tardo estivo evolve in distrofia. La stazione 3 «Barche» è situata a 400 m ad ovest dello scarico fognario ed è costituita da un basso fondale uniforme ricoperto da detriti organogeni, sabbie e ghiaie, circoscritto da una piattaforma di scogli litoranei e delimitato al largo dalla prateria di Posidonia.

Risultati

L'esame qualitativo dei campioni di Balestrate indica la loro appartenenza alle comunità di acque mediamente inquinate, ed alla biocenosi a *M. galloprovincialis* di acque inquinate. Delle 89 specie di alghe individuate, ben 26 sono Ulothricales in gran parte ascrivibili alle forme galenofile e tionitrofile.

Fra le Rodoficee, per quanto riguarda la copertura percentuale, domina *Pterocladia pinnata* (Hids.) Papenf., *Corallina elongata* Johnst., *C. officinalis* e *Gigartina acicularis* (Wulf) Lamour.

Le alghe brune sono una componenete decisamente secondaria (Fig. 2). Con 93 taxa, esclusi i Briozoi Ciclostomi, la componente animale costituisce più della metà del popolamento complessivo.

I gruppi più numerosi sono i Policheti con 32 specie e i Molluschi Gasteropodi con 31. Seguono i Briozoi con 9 taxa, i Crostacei Peracaridi con 8 specie e i Molluschi Bivalvi con 7 (Fig. 2).

Per quanto riguarda i popolamenti delle singole stazioni essi possono riassumersi nei quadri seguenti.

STAZIONE 1: è dominata da *C. officinalis, Pterocladia pinnata* e *Lithophyllum incrustans* Phil. Il popolamento algale comprende 49 specie, di cui 24 sono Rodoficee e 6 Feoficee, con un rapporto R/P uguale a 4. Fra le forme animali, sono dominanti *Syllis gracilis* Grube e *S. hyalina* Grube, *Perinereis cultrifera* Grube e *Lumbrinereis impatiens* Clap. Il popolamento può farsi rientrare nelle facies a *Corallina officinalis* di acque moderatamente inquinate, con numerose forme portuali. Il quadro è abbastanza stabile nell'arco annuale.

La copertura a mitili è continua e pluristratificata. L'accrescimento è lentissimo nel periodo autunnale-invernale, per accelerare di molto tra aprile e giugno, allorchè si assiste ad un sensibile incremento delle dimensioni con un raddoppiamento delle biomasse. Nel periodo tardo estivo aumenta la mortalità delle forme giovanili e a settembre si registra anche un calo notevole di individui a sviluppo completo. La diversità si mantiene intorno a valori pressocchè costanti per l'intero arco annuale (Fig. 3).

STAZIONE 2: il numero dei taxa algali è 49 con un R/P = 5. Numerose sono le specie indicatrici di eutrofizzazione o di ambienti fortemente inquinanti.

Lungo tutto l'arco autunnale fino alla tarda primavera *Ulva rigida* C. Ag. e *U. rotundata* Blid. occupano superfici prossime al 100%, seguite da *Cladophora prolifera* (Roth) Kutz e da *L. incrustans*. Un calo sensibile nelle coperture algali si registra nella tarda estate. Il popolamento presente nella stazione 2 rientra quindi nello *Pterocladio-Ulvetum* Mol. 1958, del quale mostra le specie pilota, con accentuazione della componente più spiccatamente nitrofila e galenofila. Le forme animali dominanti sono Sillidi e Nereidi tra i Policheti, Patellidi tra i Molluschi Gasteropodi. Gli indici di diversità sono bassi e costanti. Le popolazioni di *M. galloprovincialis* sono numerose in autun-

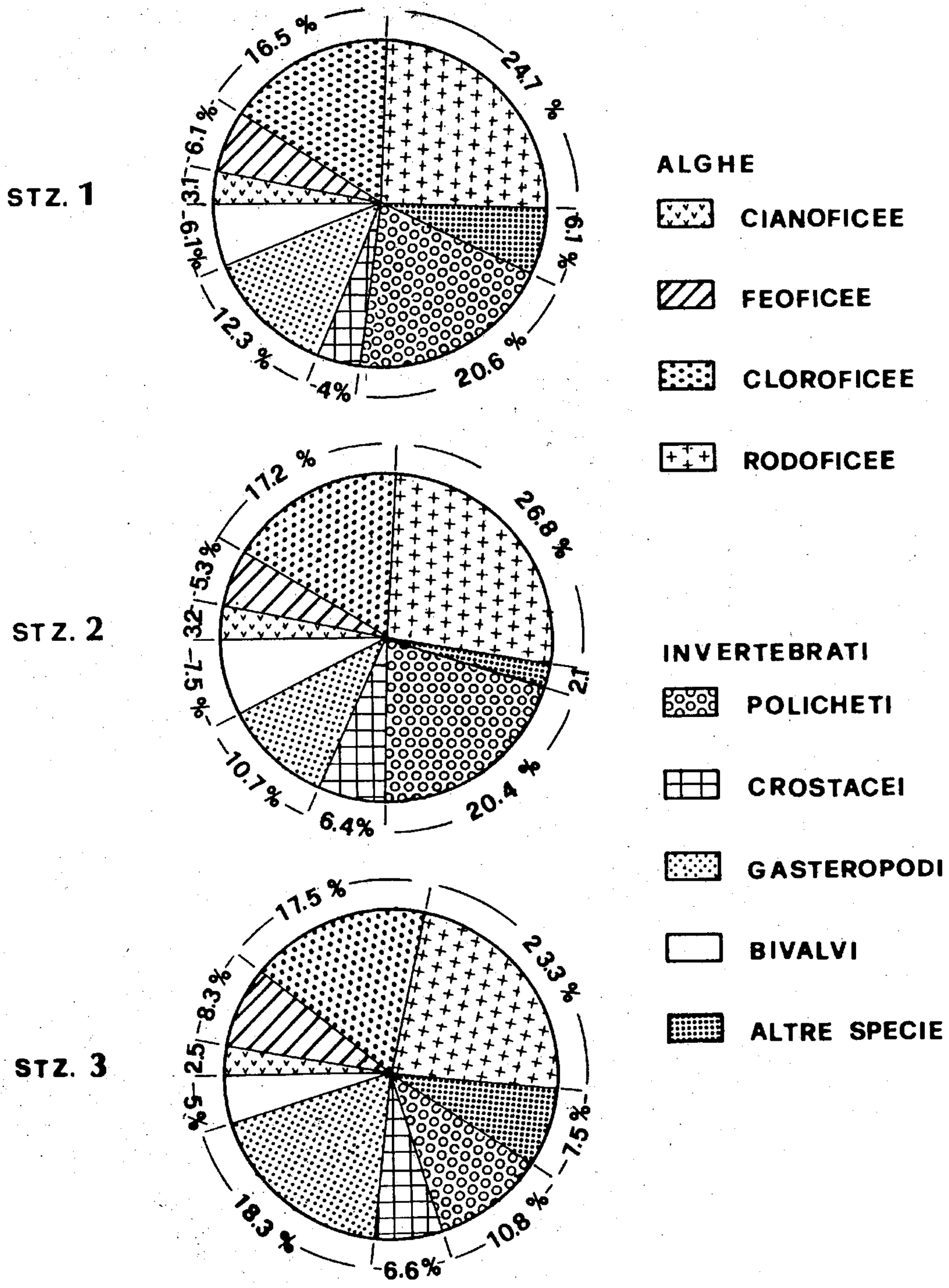


Fig. 2 - Composizione percentuale dei popolamenti per numero di specie.

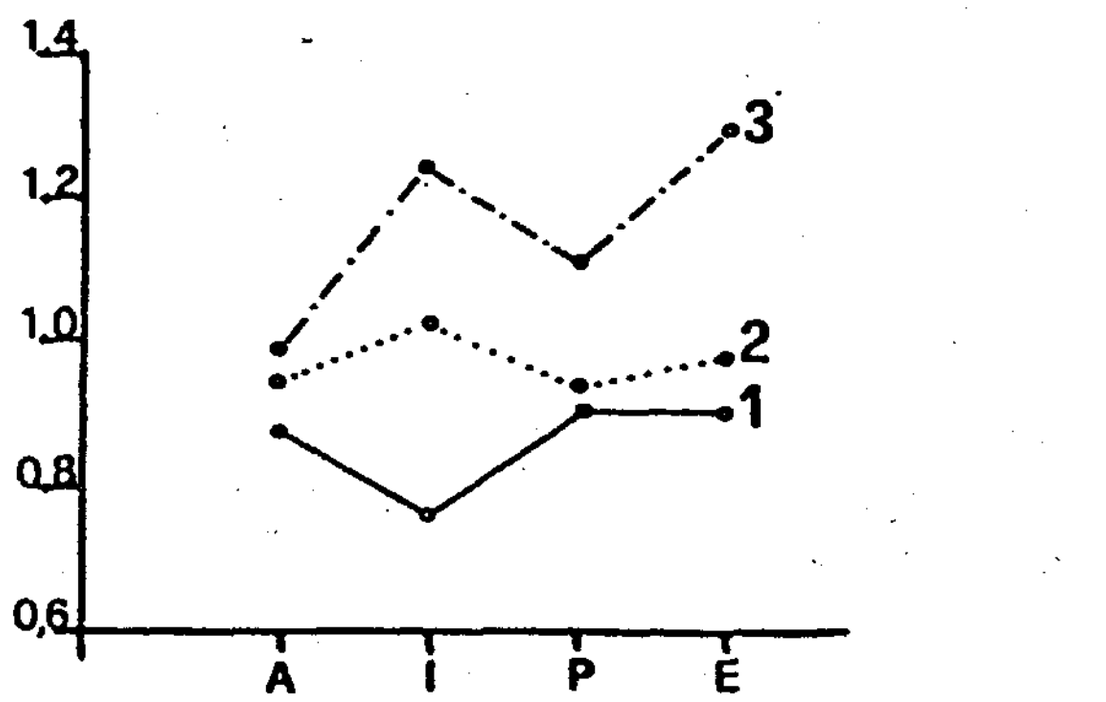


Fig. 3 - Indici di diversità secondo SHANNON e WEAVER.
A = prelievo autunnale; I = prelievo invernale; P = prelievo primaverile; E = prelievo estivo.

no, ma si riducono nel periodo invernale a causa di un improvviso incremento della mortalità degli adulti, cui fa riscontro una ricolonizzazione massiccia da parte di *M. minimus*.

STAZIONE 3: il popolamento comprende 62 specie algali con un R/P = 2,8.

L'alto numero di specie a basso indice di copertura sfuma il ruolo delle forme galenofile che dominano nelle stazioni precedenti, per cui la stazione 3 va considerata un sito di transizione tra lo Pterocladio-Ulvetum e le facies a *Corallina officinalis* (GIACCONE, 1978). La variabilità delle condizioni si riflette nella presenza di specie tipiche di acque moderatamente eutrofiche quali *Cystoseira barbata* J. Ag., *Halopteris filicina* (Grat.) Kutz., *Sphacelaria fusca* (Huds) C. Ag., *S. furcigera* Kutz.

Le componenti algali e faunistiche mostrano la presenza di specie eurialine, come *Nereis diversicolor* O.F. Muller. Differenze sensibili rispetto alle altre stazioni mostra il popolamento a Sillidi, con prevalenza di *S. armillaris* Malm. che sembra sostituire *S. prolifera* e *S. halina*. Nel complesso la ricchezza specifica è abbastanza elevata e i valori delle diversità sono sensibilmente più elevati che alle altre stazioni (Fig. 3).

M. galloprovincialis e *M. minimus* convivono in popolamenti equilibrati e il primo è rappresentato da individui di dimensioni ridotte non superiori ai 20 mm. Il peso umido dei mitili si mantiene quasi costante in tutti e 4 i campioni, restando a valori inferiori ai 100 gr/400 cmq.

Discussioni e conclusioni

L'idrologia costiera ha un ruolo determinante sulle condizioni che favoriscono lo sviluppo dei banchi di mitili di Balestrate. L'intero settore centro-orientale del Golfo di Castellammare è soggetto ad imponenti apporti eutrofizzanti sia da parte dei numerosi corsi d'acqua che drenano pesticidi e fertilizzanti dell'entroterra agricolo, sia da parte delle industrie costiere, centri abitati e complessi edilizi sorti in pochi anni a ridosso del litorale. Risorgive subacque e litoranee contirbuiscono inoltre ad abbassare la salinità (Riggio & Massa, 1974).

Le stazioni esaminate a Balestrate mostrano uno stato di eutrofizzazione variabile da un livello massimale raggiunto alla stazione 2 ad uno moderato raggiunto dalla stazione 3, con un livello intermedio alla stazione 1.

Tale distribuzione degli apporti organici in gran parte dipende dalle correnti generate dai venti del IV quadrante dominanti nell'arco autunnale-primaverile, e, in subordine, dalla vicinanza di scarichi minori. La stazione 3, posta sopravvento rispetto agli scarichi, gode di condizioni migliori per gran parte dell'anno, e soltanto nel periodo estivo od in regime di calme atmosferiche verrebbe investita da limitate correnti originate dalle brezze di levante, o dall'allargamento dell'area interessata dai reflui. Tali condizioni spiegano il moderato trofismo di questa stazione in cui sono presenti specie algali nitrofili e galenofile ma con coperture inferiori rispetto a quelle delle altre due stazioni. Estesi banchi di mitili sono presenti da circa un decennio anche a levante di Balestrate, presso lo sbocco del torrente Nocella e sono anch'essi in relazione agli affluenti di impianti di distillazione dei vini. Nel caso di Balestrate in particolare è evidente una crescita differenziale dei mitili a seconda della distanza dallo scarico.

Nella stazione 1 si verifica una maggiore crescita rispetto alle altre stazioni (Fig. 4) con tassi di incremento delle dimensioni dei gusci che sono oltre i 2/3 dei valori registrati in Adriatico (Bombace, 1982; Dalla Venezia, 1979; Renzoni, 1973). I nostri risultati si accordano bene con i dati forniti per località medio e basso tirreniche, sia su substrati naturali (Renzoni, 1962; 1963) che artificiali (Ardizzone & Chimenz, 1981-82). Viceversa, nella stazione 2 posta nelle immediate vicinanze dello scarico, i tassi di accrescimento possono considerarsi «normali» soltanto per intervalli più o meno limitati di tempo.

A partire da settembre si registrano infatti morie imponenti dei bivalvi non compensate dall'impianto di forme giovanili. Esse sono imputabili all'acutizzarsi della crisi distrofica tardo-estiva, e molto più all'effetto tossico delle acque di lavaggio delle cisterne adibite allo stoccaggio dei mosti, che vengono scaricati direttamente in mare alla fine del periodo balneare e precedentemente alla vendemmia. Lo scarico, anche se intermittente si protrae fino al mese di giugno. Tale situazione favorisce l'impianto di *M. minimus* che in tal caso si rivela specie fortemente concorrente e decisamente più tollerante a condizioni ambientali anche molto degradate. *M. minimus* è infatti il bivalve più comune lungo la fascia mediolitorale e la frangia, e in prossimità di scarichi registra un aumento deciso del numero degli individui e delle dimensioni individuali (Riggio & Ar-

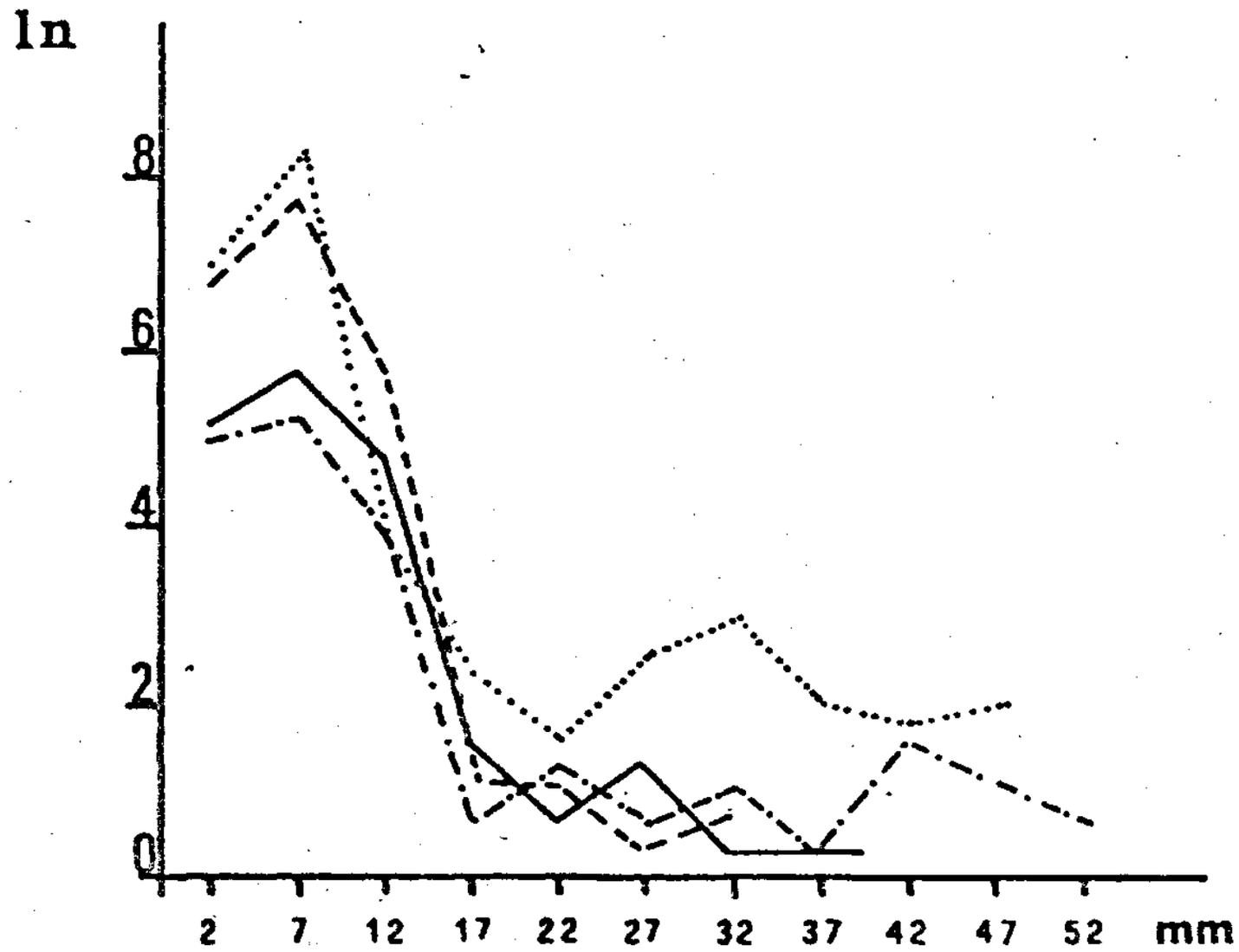


Fig. 4 - Accrescimento in lunghezza (DM) dei mitili alla stazione 1 (scala logaritmica).

DIZZONE, 1979; 1980). A causa di tale distribuzione può essere considerato una specie vicariante il *M. galloprovincialis* lungo le coste meridionali (RIGGIO & DI PISA, 1980).

Il ruolo degli scarichi di una industria enologica sul trofismo costiero d'altronde è molto importante dato che i reflui contengono concentrazioni elevatissime di sostanze organiche ad alto contenuto energetico ed alimentare e biostimolanti in genere. La frazione particolata, eliminata nelle pubbliche discariche, arricchisce ulteriormente le acque di materiali che diventano pabulum per popolazioni di microrganismi decompositori. Verosilmente la crescita dei mitili è legata proprio allo sviluppo della microflora sui sedimenti organici accumulati al largo dello scarico, piuttosto che al contenuto degli scarichi stessi. La decomposizione graduale dei sedimenti avrebbe l'effetto di liberare quantità costanti di nutrienti capaci di alimentare i banchi e che verrebbero ridistribuite con le correnti litoranee. Tale ipotesi spiegherebbe sia la diversa distribuzione dei mitili alle stazioni 1 e 3, ma anche i diversi tipi di accrescimento corporeo e ponderale. Dalla nostra analisi si trae la conclusione che la presenza dei mitili sia in banchi che in piccoli popolamenti isolati è da mettere in relazione alla presenza di acque inquinate: è perciò

da escludere, sulla costa siciliana, una biocenosi a mitili in «acque pure» sensu BELLAN-SANTINI (cit.). Si potrebbe naturalmente obiettare che dato il basso trofismo delle acque tirreniche meridionali, le cosiddette «acque pure» descritte per la regione marsigliese al confronto risulterebbero piuttosto eutrofiche.

La stessa presenza ed abbondanza di talune specie del genere *Syllis*, da BELLAN (1980a; 1980b) considerate indicatrici di acque pulite, sulle coste siciliane si trovano soprattutto in ambienti portuali o presso scarichi fognari, e proprio i rilievi di Balestrate confermano tale discordanza di risultati.

In conclusione l'espansione di *M. galloprovincialis* nel Golfo di Castellammare, è un fenomeno da non sottovalutare che quasi sicuramente prelude ad una avanzata più massiccia dei mitili sulle nostre coste, indice non trascurabile di una profonda e forse irreversibile trasformazione dell'idrologia dell'intero bacino mediterraneo.

Summary

Notes on the ecology of mussel beds in Northwestern Sicily.

Mytilus galloprovincialis *is one of the most frequent species along the infralittoral fringe of the Mediterranean coasts. Despite its very wide geographic distribution, it is almost absent from the Southern Tyrrhenian Basin, and it exhibits a dot-like distribution in Northern Sicily, as a consequence of a recent invasion due to the onset of massive euthrophication phenomena. For about 15 years, extensive mussel beds have settled along the Gulf of Castellammare, in coincidence of the outflow of alcohol distilleries, which contribute to severely deteriorating the coastal environment and enriching the waters with huge amounts of nutrients.*

A bionomical study was undertaken on the mussel beds lying along the coastside of Balestrate, at the centre of the Gulf of Castellammare, where three sampling stations were chosen.

Examination of mussel beds has yielded 182 species, 93 of which are invertebrates. The algal communities mostly belong to the Pterocladio-Ulvetum *phytosociological unit (Station 2) and to the* Corallina officinalis *facies (Station 1).* M. galloprovincialis *is particularly luxuriant at station 1; it undergoes a severe stress at station 2 as a consequence of industrial pollution; it grows to a rather small individual size a, d a low density at station 3 in cleaner water. A competitive exclusion between* M. galloprovincialis *and* Mytilaster minimus *can be inferred from our results. The second species exhibits a more opportunistic behaviour and a greater ability to withstand the impact of toxic substances. As a conclusion, the study of* M. galloprovincialis *at its southernmost boundaries is a noteworthy contribution to the highlighting of large scale changes taking place in the hydrology of the Mediterranean Basin.*

Riassunto

Note sull'ecologia dei banchi di mitili in Sicilia nord occidentale.

Mytilus galloprovincialis è una delle specie più frequenti nella fascia infralitorale delle coste mediterranee. Nonostante la sua ampissima distribuzione geografica, è quasi assente dal bacino meridionale tirrenico e mostra una distribuzione discontinua nella Sicilia Settentrionale, come se ciò fosse una conseguenza dell'eutrofizzazione. Da circa 15 anni si sono insediati dei banchi di mitili nel Golfo di Castellammare, presso gli scarichi delle distillerie di alcool, che hanno contribuito al deterioramento dell'ambiente costiero, arricchendo le acque di grandi quantità di nutrienti.

Si è condotto uno studio bionomico sui banchi siti lungo la costa di Balestrate, al centro del Golfo di Castellammare, dove sono state scelte 3 Stazioni campione. Si sono trovate 182 specie, 93 delle quali appartengono agli invertebrati. Le comunità algali per lo più appartengono al gruppo Pterocladio-Ulvetum (Staz. 2) e alla facies di *Corallina officinalis* (Staz. 1). *Mytilus galloprovincialis* è particolarmente abbondante nella Staz. 1; viene sottoposta ad un severo stress nella Staz. 2, come conseguenza d'inquinamenti industriali. Un'esclusione competitiva tra *M. galloprovincialis* e *Mytilaster minimus* si può riscontrare grazie ai nostri risultati.

Bibliografia

ARDIZZONE G.D., CHIMENZ C. (1981-82) - Primi insediamenti bentonici della barriera artificiale di Fregene. *Atti Conv. Unità Operative Risorse Biologiche ed Inquinamento Marino*, Roma: 165-181.

BELLAN G. (1980a) - Annélides polychètes des substrats solides de trois milieux pollués sur les côtes de Provence (France) Cortiou, Golfe de Fos, Vieux port de Marseille. *Téthys*, **9** (3): 267-278.

BELLAN G. (1980b) - Relationship of pollution to rocky substratum Polychaetes on the French Mediterraneum coast. *Mar. Pollution Bull.*, **11**: 318-321.

BELLAN-SANTINI D. (1969) - Contribution a l'étude des peuplements infralittoraux sur substrat rocheux. *Rec. Trav. Stat. Mar. Endoume,* **63** (47): 294.

BOMBACE G. (1982) - Il punto sulle barriere artificiali: problemi e prospettive. *Natur. Sicil.*, S. IV, VI (suppl.) **3**: 573-591.

DALLA VENEZIA L. (1979) - Prime osservazioni sugli insediamenti di *Mytilus* sp. sulle barriere artificiali del Conero (Ancona). *Atti Conv. Scien. Naz. CNR,* Roma, II: 949-957.

GIACCONE G. (1978) - Effects on phytobenthos of marine domestic waster-water disposal. *Progress in water technology*, **14**: 51-58 Pergamon press.

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.

RENZONI A. (1962) - Osservazioni sulla concentrazione e sulla distribuzione delle larve di *Mytilus galloprovincialis.* Lam. nel Golfo partenopeo. *Pubbl. Staz. Zool. Napoli*, **32** (suppl.): 58-69.

RENZONI A. (1963) - Ricerche ecologiche ed idrobiologiche su *Mytilus galloprovincialis* Lam. nel Golfo di Napoli. *Boll. Pesc. Piscic. Idrob. Milano*, **18** (2): 187-239.

RENZONI A. (1973) - Dati su accrescimento e ciclo riproduttivo di *Mytilus galloprovincialis* nella Sacca di Scardovari. *Boll. Pesca Piscic. Idrob.* **28/2**: 205-216.

RIGGIO S., MASSA B. (1974) - Problemi di conservazione della natura in Sicilia. *Atti IV Simp. Naz. per la conservazione della natura in Italia*, Bari: 399-425.

RIGGIO S., ARDIZZONE G.D. (1979) - Prospettive dell'impiego di substrati artificiali per il ripopolamento e la protezione dei fondali costieri della Sicilia nord-occidentale. *Atti Conv. Scient. Naz. CNR*, Roma: 157-184.

RIGGIO S., ARDIZZONE G.D. (1980) - Eutrofizzazione e comunità bentoniche su substrati artificiali. Indagini preliminari sulle coste della Sicilia nord-occidentale. *Quad. Lab. Pesca*, **3** (1 suppl.): 605-618.

RIGGIO S., DI PISA G. (1980) - Osservazioni sui patterns di insediamento di comunità bentoniche portuali in relazione alla geometria del substrato. *Mem. Biol. Mar. e Oceanog.*, suppl. X: 291-297.

OEBALIA 1985, vol. XI, N.S.: 401-416 *ISSN 0392-6613*

A. TURSI* A. MATARRESE** L. SCALERA LIACI**
G. COSTANTINO** R. CAVALLO* E. CECERE*

* Istituto Sperimentale Talassografico C.N.R. - Via Roma, 3 - 74100 Taranto - Italy

** Istituto di Zoologia ed Anatomia Comparata - Università degli Studi
Via Amendola, 165/A - Bari - Italy

COLONIZZAZIONE DI SUBSTRATI DURI ARTIFICIALI IMMERSI IN UNA BIOCENOSI CORALLIGENA ED IN UN POSIDONIETO

Abstract

This paper reports the settlement data concerning hard artificial substrata immersed in a coralligenous biocenosis and in a Posidonia *meadow located near the town of Taranto (Ionian Sea) at about 17 m of depth.*

The experience has been effected for thirthy months, using asbestos-cement panels with the following dimensions: 20×30×0.4 cm.

We have studied the number of species, the diversity (Shannon Index), the evenness and the intercoenotic affinity.

Key-words: Colonization, Coralligenous, *Posidonia*, Ionian Sea.

Introduzione

Gli studi sul fouling, effettuati negli ultimi decenni da parte dei ricercatori italiani e stranieri hanno riguardato soprattutto ambienti degradati, quasi sempre portuali (GERACI & RELINI, 1970; GHERARDI, 1973; RELINI, 1966a; RELINI & MONTANARI, 1973a; CHIMENZ, 1975; TURSI *et al.*, 1982, ecc.) a causa dei riflessi applicativi ad essi connessi. D'altro canto però, l'aspetto prettamente scientifico relativo al problema della colonizzazione di substrati duri non è stato del tutto trascurato ma anzi ha rappresentato spesso una base per interessanti speculazioni teoriche (HUVÉ, 1953a; 1953b; 1954; RELINI, 1974; HARMELIN, 1976; TURSI *et al.*, 1984, ecc.).

Tali studi hanno interessato soprattutto gli aspetti fondamentali inerenti la dinamica della colonizzazione dei substrati duri, dell'instaurarsi della pellicola primaria, delle varie seriazioni sino all'instaurarsi della facies climax.

L'esperimento da noi condotto si è posto come obiettivo quello di individuare le tappe della colonizzazione che si verificano in una biocenosi coralligena e nel posidonieto, ambienti caratterizzati, da un punto di vista prettamente ecologico, da una notevole stabilità interna.

Un lavoro simile era stato condotto da RELINI *et al.* (1973b) nella baia di Riva Trigoso (Golfo di Genova), sebbene a profondità maggiori (rispettivamente —28 e —35 metri) con un particolare approfondimento dello studio dei Poriferi (PANSINI *et al.*, 1974), dei Briozoi (GERACI & VALSUANI, 1973), dei Policheti Sedentari e dei Cirripedi (BAZZICALUPO *et al.*, 1973) e degli Idroidi (REPETTO *et. al.*, 1977).

Materiali e metodi

L'esperimento di colonizzazione è stato effettuato in due ambienti caratterizzati rispettivamente dalla biocenosi coralligena infralitorale (SARÀ, 1970) e dal posidonieto, siti in prossimità di Taranto, alla profondità di circa 17 metri (Fig. 1). A gennaio del 1982 è stata immersa in ciascuno dei due ambienti una struttura portante n. 24 pannelli di asbesto di $20 \times 30 \times 0{,}4$ cm. Con periodicità variabile da uno a più mesi, in immersione, veniva prelevato un pannello da entrambe le zone (Tab. 1). Ogni individuo di ciascuna specie rinvenuto insediato sul pannello veniva localizzato mediante un sistema di coordinate 10×10, la qualcosa permetteva una più semplice archiviazione dei dati poiché ogni faccia del pannello veniva così scomposta in 100 maglie elementari (TURSI *et al.*, 1983).

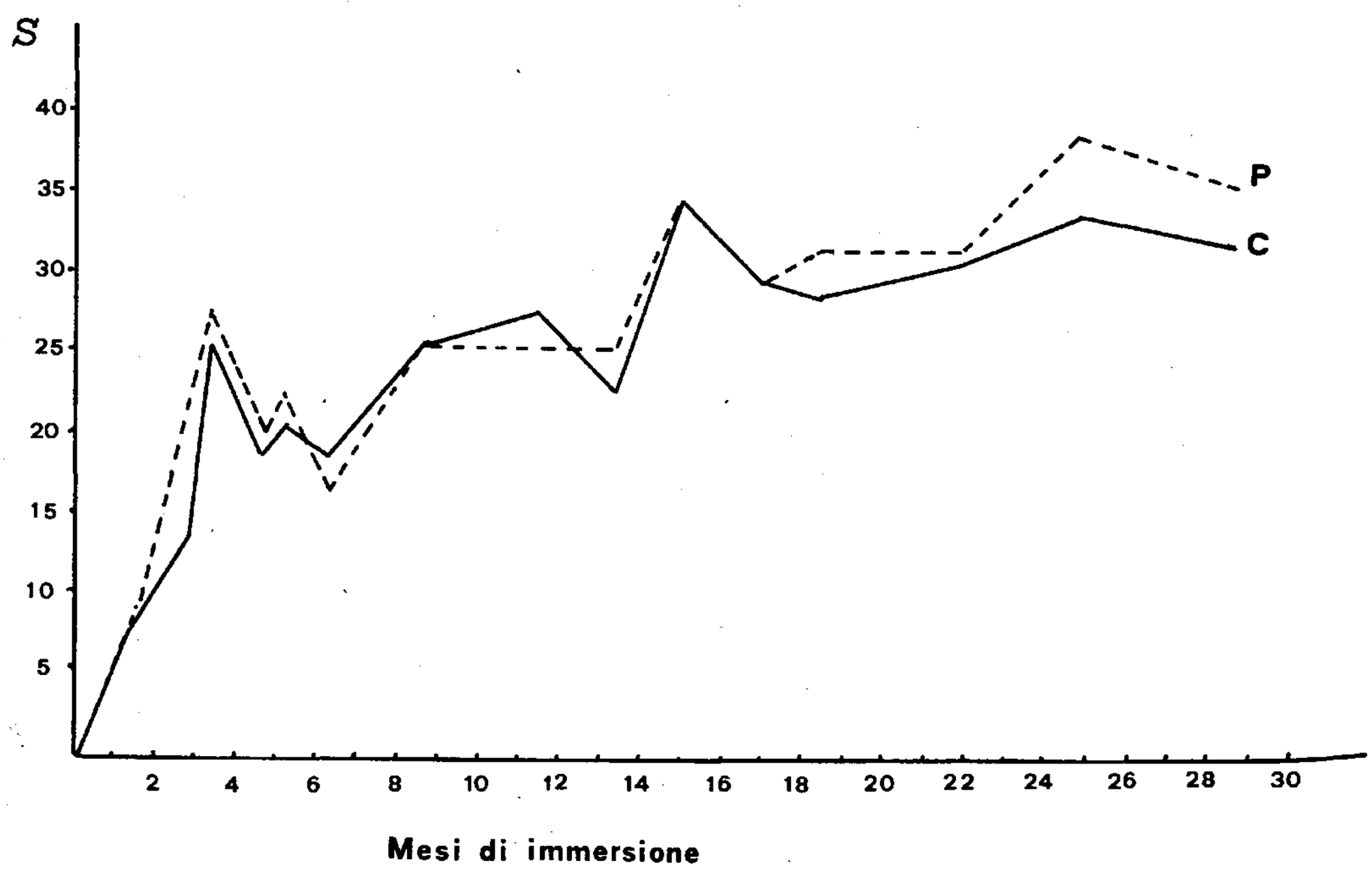


Fig. 1 - Localizzazione delle stazioni sperimentali: A) posidonieto B) coralligeno.

Tab. 1 - *Numero di specie rinvenute sui pannelli immersi il 4 Gennaio 1982.*

DATA PRELIEVO	28/1/82	7/3/82	7/4/82	21/4/82	9/5/82	20/6/82	4/7/82	5/8/82	17/10/82	5/12/82	9/1/83	9/3/83	28/4/83	25/6/83	8/8/83	24/11/83	30/1/84	16/6/84
DURATA IN GIORNI	0	39	70	84	102	144	158	190	263	312	347	407	457	515	559	667	754	872
DURATA IN MESI	0	1,3	2,3	2,8	3,4	4,7	5,2	6,3	8,6	10,3	11,4	13,4	15,0	17,0	18,4	21,9	24,8	28,7
								N. SPECIE RINVENUTE										
Coralligeno	0	8	—	14	26	19	21	19	26	—	28	23	35	30	29	31	34	32
Posidonieto	0	7	16	—	27	21	23	17	26	26	—	26	35	30	32	32	39	36

Nel presente lavoro abbiamo analizzato i dati di colonizzazione rilevati sino a giugno 1984, vale a dire dopo trenta mesi di immersione. Una durata così lunga d'immersione era stata già auspicata da RELINI *et al.* (1973b), RELINI *et al.* (1982), VACELET (1980), HARMELIN (1980) al fine di permettere un arricchimento qualitativo delle associazioni insediate.

Risultati

Nel corso degli esperimenti sono state rinvenute circa 90 specie bentoniche appartenenti ai vari taxa (Poriferi, Cnidari, Idrozoi, Molluschi (Gasteropodi e Bivalvi), Anellidi (soprattutto Policheti Serpulidi), Briozoi, Crostacei (Cirripedi toracici) ed Ascidiacei). Un elenco di tali specie è riportato in Tab. 2 ove inoltre vengono indicati i valori percentuali di frequenza calcolati per tutti i pannelli osservati, secondo la formula: $n/N \times 100$, dove n rappresenta il numero di maglie in cui sono state ritrovate le singole specie nell'arco di tutto l'esperimento ed N il numero totale di maglie osservate. La stima è stata ovviamente ottenuta analizzando i pannelli delle due stazioni separatamente. Fra tutti i taxa hanno dominato soprattutto i Briozoi sia per numero di specie che per estensione delle colonie.

Si descrivono qui brevemente le principali associazioni fouling rinvenute insediate sui pannelli durante i trenta mesi d'immersione.

Dopo circa quaranta giorni a partire dal gennaio 1982 sono state osservate insediate sui pannelli di entrambe le zone soltanto una specie di Idroidi (*Obelia dichotoma*) ed alcune di Briozoi (*Schizobrachiella sanguinea, Umbonula ovicellata* e *Ragionula rosacea*). Il numero di specie di Briozoi dopo oltre settanta giorni di immersione è appena aumentato mentre sono comparsi alcuni esemplari del Mollusco *Anomia ephippium*. Sporadicamente si nota qualche tubo calcareo di Anellide sedentario (*Hydroides elegans*). Con l'arrivo del mese di maggio, e pertanto dopo circa 100 giorni d'immersione, si registra in entrambe le zone un sensibile e ben diversificato incremento di popolazione dovuto soprattutto ai Briozoi. Fra questi, *Savignyella lafontii* abbonda sui pannelli presenti nel posidonieto insieme a numerosi Bivalvi (*Chlamys varia, Musculus subpictus, Aequipecten opercularis* e *Modiolus barbatus*) mentre nel coralligeno si sviluppano maggiormente gli zoari di varie specie di Briozoi incrostanti quali ad es. *Schizobrachiella sanguinea* e *Ragionula rosacea*.

Dopo dieci mesi d'immersione i pannelli provenienti dalle due zone mostrano marcate differenze fra di loro, differenze consistenti soprattutto nella dominanza di Briozoi incrostanti nel coralligeno e di Molluschi Bivalvi e di Briozoi cespugliosi nel posidonieto. Fra i primi citiamo le colonie discoidali di *Schizobrachiella sanguinea*, *Ragionula rosacea*, *Chorizopora brongniartii* e *Schizomavella auriculata* cui si sommano *Balanus trigonus* e *Pomatoceros triqueter*; nella seconda zona, *Anomia ephippium, Ostrea edulis, Filograna* sp. insieme a *Savignyella lafontii, Bugula stolonifera* e *Nolella gigantea* rappresentano le specie dominanti. La situazione permane più o meno identica dopo

Tab. 2 - *Elenco sistematico delle specie rinvenute sui pannelli immersi nel coralligeno e nel posidonieto e loro frequenza percentuale.*

	CORALLIGENO	POSIDONIETO
Sycon raphanus Schmidt	2,5	4,3
Haliclona elegans (Bowerbank)	0,3	1,3
Obelia dichotoma (L.)	54,8	45,3
Entalophoroecia gracilis Harmelin	0,5	0,07
Plagioecia patina (Lamarck)	0,5	0,1
Plagioecia sarniensis (Norman)	0,3	0,1
Tubulipora liliacea (Pallas)	0,2	0,5
Bowerbankia gracilis (Leidy)	0,5	0,3
Bowerbankia imbricata (Adams)	0,2	—
Nolella gigantea (Busk)	16,8	9,3
Valkeria tuberosa Heller	—	0,03
Aetea sp.	9,5	7,7
Aetea truncata (Landsborough)	20,5	21,5
Beania mirabilis Johnston	0,1	—
Bugula neritina (L.)	0,07	0,3
Bugula simplex Hincks	0,03	—
Bugula stolonifera Ryland	0,03	0,1
Calpensia nobilis (Esper)	2,00	0,5
Scruparia ambigua (d'Orbigny)	—	0,03
Scrupocellaria reptans (L.)	4,3	0,5
Scrupocellaria scrupea Busk	0,03	0,03
Scrupocellaria delilii (Sav. et Aud.)	0,3	—
Caberea boryi (Audouin)	7,6	4,9
Parellisina curvirostris (Hincks)	0,03	0,2
Chorizopora brongniartii (Audouin)	4,1	1,8
Celleporina hassallii (Johnston)	0,3	0,03
Celleporina decipiens Hayward	0,03	—
Cribrilaria radiata (Moll)	0,03	0,03
Escharoides mamillata (Wood)	0,03	—
Fenestrulina malusii (Audouin)	0,3	0,1
Microporella ciliata (Pallas)	0,07	0,03
Microporella marsupiata (Busk)	0,1	—
Escharina vulgaris (Moll)	0,07	0,2
Metroperiella lepralioides (Calvet)	0,07	—
Schizobrachiella sanguinea (Norman)	25,1	13,8
Schizomavella discoidea (Busk)	0,03	0,1
Schizomavella linearis hastata (H.)	0,3	—
Schizomavella auriculata (Hassal)	0,2	0,07
Schizoporella magnifica Hincks	0,07	—
Schizoporella longirostris Hincks	1,4	0,07
Schizoporella errata (Waters)	0,07	—
Schizoporella unicornis (J. in W.)	0,3	0,03
Ragionula rosacea (Busk)	3,1	2,9

(segue)

(seguito della Tab. 2)

	CORALLIGENO	POSIDONIETO
Savignyella lafontii (Audouin)	39,7	61,1
Umbonula ovicellata Hastings	1,5	1,7
Filograna sp.	36,7	37,8
Hydroides dianthus (Verrill)	0,1	0,1
Hydroides elegans (Haswell)	0,4	0,6
Hydroides helmata (Iroso)	—	0,1
Hydroides pseudouncinata Zibrowins	—	0,07
Protula sp.	0,07	0,03
Pomatoceros lamarckii (Quatrefages)	—	0,1
Pomatoceros triqueter (L.)	0,9	1,1
Sabella penicillus L.	6,4	19,1
Serpula vermicularis L.	0,4	0,3
Vermiliopsis infundibulum (Philippi)	—	0,07
Spirorbis sp.	0,2	0,3
Emarginula costae (Tiberi)	0,03	0,07
Bittium reticulatum (Da Costa)	—	0,4
Rissoa dolium (Nyst.)	0,03	0,03
Rissoa marginata (Mich.)	0,03	—
Rissoa radiata (Phil.)	0,1	0,1
Vermetus triqueter (Biv.)	0,4	0,3
Anomia ephippium (L.)	6,0	18,9
Modiolus barbatus (L.)	0,1	0,2
Mytilus galloprovincialis Lam.	0,07	0,07
Musculus subpictus (Contraine)	0,8	0,5
Ostrea edulis L.	8,5	23,5
Aequipecten opercularis (L.)	—	1,8
Chlamys varia (L.)	—	0,4
Corbula gibba (Olivi)	0,07	0,4
Hiatella arctica (L.)	0,2	0,6
Balanus amphitrite amph. D.	1,8	0,8
Balanus eburneus Gould	0,03	0,3
Balanus perforatus Brugière	—	0,1
Balanus trigonus D.	9,4	9,1
Verruca stroemia (O.F. Muller)	0,3	0,3
Didemnum candidum Savigny	0,3	0,2
Didemnum granulosum (Von Drasche)	—	0,03
Trididemnum cereum Giard	—	2,9
Ascidia mentula Müller	0,1	—
Styela partita (Stimpson)	0,9	0,9
Halocynthia papillosa (L.)	—	0,1
Microcosmus savignyi Monniot	0,07	0,6
Pyura dura (Heller)	0,03	1,0
Molgula occulta Kupffer	—	0,07

un anno d'immersione mentre dopo quindici mesi circa il pannello proveniente dal coralligeno risulta ricoperto da una spessa ed intricatissima popolazione di *Filograna* sp. la quale occupa circa la metà della superficie disponibile, essendo la restante parte del pannello occupata da Briozoi incrostanti ed eretti. Il pannello prelevato nel posidonieto risulta invece ricoperto prevalentemente da Bivalvi (*Anomia ephippium* ed *Ostrea edulis* soprattutto) frammisti a Briozoi cespugliosi. Identica situazione si verifica ad aprile e a giugno 1983 in cui diventa però considerevole, soprattutto nel coralligeno, la colonizzazione da parte di *Schizobrachiella sanguinea* e persino di *Savignyella lafontii* (sebbene quest'ultima sia di gran lunga più abbondante nel posidonieto). Ad agosto e novembre 1983 nonché a gennaio e giugno 1984 sono stati effettuati altri prelievi di pannelli i quali hanno confermato quanto visto precedentemente, vale a dire che la colonizzazione di substrati duri nel coralligeno predilige e favorisce i Briozoi incrostanti mentre nel posidonieto anche altri taxa sistematici (soprattutto Bivalvi ed Anellidi). L'abbondanza di Bivalvi in tale ambiente determina inoltre una biomassa considerevole legata soprattutto ai voluminosi esemplari di *Ostrea edulis* insediati.

a) *Numero di specie*

L'andamento nel tempo del numero di specie insediatesi sui pannelli rappresenta spesso un buon descrittore del sistema ecologico in studio. Pertanto, in Tab. 1 abbiamo riportato il numero di specie rinvenute relativamente ai due ambienti durante il periodo in esame, graficizzando altresì tali dati in Fig. 2. L'andamento è risultato del tutto simile nelle due zone soprattutto nel primo anno d'immersione.

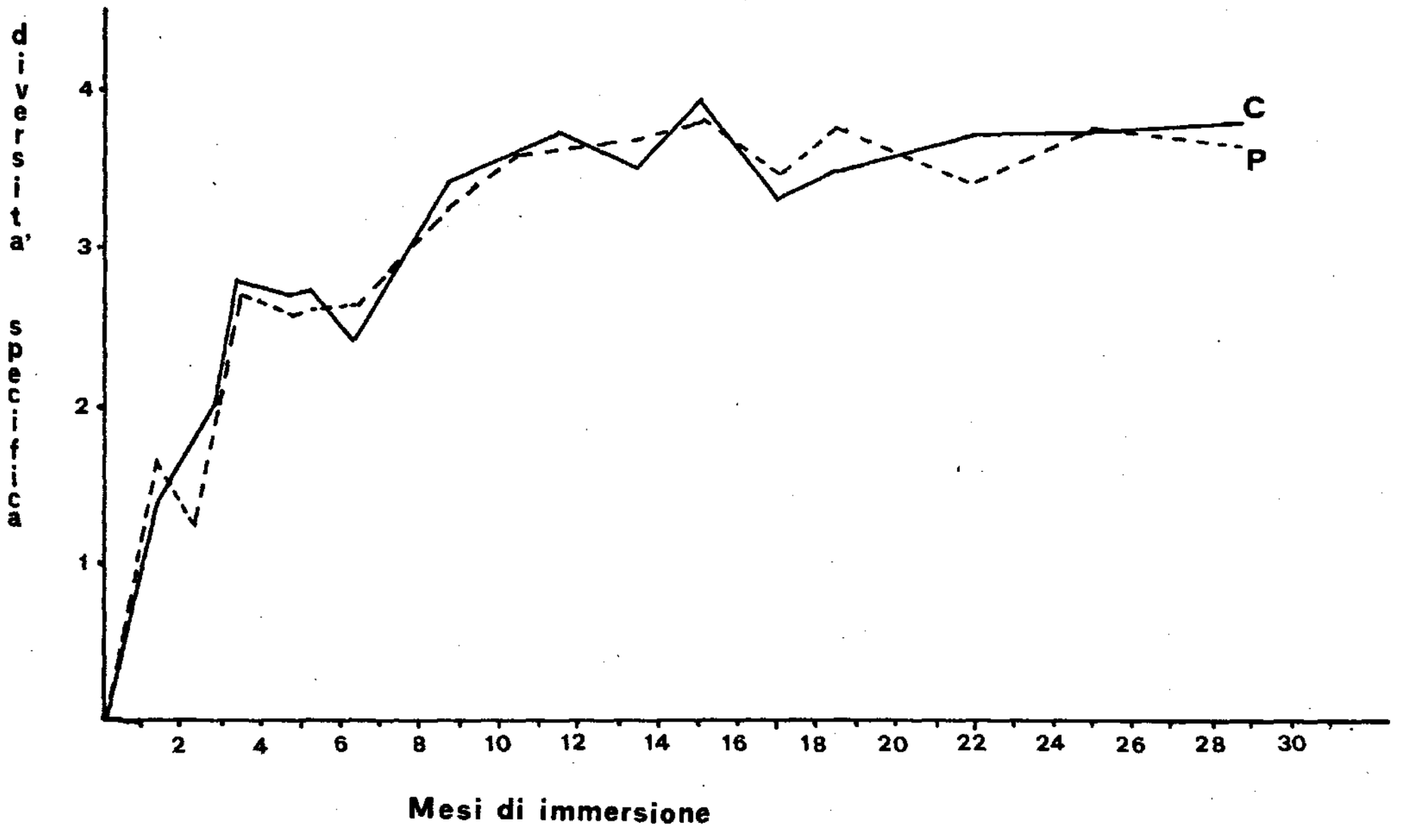


Fig. 2 - Andamento del numero di specie rinvenute sui pannelli immersi nel posidonieto (P) e nel coralligeno (C) durante i 30 mesi d'immersione.

A partire dal secondo anno i fenomeni di colonizzazione si sono differenziati dato che il posidonieto ha presentato un numero di specie maggiore rispetto al coralligeno.

Il numero massimo di specie contemporaneamente presenti su di uno stesso pannello (1200 cm^2 di superficie) ha superato la trentina, la qualcosa depone per una notevole complessità del sistema.

Risulterà interessante, a nostro avviso, seguire per un tempo ancora maggiore tale andamento per comprendere eventuali modificazioni che si potrebbero verificare nei fenomeni di colonizzazione, in considerazione del fatto che riteniamo non sia stata ancora raggiunta l'associazione tipica delle zone circostanti.

b) *Diversità*

L'indice di Shannon si è spesso dimostrato un buon descrittore dello stato di maturità dei sistemi biologici, soprattutto in esperimenti condotti con metodologie analoghe (PATIL, 1979; TURSI *et al.*, 1984). In Tab. 3 abbiamo riportato il valore dell'indice di diversità ($H' = -\Sigma n_i/N \log_2 n_i/N$, con n_i = numero di maglie in cui è stata rinvenuta la specie i-esima ed N = numero totale di maglie) e di evenness ($J = H'/H'$ max dove $H'max = \log_2 S$) calcolato sui pannelli da noi analizzati. Gli stessi valori sono graficizzati in Fig. 3 e Fig. 4.

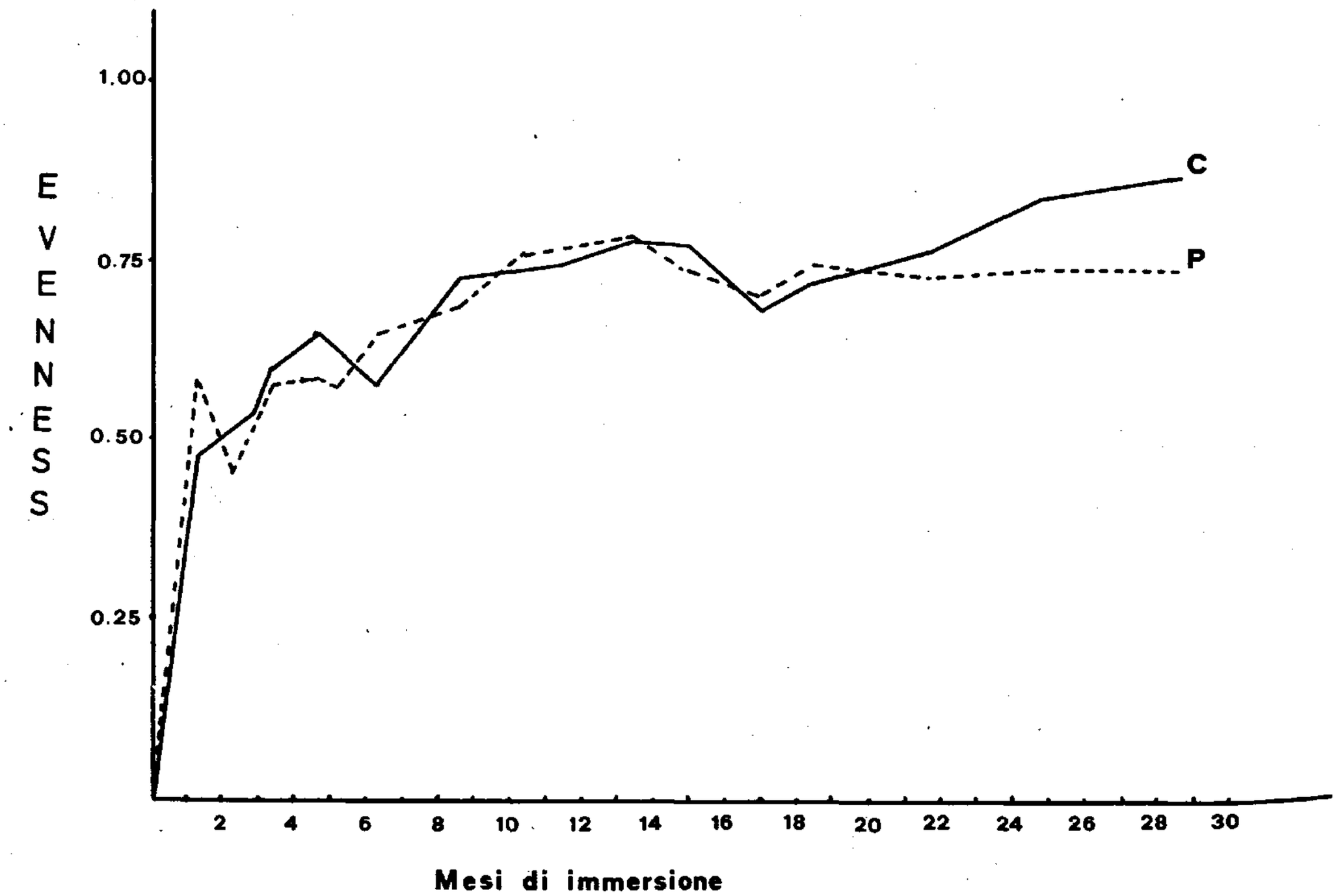


Fig. 3 - Andamento del valore dell'indice di diversità (Shannon Index) sui pannelli immersi nel posidonieto (P) e nel coralligeno (C) durante i 30 mesi d'immersione.

Tab. 3 - *Valori dell'indice di diversità (H' = Shannon Index) e di evenness (J = H'/H' max) calcolati sui pannelli immersi nel coralligeno e nel posidonieto.*

DATA PRELIEVO		28/1/82	7/3/82	7/4/82	21/4/82	9/5/82	20/6/82	4/7/82	5/8/82	17/10/82	5/12/82	9/1/83	9/3/83	28/4/83	25/6/83	8/8/83	24/11/83	30/1/84	16/6/84
DURATA IN GIORNI		0	39	70	84	102	144	158	190	263	312	347	407	457	515	559	667	754	872
DURATA IN MESI		0	1,3	2,3	2,8	3,4	4,7	5,2	6,3	8,6	10,3	11,4	13,4	15,0	17,0	18,4	21,9	24,8	28,7
Coralligeno	H'	0	1,39	—	2,05	2,81	2,74	2,75	2,45	3,42	—	3,67	3,53	3,94	3,33	3,49	3,71	3,72	3,79
Coralligeno	J	0	0,48	—	0,54	0,60	0,65	0,63	0,58	0,73	—	0,75	0,78	0,77	0,68	0,72	0,77	0,79	0,82
Posidonieto	H'	0	1,66	1,83	—	2,74	2,60	2,62	2,65	3,25	3,57	—	3,70	3,81	3,48	3,76	3,41	3,72	3,66
Posidonieto	J	0	0,59	0,46	—	0,58	0,59	0,58	0,65	0,69	0,76	—	0,79	0,74	0,71	0,75	0,73	0,74	0,74

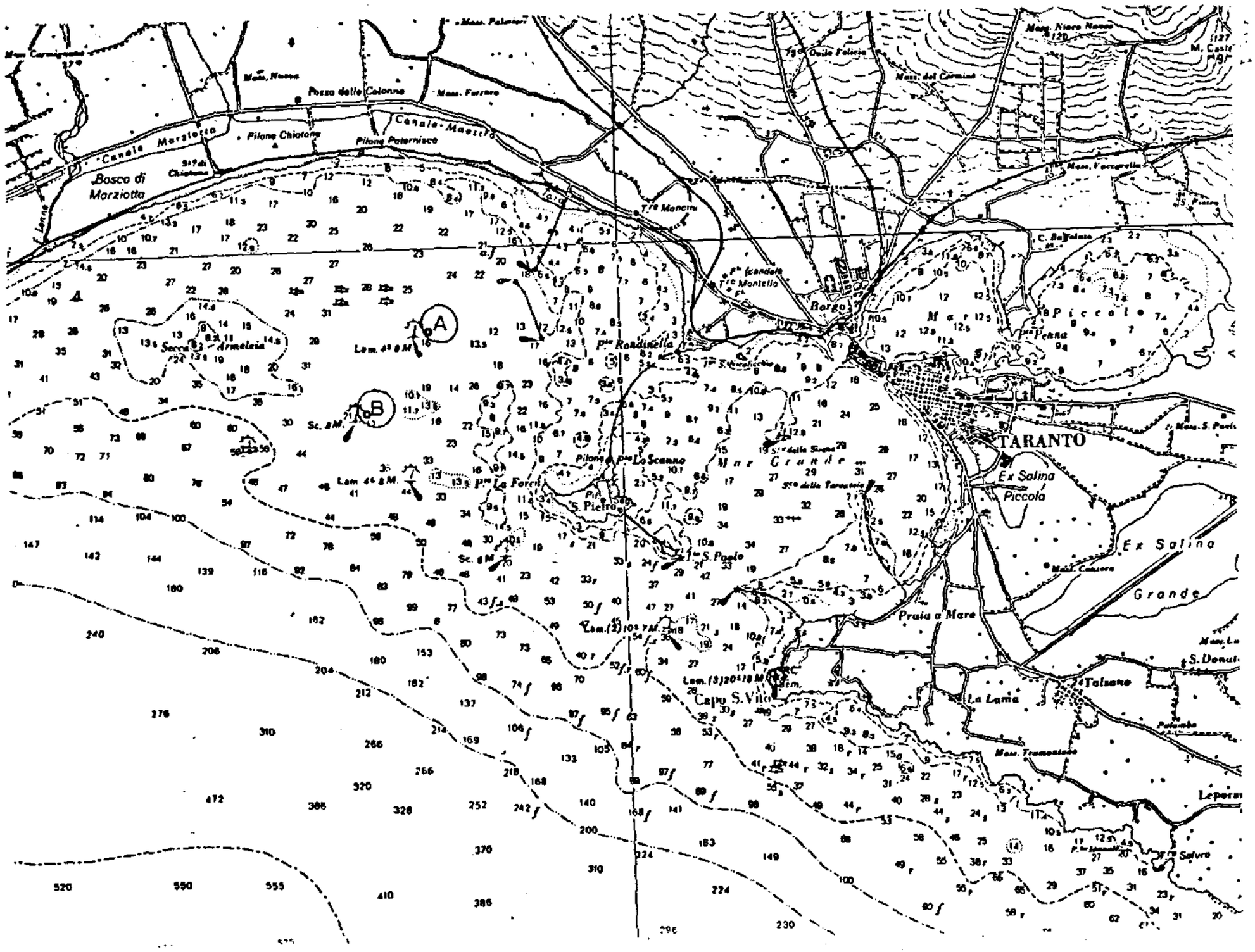


Fig. 4 - Andamento del valore di evenness (J = H'/H'max) sui pannelli immersi nel posidonieto (P) e nel coralligeno (C) durante i 30 mesi d'immersione.

Un primo risultato evidente è che non è stata osservata alcuna differenza significativa fra i due ambienti, tanto nell'andamento della diversità che dell'evenness. Inoltre, sia la diversità che l'evenness, raggiungono nell'arco di 8-9 mesi valori alquanto stabili che evidenziano una sempre maggiore complessità strutturale del sistema. Tali valori si mantengono poi più o meno stabili per tutto il restante tempo d'immersione, oscillando intorno al valore di diversità pari a 3,7 a seconda delle facies stagionali che possono presentarsi sui pannelli.

c) *Affinità intercenotica*

Al fine di stimare il grado di similitudine esistente fra le associazioni bentoniche sulla base della loro composizione specifica, abbiamo effettuato un'analisi di affinità intercenotica utilizzando l'indice di Sørensen ($q = 2c / a + b \times 100$). I risultati di tale analisi hanno evidenziato un'affinità media aggirantesi sul 60 — 70%, la qualcosa mette

in risalto come il posidonieto ed il coralligeno posseggono un pool di specie comune alquanto elevato soprattutto in alcuni taxa particolari, quali Briozoi ed Anellidi (Tab. 4). Ciò con buona probabilità è dovuto al fatto che le specie pioniere per entrambe le biocenosi sono del tutto comuni.

Conclusioni

Il presente esperimento è nato dall'esigenza di verificare, su un tempo più lungo, i risultati ottenuti da RELINI *et al.* (1973b) in ambienti analoghi ai nostri. È evidente pertanto che risulta necessario effettuare dei confronti proprio con i risultati ottenuti da tali Autori, al fine di comprendere eventuali differenze ed analogie.

Innanzitutto c'è da evidenziare l'importanza assunta dal taxa dei Briozoi nella definizione dell'associazione bentonica insediatasi sui pannelli, soprattutto nel coralligeno. Le specie di tale phylum figurano tra quelle pioniere di entrambe le zone sebbene alcune differenze marcate siano state rilevate. Ad esempio, la specie *Schizobrachiella sanguinea* è stata rinvenuta molto abbondante soprattutto nel coralligeno mentre *Savignyella lafontii* è stata rinvenuta maggiormente sviluppata nel posidonieto. Tale comportamento non è una caratteristica tipica di entrambe le specie in quanto esse in altre località (GERACI & VALSUANI, 1973) hanno mostrato un comportamento nettamente opposto: infatti *Schizobrachiella sanguinea* è stata rinvenuta con scarse colonie soltanto nel posidonieto dove, fra l'altro, *Savignyella lafontii* è risultata del tutto assente. Ovviamente in tale esperimento condotto in acque liguri, sono state rinvenute altre specie assenti o molto rare nelle nostre acque quali quelle, ad esempio, appartenenti ai generi *Hippodiplosia* e *Parasmittina*.

È interessante notare che sia in Liguria che nello Jonio, dopo solo 12 mesi d'immersione, il numero di specie di Briozoi rinvenute è stato quasi simile (45 in Liguria contro 42 nello Jonio) mentre le specie comuni fra le due zone geografiche ammontano ad appena tredici. Durante i trenta mesi d'immersione del nostro esperimento sono comparse ulteriori 4 specie che erano invece comparse già nel primo anno in Liguria. In ogni caso, si evidenzia come il contingente specifico fra i due ambienti, simili da un punto di vista biocenotico ma distanti geograficamente, sia stato alquanto limitato. A nostro avviso tali differenze sono da imputare soprattutto alle differenti profondità nelle quali sono state effettuate le indagini ed al limitato tempo di osservazione, essendo notorio che il coralligeno ed il posidonieto presentano una uniformità strutturale che si mantiene stabile anche in zone geografiche molto distanti fra di loro (vedi, ad esempio, il coralligeno descritto da LAUBIER (1966) e quello descritto da SARÀ (1970)).

Nell'ambito delle due biocenosi esaminate, è possibile inoltre effettuare ulteriori approfondimenti. Innanzitutto dai nostri esperimenti si è evidenziato che i due ambienti (coralligeno e posidonieto) presentano un pool di specie comune alquanto elevato (dell'ordine del 60 — 70%); quello che risulta più interessante, a nostro avviso, è che la dinamica d'insediamento di tali specie nei due ambienti procede del tutto parallelamen-

Tab. 4 - *Valori di affinità (Indice di Sørensen) calcolati fra i 16 pannelli immersi nel Posidonieto e nel Coralligeno.*

CORALLIGENO

POSIDONIETO – PANNELLI	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	**72**	80	31	27	17	23	17	24	19	20	16	16	17	22	26	22
2	72	**80**	31	27	17	23	17	24	19	20	16	16	17	22	26	22
3	38	40	**48**	46	36	38	30	32	29	25	38	17	31	34	33	34
4	20	20	52	**54**	47	48	42	53	35	33	35	25	37	36	28	36
5	23	16	48	32	**64**	40	48	46	44	37	43	31	37	31	19	31
6	28	22	38	52	50	**60**	55	63	54	52	55	40	39	41	36	37
7	45	38	26	44	52	59	**47**	40	38	50	50	37	35	38	40	34
8	33	34	36	45	42	53	52	**76**	71	58	60	50	52	54	49	43
9	25	25	40	40	50	55	54	66	**76**	71	65	62	69	63	47	52
10	26	27	36	37	47	57	52	69	76	**70**	71	57	60	61	49	50
11	20	21	34	31	43	62	50	68	67	63	**67**	67	64	59	54	50
12	27	28	31	33	41	47	41	58	60	59	61	**67**	64	55	57	55
13	21	22	35	36	40	53	48	67	66	58	63	60	**76**	61	46	54
14	21	22	35	40	36	46	48	57	63	58	57	63	66	**74**	62	58
15	19	19	28	30	29	42	33	50	48	53	61	47	61	74	**66**	59
16	9	10	20	23	22	39	37	47	45	40	56	41	53	66	58	**60**

te, per cui tale valore di affinità intercenotica si è mantenuto elevato anche confrontando singolarmente i singoli pannelli prelevati durante i vari periodi.

Da un punto di vista prettamente bionomico c'è da rilevare che allorquando si parla di posidonieto, in realtà si allude ad un insieme di biotopi differenti (es. quello dei rizomi, delle lamine fogliari, ecc.) per cui sui pannelli immersi in tale ambiente confluiscono specie di habitat notevolmente differenti. Ciò determina, a nostro avviso, una selezione parallela nell'ambito delle specie presenti nelle due biocenosi (coralligeno e posidonieto) per cui sui pannelli andranno ad insediarsi specie simili caratterizzate dalle medesime esigenze ecologiche (ad esempio sui pannelli del posidonieto sono presenti soprattutto le specie tipiche dei rizomi, specie che risultano comuni a quelle del coralligeno).

Altro elemento interessante verificatosi, tanto nell'esperimento condotto in Liguria quanto in quello condotto nelle acque dello Jonio, è legato alla presenza dei Bivalvi. Le specie appartenenti a questo taxa (prevalentemente *Ostrea edulis* e *Anomia ephippium*) s'insediano più abbondantemente sui pannelli immersi nel posidonieto mentre su quelli prelevati dal coralligeno sono stati soprattutto i Briozoi incrostanti a dominare. Questo differente comportamento che si evidenzia a partire dal primo mese d'immersione, determina ovviamente alcune differenze soprattutto sulla biomassa (g/cm^2) che in questa sede non è stata comunque presa in considerazione. Infine, ultima considerazione, ma non per questo meno importante, è che anche trenta mesi d'immersione sono ancora insufficienti a determinare l'instaurarsi di una struttura biocenotica evoluta, simile a quella presente nella comunità naturale situata nelle immediate vicinanze. Molte specie sono risultate ancora assenti dai pannelli mentre abbondano a poche centinaia di metri di distanza. Fra queste è da rilevare l'assenza di alghe corallinacee (purtuttavia rinvenute insediate sui pannelli immersi a Portofino) nonché di alcune specie di Poriferi (es. *Agelas oroides* (Schmidt)).

In considerazione di questo particolare aspetto durante l'effettuazione del presente esperimento si è deciso di prolungare ulteriormente i tempi d'immersione dei pannelli, prelevando tali substrati sperimentali ad intervalli di tempo più lunghi, cioè stagionalmente. In tal modo sarà possibile evidenziare, nell'arco di cinque o più anni, il grado di maturità e complessità raggiunto dalle associazioni bentoniche presenti sui pannelli.

Ringraziamenti

Gli Autori ringraziano sentitamente i sigg. Cosimo Macripò e Pasquale Pacifico per la fattiva collaborazione offerta durante la realizzazione del presente lavoro.

Summary

This paper reports the settlement data concerning hard artificial substrata immersed in a coralligenous biocenosis and in a Posidonia *meadow located near the town of Taranto (Ionian Sea) at about 17 m of depth. The experience has been effected for thirty months, using asbestos panels with the following dimensions: 20×30×0.4 cm. We have studied the number of species, the diversity (Shannon Index), the evenness and the intercoenotic affinity. Bryozoa and Bivalvia have represented the taxa occuring mainly in both the areas, even if the first have settled mostly upon panels immersed on the coralligenous bottom and the latter on the* Posidonia *meadow.*

Riassunto

Il lavoro riporta i dati d'insediamento su substrati artificiali immersi in una prateria di *Posidonia* e nel coralligeno siti in prossimità di Taranto a circa 17 metri di profondità. L'esperienza è stata condotta per oltre trenta mesi d'immersione, usando pannelli standard di asbesto. È stato analizzato l'andamento del numero di specie, della diversità (Indice di Shannon), l'evenness e l'affinità intercenotica. I Briozoi ed i Bivalvi hanno rappresentato i taxa maggiormente presenti in entrambe le zone, sebbene i primi si siano maggiormente insediati sui pannelli immersi nel coralligeno ed i secondi nel posidonieto.

L'importanza dei Bivalvi in tale ambiente determina inoltre una biomassa considerevole dovuta soprattutto ai voluminosi esemplari di *Ostrea edulis*.

Vengono inoltre fornite indicazioni circa analoghe esperienze condotte in altre parti d'Italia.

Bibliografia

BAZZICALUPO G., RELINI G., VIALE S. (1974) - Popolamenti di substrati artificiali posti su un fondo a Coralligeno ed in una prateria di *Posidonia*, IV: Policheti Sedentari e Cirripedi. *Mem. Biol. Mar. e Ocean.*, **IV**, 4, 5, 6: 343-370.

CHIMENZ C., TARAMELLI E. (1973) - Osservazioni sulla biocenosi incrostante piastre di eternit immerse a diverse profondità nel porto di Civitavecchia. *Boll. Pesca e Piscic. Idrobiol.*, **XXVIII** (1): 77-100.

GERACI S., RELINI G. (1970) - Osservazioni sistematico-ecologiche sui Briozoi del fouling portuale di Genova. *Boll. Mus. Ist. Biol. Univ. Genova*, **XXXVIII**: 103-139.

GERACI S., RELINI G. (1970) - Insediamento su pannelli atossici immersi nella Rada di Vado Ligure: I Briozoi. *Pubbl. Staz. Zool. Napoli*, **XXXVIII** suppl.: 19-23.

GERACI S., VALSUANI G. (1973) - Popolamenti di substrati artificiali posti su un fondo a Coralligeno ed in una prateria di *Posidonia* II: I Briozoi. *Atti V Congr. SIBM*, Ed. Salentina, Nardò: 261-278.

HARMELIN J.G. (1976) - Les sous-ordre des Tubuliporine (Bryozoaires Cyclostomes) en Méditerranée. *Mem. Ist. Ocean. Station Marine d'Endoume*, **X**.

HARMELIN J.G. (1980) - Etablissement des communautés de substrats durs en milieu obscur. Résultats préliminaires d'une expérience à long terme en Méditerranée. *Mem. Biol. Mar. e Oceanogr.*, N.S., **X**, suppl.: 29-52.

HUVÉ P. (1985a) - Etude expérimentale du peuplement de surfaces rocheuses immergées en Méditerranée occidentale *C.r. hebd. Seanc. Acad. Sci. Paris*, **236**: 419-422.

HUVÉ P. (1953b) - Compte-rendu préliminaire d'une expérience de peuplement de surfaces immergées. *Rec. Trav. Stat. Mar. Endoume, Bull.*, **3**: 1-31.

HUVÉ P. (1954) - Etude expérimentale de la reinstallation d'un «trottoir» a *Tenarea* en Méditerranée occidentale. *C.r. hebd. Seanc. Acad. Sci., Paris*, **239**: 323-325.

LAUBIER L. (1966) - Le Coralligène d'Albères. Monographie biocenotique. *Ann. Inst. Ocean.*, *Monaco*, **43** (2): 137-317.

PANSINI M., PRONZATO R., VALSUANI G. (1974) - Popolamenti di substrati artificiali posti su un fondo coralligeno ed in una prateria di *Posidonia*: III Porifera. *Atti del VI Congr. Naz. SIBM.*

PATIL J.P., TAILLIE C. (1979) - An overview of diversity. In: J.F. GRAFFLE, J.P. PATIL, W. SMITH, C. TAILLIE - Ecological diversity in theory and practice. *International Cooperative Publishing House*, Fairland, Maryland: 3-27.

RELINI G. (1966a) - Le comunità dominanti nel «fouling» portuale di Genova. *Natura*, **57** (2): 136-156.

RELINI G., MONTANARI M. (1973a) - Variazioni stagionali del fouling sui pannelli immersi a diverse profondità nell'avamporto di Genova. *Atti V Congr. SIBM*, Ed. Salentina, Nardò: 305-326.

RELINI G., RELINI ORSI L., VALSUANI G. (1973b) - Popolamenti di substrati artificiali posti su un fondo a Coralligeno ed in una prateria di *Posidonia*, I: caratteristiche generali. *Atti V Congr. Naz. SIBM*, Ed. Salentina, Nardò: 226-260.

RELINI G. (1974) - La colonizzazione dei substrati duri in mare. *Mem. Biol. Mar. e Oceanogr.*, **IV** (4, 5, 6): 201-261.

RELINI G., PISANO E., BIANCHI C.N., MATRICARDI G. (1982) - Accumulo della biomassa su substrati artificiali immersi lungo la falesia di Portofino (Mar Ligure). *Atti Conv. delle Unità operative afferenti ai vari sottoprogetti Risorse biologiche ed Inquinamento marino*, Roma 10-11 novembre 1981: 93-105.

REPETTO L., MONTANARI M., MARTINI F. (1977) - Popolamenti di substrati artificiali posti su un fondo a Coralligeno ed in una prateria di *Posidonia*, V: Idroidi. *Atti IX Congr. SIBM.*

SARÀ M., PULITZER-FINALI G. (1970) - Nuove vedute sulla classificazione dei fondi coralligeni. *Pubbl. Staz. Zool., Napoli*, **38** suppl.: 174-179.

SARÀ M. (1977) - Lineamenti e prospettive delle ricerche sulle biocenosi bentoniche marine di fondo duro. *Atti IX Congr. SIBM*

TURSI A., MATARRESE A., SCALERA LIACI L., MONTANARO C., CECERE E. (1984) - Seasonal factors in mussel facies settlement on annual fouling panels. *Oebalia* N.S., **X:** 69-84.

TURSI A., MATARRESE A., CECERE E., LENTI M. (1984) - Sviluppo di popolazioni bentoniche su pannelli fouling nel Mar Grande di Taranto. *Atti S.It.E.* (in press).

VACELET J. (1980) - L'installation des Spongiaires sur les substrats nouvellement immergés. *Mem. Biol. Mar. e Oceanogr.*, N.S., **X** suppl.: 95-111.

OEBALIA 1985, vol. XI, N.S.: 417-425 *ISSN 0392-6613*

F. BADALAMENTI* G. GIACCONE** M. GRISTINA* S. RIGGIO*

*Laboratorio di Ecologia, Istituto di Zoologia dell'Università di Palermo
Via Archirafi, 18 - 90123 Palermo - Italy

**Istituto di Botanica dell'Università di Palermo
Via Archirafi, 38 - 90123 Palermo - Italy

AN EIGHTEEN MONTHS SURVEY OF THE ARTIFICIAL REEF OFF TERRASINI (N/W SICILY): THE ALGAL SETTLEMENTS

Abstract

Algae in Terrasini artificial reef.

We have taken a census of the population of 137 algal species and one variety on 20 autumn and spring samples from a small artificial reef after eighteen months submergence. Qualitative and quantitative examination of the algal settlements has been carried out. A vertical zonation based on Cystoseira *species is described on artificial substrata for the first time.*

Key-words: Artificial reefs, Mediterranean sea, Phytobenthos.

Introduction

Since the fundamental work of HUVÈ (1970) on the recolonization of bare submerged substrata and the classical research of BELLAN-SANTINI (1969), the outstanding role of algal vegetation in the establishment of new communities has become a steady principle in marine ecology. Preliminary studies on the feasibility of artificial reef based on surveys on harbour concrete highlighted the relevant importance of algal canopied in structuring the benthic infralittoral communities even in highly eutrofic waters (RIGGIO & ARDIZZONE, 1979; 1980). The first results of the survey carried out on the artificial reef off Terrasini have substantially confirmed our previous findings, putting into evidence both the qualitative and the quantitative importance of the algae on the establishment of sessile communities on concrete substrata in the phytal system (RIGGIO, 1982). Bionomical procedures have been adopted and the normal techniques in the research on vegetation have been employed (GIACCONE, 1973-A).

Procedure

Examination of algal population was carried out on 20 samples, 20×20 cm in area, removed by scuba divers in October 1982 and May 1983 from the 4 faces of 3 cubes (BOUDOURESQUE, 1970). Choice of sampling boulders was made with the purpose of obtaining the maximum information about the biotic settlement, as well as to ascertain the possible degree of homogeneity in the colonization of the whole truncated pyramid. Random non quantitative samples were also collected from other boulders in order to qualitatively describe the whole system. As for the arrangement of the cubes and the terminology employed see RIGGIO *et al.* in the same volume. Algal species were sorted out, the surfaces covered by dominant species were carefully assessed and a map of species distribution was sketched. Taxonomic identification of all possible taxa was performed and a list of species was compiled (GIACCONE, 1973-B). A supplementary list of algal species collected in March 1982 and June of the same year was added up, with the purpose to follow the settlement since its very beginning. A classification of the species into major phytosociological categories was then attempted with the aid of GIACCONE (1973-A) handbook of bionomical analysis of benthic Mediterranean communities. Diversity indices H according to SHANNON and WEAVER and intersimilarity indices according to SORENSEN were calculated.

Results

Number of species and R/P ratio. 137 species and one variety were identified as follows: 80 Rhodophyta, 25 Phaeophyta, 27 Chlorophyta, 5 Cyanophyta and one variety of Phaeophyta with an R/P ratio (FELDMANN, 1937) of 3.2. Such a value is lower than in Palermo Bay (GIACCONE, 1974), and much higher than the normal/value of the Mediterranean, equal to 2.5 (BELSHER, 1977; GIACCONE, 1978).

Pattern of settlement. Following a primary biological film composed of unicellular green algae, diatoms and bacteria, the first macrophytic settler on a large scale was the red alga *Lophocladia lallemandii* (Mont.) Schmitz growing in sparse tufts which attained rather high densities together with other felt-like species. Small *Cystoseira compressa* (Gerloff) Nizam-Plantulae appeared about 9 months after submergence in the summer along the edges of the upper boulders.

They grew however slowly and remained long in a dwarf state, while *L. lallemandii* was still dominant. In autumn after one year submergence, the otwards exposed surfaces of the cubes were to a large extent covered by *Halopteris filicina* (Grat) Kutz. and *Jania rubens* (L.) Lamour., together with *L. lallemandii*. The first two samples, collected in autumn 82, after one year submergence, yielded nearly equal numbers of species with almost the same distribution of red, brown and green algae however differently distributed. Species characterized by a wide distribution were by far the main component in both samples. They were represented by a maximum value of 46% and by a minimum value of 29% in the basal boulder aA1, whereas the sample of the upper layer cC2 showed percentages as high as 62% and as low as 43%.

The *Rhodymenietalia* Boudouresque, 1971 were the subdominat unit in sample aA1, followed by the *Cystoseiretalia* Molinier, 1958 and *Cystoseiretum spinosae* Giaccone, 1972 groups. The *Cystoseiretum* groups were instead best represented in cC2. The highest species richness in aA1 was found on the westwards exposed face, whereas in cC2 the top horizontal face was the most populated one. The inner sides facing the cavity labyrinth inside the pyramid were costantly poorer. Samples collected in November on the boulder at the N/E corner aC2, showed an algal composition closely comparable to the one of cC2, however with a larger number of species on the faces more exposed to light. Examination of the algal cover in the spring showed an overall increase either in the number of species or in their cover (Fig. 1, 2). Spring samples on aA1 yielded a number of species twice as large as in autumn; an even larger increase was recorded in cC2. The spring samples were dominated by *H. filicina* and *J. rubens* with the addition of *Cystoseira spinosa* Sauv. and *Cystoseira sauvageauana* Hamel. Widely distributed species oscillated around 50% of total composition on all faces; the *Rhodymenietalia* followed and then the *Cystoseiretum* associations and the *Cystoseiretalia*. The algal communities were well structured. A remarkable progress was evident in the colonization on cC2, where the implantation of *Cystoseira* communities along a vertical gradient was taking place. Also algal groups typical of shady associations thrived under the *Cystoseira* canopy. Similar results are expected for aC2'', still under examination. Along with the number of species, also the similarity indexes showed a marked rise, in agreement with an increase in the complexity of the associations, as well as with a greater homogeneity of the settlements. (An outstanding feature of the succession in also the spatial growth).

As long as new species were recruited, their cover underwent a fast increase too. A rise of diversity is observed from autumn to spring which is more pronunced for aC2, while a smaller increase is recorded in aA1 (Fig. 2).

Characteristic of algal succession. The increase in the number of species calculated at the beginning and the end of our observation follows an exponential pattern (Fig. 1). During the same time-interval the average individual size increases more than three times, and small sized forms with also a reduced volume are replaced by much larger and bigger organism. Increase in surface cover is highest on horizontal surfaces and lowest on the inner vertical walls in shade. Block diagrams of the diversity values H calculated on the single faces show an indented profile rich of peaks and valleys. They are consistent with differences in the information content recorded according, generally, to the orientation of the cube walls (Fig. 2). The highest diversities are found on the external walls, the lowest ones as a rule occur on horizontally lying surfaces. Low values costantly characterize the inner faces. The accumulation of sediment on the surface and the reduced light penetration are very likely the main factors which set severe limits to further species recruitment on both horizontal and inner walls. The overall rise of diversity is also less pronounced than should be expected from the increase in the number of settled taxa. An explanation is found in the higher growth of surface cover of dominant species which overcompensates for the index rise due to recruitment. The apparent paradox of a stop up in the accumulation of information steems from such a phenomenon. It actually corresponds to a progressive tendency to conditions

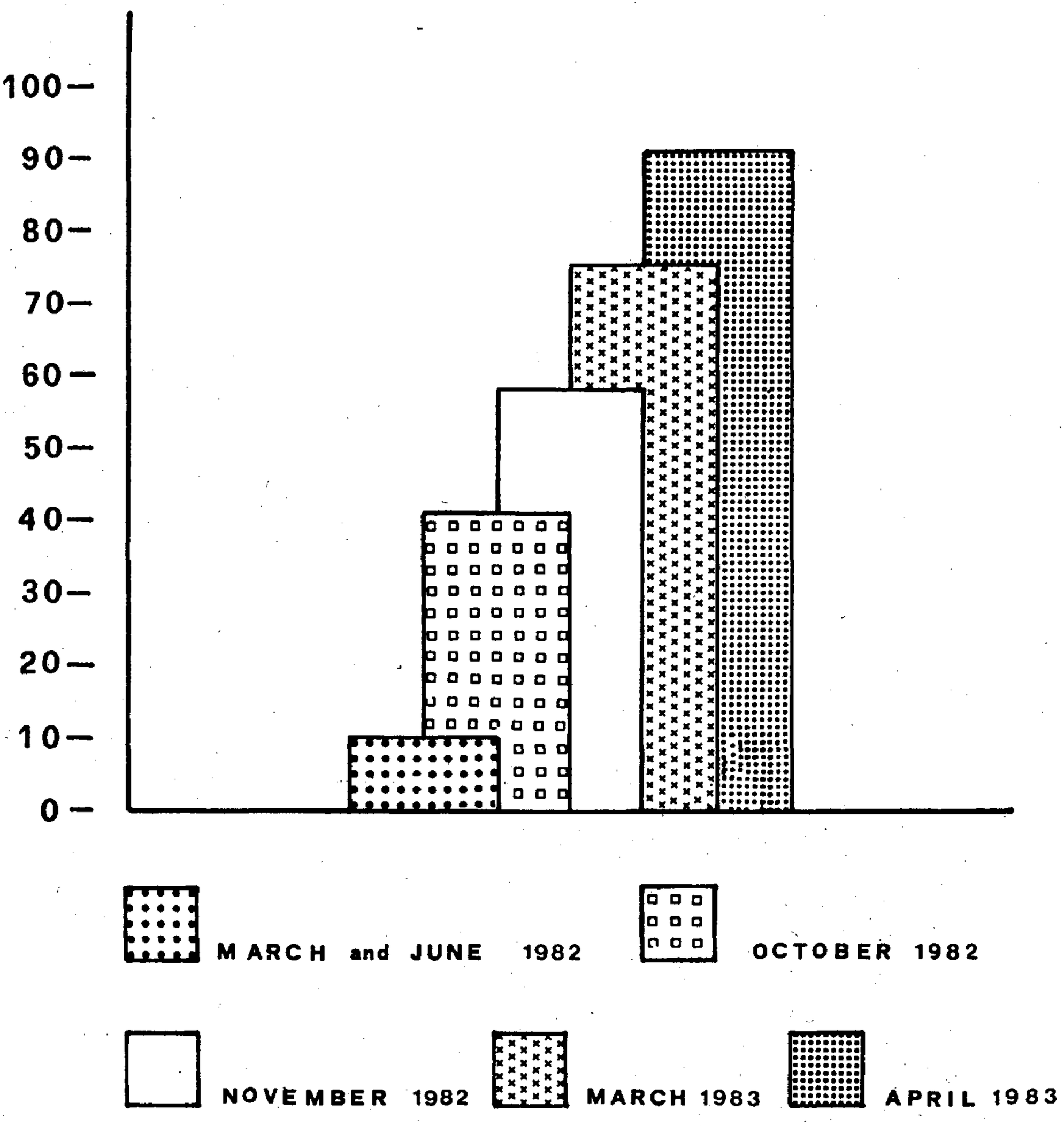


Fig. 1 - Increase in time of number of species.

of stability. The qualitative early composition of algal settlement is characterizesd by a massive random immigration of widely distributed and euryoecius species. At the next stage the colonization is made up by small-sized taxa thriving in shade without encrusting forms. In the spring samples a nearly stable condition, both from a floristic and phytosociological point of view is attained. Shade-loving species such as *Rodriguezzella pelagosae* Schiffin. are present and the encrusting calcareous species *Neogoniolithon mamillosum* (Hauck) Setch. & Mason, is observed for the first time.

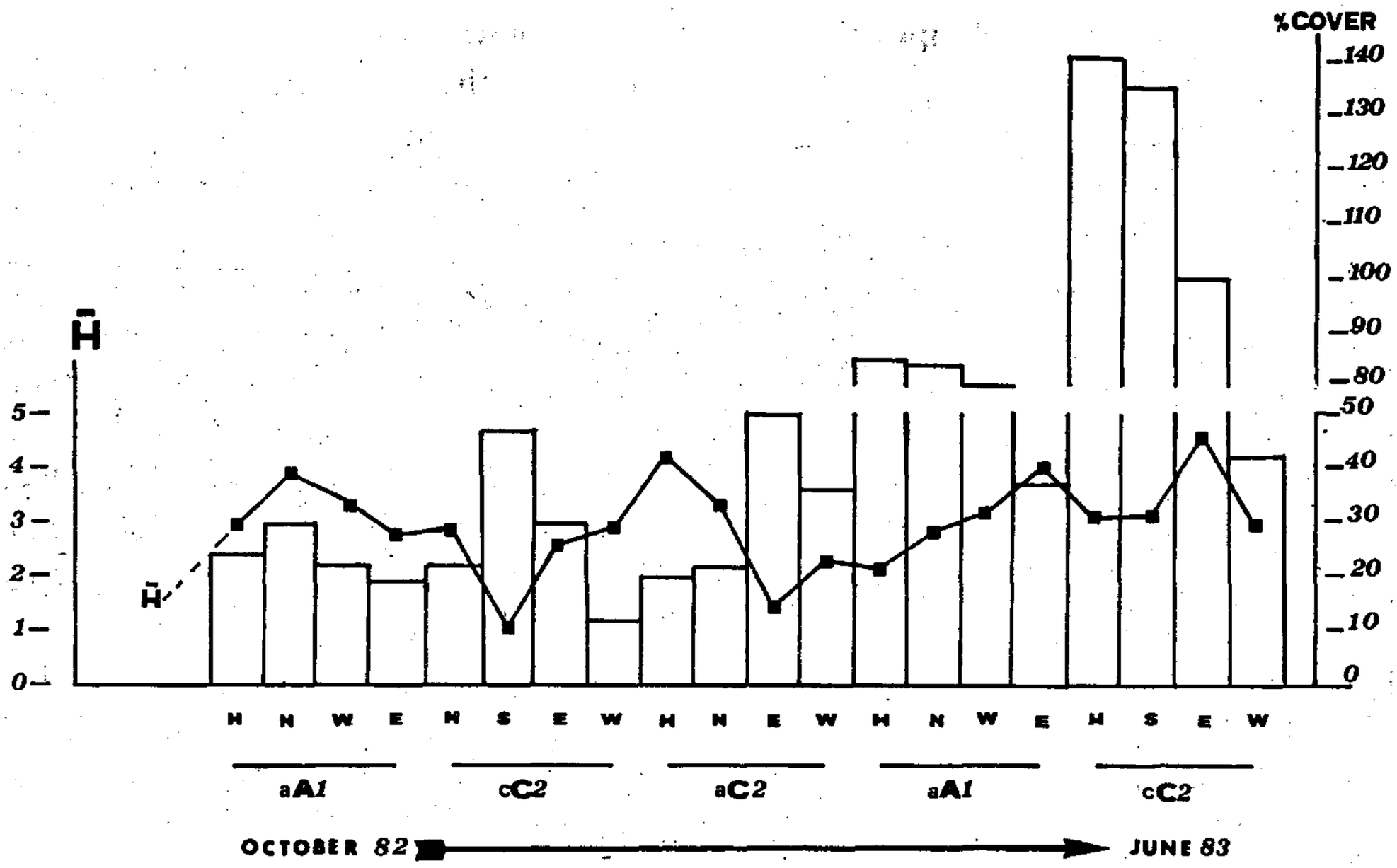


Fig. 2 - Representation of diversity H (continuous line) and percent cover (blok diagram) of sampled boulders.

Discussion

In the study of the colonization of an artificial reef some problems arise, which are seldom met with in the research on natural rocks. It is in fact necessary to take into account such factors closely: as the situations of the concrete walls, the presence of numerous free edges, the subdivision of the whole volume of the pyramid into the volumes and surfaces of the singler boulders, and so on, which are not found in natural reefs. Even if there are so many components to be considered, only their overall resultant, i.e., the outcome of the whole structures is actually important. In our survey we have regarded the truncate pyramid as a uniform system exhibiting identical or similar properties in its diverse parts, because of the small size of the manufact. A closer examination of the autumn algal settlements showed, on the other hand, conspicuous qualitative differences which were more pronounced between the basal and the upper boulder layers, as well as between the North-western and the South-eastern walls of the manufact. A vertical gradient of light penetration is very likely responsible for the changes observed with height, whereas the peculiar East-West distribution of the species is dependent on the direction of the prevailing bottom currents. The role of ecologial factors changing with height and orientation is enhanced by the geometric shape of the reefs, whereby the straight corner-edges mark the abrupt transition between diversely

oriented faces. The breakups in surface continuum are on the pyramid further stressed by the arrangement of overlapping concrete cubes with wide spaces between each other so that they are actually isolated units. Each cube was therefore virtually a surveying unit with its own characteristics and the central areas among the galleries dug in the concrete blocks were the only surfaces where a reliable sampling could be made, apart from the effect of free edges.

Major disturbances were the abrasion, caused in the base-line cubes by drifting sand, whereas minor disturbances, with any strong consequences, were caused by trawling nets and ropes left by fishermen. As already mentioned, different algal facies were observed on the walls of the same cube, which are dependent on the relative intensities of the main ecological factors; light and water movements (GIACCONE & FEOLI, 1974). The majority of species were however not related to a particular factor and their presence was quite a random phenomenon. Such an aspect and the low intersimilarity values of all autumn samples, are evidences of quite an opportunistic type of settlement and growth. Such a picture shows a definite tendency to change in the spring samples, characterized by a higher taxonomic homogeneity which is clearly expressed in the rising values of the intersimilarity coefficents.

Such a finding is interpreted as a shift from an opportunistic strategy of settlement, related to a low maturity of the community, to a K-like strategy referred to a more advanced stage of biotic colonization. Evidence of a steady progress towards a stable biotic community is also provided by the appearence and development of *Cystoseira spinosa* and *C. sauvageauana* distributed along a vertical gradient, which reproduces the natural infralittoral zonation of the two species (GIACCONE & BRUNI, 1973). As a conclusion we can state that from the survey so far carried out, the artificial reef off Terrasini behaves in a very similar way to natural rocky blocks. Algal settlements on concrete blocks are still loosely organized and not so tightly structured as in normal condition because of the substratum discontinuity caused by the spatial isolation of the singler boulders and by the influence of the edges between continuous walls which are an abrupt transition of the major ecological factors, i.e., light and hydrodynamism. Space discontinuities and breakups in equally oriented surfaces are a major factor in the determination of the patterns of community evolution, as already put into evidence with experimental asbestos panels on harbour fouling (RIGGIO & DI PISA, 1982; DI PISA & RIGGIO, 1983). Moreover, the presence of discontinuities represented by free edges, tunnels and protrusion greatly reduces the area available for settlements, thus affecting the minimum area of each boulder wall (RIGGIO & DI PISA, 1983).

As it results from the survey on the algal communities on a natural reef composed of a succession of single natural rocks at Capo d'Orlando (GIACCONE & LETIZIA, 1984), we can state that «...the discontinuity of the rocky substratum, the abrasion caused by incoherent sediments set in motion by waves and or currents prevents the development of well diversified and completely structured vegetal associations...». As in Capo d'Orlando reef, in our investigation, «...identification of phytosociological units was performed not from the combination of characteristic or preferential species, but merely from the presence of taxa which characterize more complex and bionomic units

tightly interconnected and association at consistent depths in the Southern Tyrrhenian basin. Taxa migrating from upper and lower bionomic levels are in fact randomly grouped in each sample. The resulting picture is a sequence of ecotones blocked in their condition of stability by the concurrence of edaphic factors* which make impossible a bathymetric species succession and an advancement towards a climax».

Conclusions

Some general conclusions emerge from our observations which can be summarized as follows:

1) the algal settlement on plane horizontal surfaces tends to a condition of stability as it is shown by the appearance of the leading species of photophilous associations in the upper and lower infralittoral fringe.

2) the horizontal faces of the boulders in the diverse layers reflect the *Cystoseiretum* phytosociological zonation. Both alliances of the order *Cystoseiretalia* (GIACCONE, 1973b; GIACCONE & BRUNI, 1973) are envisaged in a bathymetric survey of the boulder arrangement:

I) *Sargassion vulgaris* GIACCONE, 1972, well represented in the top boulders by the presence of a luxuriant *Cystoseira compressa* stand.

II) *Sargassion hornnschuchii* GIACCONE, 1972, on the horizontal faces in the second layer where the leading species of the *Cystoseiretum sauvageauanae* GIACCONE, 1972, and *Cystoseiretum spinosae* GIACCONE, 1972 are found together with other species characteristic of such associations. A loosely organized algal complex thrives on the horizontal faces of the boulders in the basal layer. Taxa characteristic of very diverse associations from the tide level to the circalittoral ones occur mixed together in a very disorderly dispersal pattern. From our observation along with the bionomic analyses the evolution of the *Cystoseira compressa* facies towards the *Cystoseiretum sauvageauanae* climatic association is predictable. A similar prediction can be done for the horizontal faces of the cube in the second layer, where evolution towards *Cystoseiretum spinosae* is highly probable. We can therefore experimentally describe, for the first time, the distribution of the leading species of *Cystoseiretalia* along a gradient of bionomical levels on artificial substrata. The algal phytocoenoses on the basal boulders subjected to such severe disturbance, as tangential currents and sand abrasion are bound to remain loosely structured and unable to evolve towards stable climax associations. Evidence to such a conclusion is provided by the observation that the boulders and the boulder walls, less subjected to the variability of ecological factors, evolve more quickly and more decisively towards a stable state.

---

* In case of Terrasini artificial reef the limiting factors are the surface discontinuities and the abrasion caused by sediments.

Summary

Examination of the artificial reef off Terrasini was carried out from autumn 1982, about one year after its submergence, to late spring 1983. Our survey based on 20 seasonal samplings on the four free walls of 3 cubic boulders with opposite orientations (N/W basal layer; S/E and N/E upper layer) yielded 137 species and one variety with an R/P ratio of 3.2. We have taken the census of relatively few species in the autumn samples all of which were caracterized by a broad ecological distribution and photophobic habits. The orders Rhodymenietalia and Cystoseiretalia *(taxa wiyh distribution) were mostly represented both in numbers of species and surfaces covers. Differences in species constitution were observed in the faces of the same boulders. A sensible increase in species richness as well as in cover-areas was recorded in the following spring, when a major change in qualitative constitution also took place. A luxuriant* Cystoseira compressa *stand grew on the horizontal surfaces of the upper layer, whereas* Cystoseira sauvageauana *settled on the vertical walls of the lower layers.* Cystoseira spinosa *was also present in the latest samples. A typical vertical zonation based on* Cystoseira *species and quite consistant with the zonation observed on natural rocks could therefore be described, for the first time, on artificial substrata. The settlements however did not show a tendency to evolve into tightly integrated algal complexes, this was very likely because of the spatial separation of the diverse concrete boulders, which greatly diminished the overall surface continuum of the whole reef.*

Riassunto

Il censimento delle specie algali insediate sulla barriera artificiale di Terrasini nel periodo compreso fra 12 e 18 mesi dalla immersione ha permesso di identificare 137 specie e una varietà. Viene per la prima volta descritta la zonazione dei cistoseireti su substrati artificiali. Un fattore limitante l'evoluzione dei popolamenti verso fitocenosi ben articolate viene identificato nella discontinuità delle superfici.

Bibliography

BELLAN-SANTINI D. (1969) - Contribution à l'étude des peuplements infralittoraux sur substrat rocheux (étude qualitative et quantitative). *Rec. Trav. Sta. mar. Endoume*, **63**, 47: 294.

BELSHER T. (1977) - «Analyse des repercussions de pollutions urbaines sur le macrophytobenthos de Méditerranée (Marseille, Port Vendres, Port Cros)». Thèse pour l'obtention du doctorat de 3ème cycle d'océanologie, *Marseille-Luminy Université d'Aix*. Chapitre II: 38-46.

BOUDOURESQUE C.F. (1970) - Recherches de bionomie analytique, structurale et expérimentale sur les peuplementes sciaphiles de Méditerranée occidentale (fraction algale). Thèse pour obtenir le grade de docteur ES-sciences naturelles.

DI PISA G., RIGGIO S. (1983) - A mathematical model of the stability of harbour benthic communities. *Naturalista sicil.*, IV, VI (suppl.) **3:** 661-666.

FELDMANN J. (1937) - Recherches sur la végétation marine de la Méditerranée: la côte des Albèrés. Paris.

FEOLI E., GIACCONE G. (1974) - Un'indagine multimensionale sulla sistematica dei popolamenti fitobentonici nel Mediterraneo. *Mem. Biol. Marina e Ocean.*, N.S., **4(4-5-6):** 146-161.

GIACCONE G. (1973a) - Elementi di botanica marina II: chiavi di determinazione per le alghe e le angiosperme marine del Mediterraneo. *Pubbl. Ist. Bot. Univ. Trieste*, serie didattica: 1-358.

GIACCONE G. (1973b) - Elementi di botanica marina I: bionomia bentonica e vegetazione sommersa del Mediterrano. *Pubbl. Ist. Bot. Univ. Trieste*, serie didattica: 1-41.

GIACCONE G. (1974) - Tipologia delle comunità fitobentoniche del Mediterraneo. *Mem. Biol. Marina e Ocean.*, N.S., **5(4-5-6)**: 149-168.

GIACCONE G. (1978) - Progress in water technology. Effects on phytobenthos of marine domestic wasterwater disposal. *Progress in water technology*. **14:** 51-58. *Pergamon press.*

GIACCONE G., BRUNI A. (1973) - Le cistoseire e la vegetazione sommersa del Mediterraneo. *Atti Ist. Veneto Scien., Lett. ed Arti.* Tomo CXXXI. Classe di scienze matematiche e naturali: 59-103.

GIACCONE G., LETIZIA A. (1984) - Aspetto estivo della vegetazione marina di Capo d'Orlando (ME). *Naturalista sicil.*, S. IV-VIII (1-2): 35-47.

HUVÈ P. (1970) - Recherches sur la genèse de quelques peuplements algaux marins de la roche littorale dans la région de Marseille. Thèse de doctorat d'état ès-Sciences naturelles 470 pp.

RIGGIO S. (1982) - The artificial reef off Terrasini North-Western Sicily after one year submergence. *Journée Etud. Récifs artif. et Maricult. Suspend.* - Cannes, C.I.E.S.M.

RIGGIO S., ARDIZZONE G.D. (1979) - Prospettive dell'impiego di substrati artificiali per il ripopolamento e la protezione dei fondali costieri della Sicilia nord-occidentale. *Atti del Convegno scientifico Nazionale P.F. Oceanografia e Fondi Marini*. Roma: 157-184.

RIGGIO S., ARDIZZONE G.D. (1980) - Eutrofizzazione e comunità bentoniche su substrati artificiali. Indagine preliminare sulle coste della Sicilia nord-occidentale. *Quad. Lab. Pesca*, **3** (1, suppl.): 258-262.

RIGGIO S., DI PISA G. (1982) - The pattern of settlement of benthic harbour communities in relation to substratum geometry. *Rapp. Comm. int. Mer. Médit.*, **27** (2): 177-178.

RIGGIO S., DI PISA G. (1983) - Observation on the development of fouling on discontinuous surfaces in Palermo harbour. *Naturalista sicil.*, S. IV, VI (suppl.), **3:** 607-626.

OEBALIA 1985, vol. XI, N.S.: 427-437 *ISSN 0392-6613*

S. RIGGIO* M. GRISTINA* G. GIACCONE** F. BADALAMENTI*

*Laboratorio di Ecologia, Istituto di Zoologia dell'Università di Palermo
Via Archirafi, 18 - 90123 Palermo - Italy

**Istituto di Botanica dell'Università di Palermo
Via Archirafi, 38 - 90123 Palermo - Italy

AN EIGHTEEN MONTHS SURVEY OF THE ARTIFICIAL REEF OF TERRASINI (N/W SICILY): THE INVERTEBRATES

Abstract

Invertebrates of Terrasini artificial reef. Part 1.

Analysis of the biotic colonization on three concrete boulders of the artificial reef, carried out from autumn 1982 to late spring 1983 has shown the presence of 175 invertebrate taxa, mainly Polychaeta, Gastropoda and Polyzoa. The taxonomic constitution of the biotic settlements differs in relations to the orientation of the cube-walls. The major biotic features are described and critically discussed.

Key words: artificial reefs, benthos, larval settlement, ecological succession.

Introduction

As a refuge for fish and invertebrate populations the artificial reef is a major tool for the re-stocking of a low productive or otherwise endangered marine bottom (BOMBACE, 1982). Artificial reefs may also be valuable for closer investigation of the processes of self-organization taking place in benthic communities in relation to local environmental factors. Due to their exact surface area and geometric shape, they facilitate experimental observations in the field, that would otherwise be impossible. The small artificial reef built of Terrasini, near Palermo (PROVENZANO & RIGGIO, 1981; RIGGIO & PROVENZANO, 1982; RIGGIO, 1982) has been the object of research since its construction in October 1981. It has been investigated using the methods and procedures normally employed for bionomical studies on natural hard substrata, and we have thus been able to follow the biotic settlement and the whole development of a biotic cover on the concrete blocks.

The investigation has faced the authors with the intriguing problems of how a biotic settlement is established and grows to a high degree of complexity.

Of the many questions we could ask ourselves, some have particularly stimulated our interest. They may be put in the following terms: are settlements on concrete closely comparable to the one on natural substrata? Do ecological successions on rocky substrata show the same pattern in the Northern, Mid and Southern Tyrrhenian Basin, i.e. are biogeographical factors closely reflected in the development of benthic communities in an artificial reef? What is the role of the major ecological factors on the settlement? Other questions which arose in the course of our work will be dealt with in the future reports.

The first of our questions, i.e. that concerning the similarity of settlements on natural and artificial substrata, has received an exhaustive answer from the study of algal populations, reported elsewhere in the same volume (BADALAMENTI *et al.*). The other problems are best solved through the study of animal populations which is now at its beginning and which is likely to last for some years.

Procedures

In the setting up of an ecological survey on an artificial reef the first task is to clearly define the spatial situation of each sample, by sketching a detailed three dimensional map of the reef. We have viewed our truncated pyramid as a matrix in the quadratic form, in which the single blocks were elements of the matrix. Capital letters were used to indicate lines, whereas lower case letters referred to columns. Numbers from 1 to 3 indicated the layers; each cube could therefore be identified with a simple trinomial expression (fig. 1).

Identification of single samples on each cube was possible by the addition of a capital letter referring to the geographical exposition: North, N; South, S; East, E; West, W. The top faces with horizontal slopes were indicated with an H.

A small (i) further specified the inwards exposition of faces inside the reed.

Samples were collected according to procedures currently employed in bionomical research. Further details on sampling methods are reported in BADALAMENTI *et al.* (same volume). Animal samples were obtained by washing the algae carefully and sieving the debris acculated at their bases. Individuals were collected by sorting out at the stereolens. Population densities were assessed and expressed as percentage of surface cover. Cover of individual species was estimated by the product of average measurements and number of individuals. Such a procedure made it possible to compare individual and colonial taxa. Intersimilarity according to SORENSEN and diversity indices H according to SHANNON & WEAVER formula were calculated.

Further elaboration of data is now being worked out.

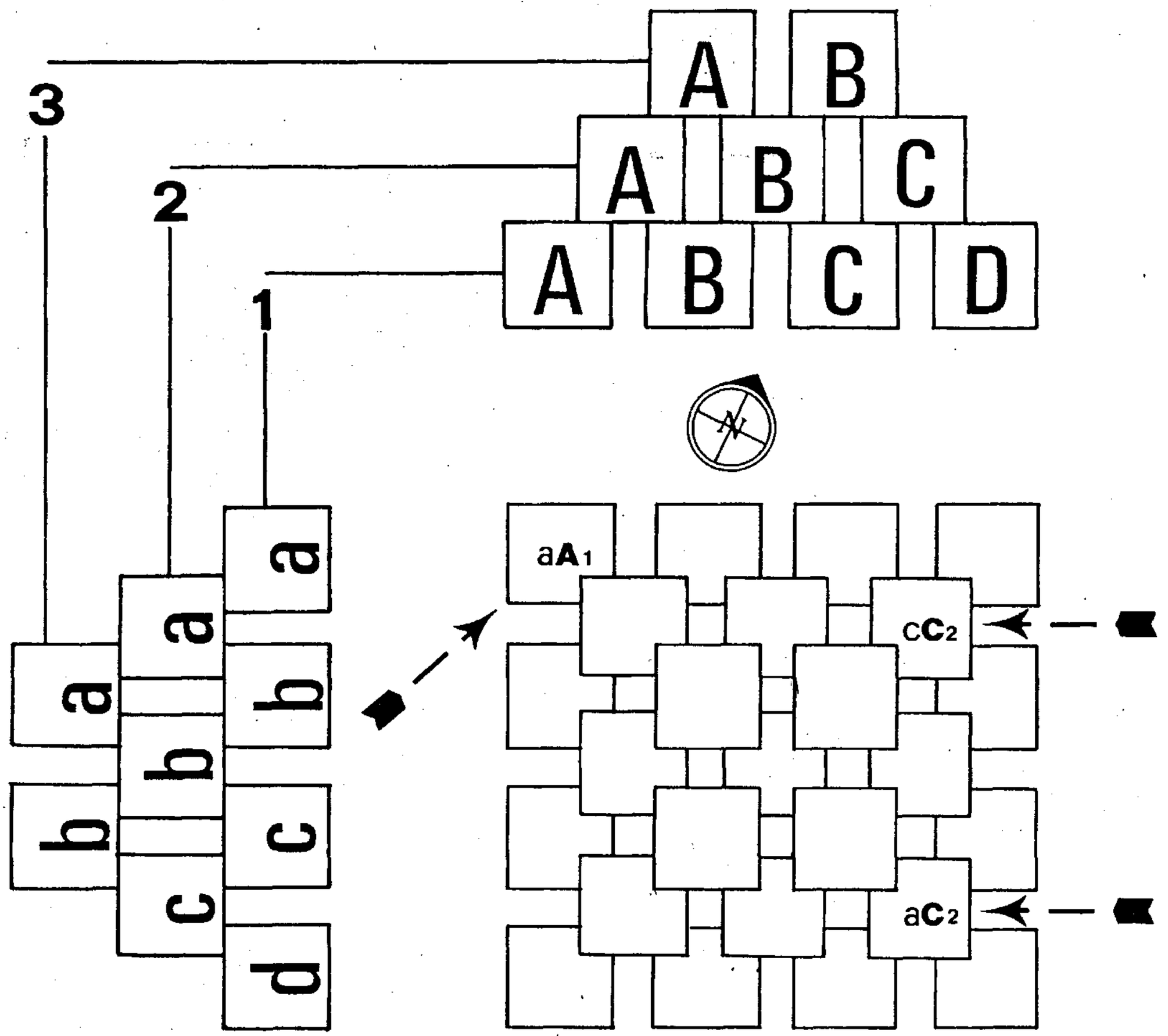


Fig. 1 - Topographic matrix of reef with spatial coordinates of blocks and situation or sampled boulders (arrows).

Results

At the end of the present cycle of observations 175 invertebrate taxa were collected, about one third of which were Polychaete Annelida. Gastropod Molluscs followed with 43 species, and the Polyzoa with 36. Eighteen species belonged to the Bivalvia, 9 to the Hydroidea, 8 to the Porifera. A significant increase in the number of taxa is evident along the whole cycle of observations.

Relevant transformations of the taxonomic spectra took place in the 6 month interval between the samplings. Changes may be summarized as an overall increase in the major systematic components and substitutions of the dominant groups.

Polyzoa and Gastropoda showed the greatest increases, whereas Polychaeta were fairly stable. The recruitment of new species is reflected in the increase of the diversity indices between the autumn and the spring samples. In autumn in fact they oscillate between 1.5 and 3.0, whereas in springtime they range from 1.8 to 4.0. Block diagrams of diversity per each sample show a typically indented profile due to the sensible differences in species richness and dominance which are ultimately dependent on the geographical exposition and slope of the cube walls. An overall trend to increasing diversity is however evident when average H values per cube are taken into consideration.

The major features of the invertebrate colonization can be summarized as follows.

Porifera. *Sycon ciliatum* Fabr. and a few other Calcispongiae are common settlers both in autumn and spring. A few Clionids and other Demospongiae are irregularly scattered and form tiny colonies or small incrusting patches.

Hydroidea. *Clitia hemisphaerica* (L.) and *Bougainvillia ramosa* (Bened.) are the first settlers on the bare substrata, but they almost disappear with the advancement of colonization. Two groups of species, composed respectively of *Eudendrium* sp., *C. hemisphaerica, Halecium pocillum* Hincks, *Scandia* sp. amd *H. pocillum*, *Plumularia obliqua* Johnst. and *Antenella secundaria* Gmel., thrive on the shady inwards facing walls of cubes aA1 and cC2. A much denser Hydroid felt is visible inside the tunnels, which however were not sampled.

Polychaeta. Serpulid species such as *Filogranula calyculata* O.G. Costa, *Josephella marenzelleri* Caull. et Mesn., *Spirobranchus polytrema* Phil. and *Pomatoceros triqueter* (L.) settle in the very early phases of colonization and make up the bulk of the worm population, together with few common Syllid and Eunicid species. Serpulids, on the other hand, are a minor component in the spring samples, whereas the Syllids, Cirratulids and Terebellids show a constant increase both in number of species and of individuals. New taxa are sorted out from the spring samples, which are strictly related to new microenvironmental conditions or to a more abundant food supply, or even to a luxuriant algal presence.

Such are the numerous Aphroditidae and Phyllodocidae, some Syllidae and the Ophelid *Polyophthalmus pictus* Dujard. Comparison of autumn and spring worm populations classified according to FAUCHALD & JUMARS (1979) and FRESI *et al.* (1983) results in a significant shift from a prevailing composition of suspension feeders to the dominance of carnivore and herbivore species with more specialized food habits. Deposit feeders also increase (fig. 2).

Bivalvia. *Brachydontes variabilis* Krauss together with *Mytilaster minimus* Poli and *Anomia ephippium* L., are the only bivalves found in the majority of samples.

They are very likely recruited from the nearby harbour settlements. In the spring samples too, some species typical of biogenic rocky substrata are found, the most prominent of which is *Spondylus gaederopus* L. *Lima hians* Gmel. and *Petricola lithophaga* Retz. are endolithic forms which testify the establishment of an infauna.

Gastropoda. Small Rissoidae living within the algal felt and the leaflets of the seaweeds or on the detritic bottom - *Alvania discors* All., *Biforina perversa* L., *Rissoa guerini* Recl. - are typical representative species. They are however by far outnumbered

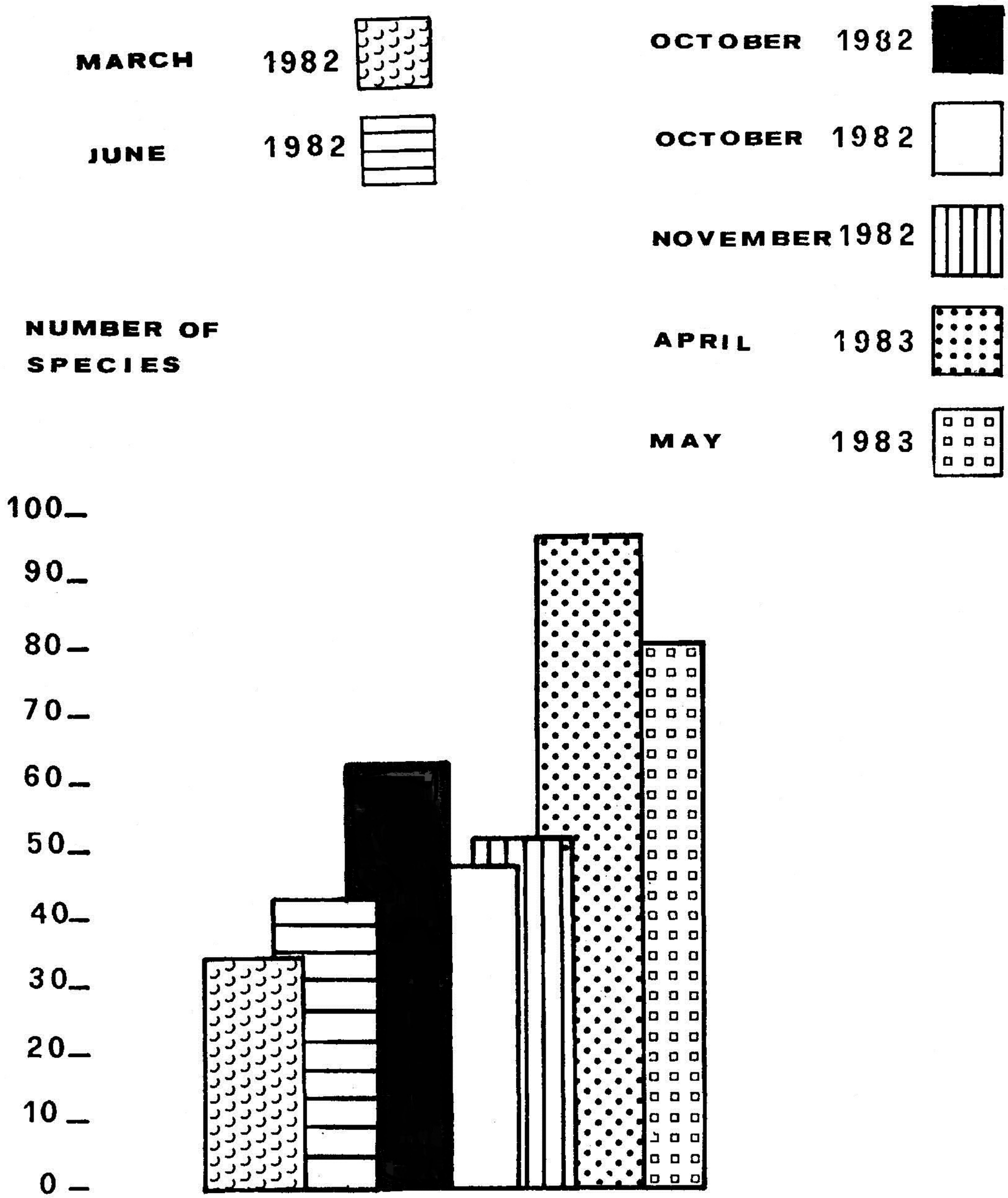


Fig. 2 - Distribution of feeding groups in Polychaete populations in autumn and spring samples.

by *Bittium reticulatum* Da Costa which is present in all samples and attains densities as high as 60 individuals per 400 cmq, with an estimated cover of 20% of the whole surface. Like the Bivalvia, the Gastropoda increase in the spring.

Polyzoa. Branching erected forms prevail in the earlier phases and are more common in the autumn samples. *Caberea boryi* Aud. and *Crisia* sp. are very frequent even on

the bare substratum. Crusting forms such as *Schizobrachiella sanguinea* Norm. and *parasmittina* sp. occupy a greater percentage of cover surface in the spring. Numerous creeping colonies also added, some of which such as *Aetea* spp. and *Nolella gigantea* Busk are able to thrive in the soft sediment layer deposited on the surface.

Figs. 3 and 4 clearly illustrate some features of the biotic settlement which had already been outlined in a previous paper (Riggio, 1982).

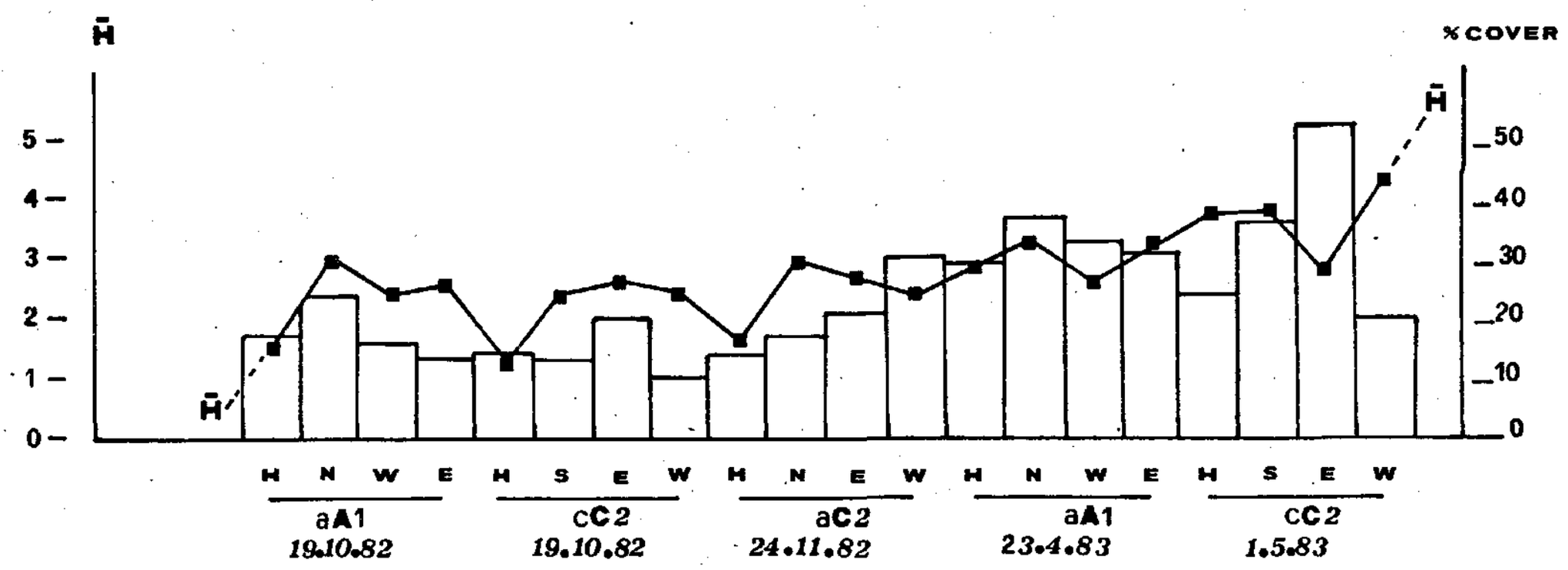


Fig. 3 - Representation of diversity H (continuous line) and percent cover (block diagram).

From the autumn samples boulder aA1 appears most populated — both in number of species and percentage of covered surface — in its outward freely exposed walls, which also show a greater diversity. The settlement on the horizontal top face and the one in the inward facing wall are poor and in a pioneer stage. The diversity is much lower on the top face, whereas it attains an average value in the inner face in shade. Similar results are obtained from examination of the other sampled blocks cC2 and aC2.

As to the qualitative constitution of our samples, the percent distribution of the numbers of species within the main taxonomic groups is the following: Polychaete worms prevail on the vertical external walls (walls exposed to the open sea), as a rule followed by Gastropod Molluscs and Polyzoa.

Gastropods, Peracarid Crustacea and other vagile forms are mostly represented — with high population densities — on top faces, where accumulation of sediments occurs at a high rate, whereas Polyzoa and Serpulid Polycaete are by far most abundant on the inner shady sides of the blocks.

Spring samples of aA1 and cC2 (aC2 is still under examination) show a definite increase of the number of species as well as of the diversity indices. The algae are less represented in aA1 whereas they show a small increase in percent composition in cC2.

Many appreciable differences occur in the qualitative composition of the settlement, which can also be referred to the slope and exposition of the single faces. Polychaeta generally prevail in the vertical outer faces, however in lower percent values than in autumn. Polyzoa follow in the same faces, but they definitely outnumber the other

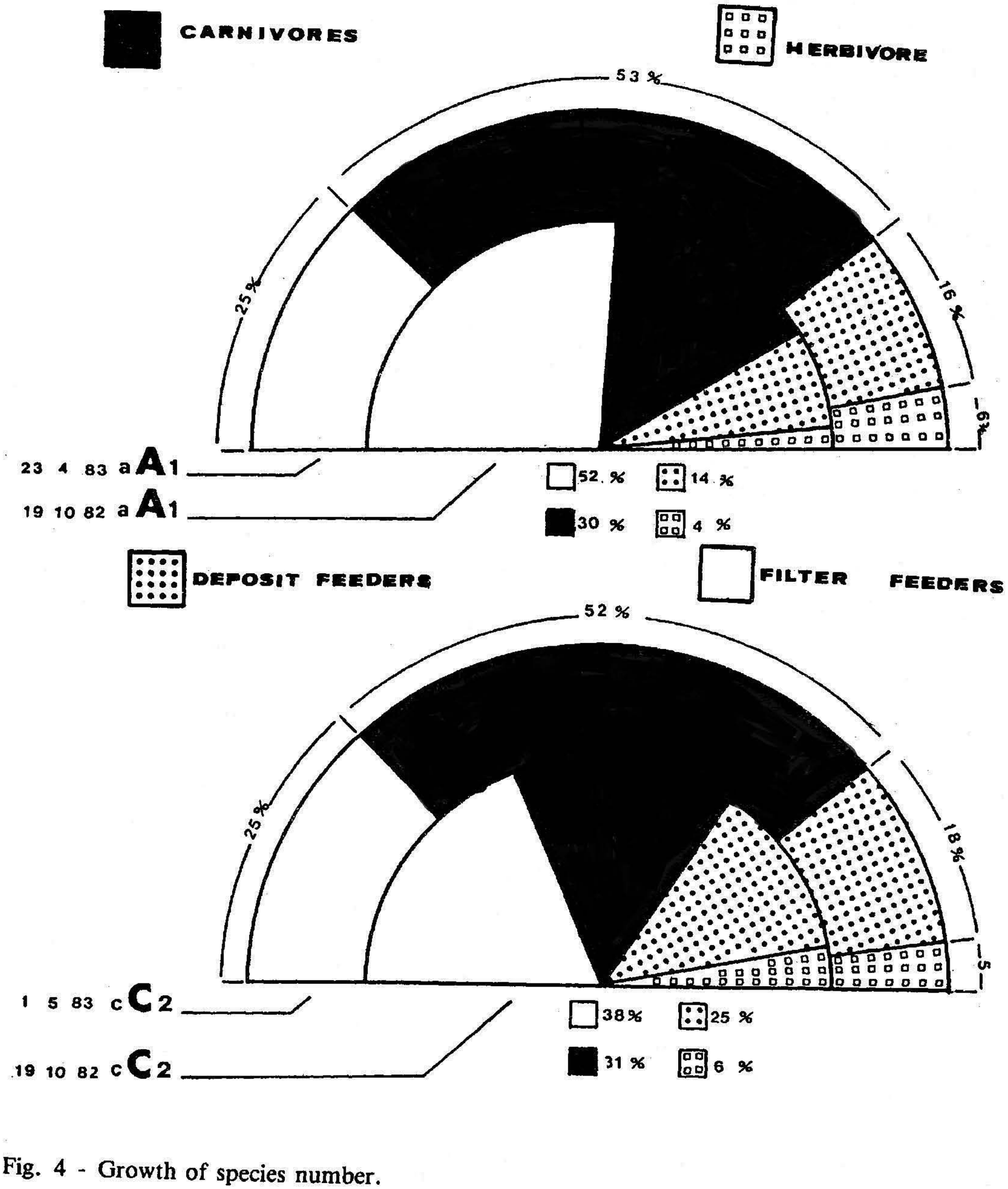


Fig. 4 - Growth of species number.

groups in the horizontal and in the inner faces. Gastropoda show a high increase in the individual numbers, but a very low one in species. Serpulids and other pioneer taxa are in regression. Many new groups appear for the first time or significantly increase their presence.

Discussion and conclusions

The biotic colonization of a bare surface is seemingly a linear process: however at closer investigation a fast changing community raises many intriguing questions about the actual significance and persistence of the features observed in the course of the developing settlement.

Seasonal aspects of vegetation, biotic facies dependent on microclimatic agents and phenomena typical of ecological succession overlap, thereby masking the factors underlying the development of sessile communities. In our study a striking difference in species richness and surface-cover is evident between the autumn samples and those of the following spring. From the examination of the algal component, however, it may be stated that the lower number of species and the smaller cover are only partly due to a seasonal regression of the algal vegetation, and are mainly related to a transitory stage of the ecological succession taking place locally. The October vegetation is in fact a typical summer vegetation, no different from that observed (but not sampled) in August, mainly represented by small sized algae thriving in dim light. The only exceptions are the species of the genus *Cystoseira* and other brown algae such as *Dictyopteris membranacea* (Stackh.) Batt, which make their first appearance just at the end of the summer. A marked increase in the number of species as well as a new species composition occurs in spring, coinciding with a rapid development of *Cystoseira* species, and particularly of *C. compressa* Gerl. & Nizam, which supports a large mass of epiliving forms. At the same time a thick layer of mud and debris accumulate at the algal base, so that a clear vertical zone distribution can be distinguished in the community structure. The luxuriant growth of *C. compressa*, with thalluses over one meter in height, can therefore be considered the next step in the ecological succession taking place about eighteen months after submergence of the boulders. Many taxa listed for the first time in April-May are, in fact, strictly associated to this photophilous alga and to related species. Among these the Ophelid Polychaete *Polyophthalmus pictus* Dujard. and the Sabellid *Amphiglena mediterranea* Leyd.; some Syllids and Gastropod Molluscs as *Apicularia similis* Sc. and *A. guerini* Récl.; the Polyzoa *Bowerbankia gracilis* Leydi and *B. imbricata* Ad. may be cited.

The growth of *Cystoseira* spp. brings about a number of large scale changes in the faunistic spectrum and involves the building up of a more complex community structure, with the establishment of an underlayer of shade-loving algae below the thick canopy of brown algae, shown by a dramatic increase — well over 100% — of the indexes of surface cover.

An overlayer of small epiphytes is established on the branchlets of *Cystoseira* thus further complicating the overall structure and providing new opportunities for invertebrate settlement. A marked effect of such an overgrowth with outstanding consequences on the next stages of colonization is the trapping and precipitation of high amounts of drifting detritus and mud particles by the leaflet network (BELLAN, 1964). A soft bottom is thus crated at the base of the seaweeds, where new mud-dwelling species such a the Eunicid worms — *Eunice vittata* D. Ch., *Lumbrinereis* spp., *Arabella iricolor* Mont.

— the Polyzoan *Nolella gigantea* and other Aeteidae may thrive.

Processes of reduction which take place in the sediment layer further select a microaerophilic fauna inhabiting the small crevices and galleries, including the Cirratulidae and some Terebellid worms, together with endolithic Bivalvia. Creation of new ecological niches and complication of the trophic structure allow some exclusive carnivores — such as the Aphroditidae, the Phyllodocidae and some Syllidae — to invade the community or to increase their population densities. Closer qualitative analysis of animal populations demonstrates that the species composition of the settlements on the reef-boulders is to be referred to a very heterogeneous recruitment from many diverse substrata surrounding the area of reef submergence. Harbour species (*Cryptosula pallasiana* Moll., *Watersipora subovoidea* D'Orb.) seem to prevail in the very early phases of colonization, very likely due to the broad ecological valence of the taxa and their extensive dispersal ability enhanced by the proximity of the fishing harbour. Pioneer species typical of hard substrata and essentially photophobic are added at the next stage. After one year, in the autumn samples mainly taxa form harbour fouling and from sandy bottoms are encountered. In the spring samples new taxa typically associated with *Posidonia* beds and photophilous algae, together with species characteristic of coralligenous communities and soft bottoms, may be distinguished.

The low degree of similarity in the autumn samples documents a loose y structured biotic complex. The values rise in the spring, providing evidence of a trend towards an increase in taxonomic homogeneity as well as in self organization. The reef community is however still far from maturity: some typical faunistic elements, such as the Demospongiae, are just at their beginning, the Clionids are rare, whereas other indicators of low matutiry such as the Calcispongiae (VACELET, 1980) are in rapid multiplication. As was expected, a broad diversity spectrum characterized each block, which had to be related to the differences in exposition and slopes of the single walls. The lowest values were found on the horizontal surfaces, because of the disturbance caused by the intense silting rate, whereas the highest values coincided with outward exposed surfaces facing the open sea. An increase of average diversity is evident from autumn to spring; the observed rise is however lower than expected due — also with invertebrates — to the effect of species dominance which overcompensates for the new recruitment. The increase of H is even less when both animal and algal populations are put together. Very likely a carrying capacity for the accumulation of biological information is nearly attained, very likely on account of the volume and the geometric characteristics of the cubes. Surface discontinuities represented by the free edges between the faces of the same boulder set definite restrictions to the increase of the numbers of species which can settle on each wall, and also affect the qualitative composition and the structure of the settlements (RIGGIO & DI PISA, 1982). From such a viewpoint, no further remarkable growth of the information content will be found in the future, or at least it will proceed at a much lower rate.

Very little affinity seems to exist with other reefs set on Mediterranean bottoms, so that our results differ appreciably from those reported in the Adriatic Sea (BOMBACE, quoted) or in the Mid Tyrrhenian (ARDIZZONE *et al.*, 1982).

Greater similarities are, however, found with the artificial reefs built along the Southern coasts of France and Monaco (BELLAN, 1982; DUVAL & CANTERA, 1982; A.M.P.N., 1982) and others in the Ligurian Sea (RELINI *et al.*, 1982), but a very careful comparative examination is required. Such findings further enhance the interest of our experiment, which is also successful from an economic point of view due to the many fish repeatedly observed inside the reef or in its immediate surroundings. Results from the next surveys are awaited in order to match our theoretical model with a complex reality in progress.

Summary

An analysis of the invertebrate populations living in the small artificial reef of Terrasini was carried out through the study of 20 seasonal samples collected on the free of three concrete boulders with opposite spatial orientations from the autumn 1982 to the next spring. 175 taxa were identified, for the most part represented by Polychaeta, Gastropoda, Bryozoa. Coelenterate Hydroidea, Peracarid Crustacea and Bivalve Molluscs were by far less numerous both quantitatively and qualitatively. The Gastropod Bittium reticulatum *was the most abundant species either in number of individuals or biomass. Considerable differences were recorded in the invertebrate settlements of the cubes, which could be related to the exposition and slope of the faces. Surface discontinuities greatly influenced the constitution and structure of the communities. A steady increase in the number of species as well as in the diversity occurred from autumn to spring.*

Riassunto

L'analisi dei popolamenti della barriera artificiale di Terrasini eseguita su 20 campionamenti datati fra l'autunno 1982 e la primavera 1983, a 12-18 mesi dall'immersione, mostra la presenza di 175 specie, ripartite fra Policheti, Gasteropodi, Briozoi e gruppi minori. Un notevole aumento del numero di specie e della diversità ha luogo in primavera, in seguito alla stabilizzazione dei popolamenti algali ed alla comparsa di una zonazione verticale. Notevoli cambiamenti hanno luogo anche nella composizione delle zoocenosi e nella struttura delle comunità. I carnivori aumentano di numero e di importanza. I detritivori sono invece poco rappresentati.

Bibliography

A.M.P.N., ASSOCIATION MONEGASQUE DE PROTECTION DE LA NATURE (1982) - Les récifs artificiels de la réserve sous-marine de Monaco. *Journée Etud. Récifs artif. et Maricult. suspend.* - Cannes, C.I.E.S.M.: 79-81.

ARDIZZONE G.D., CHIMENZ C., BELLUSCIO A. (1982) - Benthic community on the artificial reef of Fregene (Latium). *Journée Etude Récifs artif. et Maricult. suspend.* Cannes, C.I.E.S.M.: : 55-57.

BADALAMENTI F., GIACCONE G., GRISTINA M., RIGGIO S. (1984) - An eighteen month survey of teh artificial reef of Terrasini (N/W Sicily): the algal settlements. *Oebalia*, XI, N.S.: 417-425.

BELLAN G. (1964) - Contribution à l'étude systématique, bionomique et écologique des Annélides Polychètes de la Méditerranée. *Rec. Trav. St. mar. End.* **(33-49):** 372.

BELLAN G. (1982) - Annéllides Polychètes (Serpulidae exclues) de deux types de récifs artificiels immergés dans la région marseillaise. *Journée Etud. Récifs artif. et Maricult. suspend.* Cannes, C.I.E.S.M.: 93-98.

BOMBACE G. (1982) - Il punto sulle barriere artificiali: problemi e prospettive. *Naturalista Sicil.*, S. IV, VI (suppl.), **3:** 573-591.

DUVAL C., J. CANTERA (1982) - Données préliminaires sur la faune de Mollusques de modules artificiels immergés dans la région marseillaise. *Journée Etud. Récifs artif. et Maricult. suspend.* Cannes, C.I.E.S.M.: 89-92.

FAUCHALD K., JUMARS P.A. (1979) - The Diet of Worms: a Study of Polychaete feeding Guilds. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.*, **17:** 193-284.

FRESI E., COLOGNOLA R., GAMBI M.C., GIANGRANDE A., SCARDI M. (1983) - Ricerche sui popolamenti bentonici di substrato duro di Ischia. Infralitorale fotofilo: Policheti. *Cahiers de Biologie Marine de Roscoff*, XXIV, **1:** 1-19.

PROVENZANO G., RIGGIO S. (1981) - Tecnologie impiegate per la realizzazione di barriere artificiali lungo la costa palermitana. II contributo. *Atti del Convegno delle UU.OO. dei Sottoprogetti Risorse Biologiche e Inquinamento Marino*, Roma, 10-11 Nov. 1981: 119-154.

RELINI G., BIANCHI C.N., MATRICARDI G., PISANO E. (1982) - Research in progress on colonization of hard substrata in the Ligurian Sea. *Journée Etud. Récifs artif. et Maricult. suspend.*, Cannes, C.I.E.S.M.: 77-78.

RIGGIO S. (1982) - The artificial Reef of Terrasini (Northwestern Sicily) after one year submergence. *Journée Etude Récifs artif. et Maricult. suspend* Cannes, C.I.E.S.M.: 67-71.

RIGGIO S., DI PISA G. (1982) - Observations on the development of Fouling on discontinuous surfaces in Palermo harbour. *Naturalista Sicil.*, S. IV, VI (suppl.), **3:** 607-626.

RIGGIO S., PROVENZANO G. (1982) - Le prime barriere artificiali in Sicilia. Ricerche e progettazioni. *Naturalista Sicil.*, **3:** 627-659.

VACELET J. (1980) - L'installation des Spongiaires sur les substrats nouvellement immergés. *Mem. Biol. Marina e Oceanogr.*, suppl. X: 95-111.

OEBALIA 1985, vol. XI, N.S.: 439-449 *ISSN 0392-6613*

N. CASAVOLA E. RIZZI G. MARANO C. SARACINO
Laboratorio Provinciale di Biologia Marina di Bari - Italy

CICLO RIPRODUTTIVO E BIOMETRIA DI *ENSIS MINOR* (CHENU) (BIVALVIA: SOLENIDAE) NEL GOLFO DI MANFREDONIA

Abstract

Reproduction of Ensis minor.

Large populations of bivalves are present in the Lower Adriatic Sea and in the Gulf of Manfredonia. Data referring to the study of Ensis minor *(Chenu), a species of remarkable importance to fishing, are reported in the present work.*

Key-words: Reproduction, Biometry, Bivalvia, *Ensis minor*, Adriatic Sea.

Introduzione

Ensis minor (CHENU), il noto cannello, è tra i Solenidi la specie più comune del Basso Adriatico dove è presente nelle zone più basse dell'infralitorale sabbioso a poche centinaia di metri dalla battigia.

I Solenidi sono molluschi molto ricercati sul mercato ed hanno una buona quotazione commerciale; la pesca è esercitata manualmente con rastrelli e da qualche anno anche con vongolare modificate. Nel Golfo di Manfredonia, comunque, la raccolta viene effettuata manualmente.

Proprio perché le nuove tecnologie di pesca stanno notevolmente depauperando i banchi naturali a bivalvi di tutto l'Adriatico, si rende necessario programmare fermi di pesca in coincidenza delle fasi di deposizione e fissazione delle larve.

Materiali e metodi

L'indagine è stata svolta da ottobre 1982 a settembre 1983 prelevando, direttamente da pescatori che operano nel Golfo di Manfredonia, 600 esemplari di *Ensis minor* con frequenza quindicinale.

Per lo studio biometrico sono stati misurati con un calibro ventesimale tre parametri: lunghezza, altezza e larghezza; per lunghezza si intende la distanza compresa tra i piani

tangenti le estremità anteriore e posteriore della conchiglia, per altezza la distanza tra i piani tangenti l'umbone e l'estremità ventrale della conchiglia e per larghezza la distanza tra i piani tangenti alle valve e paralleli al piano sagittale. Tali parametri sono stati correlati secondo diversi modelli di regressione semplice.

Il ciclo riproduttivo è stato studiato mediante preparati istologici (colorazione ematossilina eosina, fux Mallory) ed osservazioni macroscopiche a fresco. La scala di maturazione che più si adatta a questa specie è quella da noi già descritta per *Rudicardium*, che comprende cinque stadi di maturazione (Marano *et al.* 1981).

Risultati

Per quanto riguarda i dati biometrici, le taglie degli esemplari esaminati sono comprese tra 6 e 13,5 cm di lunghezza, con maggiore frequenza tra 8,5 e 10 cm (Fig. 1). Pertanto tutti gli esemplari raccolti risultano avere una taglia superiore a 6 cm, taglia minima commerciale stabilita, per *Ensis*, dal DPR n. 1639 del 1968 art. 89 per la DISCIPLINA DELLA PESCA MARITTIMA. Peraltro, tale dimensione, secondo i dati forniti da Froglia (1975), corrisponde ad individui che hanno superato il primo anno di vita.

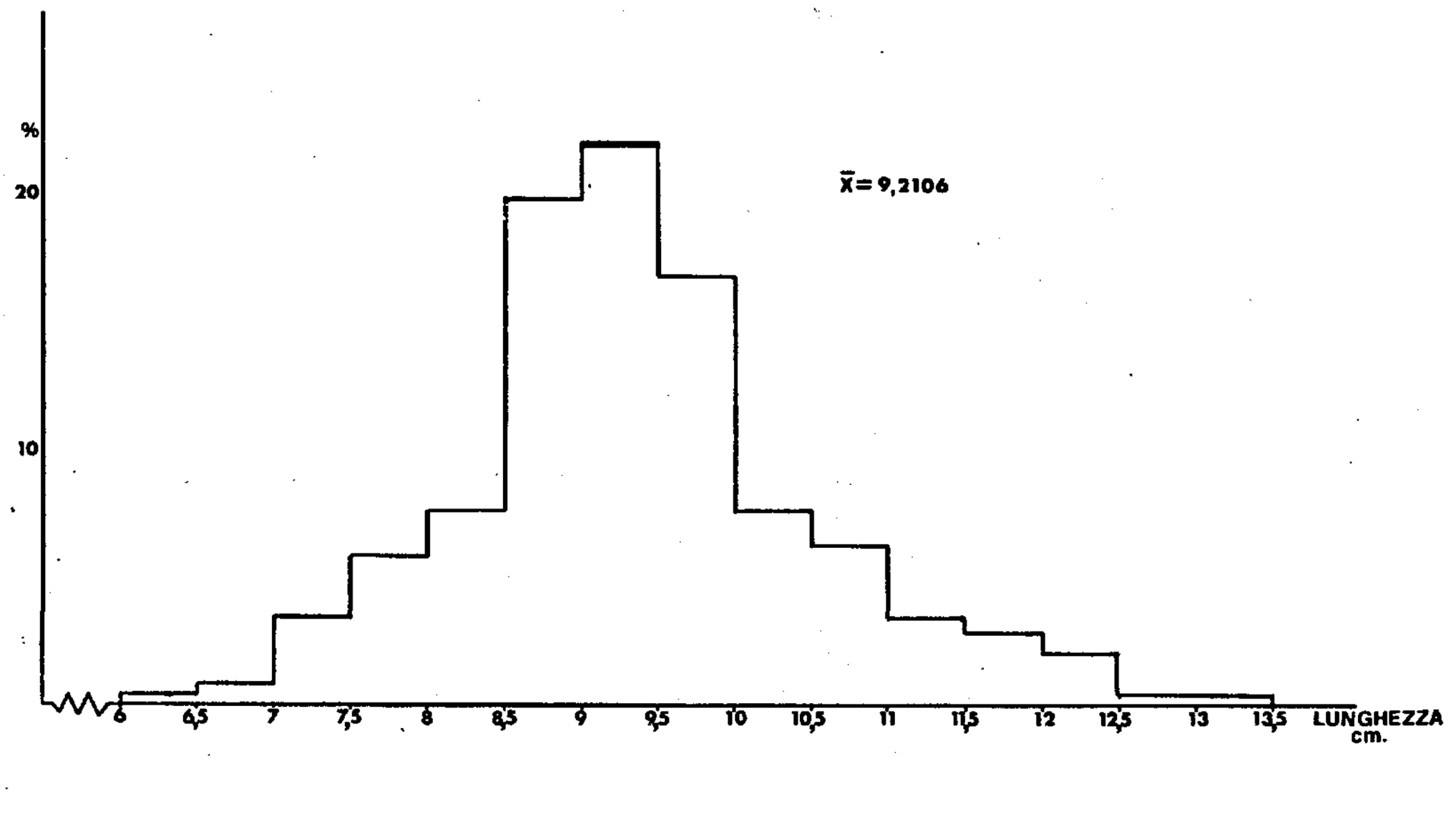


Fig. 1 - Classi di lunghezza, in percentuale.

Tra i diversi modelli di regressione analizzati: lineare, logaritmico, esponenziale, di potenza e parabolico relativi a lunghezza-larghezza (Fig. 2), lunghezza-altezza (Fig. 3), peso totale-peso parti molli (Fig. 4), peso totale-peso valve (Fig. 5), quello lineare pre-

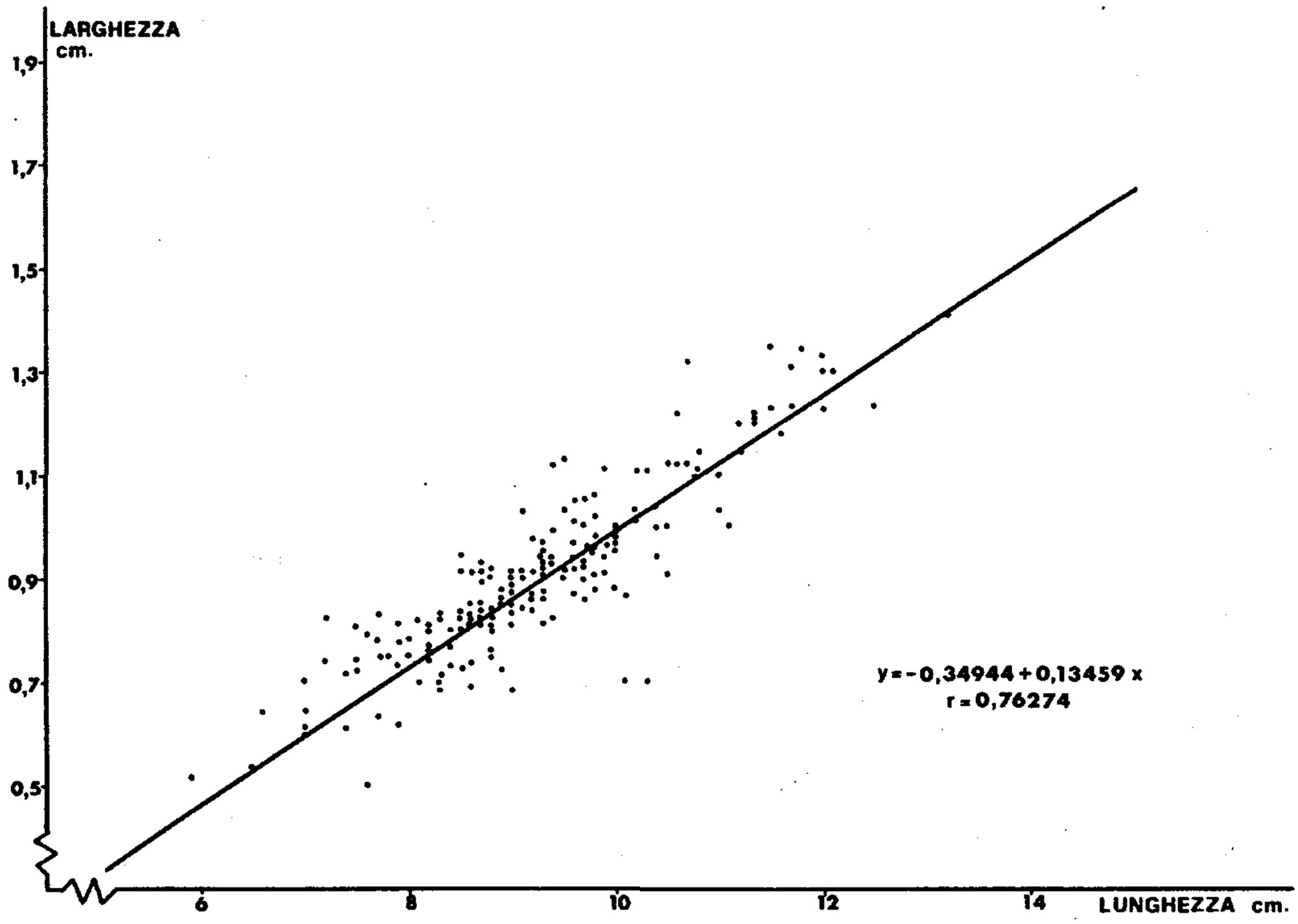


Fig. 2 - Regressione lunghezza-larghezza.

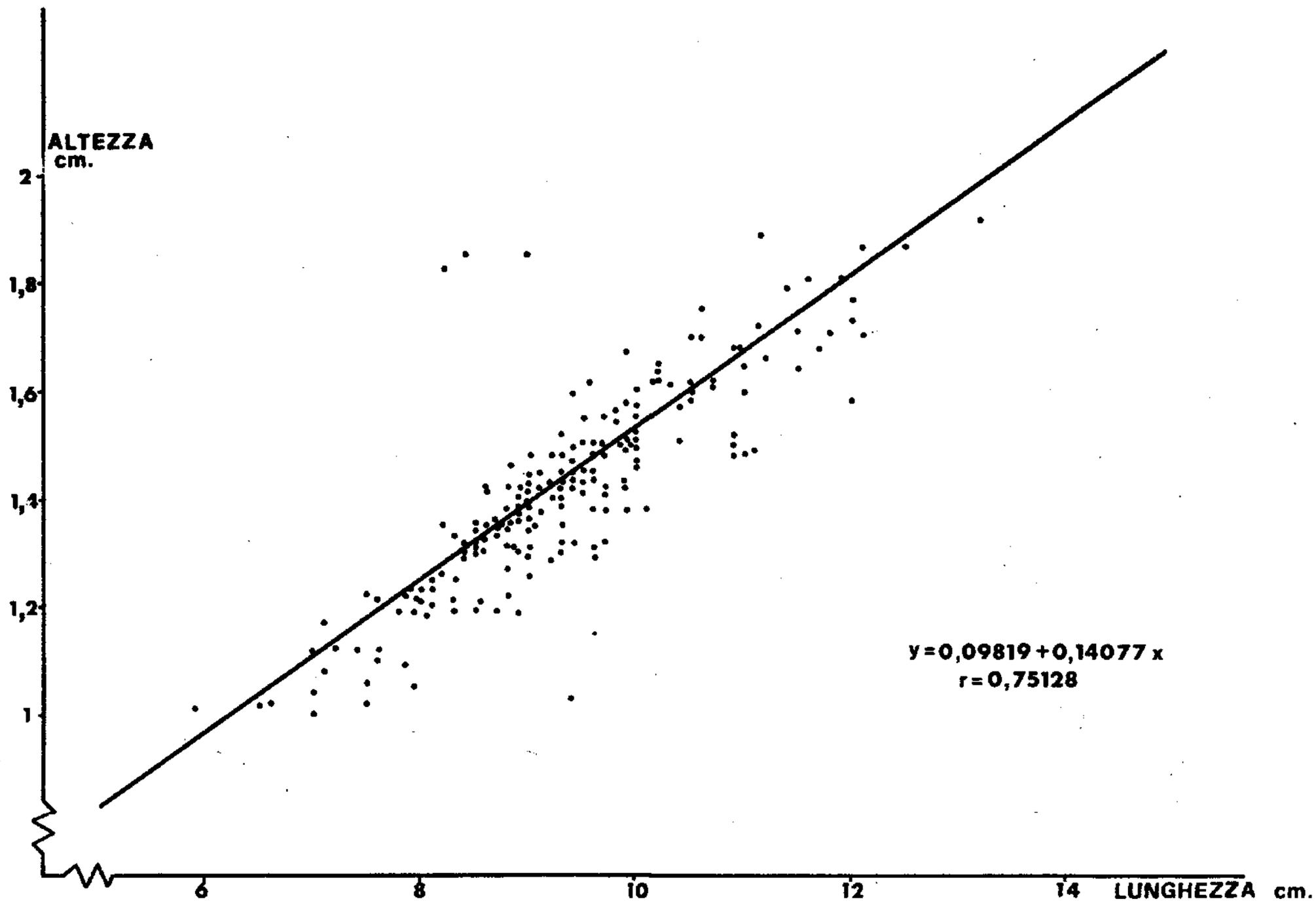


Fig. 3 - Regressione lunghezza-altezza.

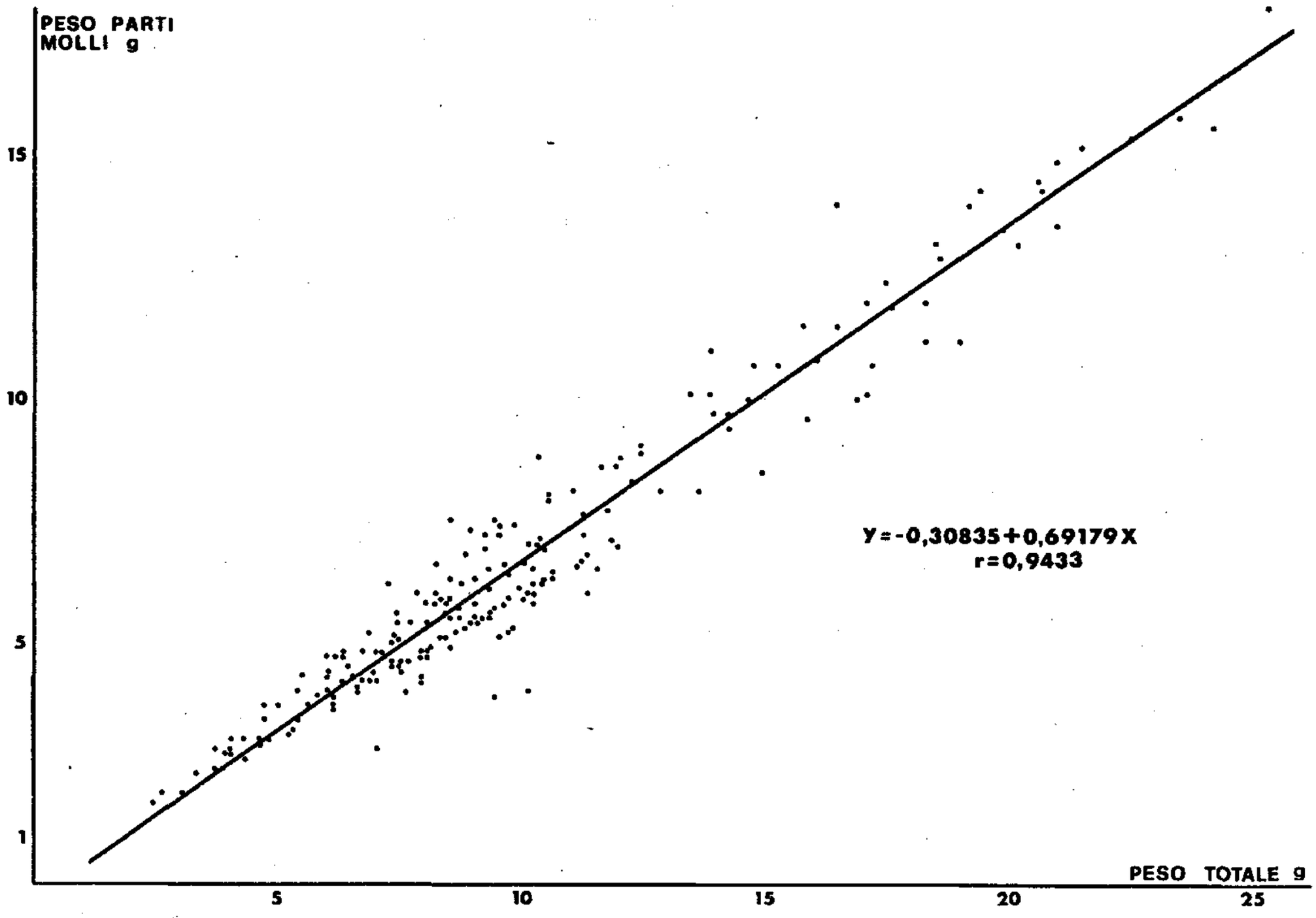


Fig. 4 - Regressione peso totale-peso parti molli.

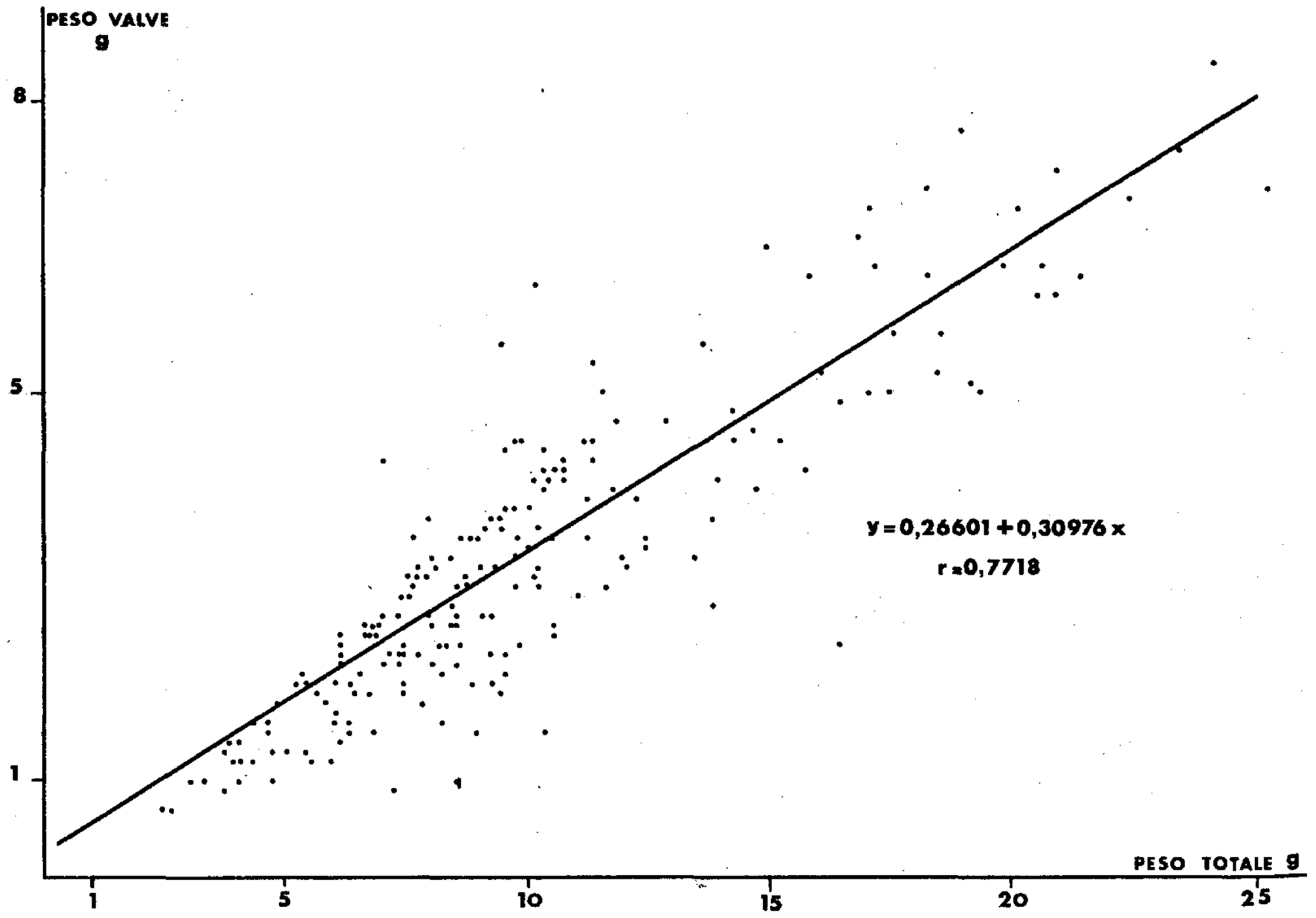


Fig. 5 - Regressione peso totale-peso valve.

senta un coefficiente di correlazione migliore. Per la relazione lunghezza-peso totale, il modello migliore è risultato quello esponenziale (Fig. 6).

La parte edibile del mollusco varia dal 56,25 al 67,81% del peso totale.

Ensis è specie dioica, su 600 campioni esaminati 172 sono risultati maschi, 149 sono le femmine e per 279 esemplari, trovandosi nel periodo intergenetico, non è stato possibile riconoscere il sesso.

I Solenidi presentano, dopo la deposizione un lungo periodo intergenetico (stadio 0) che va da maggio ad ottobre (Fig. 7).

Macroscopicamente le gonadi sono ridotte ad un sottile velo biancastro posto a livello dell'epatopancreas. Anche microscopicamente, a questo stadio, non è possibile riconoscere il sesso.

In novembre le gonadi riprendono l'attività gametogenetica (stadio 1), microscopicamente sono rilevabili piccoli follicoli con elementi germinali immaturi, le pareti si presentano molto spesse e ricche di cellule nutritizie (Fig. 8).

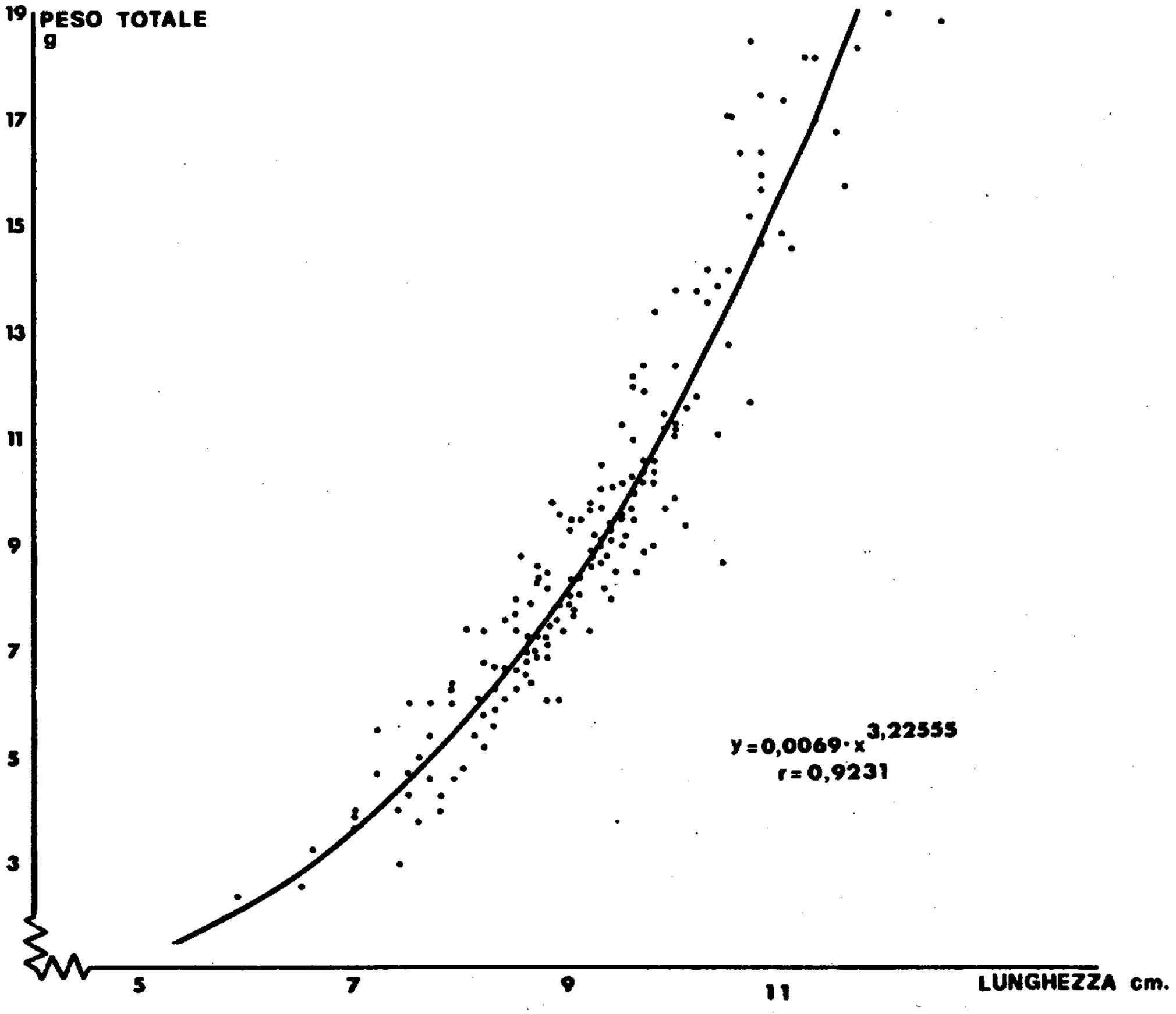


Fig. 6 - Relazione lunghezza-peso totale.

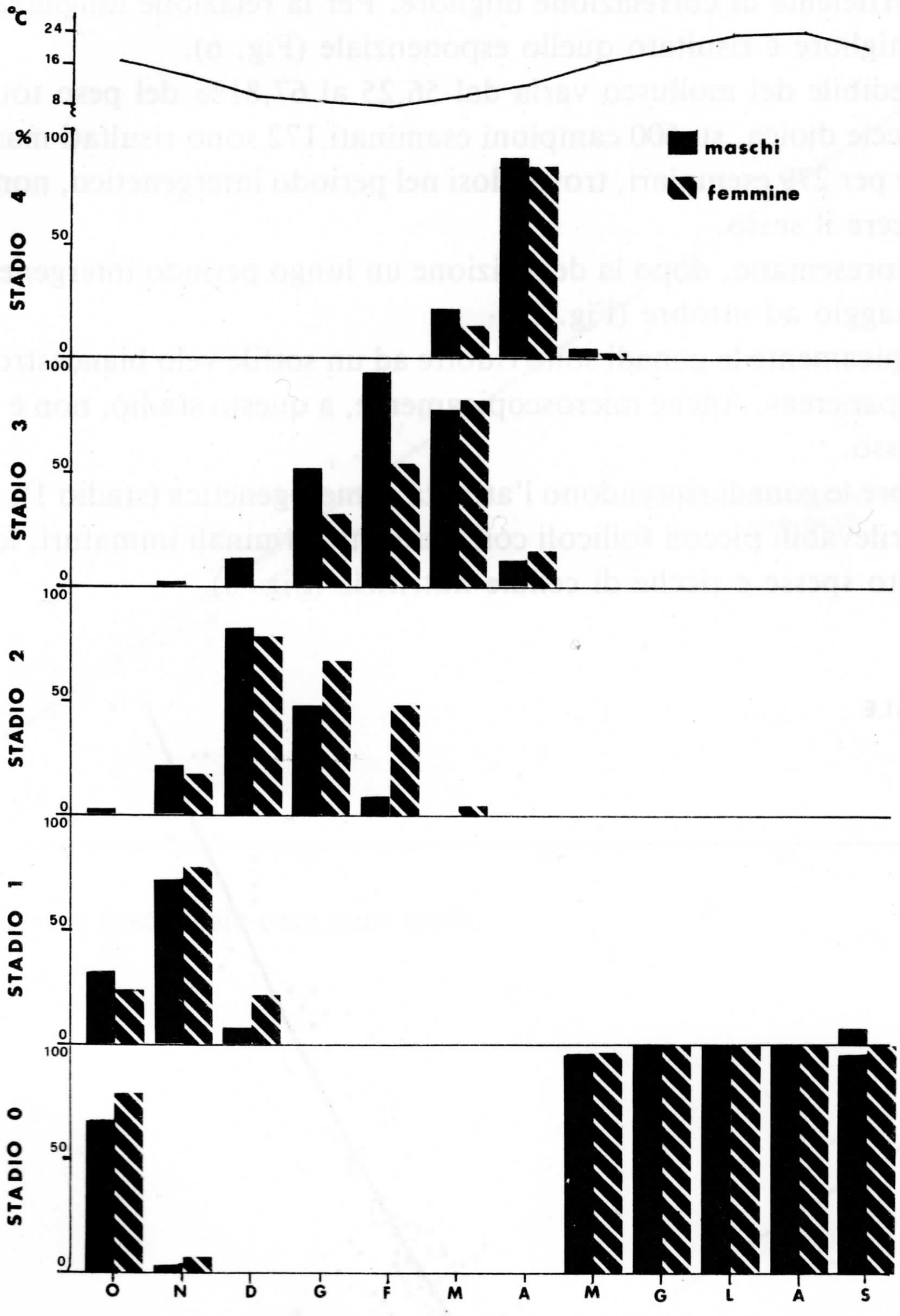


Fig. 7 - Ciclo di riproduzione e temperatura dell'acqua.

Macroscopicamente le gonadi sono appena più apprezzabili rispetto allo stadio precedente.

Da dicembre a gennaio la gametogenesi avanza (stadio 2); nei follicoli sono visibili molte cellule germinali a diversi stadi di sviluppo (spermatogoni, spermatociti, spermatidi e spermatozoi nei maschi, ovociti primari e secondari attaccati alle pareti e liberi nel lume nelle femmine), le pareti follicolari sono ancora spesse (Figg. 9-10).

In questo periodo, anche macroscopicamente, è sempre possibile riconoscere il sesso per la particolare colorazione della gonade lattescente nei maschi, giallognola e granulosa nelle femmine.

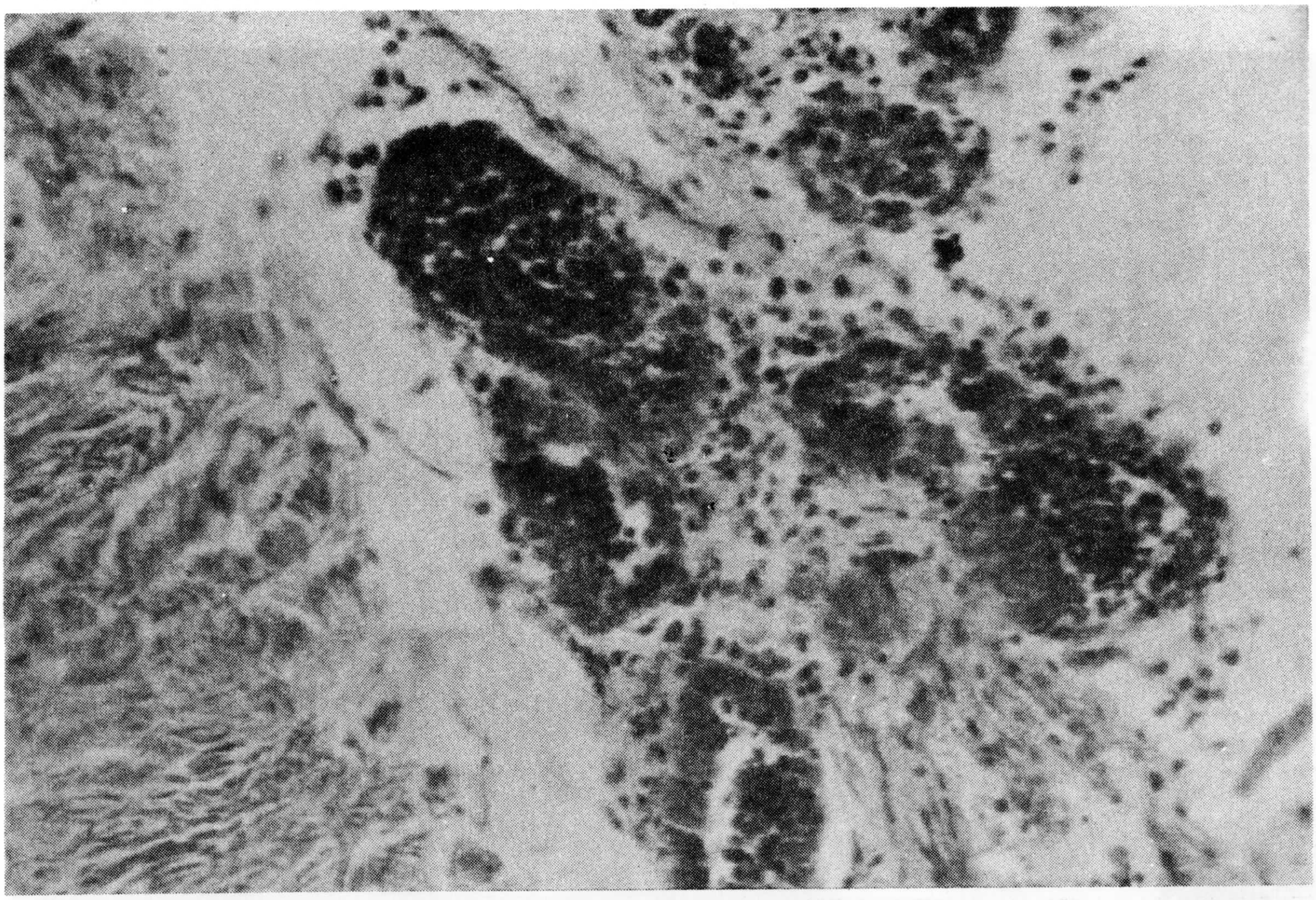


Fig. 8 - Spermatogenesi, stadio 1 (240 × ematossilina-eosina).

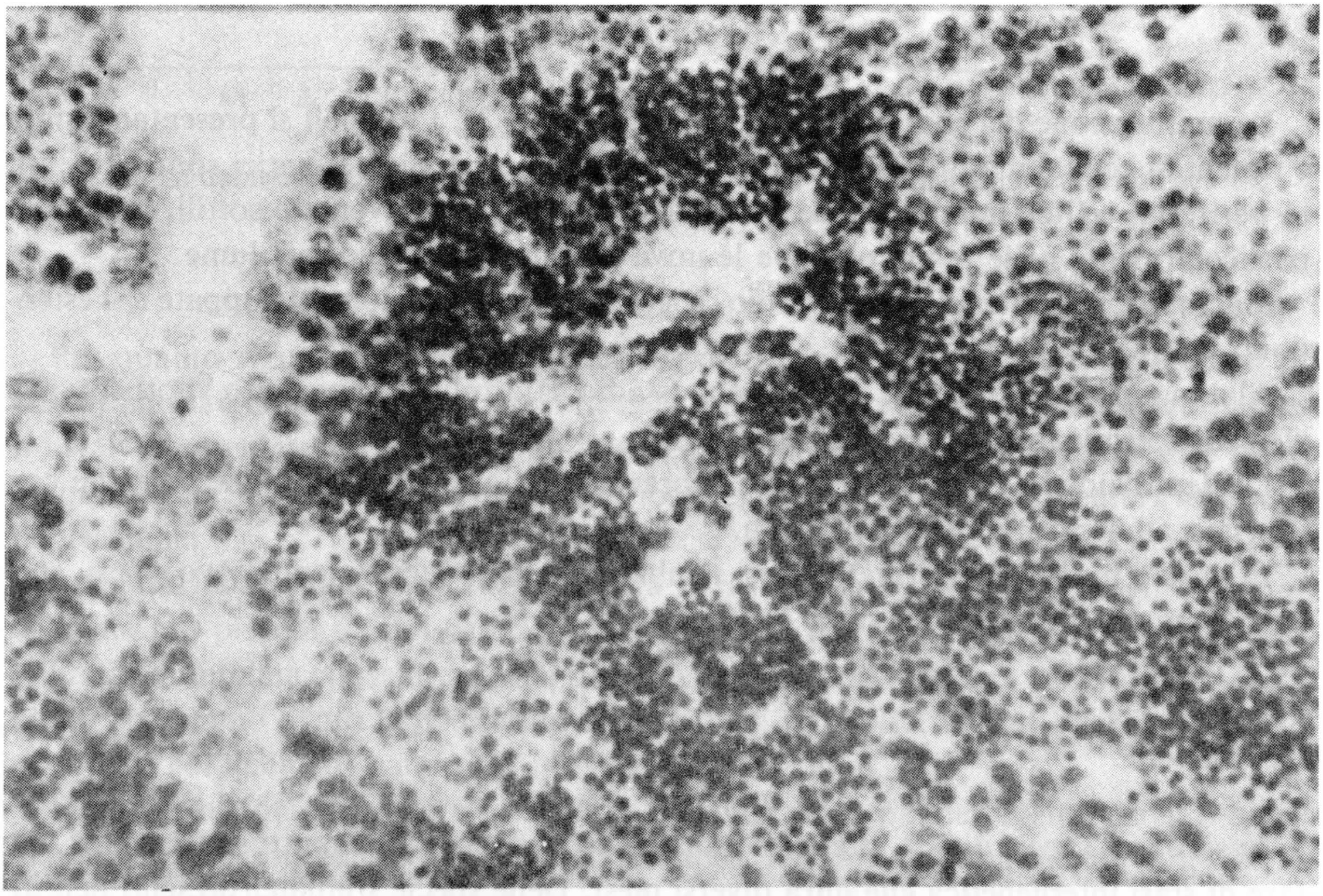


Fig. 9 - Spermatogenesi, stadio 2 (400 × ematossilina-eosina).

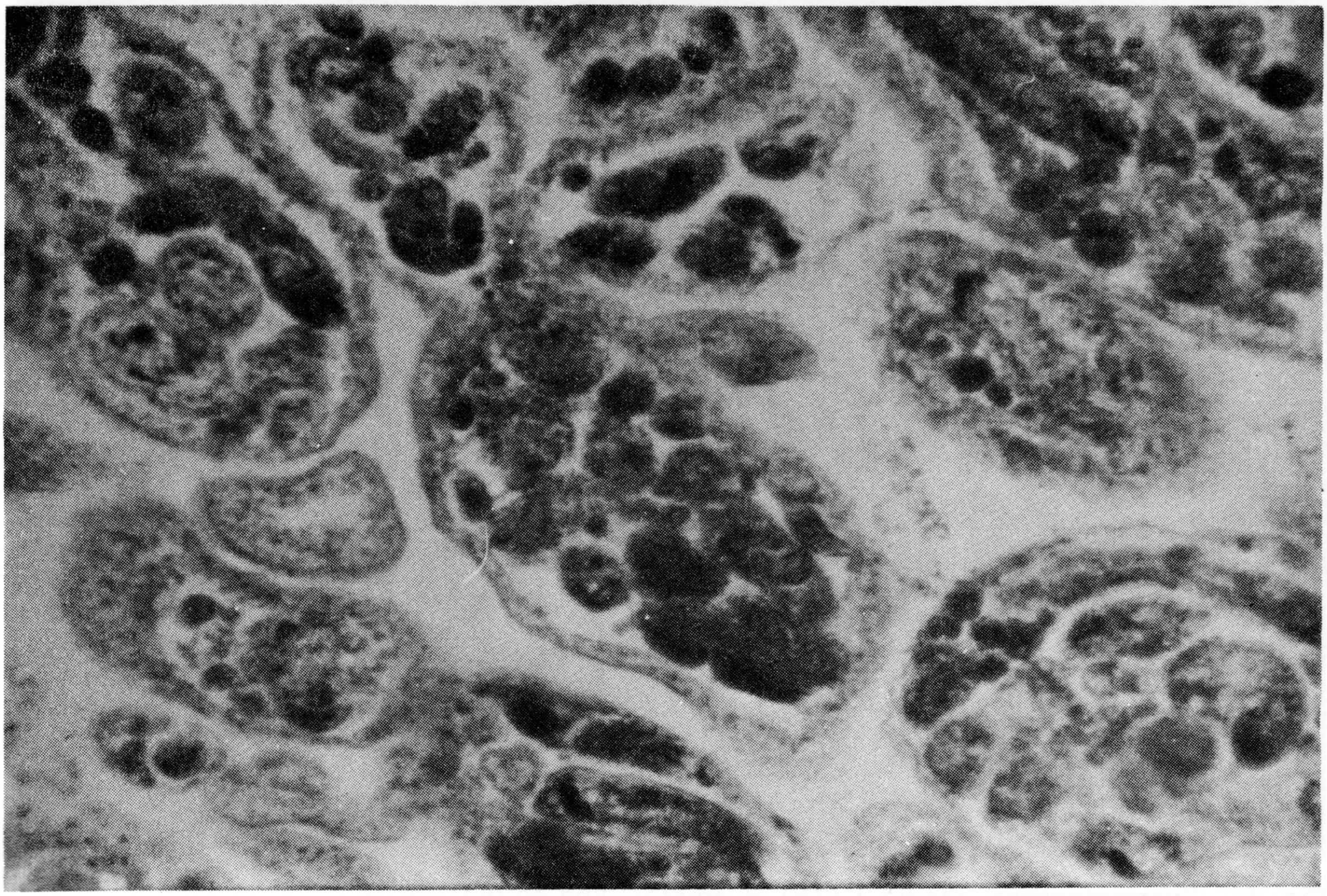


Fig. 10 - Ovogenesi, stadio 3 (240 × ematossilina-eosina).

La maturazione dei gameti inizia a gennaio (stadio 3), i follicoli si presentano ampi e ripieni di cellule mature; nei maschi oltre ai tipici cordoni spermatici sono presenti, in periferia, cellule immature. Le pareti dei follicoli sono diventate sottili, lo si nota particolarmente nelle femmine dove le uova mature sono libere nel lume.

Macroscopicamente, a questo stadio, le gonadi appaiono molto sviluppate e si estendono nel piede.

Alla maturazione segue la deposizione (stadio 4), i follicoli appaiono vuoti con rari elementi germinali maturi e immaturi.

La deposizione avviene in marzo e soprattutto in aprile, periodo che coincide con il primo aumento termico dell'acqua.

In questo bivalve la spermatogenesi sembra anticipare leggermente l'ovogenesi, specie per quanto riguarda gli stadi 2 e 3.

Conclusioni

Ensis è una specie dioica, presenta un periodo di deposizione piuttosto breve ed una fase di stasi intergenetica che dura diversi mesi. Delle specie studiate, presenti nell'infralitorale sabbioso, *Rudicardium* e *Proteopecten* (specie ermafrodita) hanno un ciclo riproduttivo molto simile ad *Ensis*; al contrario i Veneridi, in cui peraltro manca lo stadio 0 e i Mitilidi effettuano la deposizione nell'arco di più mesi (Marano *et al.* 1982a; 1982b; Saracino *et al.* 1982) (Fig. 11).

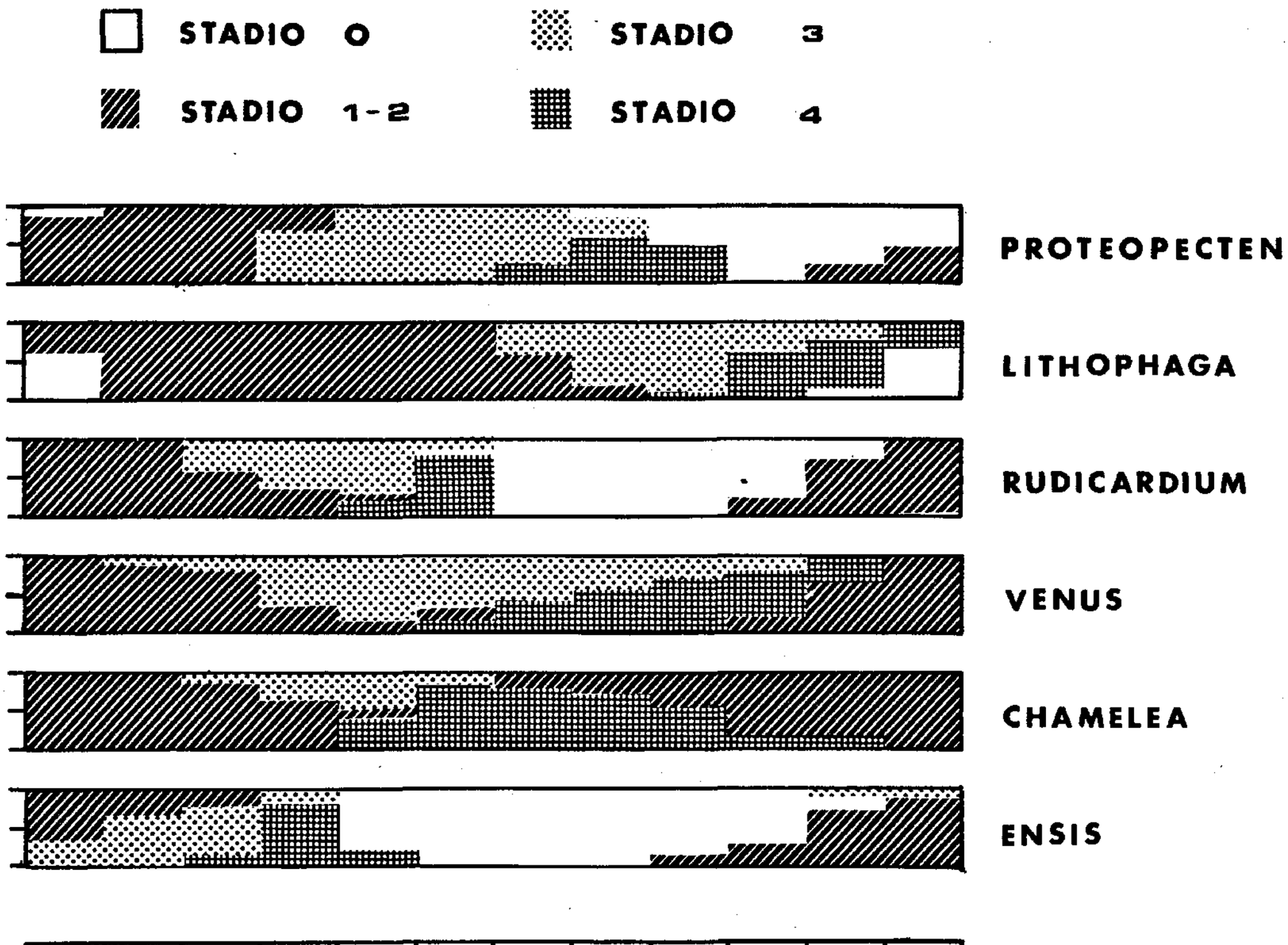


Fig. 11 - Andamento del ciclo di riproduzione di alcuni bivalvi nel Basso Adriatico.

Per quanto riguarda il ciclo riproduttivo di *Ensis*, nel Mediterraneo, VALLI *et al.* (1980) ha esaminato esemplari raccolti nel Golfo di Trieste. Anche in questo habitat il bivalve presenta un lungo periodo intergenetico e di maturazione, allo stesso modo di quanto da noi osservato. Al contrario, leggermente più lunga sembra essere la deposizione.

La maturità sessuale viene raggiunta già al primo anno, difatti anche gli esemplari di taglia più piccola da noi osservati sono risultati maturi.

La taglia minima consentita per la pesca di *Ensis* (6 cm), assicura la cattura di bivalvi adulti che hanno avuto la possibilità di riprodursi più volte. Difatti oltre il 50% degli esemplari commerciali hanno un'età superiore ai 2 anni.

Tuttavia, al fine di tutelare i banchi a Solenidi dal depauperamento dovuto anche alle nuove modalità di cattura, si è dell'avviso di fermare la pesca da marzo a settembre, come peraltro già sperimentato in alcune aree dell'Alto Adriatico.

Per meglio valutare le eventuali fluttuazioni stagionali del ciclo di riproduzione nonché per uno studio più completo sulla crescita e la maturità sessuale dei giovani esemplari, ci riproponiamo di continuare questa indagine anche nei prossimi anni.

Summary

Large populations of bivalves, interesting both economy and fishing, are present in the Lower Adriatic Sea and mainly in the Gulf of Manfredonia. They are beds of Veneridae, Mytilidae, Pectinidae, Cardiidae and Solenidae.

Data referring to the study of Ensis minor *(Chenu), a species of remarkable importance to fishing, are reported in the present work.*

Sample gathering has been carried out bimonthly, from October '82 to September '83, directly by fishermen. The biological cycle has been studied by means of histologic preparations and macroscopic observations: the resulting data confirm that Ensis, *a dioecious species, presents quite a long maturation period (January-April).*

Gametogenesys starts in October and goes on to January. Spawning takes place both in March and, mainly, in April. When spawning is over, the gonads have a period of rest. Biometric data have been reported too.

Riassunto

Nel Basso Adriatico ed in particolare nel Golfo di Manfredonia estesi sono i popolamenti a bivalvi che hanno interesse per l'economia e per la pesca. Si tratta di banchi a Veneridi, Mitilidi, Pettinidi, Cardidi e Solenidi.

In questo lavoro si riportano i dati riguardanti lo studio del ciclo riproduttivo di *Ensis minor* (Chenu), specie di notevole rilievo per la pesca.

La raccolta degli esemplari è stata effettuata, con cadenza quindicinale, da ottobre 1982 a settembre 1983, direttamente da pescatori.

Il ciclo biologico è stato studiato con preparati istologici ed osservazioni macroscopiche a fresco; i dati ottenuti confermano che *Ensis*, specie dioica, presenta un periodo di maturazione abbastanza lungo (gennaio-aprile).

La gametogenesi inizia ad ottobre e prosegue fino a gennaio, la deposizione avviene in marzo e soprattutto in aprile. Terminata la deposizione le gonadi presentano un periodo di riposo.

Si sono rilevati anche alcuni dati biometrici.

Bibliografia

FROGLIA C. (1975) - Osservazioni sull'accrescimento di *Chamelea gallina* (L.) ed *Ensis minor* (CHENU) nel Medio Adriatico. *Quad. Lab. Tecnol. Pesca*, **2** (1): 37-41.

MARANO G., CASAVOLA N., SARACINO C., DE MARTINO L. (1981) - Riproduzione e crescita di *Rudicardium tuberculatum* (L.) (Bivalvia: Cardidae) nel Basso Adriatico. *Riv. Idrobiol.*, **20** (3): 589-597.

MARANO G., CASAVOLA N., SARACINO C., RIZZI E. (1982a) - Riproduzione e crescita di *Chamalea gallina* (L.) e *Venus verrucosa* (L.) (Bivalvia: Veneridae) nel Basso Adriatico. *Mem. Biol. Mar. Oceanogr.*, **12** (2): 93-110.

MARANO G., CASAVOLA N., SARACINO C., RIZZI E. (1982b) - Ciclo riproduttivo ed alcuni aspetti biometrici di *Lithophaga lithophaga* (L.) (Mytilidae) nel Basso Adriatico. *Boll. Pesca Piscic. Idrobiol.*, (in press).

SARACINO C., CASAVOLA N., MARANO G., RIZZI E. (1982) - Ciclo riproduttivo e biometria di *Proteopecten glaber* (L.) (Bivalvia: Pectinidae) nel Basso Adriatico. *Boll. Mus. Ist. Univ. Genova*, Suppl. **50**: 332-337.

VALLI G., GIGLIO I. (1980) - Periodo riproduttivo ed alcuni aspetti della biometria di *Ensis minor* (CHENU) nel Golfo di Trieste. *Quad. Lab. Tecnol. Pesca*, **2** (5): 285-306.

OEBALIA 1985, vol. XI-2, N.S.: 451-460 *ISSN 0392-6613*

L. SCALERA LIACI
Istituto di Zoologia ed Anatomia Comparata dell'Università degli Studi di Bari
Via Amendola 165/A - Bari - Italy

VALORIZZAZIONE DELL'AMBIENTE COSTIERO IN PUGLIA

Abstract

Management of apulian coastal environment.

The Author analyzes the degradation factors of the Apulian coastal area and points out the need for defence and protection.

Some ways to exploit correctly and conserve the Apulian coastal zones are suggested. Reference to research in progress in some areas of the Apulian coast is made.

Key-words: Apulian Sea, Coastal zone management, Biological resources.

Introduzione

L'ambiente costiero pugliese è soggetto, come altri ambienti costieri presenti in Italia, ad una azione di degrado che trova le sue origini in numerosi fattori antropici. Va ricordato che la Puglia è una regione molto ricca di coste (750 km circa) che, se protetta e valorizzata, potrebbe essere utilizzata, in parte, per la pesca e l'acquacoltura. È, però, necessario procedere, preliminarmente, a tre operazioni fondamentali: la tutela della costa, la prevenzione dai fattori di degrado e lo sfruttamento connesso alla sua valorizzazione.

1) Come tutela dell'ambiente costiero s'intende la tutela da un turismo che superi la capacità ricettiva del tratto di costa considerata, dalle industrie inquinanti, dall'urbanistica e dall'abusivismo, dall'erosione e dallo smantellamento delle dune, dal prelevamento continuo delle sabbie, e da altri fattori che la degradano, come, per esempio, un alterato rapporto tra popolazione turistica e ricettività della costa.

2) Le acque vanno tutelate attraverso un rigoroso controllo degli scarichi a mare da parte delle industrie (piena applicazione della legge Merli), controllo degli scarichi fognanti e controllo analitico della qualità delle acque attraverso un monitoraggio sulle caratteristiche chimico-fisiche e biologiche.

3) Censimento delle biocenosi marine esistenti e delle eventuali variazioni in rapporto all'impatto ambientale, studio delle correnti e, per le acque lagunari, sarà necessario tenere conto dei fenomeni di interscambio con l'ambiente esterno, studio geomorfologico e mineralogico dei fondali marini, presenza di sorgenti di acqua dolce, ecc.

4) Allestimento di una mappa ecologica dei mari pugliesi con l'individuazione delle aree da valorizzare ai fini di una corretta gestione delle risorse biologiche ed abiologiche (ingegneria costiera, strutture off-shores, ecc.).

Ai fini della valorizzazione delle risorse biologiche, per esempio, in fatto di pesca, è necessario aver dati precisi sulla pescosità dei mari pugliesi, delle modalità di pesca e degli attrezzi di pesca e dello sfruttamento presente allo stato attuale rispetto a quello che sono le effettive risorse. È necessaria una conoscenza approfondita degli stocks dei riproduttori e la creazione delle zone di riserva, o quanto meno di tutela biologica allo scopo di permettere la riproduzione dei pesci e di conseguenza il loro ripopolamento. Gli interventi a favore della pesca dovrebbero essere, a prima vista, simili a quanto viene realizzato per la caccia con la differenza essenziale che la pesca ha un peso economico e sociale molto rilevante se si considera che intere popolazioni di pescatori trovano la loro occupazione nella pesca. Un momento importante della gestione delle risorse è quello di trasformare e conservare il prodotto e renderlo commerciabile e competitivo con altre nazioni.

È bene sottolineare che valorizzare un ambiente costiero significa, da una parte, incrementare la produzione e, dall'altra, controllarne lo sfruttamento per stabilire un armonico ed equilibrato rapporto tra bene ed utilizzo. Certamente un rilancio ed una messa a punto dell'acquacoltura garantirebbe la copertura del fabbisogno regionale contribuendo anche in parte al fabbisogno nazionale. Le pratiche di maricoltura, in generale in Italia, ed in Puglia in particolare, sono ancora ad uno stato iniziale rispetto anche all'evoluzione delle tecniche utilizzate all'estero; per questa causa, siamo costretti ad importare notevoli quantità di prodotti del mare, quando, invece, altre nazioni non solo riescono a coprire l'intero fabbisogno, ma esportano i loro prodotti in altri paesi. Nella gestione delle risorse biologiche va tenuto conto anche della tutela di alcuni ambienti che, per la presenza di particolari strutture naturali, sono potenzialmente devolute a rendere l'area di mare particolarmente pescosa.

Una struttura emblematica che sembra fatta a posta per proteggere e fare incrementare la popolazione ittica è il coralligeno pugliese che si estende per chilometri e chilometri lungo le nostre coste.

Una volta tracciati quelli che sono i profili di alcuni interventi per una corretta gestione della costa va sottolineata l'importanza che la Puglia assume a livello nazionale ai sensi di uno sviluppo dell'acquacoltura, poichè la Puglia rappresenta, nell'ambito dell'intero territorio nazionale, indubbiamente una potenziale sorgente di risorse biologiche da valorizzare, ma che nasconde, nello stesso tempo, una grande percentuale di disoccupazione giovanile. Non bisogna dimenticare che la Puglia è una regione sita nel profondo Sud, dove, malgrado lo sforzo dei meridionalisti, gran parte delle risorse non sono sfruttate e tantomeno valorizzate.

La Puglia presenta 750 km di costa (costa alta e costa bassa) e precisamente 150 di costa alta e 600 di costa bassa di cui circa un centinaio sono erosi; pertanto offre il supporto a numerose attività che dovrebbero trovare facile realizzazione per lo sviluppo e la valorizzazione delle risorse marine da parte degli Enti preposti. Soprattutto l'Ente Regione dovrebbe programmare le altre attività antropiche, come quelle industriali, turistiche ed urbanistiche in accordo con una sana politica di gestione delle risorse, nel caso in questione, del patrimonio marino; ciò soprattutto finirebbe per promuovere un'economia della pesca e dell'acquacoltura in generale capace di arricchire e di sfruttare le potenzialità del mare e di offrire nello stesso tempo occupazione e benessere alle popolazioni rivierasche. La valorizzazione dell'ambiente costiero richiede prioritariamente, come è stato già accennato, una pianificazione del territorio ed una programmazione che si basi sulla prevenzione e la tutela della costa dai possibili fattori di degrado. I programmi di tutela e di prevenzione devono avere un supporto scientifico serio in maniera da acquisire conoscenza approfondita delle zone da proteggere. Le zone marine più interessanti dal punto di vista scientifico, naturalistico, ecologico ed economico vengono di conseguenza segnalate. È, purtroppo, opinione ormai acquisita che molto spesso la scelta dei siti da proteggere e da valorizzare venga fatta da persone incompetenti e senza alcuna conoscenza sulle potenzialità marine della zona. Questo rappresenta un grave pericolo poichè comporta non solo scelte sbagliate, ma anche l'abbandono delle aree più idonee a speculazioni edilizie e ad abusivismi. Non mancano ritardi nelle forme di interventi di tutela verso zone dichiarate importanti ai fini di un'azione di protezione e di valorizzazione, tanto da assistere impotenti al loro completo degrado. In Puglia non si è nuovi a episodi di questo tipo quale conseguenza di scelte politiche miopi da parte degli Enti preposti che hanno disatteso gli interessi di intere popolazioni per far sorgere villaggi residenziali o campeggi.

Per lunghi tratti della costa pugliese è stata smantellata interamente la duna o si è proceduto all'estrazione di sabbia nelle zone di battigia per costruire interi villaggi residenziali. Le conseguenze sono state, fra le altre, il deturpamento del paesaggio e l'inquinamento del mare ad opera dei liquami organici. Da sottolineare che, a tutt'oggi, in barba ai decreti delle leggi vigenti per la difesa del mare, esistono condotte fognanti a cielo aperto che provenendo dai paesi dell'entroterra, portano a mare i loro liquami senza alcun tipo di sedimentazione.

La Puglia che, quindi, dovrebbe trovarsi, in realtà, in una posizione di vantaggio nel promuovere le varie attività di valorizzazione delle risorse marine, in fatto di ambiente costiero, grazie ai suoi 750 km di costa, è, nello stesso tempo, in una posizione molto svantaggiata a causa della mancata programmazione territoriale, basata sui principi precedentemente riferiti. L'esigenza di cambiare la politica della gestione delle risorse e, nel caso particolare, di quelle marine e combattere con ogni mezzo l'inquinamento, è diventata un obiettivo importante non solo in Puglia e in Italia, ma in tutti i paesi rivieraschi che si affacciano nel bacino del Mediterraneo. È nata, così, l'idea di una cooperazione tra organi universitari ed i laboratori di ricerca, affinchè con uno sforzo comune ed unitario, si possa addivenire ad una politica ambientale che assicuri alle attuali popolazioni ed a quelle future il fabbisogno proteico per sopravvivere.

È doveroso sottolineare che presso l'Università di Bari (nel marzo 1983 e nel settembre 1984) sono state tenute delle conferenze sulla cooperazione internazionale tra le Università dei paesi che si affacciano sul Mediterraneo.

Durante la prima conferenza sono stati individuati sei gruppi di lavoro, alcuni dei quali si sono occupati dei problemi relativi alle risorse biologiche marine ed alla loro gestione, anche attraverso un'azione di controllo che può essere innescata con un meccanismo di prevenzione comune sulle fonti d'inquinamento. Un fatto essenziale messo in evidenza dai rettori ed esperti provenienti dalle diverse Università del Mediterraneo che hanno partecipato, è stato quello di definire una serie di priorità di interventi diretti a tutelare il bacino del Mediterraneo ed a valorizzare le sue risorse biologiche. Un punto molto importante su cui tutti sono stati d'accordo ha riguardato l'importanza e l'urgenza di promuovere corsi di formazione professionale per i giovani, guardandoli anche in un'ottica di cooperazione internazionale tra le Università interessate. Quello della formazione professionale, delle scuole a fini speciali e delle specializzazioni è un argomento che sta trovando in Puglia ampi consensi, forse perchè è convinzione ormai generale che non si possa prescindere da questo tipo di preparazione tecnica e formativa se si vuole avviare un serio processo di valorizzazione dell'ambiente costiero. In Puglia, quindi, come in altre regioni costiere d'Italia e come sta avvenendo in alcuni paesi rivieraschi del bacino del Mediterraneo, si tende a dare molta importanza al problema della formazione professionale; il presupposto fondamentale è quello di avvalersi di tecnici ed esperti che operano nelle Università e nei laboratori di ricerca che, attraverso le relative esperienze, possono indubbiamente arricchire le conoscenze e le metodiche di interventi in questo campo.

Fatta questa premessa è bene passare all'esame di alcune iniziative che potrebbero interessare la Puglia ai fini della valorizzazione dell'ambiente costiero.

Acquacoltura

In Puglia l'acquacoltura, nonostante gli sforzi compiuti e la volontà di passare al lato operativo, è ancora abbastanza vanificata. L'individuazione delle zone preposte all'allevamento dei mitili, sulla base della classificazione delle acque ai sensi della legge 192/1977 sulla molluschicoltura, è stata quasi ultimata ad opera di alcuni laboratori del C.N.R. e provinciali. Sono, però, poche le aree in cui viene praticata l'acquacoltura se si eccettuano quella della laguna di Lesina (crostaceocoltura, seppicoltura, ecc.), Taranto, soprattutto per la molluschicoltura, Torre Mozza (Ugento), Alimini, e qualche altra piccola area di più scarsa importanza. Mancano, però, dei grandi impianti di acquacoltura e, soprattutto, mancano il supporto scientifico e tecnologico e la preparazione professionale dei tecnici addetti. Tutto ciò ha una conseguenza abbastanza pesante in termini economici poichè si verifica paradossalmente che la Puglia, anzichè rappresentare una regione di produzione ed esportazione dei prodotti del mare fra le prime in Italia, in realtà deve, importare quintali di mitili e di prodotti ittici l'anno. Solo pochi mesi addietro è stato fatto un accordo persino con l'Albania per l'importazione di

mitili. L'attuale situazione dovrebbe indurre ad un momento di riflessione su come certi problemi vengono affrontati, poichè l'attenzione maggiore viene rivolta all'importazione dei mitili e specie ittiche dall'estero, mentre tutti i nostri interessi dovrebbero essere rivolti ad incentivare e sviluppare su scala artigianale ed industriale la maricoltura. È interessante far notare che i soli bacini del Mar Grande e del Mar Piccolo di Taranto, se sfruttati a dovere, potrebbero già essere sufficienti a coprire l'intero fabbisogno regionale. È noto come Taranto sia sempre stata considerata la città culla della mitilicoltura per tradizione; la popolazione dei pescatori tarantini in un passato poco remoto era davvero notevole ed il commercio delle cozze e delle ostriche era molto sviluppato. Attualmente la produzione di mitili (di cui gran parte è abusiva) è circoscritta ad un'area di circa 276 ha nel Mar Grande di Taranto; il settore della mitilicoltura è, però, in forte espansione, per cui è necessario reperire nuove aree. Nella zona d'insediamento produttivo (Sabbione) gravitano interessi imprenditoriali e commerciali che vedono impegnate oltre 400 unità lavorative. I due impianti privati di stabulazione di molluschi eduli lamellibranchi, Gigante e Stella Marina, hanno complessivamente una capacità di depurazione di 240 q/giorno c.a. (pari a 87.600 q/anno) mentre l'impianto pubblico di stabulazione (in costruzione) sempre rispetto a molluschi lamellibranchi eduli depura 200 q/giorno (pari a 73.000 q/anno). In tutto la capacità di depurazione raggiunge i 160.000 q/anno. La produzione di mitili, attualmente, è di circa 110.000 q/anno, per cui gli impianti di depurazione risultano attualmente sottoutilizzati; i dati sull'importazione di mitili riportano circa 20.000 q/anno. Nel Mar Piccolo di Taranto, dove per tradizione veniva praticata la molluschicoltura su un'area di circa 60 ha, dopo l'insediamento dell' Italsider, la molluschicoltura è divenuta sempre più fallimentare, anche per l'assunzione di alcuni mitilicoltori nello stabilimento, così che dopo gli anni '60 si iniziò col cessare la produzione di ostriche e nel 1973, a seguito dell'epidemia di colera, gli impianti vennero trasferiti nel Mar Grande. Fu la fine della molluschicoltura nel Mar Piccolo di Taranto che, intanto, diventava col tempo un bacino sempre più degradato a causa dell'industrializzazione e dell'inquinamento da liquami provenienti da Monteiasi, da Grottaglie e da altri comuni limitrofi. Il problema principale che si pone oggi è quello del recupero di questo bacino, un tempo così produttivo, per poter procedere a nuovi impianti anche tecnologicamente più avanzati di acquacoltura. Esistono alcuni studi di fattibilità per un piano di risanamento e di recupero del Mar Piccolo che, però, non sono di facile attuazione per molteplici cause quali l'industrializzazione e la mancanza di interventi sugli sbocchi fognanti. Per questo motivo, nell'attesa, si continuano ad importare grosse quantità di molluschi e viene rinviato continuamente il grosso problema degli impianti di maricoltura. Appare evidente la necessità di affrontare l'argomento con la massima sollecitudine possibile poichè l'economia nazionale ed il nuovo modello di sviluppo socio-economico non può basarsi esclusivamente sullo sviluppo di industrie inquinanti, ma su industrie alternative, come quelle della valorizzazione delle risorse del mare (molluschicoltura, ostreocoltura, crostaceocoltura, algocoltura e piscicoltura). Contemporaneamente a questo auspicato sviluppo bisognerà considerare in parallelo la formazione professionale dei giovani come tecnici del mare, anche in rapporto all'occupazione.

L'Istituto di Zoologia dell'Università di Bari, che si occupa attivamente dei problemi inerenti la protezione e la tutela delle risorse biologiche del mare e della loro valorizzazione, opera da molti anni ricerche nel Mar Piccolo e nel Mar Grande di Taranto attraverso un' équipe di ricercatori esperti del problema. Attualmente l' équipe sta svolgendo delle ricerche sui banchi naturali di mitili, in particolare, sulla loro struttura, dimensione, sviluppo ed evoluzione (TURSI *et al.* 1982; TURSI *et al.* 1984; TURSI *et al.* 1984). È stato affrontato anche l'aspetto delle fissazioni delle larve e della crescita delle stesse su substrati duri (pontili, ecc.) denudati all'uopo, in diverse stagioni dell'anno. Così è stato osservato che i mitili si insediano e ricolonizzano il substrato nell'arco di un anno; naturalmente la crescita dopo 12 mesi risulta leggermente diversa a seconda delle stagioni in cui vengono effettuati i rilevamenti. La conclusione che si è potuta trarre è che in attesa dell'auspicato recupero del Mar Piccolo, il bacino possa essere sfruttato per il prelievo del seme da allevare successivamente nelle acque del Mar Grande. Uno studio è stato anche fatto raccogliendo il seme di mitilo su idonei collettori e, una volta formate le reste, queste sono state immerse, rispettivamente, nel Mar Piccolo e nel Mar Grande per studiarne la crescita e la riproduzione.

I risultati di questa seconda indagine, ancora in corso, ci fanno prevedere delle differenze nella crescita e nella riproduzione dei mitili nei due bacini. Nel Mar Piccolo avviene tutto molto più rapidamente sicchè c'è uno sfasamento nel tempo di crescita e di riproduzione con la possibilità di sfruttare i due bacini ottimizzando la produzione. Altri studi sono stati rivolti alla conoscenza dell'attuale situazione delle biocenosi presenti nel Mar Piccolo e nel Mar Grande ed alla struttura dei fondi (MATARRESE *et al.* 1979; TURSI *et al.* 1974; TURSI *et al.* 1980; TURSI *et al.* 1981). Particolare attenzione è stata anche prestata per conoscere lo stato di inquinamento industriale ed organico dei bacini di Taranto, derivante dalle diverse attività antropiche. Le ricerche sono sempre state finalizzate allo scopo di una valorizzazione dell'ambiente costiero.

Sempre nell'ambito dell'argomento «valorizzazione dell'ambiente costiero in Puglia», un punto molto importante è quello, già accennato, della tutela e della salvaguardia di alcuni biotopi, tra cui il coralligeno pugliese. Il coralligeno pugliese, descritto da SARÀ (1968), è un coralligeno infralitorale, particolarmente sviluppato in alcune zone, simile a quello descritto da LAUBIER (1966) a Banyuls. Il coralligeno pugliese si estende in banchi di altezza di 1-2 metri nella sua espressione migliore presso Tricase (Lecce), ad una profondità che va da 8 a 30 metri circa. Decorre lungo quasi tutto il litorale pugliese da Nord a Sud, mancando solo in alcuni tratti. Il coralligeno trovato in Puglia è diverso da quello descritto in altre parti del Mediterraneo e dello stesso mare Adriatico da GAMULIN BRIDA (1962; 1965) lungo la costa dalmata. Questo altro tipo di coralligeno che il PÉRÈS (1964) definisce di piattaforma e che è stato descritto nel Golfo di Marsiglia da MARION (1883) si sviluppa a profondità maggiore dai 50 agli 80 m ed è definito coralligeno circalitorale. In Puglia questo secondo tipo di coralligeno è stato rintracciato presso Tricase a circa 60 m. Descrizioni del coralligeno pugliese le troviamo anche su Puglia Marittima di PARENZAN (1983).

Data la preziosità di questo biotopo abbiamo voluto estendere le ricerche e conoscere

anche l'attuale stato di conservazione, in realtà sembra essere più povero di specie rispetto al passato, pur conservando in pieno le sue funzioni sia di rifugio per i pesci e per la deposizione delle loro uova, sia come sorgente di nutrimento.

Attraverso dragaggi e immersioni a corpo libero si è potuto notare la presenza di un buon coralligeno infralitorale (9-30 metri di profondità) nella zona di Capitolo (Monopoli), e a Torre Guaceto, presso Brindisi. È doveroso ricordare a proposito di Torre Guaceto che trattasi di area marina prescelta per l'istituzione di un parco marino.

Tra le molteplici funzioni di un parco marino, quelle più importanti sono soprattutto: 1) la tutela del paesaggio; 2) la tutela dei fondali marini particolarmente importanti da un punto di vista naturalistico, ecologico e biologico connesso allo studio della dinamica delle popolazioni, del loro sviluppo e della funzione scientifica, educativa ed economica.

Vi sono molti esempi di organizzazione di parchi marini, soprattutto in America e in Giappone, ma anche in Francia e in altre parti d'Europa. In Italia stiamo ancora percorrendo i primi passi per la realizzazione di parchi marini e occorrerà un notevole impegno per giungere ai livelli sofisticati che sono stati realizzati, per esempio, nell'America del Nord. Una volta individuata l'area, è necessario tracciarne i confini; questi vengono tracciati basandosi soprattutto sulle informazioni biologiche, ecologiche e naturalistiche dell'area. Questa operazione è la più difficile da effettuarsi anche perchè le coste pugliesi sono notevolmente antropizzate a causa degli spostamenti delle popolazioni dall'entroterra lungo i litorali. Una volta giunti, comunque, a tracciare i confini, scatta l'operazione di zonizzazione dell'area. Così come per le riserve sulla terra emersa, anche il parco marino dovrebbe avere una zona più interna dichiarata riserva integrale nella quale si può accedere solo per attività di studio e di ricerca, una seconda zona in cui possono essere svolte, invece, tutte le attività di tipo educativo, turistico, ricreativo, ed infine, una terza zona di assoluto rispetto che ha lo scopo di creare una fascia che funziona da cuscinetto con il preciso scopo di evitare l'impatto tra l'area esterna ed il parco stesso. Le tre zone dovrebbero essere sottoposte a vincoli diversi. Nel contempo occorre creare tutte le infrastrutture necessarie ad un parco (laboratori, agenzie turistiche, musei, acquari, ecc.). La Puglia resta in attesa che tutto quanto detto si concretizzi in un futuro abbastanza prossimo.

I popoli africani, in particolare lo stato del Gahana e la Costa d'Avorio, si stanno prodigando per lo sviluppo dell'acquacoltura e per la creazione di parchi marini e, non godendo di risorse scientifiche e tecnologiche d'avanguardia, sono entrati nella decisione di richiedere cooperazioni internazionali a diversi Stati; sono previsti accordi anche con l'Italia affinchè studiosi, esperti ed imprenditori italiani si rechino nei loro Stati per fornire tutti gli aiuti possibili e sufficienti a coprire il fabbisogno locale e ad esportare i prodotti della pesca. I programmi di cooperazione riguardano più in particolare la crostaceocoltura e la pesca del tonno. Questo impegno da parte di popoli del terzo mondo dovrebbe far riflettere sul fatto che il nostro progresso tecnologico e scientifico che ha raggiunto alti livelli così in Puglia come nel territorio nazionale non viene utilizzato, purtroppo, ai fini dello sfruttamento razionale delle risorse biologiche del mare

la cui valorizzazione su scala industriale rappresenterebbe certamente una valida alternativa alle industrie inquinanti, tirando su le sorti dell'economia regionale e dell'occupazione.

Conclusioni

Da tutto quanto detto si rileva l'opportunità di sfruttare e valorizzare i 750 km di costa pugliese, attraverso sistemi di gestione diversa che si possono attuare lungo alcune direttive tra cui: la tutela, la prevenzione dagli inquinamenti, la maricoltura e la pesca. Si precisa inoltre che, alla base di ciascuna di queste operazioni, risulta necessaria una seria preparazione e rigore scientifico che non lasci spazio alle improvvisazioni. Molto importante sotto diversi aspetti è l'istituzione delle riserve e dei parchi marini sulla base della legge 979 del 1982, art. 26, riportante le disposizioni per la difesa del mare. Dopo aver illustrato brevemente le funzioni e l'organizzazione di un parco marino ed accennato ad alcune ricerche che l'Istituto di Zoologia di Bari sta conducendo nello Jonio e lungo il litorale adriatico pugliese, si evidenzia lo scopo di tutelare e di valorizzare alcuni tratti che sono particolarmente interessanti ed in cui è presente un biotopo, il coralligeno pugliese, di grandissimo interesse scientifico, ecologico e naturalistico. Esso esplica, tra l'altro, l'importante funzione di offrire rifugio ai pesci anche ai fini della deposizione delle uova, rappresentando, oltretutto, anche una ricca sorgente di nutrimento.

Summary

The Author refers to some forms of intervention that could be carried out along 750 km of coasts in Apulia, giving priority to the defence actions of the coasts against illegal acts and to the protection of the sea, through the fight against pollution by applying the relevant laws.

The possibilities of exploiting the Apulian coastal area through the development of aquaculture and of fishing with the aim of achieving a rational management of biological sea resources are examined.

Reference is made to the creation of sea parks and preserves in the areas of Porto Cesareo, Torre Guaceto and the Tremiti Isles (see article n° 31, Act 979, 1982).

As it is shown in the research carried out by the «Istituto di Zoologia ed Anatomia Comparata dell' Università di Bari», it is necessary to protect important biotopes like the Apulian coralligenous.

The recovery of «Mar Piccolo di Taranto» is desirable for sea-culture.

The Mediterranean countries should cooperate in the effort to stop the spreading of any form of pollution and its impact on the environment.

Riassunto

L'Autore fa riferimento ad alcune forme d'intervento che si potrebbero attuare lungo i 750 km di costa pugliese, considerando quali prioritarie le azioni di tutela della costa dagli abusivismi edilizi e di protezione del mare attraverso forme di lotta agli inquinamenti da farsi basandosi sull'applicazione delle leggi che consentono interventi energici.

Si sofferma successivamente sulla opportunità di valorizzare l'ambiente costiero pugliese attraverso uno sviluppo dell'acquacoltura e della pesca sempre nell'ottica di una gestione razionale delle risorse biologiche marine. Fa riferimento alla istituzione di parchi e riserve marine nelle tre zone di Porto Cesareo, Torre Guaceto e Isole Tremiti riportate nell'Art. 26 della Legge 979/1982. Indica la necessità di tutelare biotopi di particolare rilevanza come il coralligeno pugliese e nello stesso tempo riferisce alcune ricerche che vengono condotte dall'Istituto di Zoologia ed Anatomia Comparata dell'Università di Bari. Auspica che si provveda al recupero del Mar Piccolo di Taranto ai fini della maricoltura. Accenna infine ed auspica una cooperazione scientifica tra i Paesi del Mediterraneo nell'intento comune di bloccare ogni forma di inquinamento e di impatto con l'ambiente.

Bibliografia

GAMULIN-BRIDA H. (1962) - Contribution aux recherches bionomiques sur les biocénoses du circalittoral dans la région de l'Adriatique orientale moyenne. *Pubbl. Staz. Zool. Napoli,* **XXXII** suppl.

GAMULIN-BRIDA H. (1965) - Contribution aux recherches bionomiques sur les fonds coralligènes au large de l'Adriatique moyenne. *Rapp. P.v. Reun. Comm. Int. Explor. Scient. Mer. Méditerr.,* XVIII

LAUBIER L. (1966) - Le coralligène des Albères. Monographie biocénotique. *Ann. Inst. Océan. N.S., XLIII (2).*

MARION A.F. (1883) - Esquisse d'une topographie zoologique du Golfe de Marseille. *Ann. Mus. Hist. Nat. Marseille,* I (1).

MATARRESE A., SCISCIOLI M., TURSI A., (1979) - Aspetti biocenotici dell'inquinamento cloacale del Mar Grande di Taranto. *Atti VIII Simp. Naz. Conserv. Nat.,* Bari: 71-78.

PARENZAN P. (1983) - Puglia marittima. *Congedo Ed.,* vol. I e II.

PÉRÈS J.M., PICARD J. (1964) - Nouveau manuel de bionomie benthique de la Mer Méditerranée. *Rec. Trav. Stat. Mar. Endoume,* XLVII (Bull. 31).

SARÀ M. (1968) - Un coralligeno di piattaforma (coralligène de plateau) lungo il litorale pugliese. *Arch. Oceanogr. Limnol.,* XV (suppl.).

SARÀ M. (1971) - Un biotopo da proteggere: il coralligeno pugliese. *Atti I Congr. Naz. Cons. Nat.* Bari.

TURSI A., PASTORE M., PANETTA P. (1974) - Aspetti ecologici del Mar Piccolo di Taranto: Ascidie, Crostacei Decapodi e Molluschi. *Atti IV Simp. Naz. Cons. Nat.* Bari, II: 93-117.

TURSI A., MATARRESE A., SCISCIOLI M., VACCARELLA R., CHIEPPA M. (1979) - Variazioni di biomassa nel Mar Piccolo di Taranto e loro rapporto con i banchi naturali di Mitili. *Oebalia:* 49-70.

TURSI A., MATARRESE A., SCALERA LIACI L., GHERARDI M., LEPORE E., SCISCIOLI M., PISCITELLI G., CHIEPPA M. (1980) - Associazioni bentoniche del Mar Grande di Taranto: primi risultati di una analisi multivariata. *Mem. Biol. Mar. e Oceanogr.,* X, 6: 331-337.

TURSI A., MATARRESE A., SCISCIOLI M., VACCARELLA R., CHIEPPA M. (1982) - Biomasse bentoniche nel Mar Piccolo di Taranto e loro rapporto con i banchi naturali di Mitili. *Il Naturalista Siciliano,* S. IV, VI (suppl.), 2: 263-268.

TURSI A., MATARRESE A., MONTANARO C. (1984) - *Mytilus galloprovincialis* (L.) in fouling research. *6 th International Congress on Marine Erosion and Fouling, Athens:* 173-180.

TURSI A., MATARRESE A., SCALERA LIACI L., MONTANARO C., CECERE E. (1984) - Seasonal factors in mussel facies settlement on annual fouling panels. *Oebalia,* X, N.S.: 69-84.

OEBALIA 1985, vol. XI - 2, N.S.: 461-466 ISSN 0392-6613

P. PARENZAN
Stazione di Biologia Marina della Università di Lecce
Porto Cesareo - Italy

RISORSE MARINE COSTIERE DI PORTO CESAREO

Abstract

Coastal resources in Porto Cesareo (Lecce - Italy).

The Author described two of the most important resources in the sea of Porto Cesareo (Lecce): Poriphera and the green alga Cladophora prolifera.

Key-words: *Cladophora prolifera*, Poriphera, coastal management.

Introduzione

Sulla sponda opposta del Salento, opposta cioè rispetto alla costa dei Laghi Alimini, esiste la Stazione di Biologia Marina dell'Università di Lecce, da me fondata nel 1966, che, seppur in condizioni di carenza di mezzi e di personale, opera, da 18 anni, con entusiasmo, sopperendo, alle dette lacune, con la collaborazione di una schiera di illustri Colleghi delle varie Università italiane e di alcune Istituzioni estere. Ricorderò i nomi, per citarne alcuni, di Tortonese, Ruffo, Solazzi, Lorenzoni, Zibrowius, Forest, Grazia Cantone Fassari, Susanna De Zio, Lucia Rossi, Di Geronimo, Sarà, Tursi, ecc.

La natura delle risorse marine costiere è pertanto nota - come si può dedurre anche dalla recente mia pubblicazione in due volumi «Puglia Marittima» (1983), e, a parte la consistenza delle risorse convenzionali, sono state rilevate ed esaminate ampie possibilità di valorizzazione di alcune risorse non convenzionali, come quelle dei Poriferi e delle Alghe.

Il mare di Porto Cesareo risulta essere, in effetti, il più importante — per lo studio della biologia marina - di tutte le località del Mediterraneo. Affermai ciò dopo aver visitato e conosciuto le varie zone marine di Spagna, Francia, Italia, Jugoslavia, Grecia, Israele, Egitto, Libia, Tunisia. In particolare la zona di Torre Chianca, immediatamente ad ovest di Porto Cesareo, comprende, in una superficie ristretta (di circa 9 kmq) il maggior numero di biocenosi, che con quelle di Porto Cesareo (che non si possono bloccare coll'istituzione di una riserva), sono ben 14 sulla quarantina, di biocenosi

della fascia costiera sabbiosa, della scogliera sommersa, del fondo a *Caulerpa,* a *Posidonia,* a *Cystoseira,* coralligena a Briozoi, coralligena a *Cladocora coespitosa,* a *Peyssonnelia rosa-marina,* a *Cladophora prolifera,* a detrito organico e inorganico, del fondo a sabbia grossolana conchiglifera, a Zosteracee, ad *Anadiomene stellata - Holothuria impatiens* e *Geodia cudonium* della insenatura della Strea, e dei fondali fangosi.

Con la scoperta, nel 1968, della vasta zona dell'alga verde *Cladophora prolifera* in formazione pura, Porto Cesareo vanta una notevole fonte economica, il cui valore è stato già sperimentato, ma furono certe difficoltà di carattere sociale, peraltro superabili, a mandare a monte una interessante iniziativa. L'alga è stata sperimentata con successo presso i laboratori della Università di Milano (Claudia Baldiserra Nordio e Collab.), come mangime per gli animali domestici. Si rivelò anche molto importante come fertilizzante. Interessante risultò la composizione in aminoacidi, rilevati coll'esame cromocartografico di ripartizione su carta, mentre particolarmente interessante si rivelò la composizione in oligoelementi minerali (in ppm), confrontata coll'acqua di mare, e con l'Erba medica:

Acqua	marina	Erba medica	*Cladophora prolifera*
Na	10500.0		52.000.0
K	380.0	20.000.0	70.000.0
Ca	400.0	14.000.0	33.900.0
Mg	1350.0	4.000.0	9.000.0
P	0.07	2.700.0	2.950.0
Fe	0.01	380.0	1.800.0
Zn	0.01	16.0	375.0
Mn	0.002	30.0	400.0
Ni	0.002		35.0
Pb	0.00003		16.0
Mo	0.01		25.0
Cu	0.003	10.0	24.0
Co	0.005	0.4	13.0
Li	0.17		1.3
I	0.06	0.55	153.0
CO_2		0.53%	3.10%
Ceneri		10.0 %	41.50%

La Prof.ssa Claudia Baldiserra Nordio dell'Università di Milano afferma che confrontando questi dati con quelli riportati dalla letteratura per l'Erba medica, è chiaramente evidente l'alto valore dell'alga in oligoelementi, soprattutto per quanto riguarda i minerali oligosinergici a spiccata azione eutrofica in generale (Fe, Cu, Co, Mn) sia particolarmente rivolta all'apparato riproduttore (Ca, Mg, I, Zn), e raccomanda l'alga quale integrante alimentare ad alto tenore in oligoelementi.

L'azione eutrofica della *Cladophora* si è dimostrata altresì efficace come la farina di erba medica ai fini della crescita.

Quest'alga si è dimostrata ottima nella dieta delle ovaiole ad alta produzione. L'alto contenuto in iodio, rame, zinco, cobalto e manganese conferisce all'alga - afferma Baldissera Nordio - il carattere di un buon integratore delle diete sia per le ovaiole che per i broilers Hubbard, nei quali, alimentati con miscele xantofillocarenti coll'aggiunta di alga invece di erba medica, si constatarono significativi incrementi ponderali (BALDISERRA NORDIO, 1968).

Ho sperimentato la *Cladophora prolifera* anche sullo sviluppo delle piante di pomodoro (*Solanum lycopersicum),* notando uno sviluppo più rapido e una maggiore robustezza delle piante (PARENZAN, 1969).

La quantità accertata, considerando la rapidità di sviluppo e la vastità della superficie occupata, è risultata, approssimativamente e prudenzialmente, di 14.000.000 di quintali. A titolo di curiosità dirò che se si estraessero 500 quintali di alga al mese, la riserva esistente sarebbe sufficiente per lo sfruttamento per alcuni secoli. Nel frattempo, ovviamente, molti cambiamenti potrebbero mutare gli aspetti ecologici del mare interessato.

È, quella della valorizzazione della *Cladophora* portocesarina, un'attività di alto interesse economico, che bisognerebbe realizzare con priorità assoluta.

Un'altra possibilità di notevole incremento è quella della pesca delle spugne (Poriferi), che abbondano in una fascia di mare da Taranto a S. Maria di Leuca, con zona di maggiore interesse fra Porto Cesareo e Ugento.

La riserva attuale non è inferiore ai 320 milioni di esemplari, su una superficie di 650 kmq, con densità da 0,01 a 8 (eccezionalmente) pezzi per metro quadrato, per un valore complessivo di oltre cento miliardi di lire. I vari tipi di spugne del nostro mare sono esposti nel Museo di Biologia Marina di Porto Cesareo.

Attualmente, i pescatori raccolgono indiscriminatamente le spugne, anche di pochi centimetri, e occorrerebbe disciplinare la pesca dei Poriferi onde evitare la loro distruzione. Le spugne grezze vengono acquistate da vari stabilimenti del settentrione, particolarmente di Milano.

Le risorse ittiche, convenzionali, di Porto Cesareo, sono ottime, e ciò è rivelato anche dalle condizioni economiche dei pescatori locali.

Mi sono interessato anche per la valorizzazione più ampia dei vari bacini costieri di Porto Cesareo, per sperimentazioni di acquacoltura, ma purtroppo questi bacini sono tutti in concessione, e non sono riuscito ad ottenere la disponibilità di almeno uno di essi, a titolo sperimentale. L'acquacoltura, quindi, dovrebbe esser fatta, eventualmente, coll'impianto di vasche entroterra, come già fatto sulla costa di Ugento, e a settentrione della Puglia, un po' oltre il confine provinciale di Taranto, a Policoro.

È da considerare anche lo specchio d'acqua della insenatura della Strea, che, costituendo un interessante ambiente ad affinità subtropicale con la caratteristica biocenosi ad *Anadiomene stellata - Holothuria impatiens - Geodia cydonium* (di una particolare forma a tazza, che il Prof. Sarà ha in studio), dovrebbe venir rispettata, mantenendo le condizioni attuali, che sono, dal punto di vista peschereccio, ottime per la pesca artigianale, dei pescatori più anziani che non possono andare al largo. Potrebbe, questa pesca, venir incrementata con la costruzione di una secca artificiale al centro della

insenatura, di un centinaio di metri di diametro, la qualcosa favorirebbe la riproduzione di varie specie e la protezione della insenatura contro la pesca a strascico abusiva. Ovviamente nella insenatura dovrebbe essere vietata ogni ingerenza di pescatori dilettanti e di «sub».

Dovrebbe altresì studiarsi la possibilità di incrementare lo sviluppo della attinia commestibile *Condylactis aurantiaca* (Delle Chiaje), chiamata dai nativi «furticiddi», che viene raccolta in gran numero sotto Natale perchè, preparata fritta, costituisce una pietanza molto delicata e saporita (PARENZAN, 1981).

Per quanto riguarda le risorse convenzionali, nel mare di Porto Cesareo, compresa la superficie al largo e lungo la costa che va da Torre Ovo a Gallipoli e oltre, c'è ricchezza, a seconda delle stagioni, di cefali, triglie, tonnetti, pesci spada, aragoste, ecc.

Il pescato odierno di Porto Cesareo è, con buona approssimazione, il seguente:

Tonnetto (con palamide e pochi tonni), pesca vagantiva (nel 1981 oltre 4.000 q.li)	q.li	800
Cefali	q.li	100
Pupili (*Maena smaris, Smaris vulgaris)* (nel 1976: 90 q.li)	q.li	40
Triglie	q.li	45
Pescespada	q.li	384
Pesce vario	q.li	65
Cefalopodi (polpi)	q.li	200
Cefalopodi (seppie e calamari)	q.li	12
Aragoste	q.li	30
	q.li	1.676

Si nota che dopo il Tonnetto, che nel 1981 fruttò oltre 4.000 quintali, viene il Pesce spada, che presenta un particolare interesse. Si conosce bene la lunga storia del pescespada, la cui pesca solo a Porto Cesareo raggiunge i 384 quintali. Numerose notizie sui pesci e sulla pesca del mare neretino e del Salento in generale, sono riportate nel mio lavoro «Puglia Marittima» (1983).

La Stazione di Biologia Marina dell'Università di Lecce, sita in Porto Cesareo, con la sua attività continuativa (appoggiata da una trentina di illustri Collaboratori, come già detto, delle varie Università italiane ed estere, ha contribuito alla conoscenza generale del nostro mare, seguendo l'attività dei pescatori ed esplorando tutti i fondali, dei due versanti, jonico e adriatico, con oltre 2000 dragaggi), ciò che dette la possibilità di presentare la prima, ed unica nel suo genere, carta bentonica od ecologica di tutti i mari pugliesi.

Summary

The Author mentions two of the main sea resources in the Neretin coast: Poriphera and the green alga Cladophora prolifera. *The Poriphera bottoms spread from North*

of Porto Cesareo down to the South in Gallipoli, almost to Capo S. Maria di Leuca, with a main centre in Racale. By some experiments, it comes out in such an area there is an approximate surface with 325 million of sponges, covering about 650 square km, for a value of about 114 milliards of Italian Lire (1975). Cladophora prolifera *occupies homogeneously 120 square km between Porto Cesareo and Gallipoli. There have been mentioned some of the bio-chemical characteristics of this alga, which could be utilised for preparation of feeds and fertilisers, as it came out by some experiments at University in Milan.*

Riassunto

L'Autore ricorda due delle principali risorse del mare della costa neretina: i Poriferi e l'alga *Cladophora prolifera.* I fondi a poriferi si estendono dal settentrione di Porto Cesareo fino a sud di Gallipoli, quasi fino al Capo S. Maria di Leuca, con centro maggiore a Racale. Dagli accertamenti risulta che in tale fascia di fondali esiste una riserva di ben 325 milioni di spugne, occupanti una superficie approssimativa di 650 kmq, per un valore di circa 114 miliardi di lire (1975).

Cladophora prolifera occupa, in formazione pura, ben oltre 120 kmq fra Porto Cesareo e Gallipoli. Sono presentate alcune delle caratteristiche biochimiche di quest'alga che potrebbe essere valorizzata per la preparazione di mangimi e fertilizzanti bilanciati, come risultò da sperimentazioni eseguite presso l'Università di Milano.

Bibliografia

FUNK G. (1955) - Beiträge zur kenntnis der Meeresalgen von Neapel. *Pubbl. Staz. Zool. Napoli,* 25.

FUNK G. (1927) - Algenvegetation des Golfes von Neapel, nach neuen ökologischen Untersuchungen. *Pubbl. St. Zool. Napoli.*

GIACCONE G. (1974) - Tipologia delle comunità fitobentoniche del Mediterraneo. *Mem. B. Mar. e Oc.,* N.S., IV, n. 4-6.

PARENZAN P. (1967) - Sulla biogeografia del Mare Jonio. *Arch. Bot. e Biogeogr. It.,* vol. XLIII.

PARENZAN P. (1968) - Spugne. Atlante Ist. Geogr. De Agostini, CESUB.

PARENZAN P. (1969) - Il fondo a *Cladophora prolifera* del Golfo di Taranto e possibilità di una sua valorizzazione economica C.N.R., *Labor. Tecnol. Pesca.*

PARENZAN P. (1970) - La *Cladophora prolifera* del Golfo di Taranto. *Thalassia Salentina,* III.

PARENZAN P. (1973) - Biocenosi bentoniche della costa neretina da Porto Cesareo a Gallipoli. *Atti V Congr. Naz Soc. I.B.M.*

PARENZAN P. (1973) - Biocenosi bentoniche del litorale salentino. *Rapp. S. Verb. Reun. CIESM.* 22.

PARENZAN P. (1970) - Aspetti naturalistici, salvaguardia dell'ambiente naturale e risorse economiche del Salento. *Ist. Geogr. Fac. Mag. Un. Lecce.*

PARENZAN P. (1983) - Puglia Marittima. Ed. Congedo, Galatina, 1-2.

PÉRÈS J.M., PICARD J. (1958) - Manuel de bionomie benthique de la Méditerranée. *Rec. Stat. mar. Endôume.*

PÉRÈS J.M. (1967) - The Mediterranean Benthos *Oc. Mar. Biol.*, 5.

OEBALIA 1985, vol. XI - 2, N.S.: 467-470 ISSN 0392-6613

M.F. GRAVINA* G.D. ARDIZZONE* M. SCARDI** E. FRESI**

*Dipartimento di Biologia Animale e dell'Uomo - «La Sapienza»
Università di Roma - Italy

** Stazione Zoologica - Napoli - Italy

LATIUM COASTAL LAKES: THE ECOLOGY OF BENTHOS AND THE MANAGEMENT OF THE ENVIRONMENT

Summary

The ecology of Latium coastal lakes Fogliano, Monaci, Caprolace, Fondi and Lungo has been studied (Fig. 1). In particularly the benthic community structure has been considered in relation to some environmental variables which were selected under the assumption that they represent the main indicators of the ecosystem metabolism (salinity, total phosphorus, ammonia, nitrate, phytoplankton cells number, chlorophyll — a) . This information has been analysed by means of autovectorial techniques, such as Factorial Analysis of Correspondence and Canonical Correlation Analysis.

Our results showed that the studied environments are characterized by a peculiar benthic community, whose differentiation, from the boundaring marine system, appears to be mainly due to a gradient of mechanical energy, evidenced both as salinity (exchange rates with the sea) and trophic status (exchange rates with continental water system) (Fig. 2). The lakes can be arranged in a series of confinement degree from Caprolace and Fogliano to Monaci, Lungo and Fondi. Salinity seems to play not the main role in this phenomenon and becomes important as a selecting factor, only below a given threshold, which has been defined as «mesohaline discontinuity». Although the community reveals a substantial homogeneity in space and a relative stability in time, it tends to be different in the various biotopes. This differentiation, which does not imply a faunistic turn-over but rather a modification in the dominance structure of the community, is in relation with the «trophic status» of the lagoon, depending on the degree of connection with the adjacent continental water system. The latter in fact is the main nutrient source for lagoon areas.

The differentiation in terms of forcing functions of the ecosystem seems to imply a differentiation in terms of fish catches, not only from the quantitative view point, but also as far as fish population diversity is concerned (Fig. 3). It is evident that the possibility of producing a model allowing to predict the proper environmental management, on the basis of an ecological diagnosis, based on such a component of the ecosystem

as the benthos (which, incidentally, integrates the high frequency variability of mesological parameters) appears to be an appealing one. This is particularly true where both the preservation of the ecological equilibria and the productive management of a confinate environment have to be combined, as in the case of Latium coastal lakes which are partly included in a National Park area.

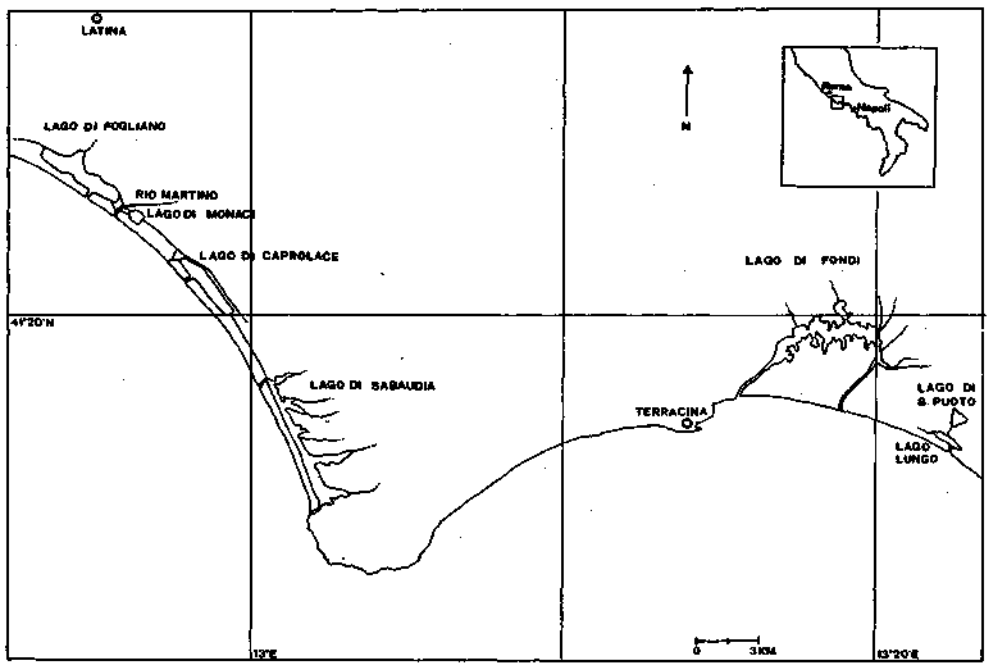


Fig. 1 - The Latium coastal lakes.

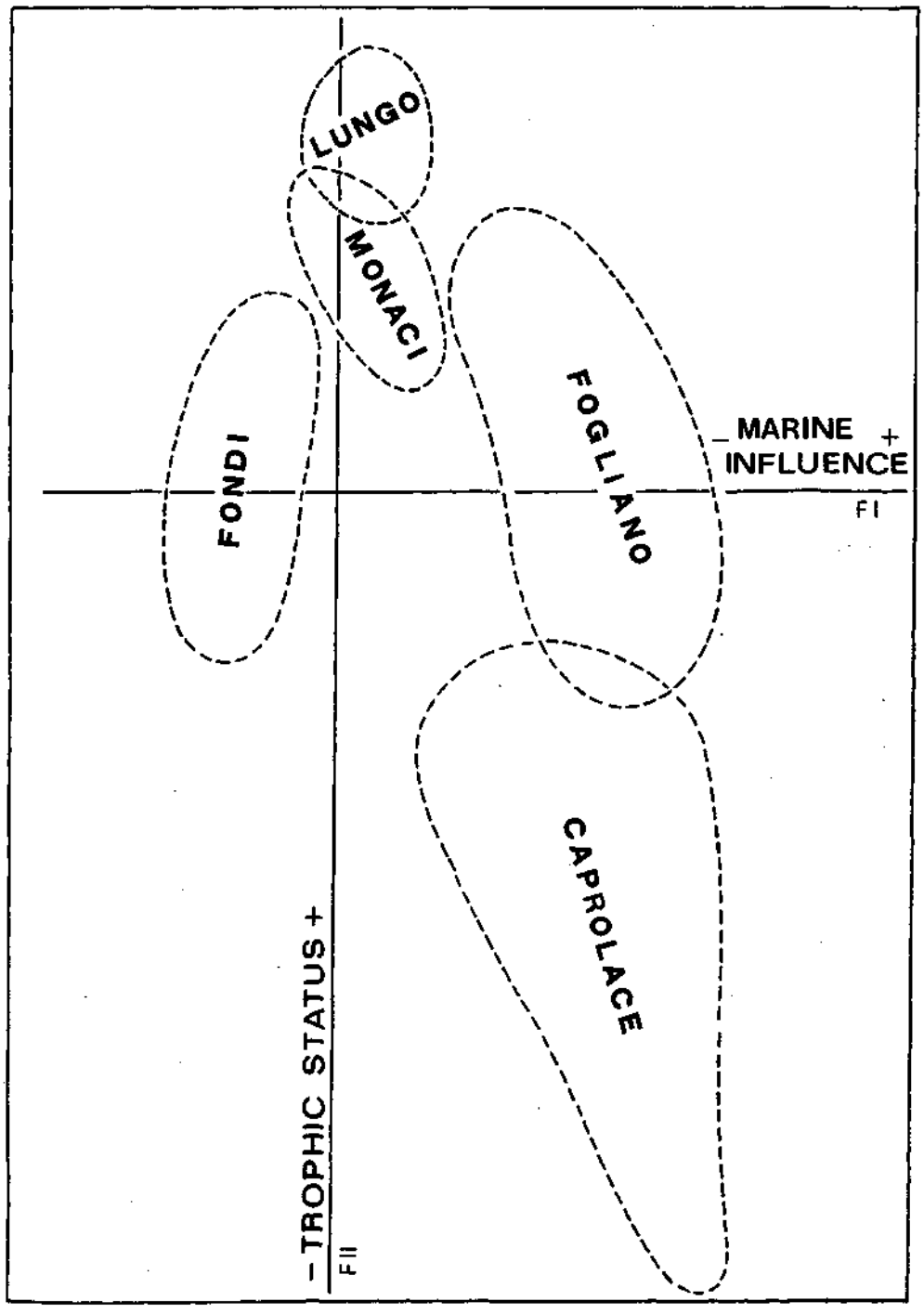


Fig. 2 - Schematic representation of the typologies revealed by the ordination by means of Factorial Analysis of Correspondence.

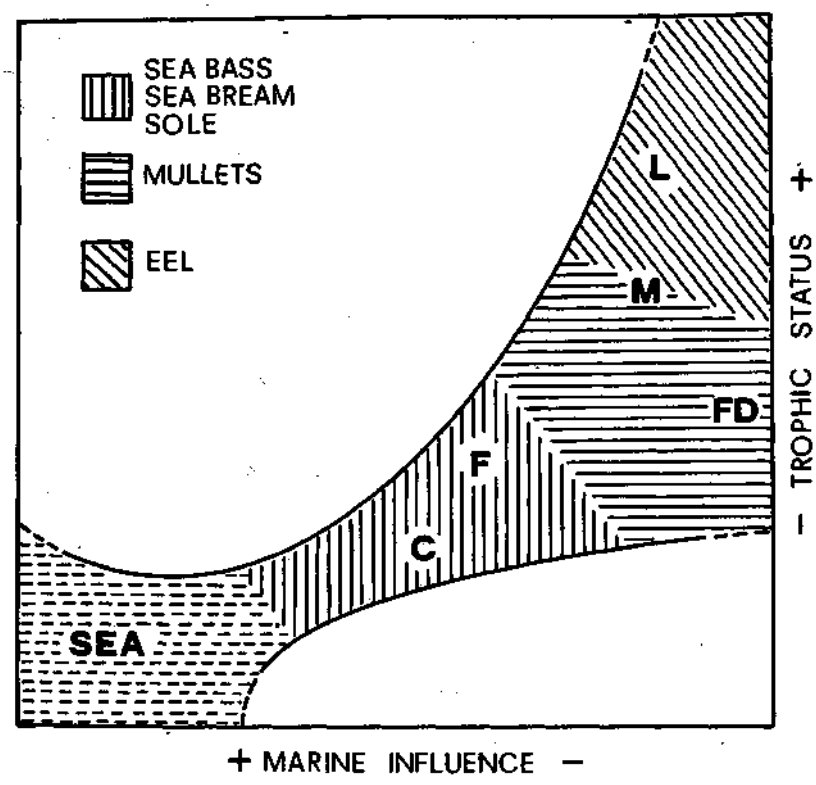


Fig. 3 - The pattern of ordination of the lakes along the first two factors, salinity and trophic status, joined by the scheme of the zones differentiated in terms of fish population diversity.

OEBALIA 1985, vol. XI - 2, N.S.: 471-488 ISSN 0392-6613

M. AZZALI G. BURACCHI S. CONTI S. GAMBETTI M. LUNA
C.N.R. - Istituto Ricerca Pesca Marittima (I.R.PE.M.)
Molo Mandracchio 60100 - Ancona - Italy

RELATIONSHIP BETWEEN THE FORMS OF PELAGIC FISH DISTRIBUTION AND NICTEMERAL PERIODS. A TENTATIVE MODEL OF BEHAVIOUR

Abstract

Pelagic fish behaviour in relation to sunlight.

5825 echograms, collected in the Adriatic in 5 echosurveys, have been classified with reference to the forms of spatial distribution of pelagic fish and analyzed for 4 different intervals over 24 hour period. An attempt to model fish behaviour using Duffin's equation is proposed

Key-words: Adriatic sea, echosurvey, catastrophe model, fish behaviour, nictemeral period.

Introduction

Acoustic surveys have been carried out by I.R.PE.M. in the North and Middle Adriatic sea since 1976. At present all the acoustic data collected in the surveys have been stored in a data base system, that permits a large number of users to have access to them and ask a wide variety of questions.

The paper illustrates an application derived from the use of the data base: the classification of the echograms in regard to the spatial distributions of small pelagic fish and sunlight.

The different forms of pelagic fish distribution considerably affect the commercial catch.

One benefit of processing data in this way is to provide clues to select the type of fishing gear (driftnets, nets for trawling and purse-seining) and their dimensions.

In the same way, the forms of pelagic fish distribution affect the statistics of the received echosignals, therefore they must be considered in processing acoustic data for biomass assessment.

Other potential users of the forms of spatial distribution are: ecologists; mathematicians; modellers.

Definitions and assumptions

The spatial distributions of small pelagic fish have been classified (see note 1) in three main forms: disperse, schooled, in accumulation.

Each form has been labeled «local», if limited within a nautical mile; «scattered», if extended beyond a nautical mile. All these forms and types are schematically shown in Fig. 1.

A disperse distribution of fish means that single fish or small groups of few individuals are isolated from each other and are not bound up by any kind of uniform behaviour.

Usually small pelagic fish are found dispersed after spawning, when they are feeble and in a passive physiological state. The areas occupied by a disperse distribution extend generally for many miles *(scattered disperse distribution*), *a local disperse distribution* is fairly rare and occurs only in case of an unfavourable habitat. Fish dispersed over a large area are of no interest to fishermen. However fairly good catches can be obtained by drift-nets.

A schooled distribution is formed by grouping of fish of the same species, similar in size and identical in their biological state. Schooling behaviour is typical of small pelagic fish for a large part of their life, but the causes of grouping mechanisms (reactions to predator and/or facilities offered by a social behaviour in a certain environment) are unknown. Here it is assumed that schooling is mostly a defending strategy against predators.

The shape, size and density of the schools may vary appreciably from species to species and, within a species, from age class to age class. Usually small schools are scattered over large areas *(scattered schooled distributions).* In this case particularly good catches are obtained by trawling and purse-seining.

An accumulation is a non homogenous union of single fish or an aggregation of schools.

This mixing of single fish or schools destroys the uniformity of behaviour, whereas a school is characterized by synchronized behaviour.

Scattered accumulations are often formed by fish during migration to the feeding or spawning areas; they have usually low density and give stable but not large catches. *Local accumulations* arise, probably, in places where fish, during migration, linger for feeding; they are very important for trawling.

The definitions of the main forms of fish distribution and the assumptions of the physiological state related to them can be summarized in the following two cases:

physiological state:		**form of distribution:**
1) PASSIVE:	**after spawning**	**DISPERSE**
2) ACTIVE:	**defending**	**SCHOOLED**
	feeding, migrating, spawning	**IN ACCUMULATION**

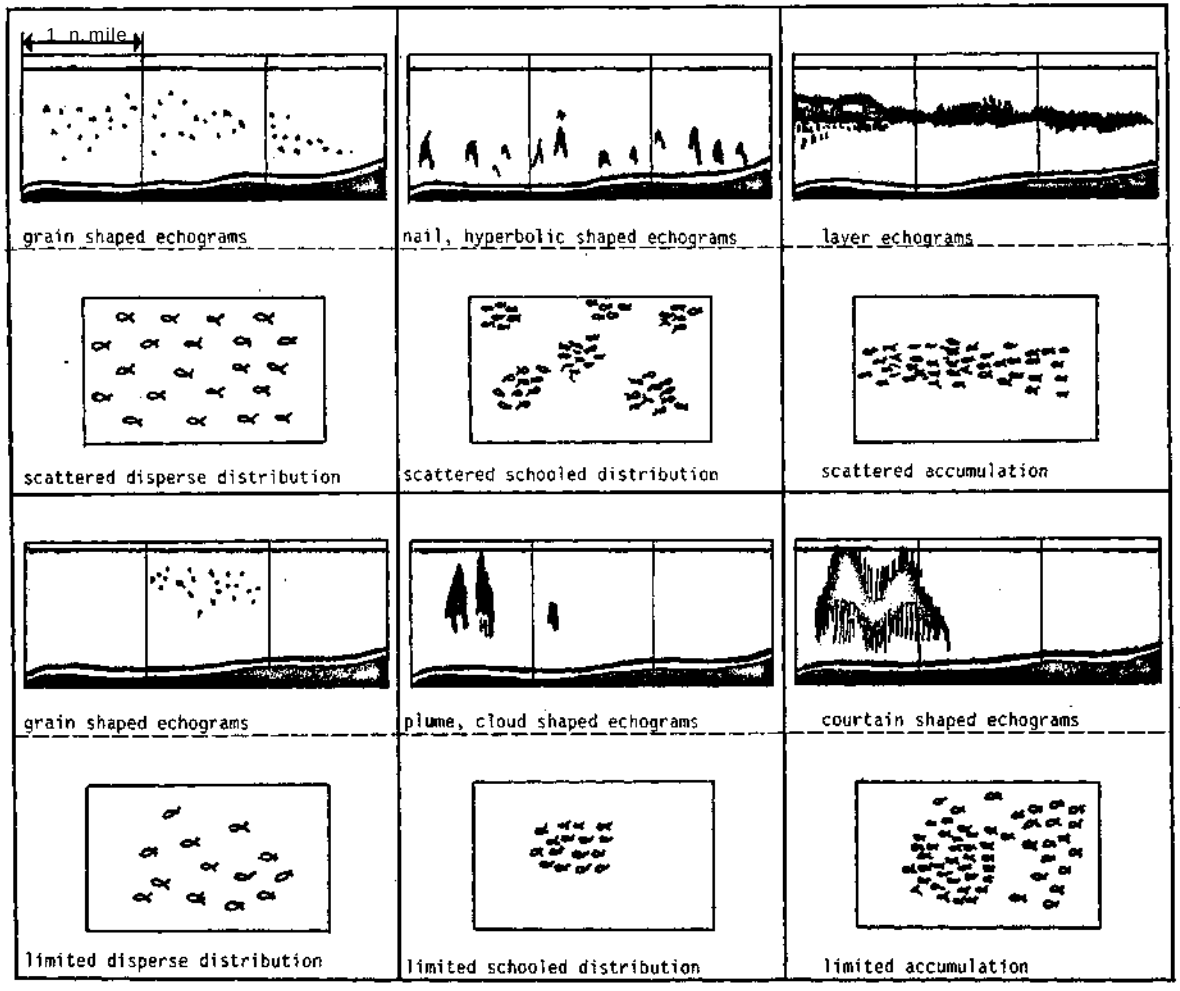


Fig. - 1 - Main forms of pelagic fish distributions detected by hydroacoustic instruments and relatives echogram.

Methods and materials

The acoustic surveys use line sampling technique, that takes the form of uninterrupted transects in space and time. An elementary sample is a unit distance of 1 nautical mile (E.S.D.U.), that is usually sailed at 8 knots (7.5 minutes per n. mile).

The acoustic surveys selected for this study were carried out in the same season (three in July, two in September) in different years: the first in July 1977 (1713 samples), the second and third in July 1980 (respectively 766 and 1101 samples), the fourth in September 1981 (1181 samples), the fifth in September 1982 (1064 samples).

The area covered by the surveys extends from Trieste to S. Benedetto in latitude and from the Italian coast to the «mean» line in longitude, with negligible differences, in transects, from survey to survey.

The echograms, at intervals corresponding to 1 n. mile, have been classified regard to the forms of fish spatial distribution (schooled, disperse, in accumulation) and the period of day. The 24 hours of a day have been divided in 4 periods, on the basis of «Effemeridi nautiche» tables: «Day», characterized by full sunlight, «Dawn» and «Sunset» characterized by twilight; «Night», characterized by total darkness (no light).

Therefore each acoustic sample is associated with a symbol, that is a function of two parameters: period of day and form of fish spatial distribution.

These symbols have been plotted on the maps of the surveyed areas. As a result the initial material consists of maps marked with transects, and of symbols marked along them.

Fig. 2, 3 show two examples of the methodology used to plot the distribution together with illumination data.

The main species under examination (small pelagic fish) are Sardines (*Sardina pilchardus walb.),* Anchovies *(Engraulis encrasicholus),* Sprats *(Sprattus sprattus)* that make up more than 90% of the total biomass.

The intra-species spatial distribution characteristics, together with the variations of spatial distributions with bottom depths, have been considered negligible, at least at a first approximation.

Experimental results

All the charts of the sequences of fish distribution, classified by form and period of day, show that there exist a strict correlation between the successive forms of distribution collected in a same period of day, and that the scattered distributions are predominant (as examples see Fig. 2 and 3).

The persistence of schooled distributions for the hours characterized by full sunlight and of accumulations during the night is evident in these maps. Tables 1, 2, 3, 4, 5 and relative histograms indicate that schooled distribution is the predominant frequency class during the light period (July '77: 61.4%; July '80: 45.1%; July '80: 52.0%; Sept. '81: 73.0%; Sept. '82: 64.0%), whereas this behavioural pattern is almost inaccessible during the night.

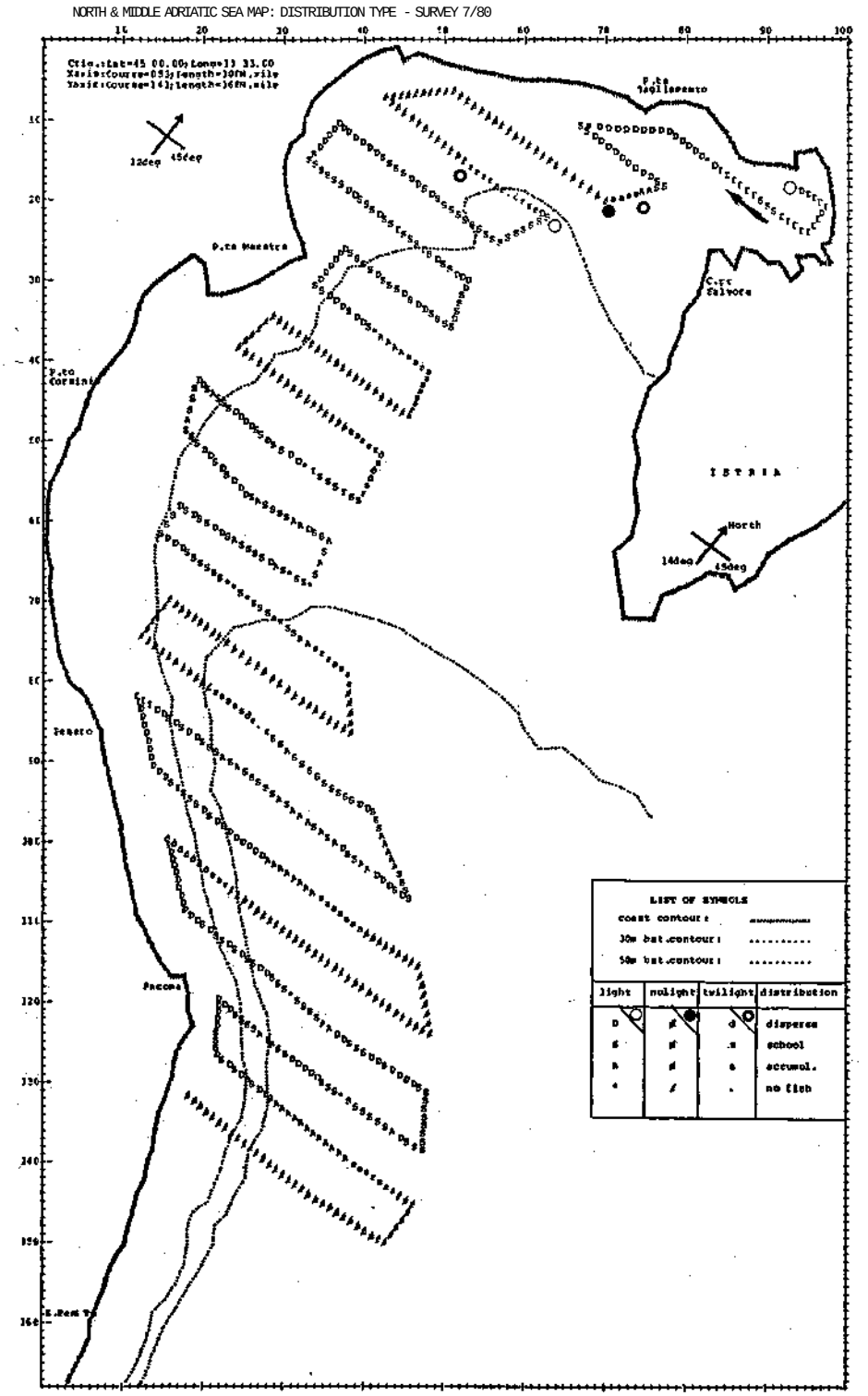


Fig. 2 - July 1980: forms of distributions of pelagic fish in the survey area, every nautical mile, by periods of day.

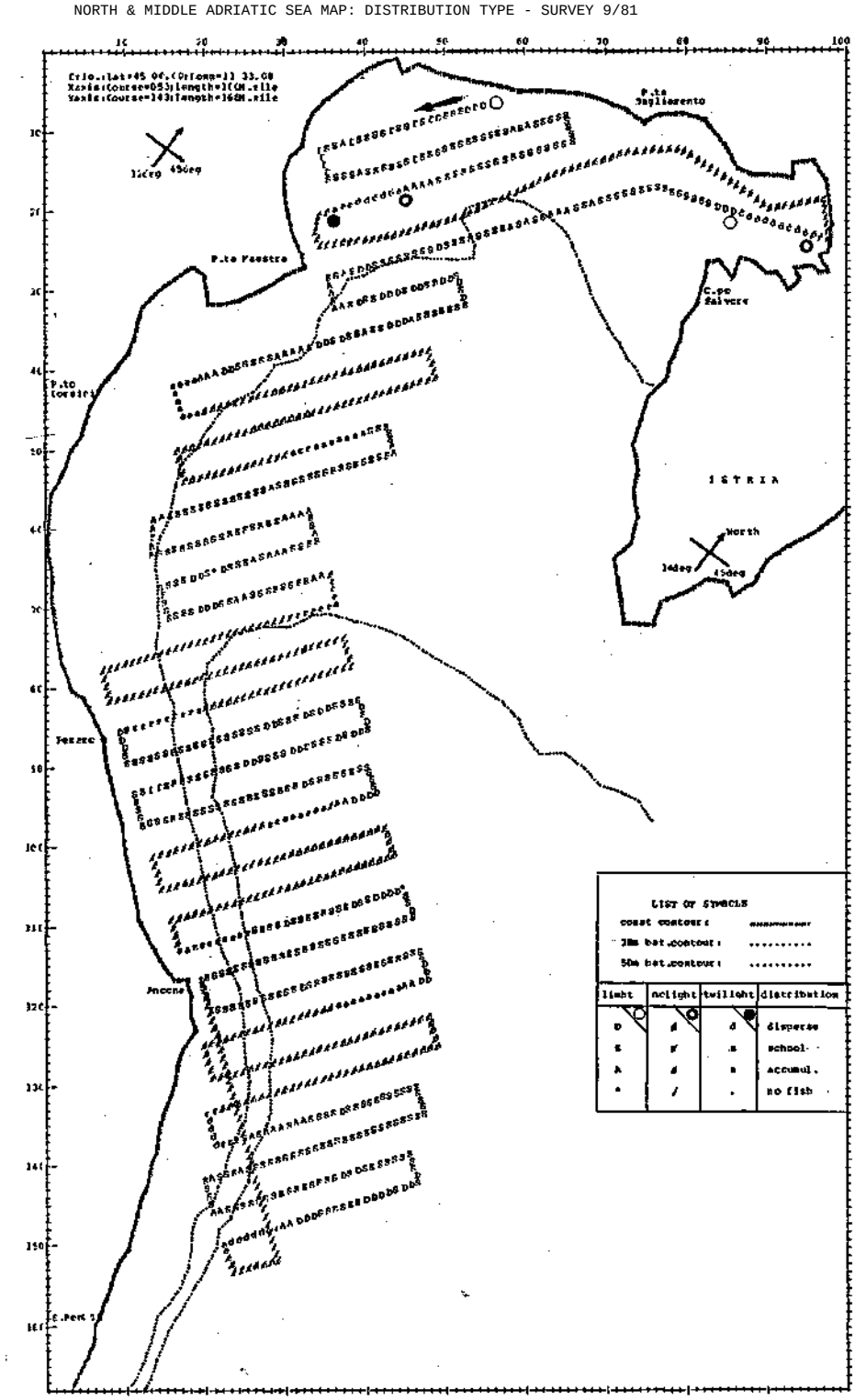
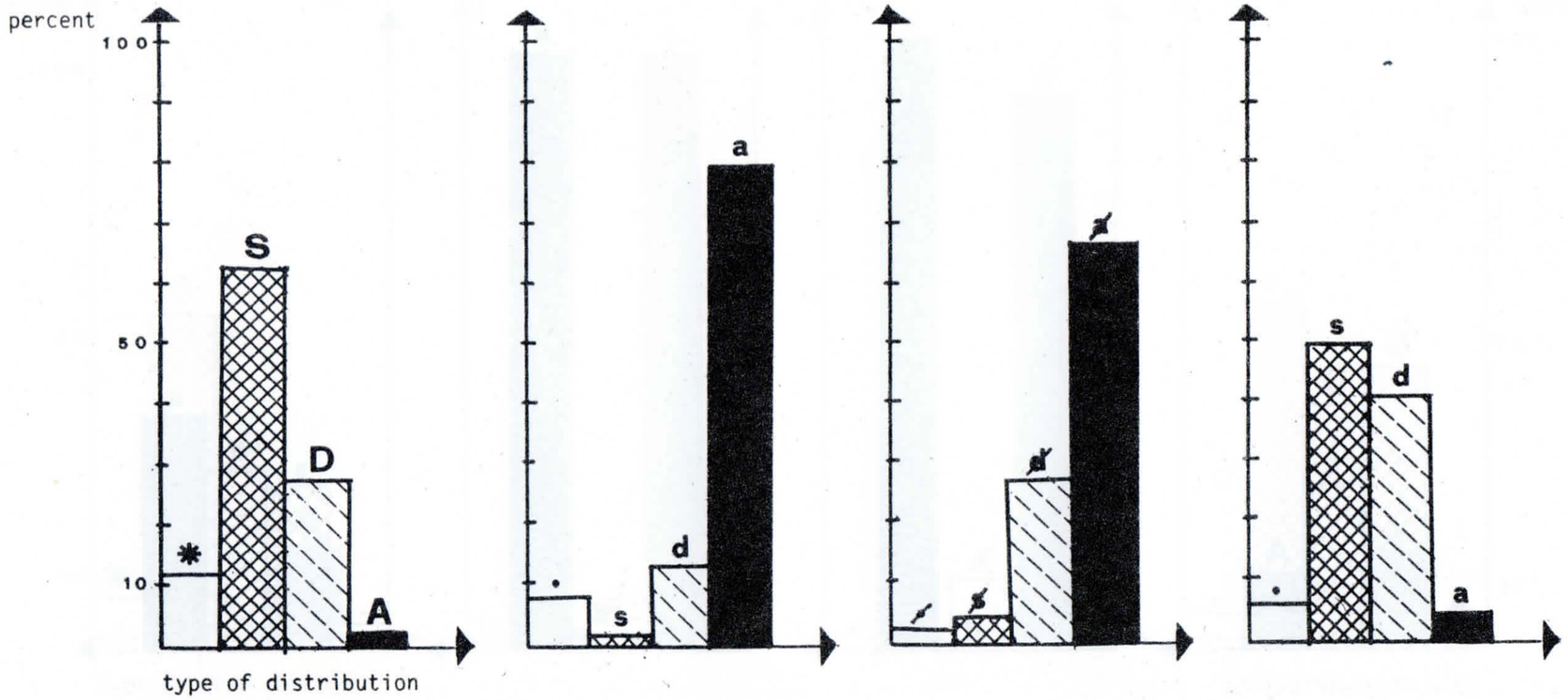


Fig. 3 - September 1981: forms of distributions of pelagic fish in the survey area, every nautical mile, by periods of day.

ANALYSIS OF DISTRIBUTION TYPE: 7/77 RESULTS

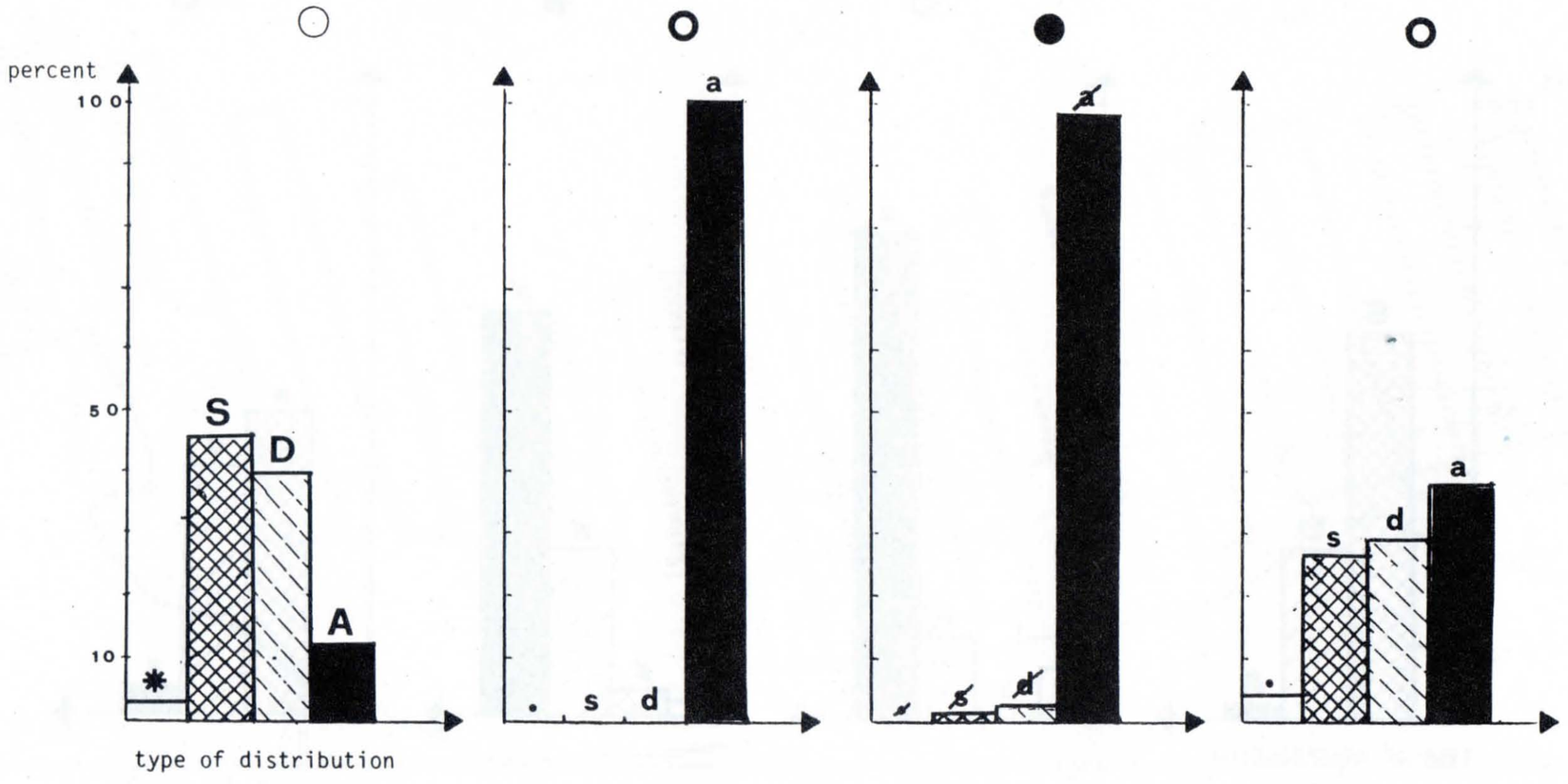
	light (day)		twilight (sunset)		no light (night)		twilight (dawn)		Tot
DISPERSE (local)	D= 165;	15.9%	d= 5;	5.4%	∅= 73;	15.5%	d= 17;	15.6%	260
DISPERSE (scatt.)	D= 111;	10.7%	d= 7;	7.5%	∅= 53;	11.3%	d= 27;	24.8%	198
SCHOOL (local)	S= 528;	50.8%	s= 1;	1.1%	∅= 13;	2.8%	s= 42;	38.5%	584
SCHOOL (scatt.)	S= 110;	10.6%	s= 0;	0.0%	∅= 5;	1.1%	s= 11;	10.1%	126
ACCUMUL. (local)	A= 5;	0.5%	a= 0;	0.0%	∅= 0;	0.0%	a= 0;	0.0%	5
ACCUMUL. (scatt.)	A= 5;	0.5%	a= 73;	78.5%	∅= 311;	66.0%	a= 5;	4.6%	394
NO FISH	*= 116;	11.2%	.= 7;	7.5%	/= 16;	3.4%	.= 7;	6.4%	146
TOTAL	1040;	100%	93;	100%	471;	100%	109;	100%	1713



Tab. 1 - *July 1977: analysis and histograms of the forms of pelagic fish distribution by periods of time (day, sunset, night, dawn).*

ANALYSIS OF DISTRIBUTION TYPE: 7/80 RESULTS

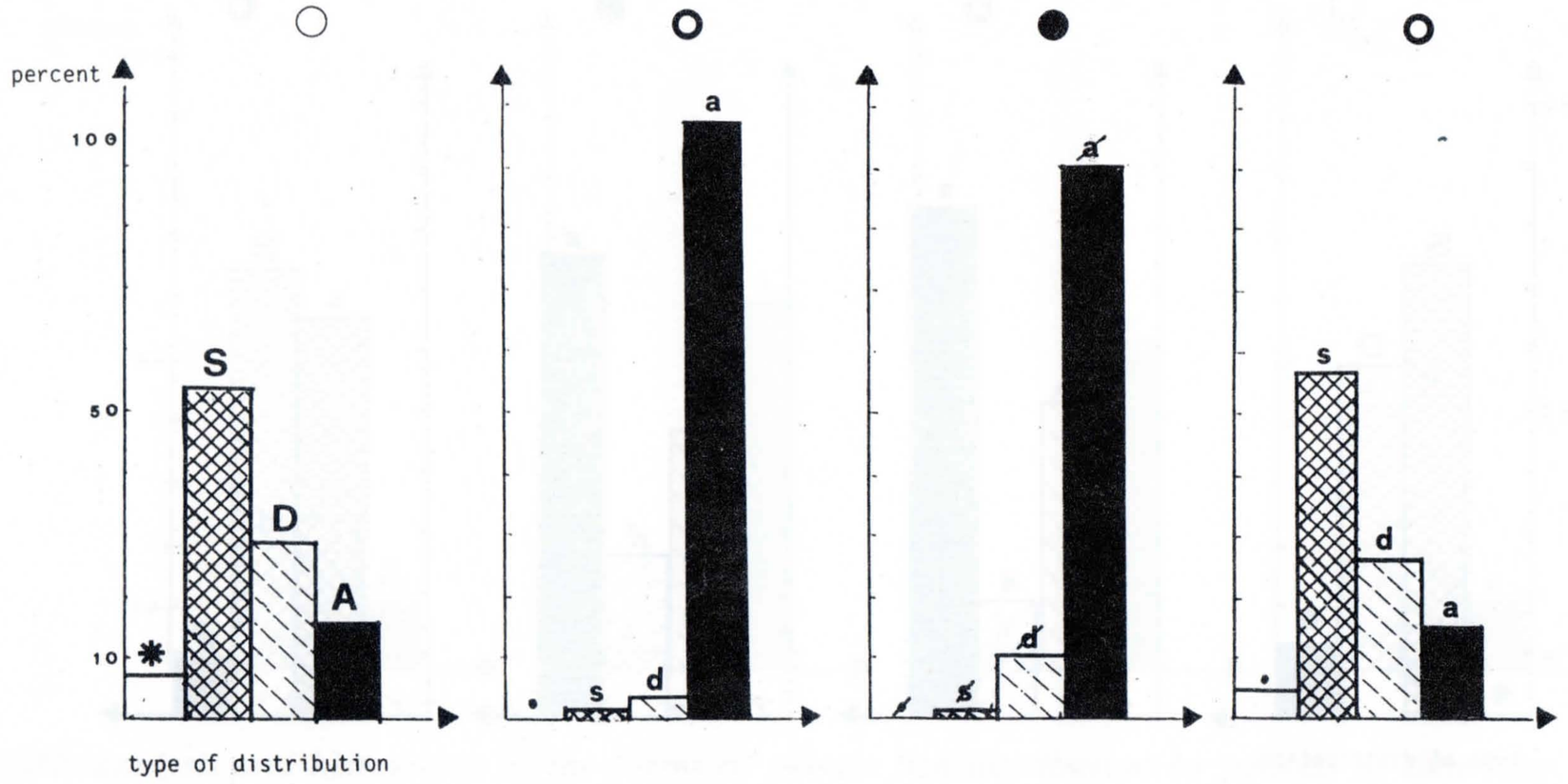
	light (day)		twilight (sunset)		no light (night)		twilight (dawn)		Tot
DISPERSE (local)	D= 132;	27.8%	d= 0;	0.0%	∉= 0;	0.0%	d= 6;	14.6%	138
DISPERSE (scatt.)	D= 59;	12.4%	d= 0;	0.0%	∉= 4;	1.9%	d= 6;	14.6%	69
SCHOOL (local)	S= 175;	36.9%	s= 0;	0.0%	∉= 1;	0.5%	s= 6;	14.6%	182
SCHOOL (scatt.)	S= 39;	8.2%	s= 0;	0.0%	∉= 0;	0.0%	s= 5;	12.2%	44
ACCUMUL. (local)	A= 27;	5.7%	a= 0;	0.0%	∉= 12;	5.6%	a= 6;	14.6%	45
ACCUMUL. (scatt.)	A= 30;	6.3%	a= 36;	100.0%	∉= 198;	92.1%	a= 10;	24.4%	274
NO FISH	*= 12;	2.5%	.= 0;	0.0%	/= 0;	0.0%	.= 2;	4.9%	14
TOTAL	474;	100%	36;	100%	215;	100%	41;	100%	766



Tab. 2 - *July 1980: analysis and histograms of the forms of pelagic fish distribution by periods of time (day, sunset, night, dawn).*

ANALYSIS OF DISTRIBUTION TYPE: 7/80 RESULTS

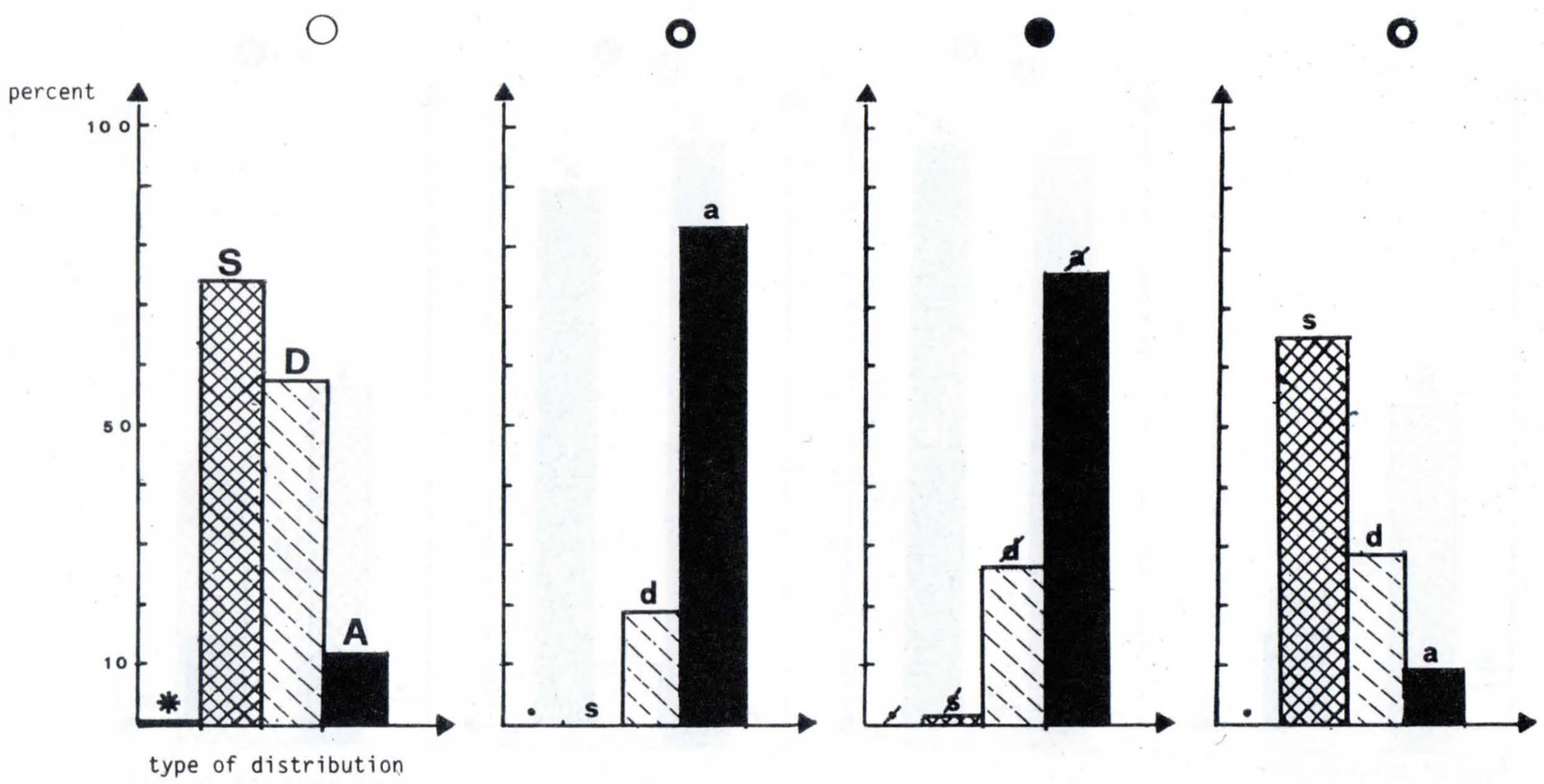
	light (day)		twilight (sunset)		no light (night)		twilight (dawn)		Tot
DISPERSE (lccal)	D= 134;	18.6%	ō= 0;	0.0%	ø= 16;	6.1%	d= 10;	19.2%	160
DISPERSE (scatt.)	D= 64;	8.9%	d= 2;	3.0%	ø= 11;	4.2%	d= 3;	5.8%	80
SCHOOL (lccal)	S= 304;	42.3%	s= 1;	1.5%	ø= 3;	1.1%	s= 22;	42.3%	330
SCHOOL (scatt.)	S= 70;	9.7%	s= 0;	0.0%	ø= 0;	0.0%	s= 7;	13.5%	77
ACCUMUL. (lccal)	A= 74;	10.3%	a= 0;	0.0%	ø= 1;	0.4%	a= 3;	5.8%	78
ACCUMUL. (scatt.)	A= 33;	4.6%	a= 64;	95.5%	ø= 232;	88.2%	a= 5;	9.6%	334
NO FISH	*= 40;	5.6%	.= 0;	0.0%	/= 0;	0.0%	.= 2;	3.8%	42
TOTAL	719;	100%	67;	100%	263;	100%	52;	100%	1101



Tab. 3 - *July 1980: analysis and histograms of the forms of pelagic fish distribution by periods of time (day, sunset, night, dawn).*

ANALYSIS OF DISTRIBUTION TYPE: 9/81 RESULTS

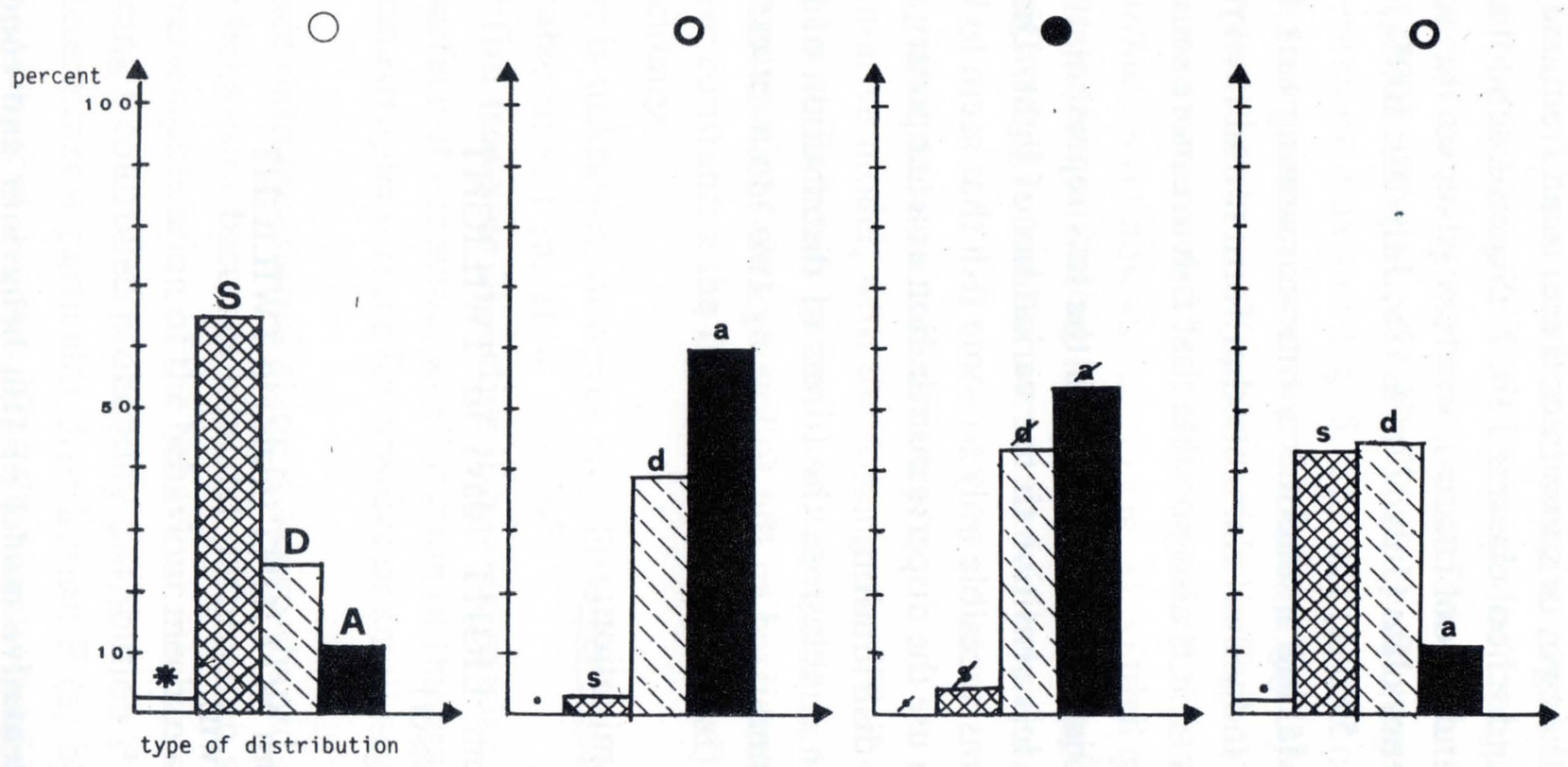
	light (day)		twilight (sunset)		no light (night)		twilight (dawn)		Tot
DISPERSE (lcal)	D= 59;	9.6%	d= 0;	0.0%	ø= 8;	1.7%	d= 2;	4.3%	69
DISPERSE (scatt.)	D= 37;	6.0%	d= 10;	18.5%	ø= 109;	23.5%	d= 11;	23.4%	167
SCHOOL (lcal)	S= 244;	39.6%	s= 0;	0.0%	ø= 1;	0.2%	s= 4;	8.5%	249
SCHOOL (scatt.)	S= 206;	33.4%	s= 0;	0.0%	ø= 3;	0.6%	s= 26;	55.3%	235
ACCUMUL. (lcal)	A= 51;	8.3%	a= 0;	0.0%	ø= 0;	0.0%	a= 2;	4.3%	53
ACCUMUL. (scatt.)	A= 17;	2.8%	a= 44;	81.5%	ø= 343;	73.9%	a= 2;	4.3%	406
NO FISH	*= 2;	0.3%	.= 0;	0.0%	/= 0;	0.0%	.= 0;	0.0%	2
TOTAL	616;	100%	54;	100%	464;	100%	47;	100%	1181



Tab. 4 - *September 1981: analysis and histograms of the forms of pelagic fish distribution by periods of time (day, sunset, night, dawn).*

ANALYSIS OF DISTRIBUTION TYPE: 9/82 RESULTS

	light (day)		twilight (sunset)		no light (night)		twilight (dawn)		Tot
DISPERSE (local)	D= 82;	15.2%	d= 5;	10.6%	ø= 38;	8.9%	d= 5;	9.3%	130
DISPERSE (scatt.)	D= 46;	8.6%	d= 13;	27.7%	ø= 142;	33.4%	d= 19;	35.2%	220
SCHOOL (local)	S= 229;	42.6%	s= 0;	0.0%	ø= 2;	0.5%	s= 11;	20.4%	242
SCHOOL (scatt.)	S= 115;	21.4%	s= 1;	2.1%	ø= 15;	3.5%	s= 12;	22.2%	143
ACCUMUL. (local)	A= 48;	8.9%	a= 0;	0.0%	ø= 3;	0.7%	a= 4;	7.4%	55
ACCUMUL. (scatt.)	A= 10;	1.9%	a= 28;	59.6%	ø= 223;	52.5%	a= 2;	3.7%	263
NO FISH	*= 8;	1.5%	.= 0;	0.0%	/= 2;	0.5%	.= 1;	1.9%	11
TOTAL	538;	100%	47;	100%	425;	100%	54;	100%	1064



Tab. 5 - *September 1982: analysis and histograms of the forms of pelagic fish distribution by periods of time (day, sunset, night, dawn).*

In the darkness the accumulations predominate and, in some years, are almost the only frequency class present (July '77: 60.0%; July '80: 97%; July '80: 88.6%; Sept. '81: 73.9%; Sept. '82: 53.2%).

Therefore fish make sudden behaviour changes in the short periods of day characterized by twilight (dawn and sunset last about 1 hour). However, while the school patterns dissolve into accumulations suddenly at sunset, at dawn the delay before making the change from accumulation to school patterns is appreciable. This is demonstrated by the two, or sometimes three, main frequency classes present at dawn (Tab. 1 disperse and school classes; Tab. 2: disperse, school and accumulation classes; Tab. 5: disperse and school classes), whereas at sunset the accumulation is clearly the only main frequency class (July '77: 78.5%; July '80: 100%; July '80: 95.5%; Sept '81: 81.5%; Sept. '82: 59.6%).

Making a school is a time-consuming task because of the need of homogeneity of the individual elements that form it and the synchronization of their swimming movements; it is also possible that fish are more sensitive to decreasing rather than to increasing light.

Disperse distribution is the less representative class (except at dawn), but it is also the less sensitive to the variations of light. Disperse distribution, as stable behaviour, seems accessible only to some fish that seem to be unable to react to environment. Most fish use the disperse distribution as a temporary and unstable behaviour to jump to schooled distribution.

In conclusion, the forms of distribution of most pelagic fish related to light can be summarized in the following two main cases:

illumination:	form of distribution:
From LIGHT (day) to TWILIGHT (sunset)	SCHOOLED DISTRIBUTION, most of time; sudden change towards ACCUMULATION
From NO LIGHT (night) to TWILIGHT (dawn)	ACCUMULATION, most of time; change with delay towards SCHOOLED DISTRIBUTION.

A tentative model of fish behaviour and conclusions

What has been said so far is an attempt, in addition to systematize and classify the types of records, to relate behaviour of fish, indicated by their spatial distributions, to both their physiological state and the external oscillation of light.

The persistence of fish behaviour for many hours, the sudden behaviour changes, the difference of delays before making these changes, the possibility of divergent behaviour under similar illumination (twilight) have suggested the use of a catastrophe model.

The proposed model assumes that the rhythm of day and night represents the «normal-factor» (a axis in Fig. 4) and the physiological state of fish represents the «split-factor» (b axis in Fig. 4) in the control plane C, that represents the «cause» of a particular behaviour.

Positive values of b indicate an active physiological state (such as defending, migrating, feeding etc.), increasing in intensity with b. Negative values of b indicate a passive physiological state (such as insensitivness to external stimuli).

Positive values of a indicate the hours of day characterized by full light, negative values of a indicate the hours of night and values around zero the hours of twilight.

A point c = (a, b) in C represents a particular light-physiological fish state.

If the control factors lie either side of the positive b axis, they cause conflicting tendencies in the behaviour of fish, represented on z-axis of Fig. 5. The left factors (-a, +b) try to attract the fish behaviour on to *accumulation* (lower surface in Fig. 5), the right factors (+a, +b) on to the schooled distribution (upper surface in Fig. 5).

On the other hand if the control factors lie either side of negative b axis, there is only an attracting behaviour: *the disperse distribution* (middle surface in Fig. 4). «Fear» (+a, +b) and «Hunger» (-a, +b) may be assumed conflicting factors attracting, respectively,the schooled behaviour (a defending strategy) and the accumulation behaviour (a feeding strategy).

The disperse behaviour may be interpreted as a neutral strategy.

Let us take Duffin's equation as a tentative model, with the forcing term (F cos at) representing the external rhythm of light with 24 hours period, and the oscillator f (b, z)) the diurnal variation on the physiological state of fish: $z + \varepsilon k z + f(b, z) = \varepsilon F \cos(at)$.

Where: t is time; ε, k are small positive constant; z the fish behaviour; F cos(at) the forcing term; f (b, z) the biological oscillator.

The restoring biological force f (b, z) is unknown, however very little generality is lost by assuming for it the following cubic in z: $f(b, z) = z + bz^3$.

Where b is the physiological state of fish (see note 2), active if $b > 0$, passive if $b < 0$. If so, Duffin's equation gives the surface of behaviour as a function of the control parameters b and a (Fig. 5); it is a cusp catastrophe surface for positive or small negative values of b.

The projection of the behaviour surface onto the control plane is a cusp-shaped curve, that marks the boundary where the behaviour becomes bimodal (bifurcation set).

The above discussion is only a rigid oversimplification of the behaviour mechanisms; this rigidity can be modified by introducing a controlled probability distribution P = P (a, b, z). Each point c = (a, b) in C determines a particular distribution P (a, b) of the behaviour-space z (see note 3). For example if c = (a, b) is the point (1) of Fig. 4, P (a, b) is a unimodal distribution, with a unique maximum at point (1) on the behaviour-surface of Fig. 5; on the other hand if c = (a, b) is the point (2) of Fig. 4, P (a, b) is a bimodal distribution with two maxima at the points (2) on the behaviour surface of Fig. 5. P (a, b, z) can be assumed smooth and generic (see note 4), that enables us to use catastrophe theory. Moreover the behaviour surface is smooth, since P is smooth.

Returning to the fish behaviour, a point on the control plane c = (a, b) gives the

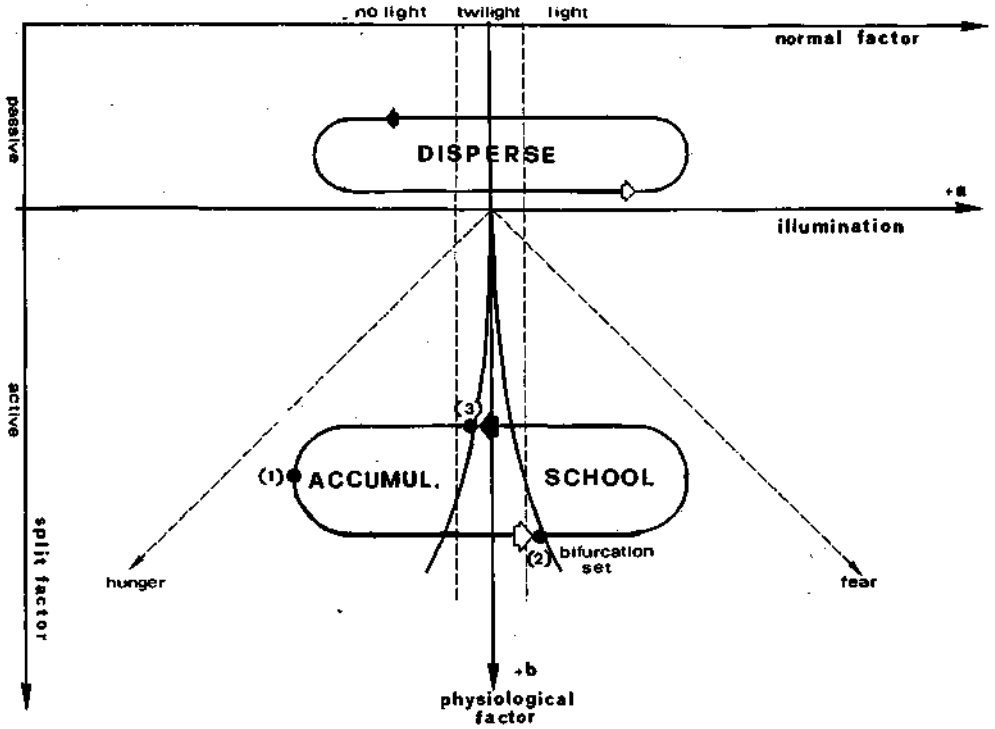


Fig. 4 - The control plane: the lines indicate the normal, split, and conflicting factors; the paths indicate the probable evolutions of these factors for two groups of fish in different physiological conditions.

most probable behaviour of a group of fish in the same physiological state and under the same illumination. Changing the control factors, point c moves smoothly and slowly along a time path of a 24 hours period. The reaction of fish to changing of control factors is represented by a curve on the behaviour surface.

Supposing that a group of fish is in a «passive state» ($b < 0$), the path described in the control plane for changing the external stimuli does not cross the cusp and consequently the fish behaviour does not change appreciably (disperse distribution with neutral behaviour towards light stimuli).

Supposing that another group of fish is in an «active state» ($b > 0$) and, initially, the external stimuli is «no light» (point (1) in Fig. 4 and 5). The most probable behaviour of fish is feeding, reflected by a strategy in form of accumulation. As the external stimuli increases towards twilight (dawn), the behaviour changes smoothly until the control point crosses the cusp (point (2) in Fig. 4 and 5). Here the strategy changes catastrophically from accumulation to schooled distribution, that may be interpreted as a defending strategy. The transition from the lower to the upper behaviour surface has a delay or hysteresis, in which a third behaviour is possible (fold of the behaviour surface in Fig. 5), but as an unstable state.

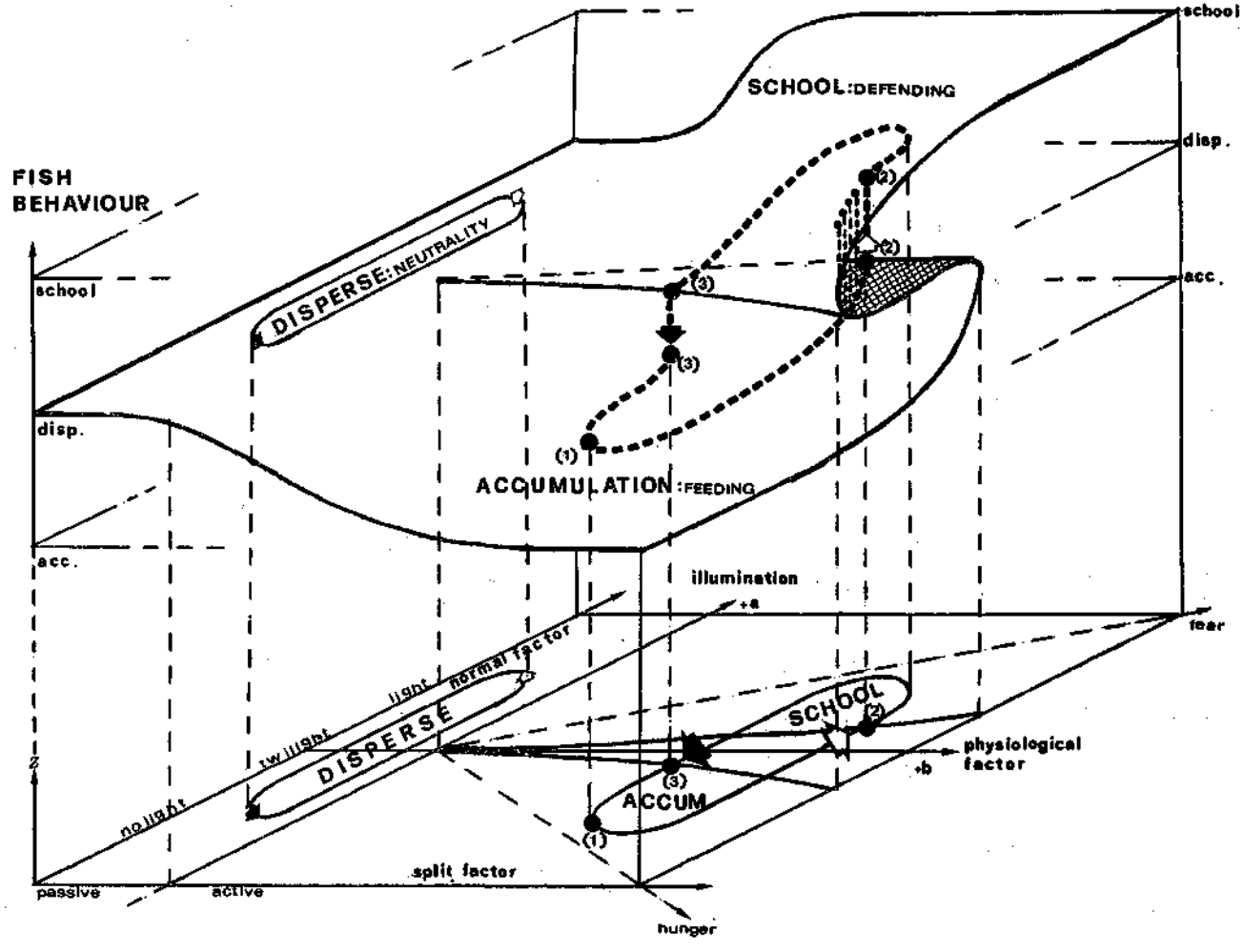


Fig. 5 - The surface of fish behaviours: the paths on the surface indicate the evolution of fish behaviours due to gradually changing of the illumination and physiological factor.

A similar change happens when the external stimuli decreases towards twilight (sunset), but here the delay is shorter and the third behaviour (disperse distribution) highly improbable (point (3) in fig. 5).

In conclusion the tentative and qualitative nature of the model, because of certain reservations about the assumed relations between spatial distributions and fish physiological state, must be emphasized. However the proposed model should be useful, at least, to suggest laboratory experiments, through which its validity may be tested.

Notes

1. The three main forms of distributions are subsets of the behaviour-space. Before the body of information collected within a nautical mile is classified, the features of interest for purpose of classification are extracted from it analysed and grouped into clusters, single echofeatures with disperse distributions, multiple echo features with continuous distributions etc...

The clustering determines a «structure», on the behaviour space, that can be ordered along the z-axis (see also note 3). The classification process will select the cluster that has the features «correlated and sufficiently coherent» to be put into one of the three forms of distributions.

The expressions «structure» and «correlated and sufficiently coherent» could be made mathematically precise by using fuzzy spaces, or any topological procedure of cluster analysis.

A point that we wish to make clear is that the number of forms of distributions (or subsets) chosen for this study does not not affect Fig. 5.

Mathematically we could equally well use 100 forms of distributions and Fig. 5 will still be a cusp catastrophe surface; however, an excessive number of forms of distributions might then have obscure the phenomena that we wish to elucidate.

2. If we assume that more parameters (b_1, b_2...) are necessary to describe the physiological state of fish, then the non-linear equation: $z + bz^3$ is replaced by: $z + b_1z^3 + b_2z^5 + \ldots$

The behaviour surface of Fig. 5 over the enlarged parameter control space will exhibit higher dimensional catastrophes, however the important conclusion is similar: smooth changes in the forcing term can cause both smooth and catastrophic changes in amplitude and phase of the biological oscillator.

3. We call z- axis the behaviour-space, because it represents all the possible levels of behaviour, presented by the echograms and ordered on the z- axis.

4. Smooth means that P, regarded as function of the three variables a, b, z is differentiable to all orders. Generic means that P, regarded as a map from C to the space of probability distribution on z, is transversal to the natural stratification.

Smooth generic Ps are open dense in the space of all smooth Ps, which are dense in the space of all continuous Ps.

Therefore any continuous P can be approximated arbitrarily close to a smooth generic P, justifying the use of smooth generic models.

Summary

The forms of spatial distributions of small pelagic fish have been correlated with four periods of illumination: dawn (twilight), day (light), sunset (twilight), night (no light). The analysis is based on 5825 acoustic samples, collected in 5 echosurveys carried out in the Adriatic sea. The results indicate a persistence of particular forms of distributions during the light and no light periods, and their sudden changes during twilight.

This has suggested a model of fish behaviour based on catastrophe theory. The model has a tentative and a qualitative nature; its main aim is to be a guide in designing laboratory experiments on pelagic fish behaviour.

Riassunto

Le forme di distribuzione spaziale dei piccoli pesci pelagici sono messe in correlazione a 4 periodi di illuminazione: ALBA (luce diffusa), GIORNO (luce), TRAMONTO (luce diffusa), NOTTE (assenza di luce). L'analisi è basata su 5825 campioni acustici raccolti in 5 echosurveys svolti nel Mare Adriatico.

I risultati indicano una persistenza di particolari forme di distribuzione durante i periodi di luce ed assenza di luce ed i loro improvvisi cambiamenti durante il periodo di luce diffusa.

Ciò ha suggerito un modello di comportamento del pesce basato sulla teoria della catastrofe.

Il modello ha una natura sperimentale e qualitativa; il suo compito precipuo è quello di traccia per programmare esperimenti di laboratorio sul comportamento del pesce.

Bibliografia

AZZALI M., COSIMI G., LUNA M. (1981) - Caratteristiche strutturali dei banchi di sardine in Alto e Medio Adriatico rilevate con mezzi elettroacustici. Atti X Congresso S.I.B.M. *Quad. Lab. Tecn. Pesca.* III, n. 1 suppl.

LARRANETA GOMEZ M. (1960) - Synopsis of biological data on *Sardina pilchardus* of the Mediterranean and adjacent seas. FAO Fisheries Synopsis n. 9.

MUZINIC R. (1960) - Observation on the reaction of the sardine (*Sardina pilchardus* Walb.) to intermittent white light. *FAO Fisheries Report* n. 69, 3.

STOOKER J.J. (1950) - Non linear vibrations. *Interscience publishers* L.T.D., London: 81-117.

YUDANOV K.J. (1971) - Interpretation of echograms of hydroacoustic fish instruments. Israel program for scientific translation. L.T.D.: 64-74.

ZEEMAN E.C. (1974) - Catastrophe theory in biology. Dynamical System. Warwick.

ZEEMAN E.C. (1975) - Differentiation and pattern formation. Appendix to T. Cooke, some-current theories of the emergence and regulation of spatial organization in early animal development. *A Rev. Biophys. Bioeng.* 4: 210-215.

OEBALIA 1985, vol. XI - 2, N.S.: 489-508 ISSN 0392-6613

G. RELINI A. PEIRANO L. TUNESI L. ORSI RELINI

Istituto di Anatomia Comparata dell'Università di Genova
Laboratori di Biologia Marina ed Ecologia Animale - Genova - Italy

LA PESCA A STRASCICO NELLA FASCIA COSTIERA LIGURE: I - COMPOSIZIONE QUALITATIVA E QUANTITATIVA DELLE CATTURE IN UN CICLO DI CAMPIONAMENTO ANNUALE

Abstract

Otter trawling in ligurian coastal waters: I - Qualitative and quantitative catch composition during one year observations.

Diurnal catches obtained monthly in the Gulf of Genoa by otter trawl, between 20 and 90 m depth, are detailed in their composition of Fish, Cephalopods and Crustaceans: species lists and seasonal catches per hour on four levels are given. Some observations on nocturnal trawling are also referred.

Key-words: inshore otter trawl, monthly catches, Mediterranean sea.

Introduzione

Negli anni 1982-83 è stato effettuato un ciclo di campionamenti in Mar Ligure, inerente al Programma del Ministero Marina Mercantile «Presupposti bioecologici e tecnici per una nuova regolamentazione della pesca a strascico entro le tre miglia dalla costa», coordinato dall' I.R.PE.M. (C.N.R) di Ancona.

Lo scopo della ricerca era di verificare se il limite spaziale alla pesca a strascico stabilito dalla legge vigente avesse un preciso fondamento biologico o eventualmente potesse essere soggetto a deroghe come è avvenuto in Adriatico*; pertanto il campionamento

* Constatata nell'Alto Adriatico e nel periodo invernale, l'assenza di novellame delle più importanti specie demersali e la presenza di notevoli quantità di *Atherina boyeri* e *Pomatoschistus minutus*, si è proposto di consentire la pesca entro le tre miglia a piccoli pescherecci (fino a 100 hp) attrezzati con rete da «marsioni» con maglie al sacco di mm 5,5 di lato (FROGLIA & MAGISTRELLI, 1978/81). Successivamente, sulla base di considerazioni economiche e sociali piuttosto che su risultati scientifici, la deroga è stata estesa nel tempo, fino a giugno, e a pescherecci di maggiore potenza (FIORENTINI *et al.*, 1983), tenendo in scarso conto il fatto che specie di importanza fondamentale per lo strascico come triglie, seppie, calamari, gobidi, cicale, gasteropodi del genere *Sphaeronassa* ecc., hanno una riproduzione primaverile.

è stato pianificato in modo da coprire l'arco delle stagioni e una serie di batimetriche poste nell'ambito e al di fuori del limite legale, in Liguria il livello - 50 m, in modo da verificare le distribuzioni di giovani ed adulti rispetto a questo durante l'anno. Mentre la distribuzione del novellame sarà oggetto di un resoconto specifico (di seguito a questa nota), il campionamento ha permesso anche le presenti osservazioni generali sulla composizione del pescato.

Materiali e metodi

La zona prescelta per il campionamento si estende al largo della costa di Chiavari (Riviera di Levante) tra punta Chiappe e punta S. Anna (Fig. 1), davanti alla foce del fiume Entella. Il fondo inclina in modo regolare, sicchè le batimetriche risultano parallele alla linea di riva, da cui quella dei 100 metri dista circa tre miglia. Oltre alla regolarità del fondale, l'area presenta il vantaggio della relativa vicinanza rispetto al porto peschereccio di Santa Margherita Ligure, della disponibilità di osservazioni sulla produzione, sulla fauna bentonica e sui sedimenti (ALBERTELLI *et al.* 1979; ALBERTELLI & CATTANEO, 1983; CORRADI *et al.* 1980) e del fatto che altre ricerche sono in corso nell'area limitrofa del Golfo Marconi, relative all'impianto di scogliere artificiali (RELINI,

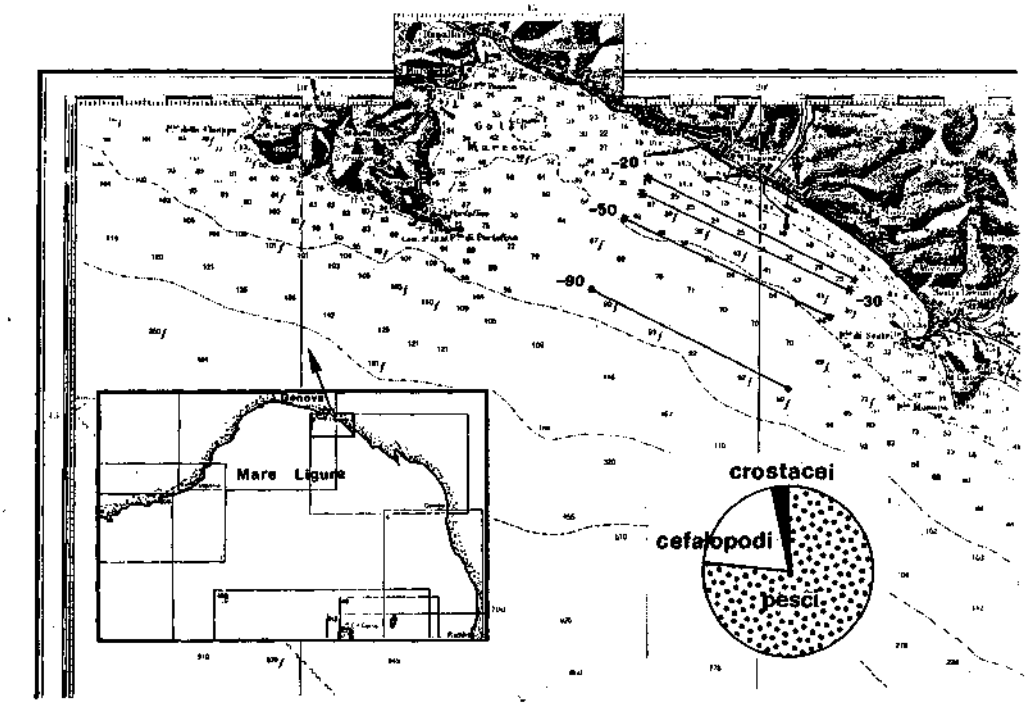


Fig. 1 - Zona di campionamento e composizione del pescato totale in Pesci, Crostacei e Cefalopodi.

1982): infatti secondo l'esperienza dei pescatori locali, l'area presenta importanti concentrazioni di novellame.

È stato noleggiato il motopeschereccio Mabruk di Santa Margherita, stazza lorda 18 t, motore 150 Hp, ecoscandaglio e radar, tre uomini di equipaggio. La rete di tipo italiano, modificata dal capopesca per le esigenze locali, aveva le seguenti caratteristiche: cielo 400 maglie da 25 mm di lato; tassello (lenza) 120 maglie da 30 mm; braccia 200 maglie da 45 mm; sacco 420 maglie da 6 mm; scaglietto da piombi 70 maglie da 35 mm; scaglietto da sugheri 70 maglie da 35 mm; calamenti circa 200 m; cavo d'acciaio 250-300 m; divergenti di legno (tipo adriatico) 130 × 170 cm.

Per 15 giornate (gennaio 1982 - marzo 1983) con cadenza pressappoco mensile, sono stati eseguiti campionamenti (cale) nelle ore diurne, da un'ora dopo l'alba a una prima del tramonto, ciascuno pari a un'ora di strascico, sui livelli di - 20 e - 30 metri situati entro un miglio dalla costa, e sui livelli - 50 e - 90 metri, situati a distanza di 1,2 e 2,6 miglia circa dalla costa. Sono state inoltre eseguite sulle medesime batimetriche complessivamente 10 cale notturne nei mesi di maggio ed agosto.

Alla fine di ogni cala è stato pesato il pescato utile e lo scarto, quest'ultimo nelle sue componenti di rifiuti e organismi. Gli organismi commerciabili sono stati separati per specie, pesati come totale ed in parte distinti come sesso e misurati. Con subcampioni trasportati in laboratorio è avvenuto il completamento delle misure di lunghezza, la determinazione di pesi individuali, le precisazioni di fasi maturative quando possibile (generalmente solo con osservazioni macroscopiche), il prelievo di gonadi e di otoliti per la determinazione di indici gonadosomatici e di ritmi di accrescimento.

Risultati

A) CATTURE TOTALI

Per illustrare le catture di un ciclo annuale utilizziamo i campioni ottenuti dal marzo '82 al febbraio '83: si tratta di dodici giornate di pesca, più una incompleta per la presenza di due sole cale (20 e 50 metri), che equivalgono complessivamente a 50 ore di strascico. Le catture totali ed il rendimento orario medio per livello e per principali categorie del pescato sono riassunte in Tab. 1; l'andamento annuale delle catture nella Fig. 2.

Si nota subito (Tab. 1) che i due livelli interdetti allo strascico hanno fornito quantità molto elevate di pesci; però le medie elevate sono dovute a picchi (Fig. 2) che, come si preciserà in seguito, corrispondono al reclutamento di specie demersali; per i Cefalopodi, le catture per unità di sforzo non differiscono molto da livello a livello, mentre per i Crostacei i valori sono troppo modesti per avere un peso economico. Si rileva altresì la presenza di imponenti quantità di scarto di pesca, rappresentato in gran parte da rifiuti di origine antropica.

Dalla Fig. 2 risulta in genere un andamento a dente di sega delle catture, la cui variabilità è sempre elevata (BILIO, 1969). Nel tentativo di ridurre almeno alcune cause più

Tab. 1 - *Catture totali e rendimento orario medio in kg* (r.o.m.)

		Pesci	Cefalopodi	Crostacei	Scarto
20 m	Tot. kg.	306	49,4	2,6	603,5
	r.o.m.	23,5	3,8	0,2	46,5
30 m	Tot. kg	170,5	58,5	6,3	460,5
	r.o.m.	14,2	4,9	0,5	38,4
50 m	Tot. kg	118,3	45,2	3,3	485
	r.o.m.	9,1	3,5	0,25	37,3
90 M	Tot. kg	110,7	59,6	1,5	284
	r.o.m.	9,2	5	0,1	23,6
	Totale	705,5	212,7	13,7	1832
	Rend. medio tot.	14	4,3	0,3	36,5

grossolane della variabilità, i pesci sono stati suddivisi in due categorie ecologiche, cioè specie bentoniche e bentonectoniche che formano il bersaglio della pesca a strascico e specie pelagiche che rientrano casualmente nelle catture. Una distinzione simile non è stata applicata ai Cefalopodi in quanto le specie nectoniche di Loliginidae e Ommastrephidae che concorrono alle catture, erano rappresentate quasi totalmente da novellame (RELINI & ORSI RELINI, 1984), che verosimilmente non è ancora svincolato dai substrati bentonici come gli adulti.

I massimi delle specie ittiche demersali si collocano nel periodo estivo-autunnale in corrispondenza di fenomeni di reclutamento che sono illustrati a parte (ORSI RELINI *et al.*, 1985).

B) COMPOSIZIONE SPECIFICA DEL PESCATO DIURNO

La Tab. 2 elenca tutte le specie di Vertebrati reperite nel corso dei campionamento e gli Invertebrati che costituiscono prodotto commerciale; i rimanenti Invertebrati non eduli, ma utili ad identificare le biocenosi dei fondi strascicati, sono stati descritti a parte (PEIRANO & TUNESI, 1985; TUNESI & PEIRANO, 1985). Anche tra i Teleostei, compare una piccola frazione non edule: si tratta delle otto specie indicate con * (come in Tab. 2) che complessivamente hanno fornito kg 1,7, cioè una «by catch» trascurabile. Le specie ittiche costituenti prodotto commerciale nelle catture diurne, sono state anzitutto divise in pelagiche e demersali come si è già notato in Fig. 2; undici di esse sono risultate presenti in quantità irrilevanti. Di 45 specie demersali e 11 pelagiche, dei Cefalopodi e dei Crostacei di interesse commerciale, è fornito il rendimento orario medio per stagione e per

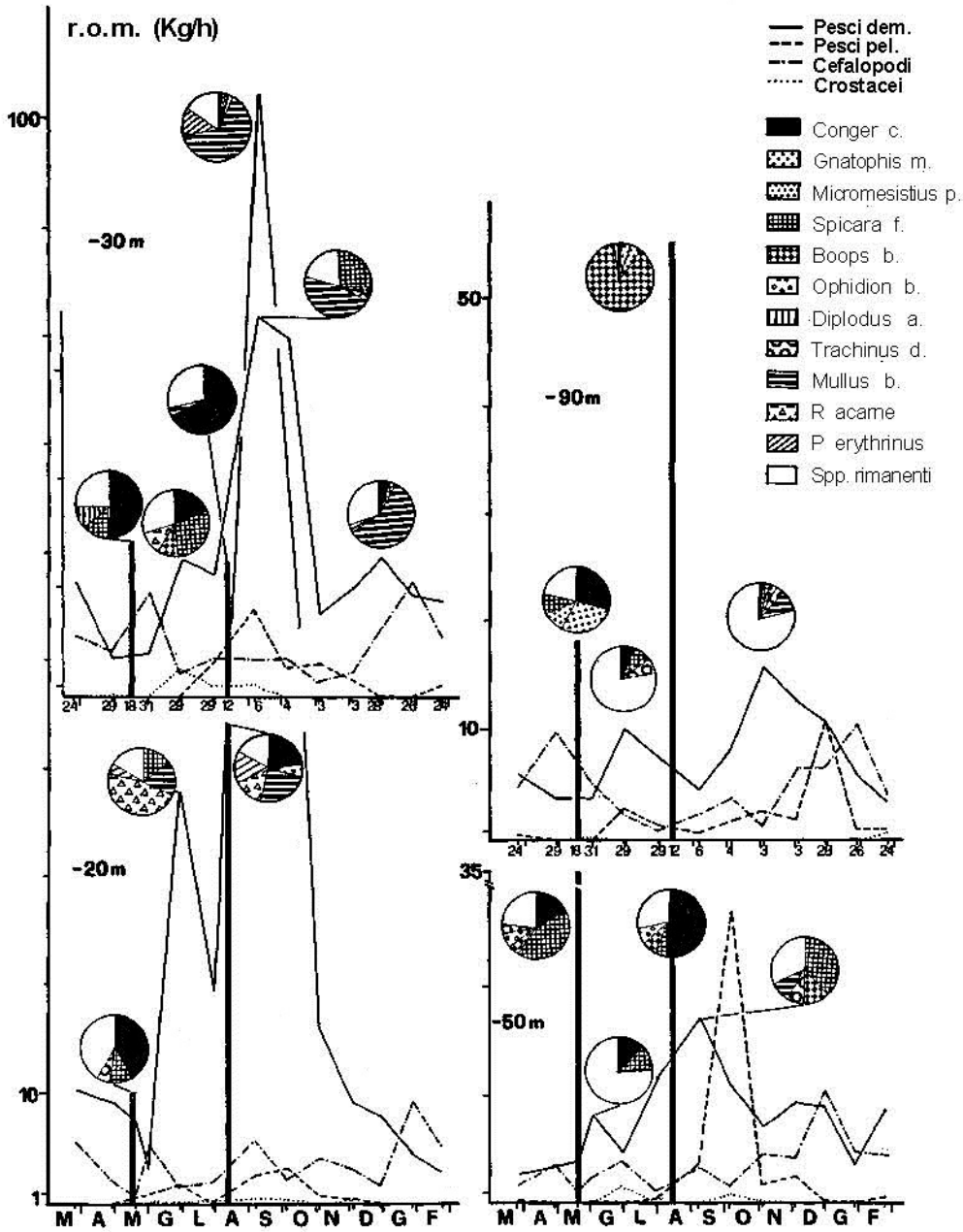


Fig. 2 - Andamento delle catture orarie diurne (spezzate) e catture notturne (colonne nere). È indicata la composizione percentuale di alcune catture ittiche demersali più rilevanti. In ascissa le date di campionamento, in ordinata i rendimenti orari medi.

Tab. 2 - *Lista dei Vertebrati e dei Cefalopodi e Crostacei di interesse commerciale che costituiscono il prodotto dello strascico costiero.*

SELACI

— *Scyliorhinus canicula* (L.)
— *Torpedo (Torpedo) marmorata* Risso
□ *Raja miraletus* (L.)
— *Raja (Raja) brachyura* Lafont
— *Raja asterias* Delar

TELEOSTEI

• *Sardina pilchardus* (Walb.)
• *Sprattus sprattus* (L.)
• *Engraulis encrasicholus* (L.)
• *Argentina sphyraena* L.
— *Conger conger* (L.)
* *Ariosoma balearicum* (Delar.)
— *Gnathophis mistax* (Delar.)
* *Echelus myrus* (L.)
* *Dalophis imberbis* (Delar.)
— *Merluccius merluccius* (L.)
* *Hippocampus ramulosus* Leach
□ *Micromesistius poutassou* (Risso)
— *Trisopterus minutus capelanus* (Lac.)
— *Phycis blennoides* (Brun.)
— *Gaidropsarus mediterraneus* (L.)
□ *Zeus faber* L.
* *Capros aper* (L.)
— *Serranus cabrilla* (L.)
— *Serranus hepatus* (L.)
— *Cepola macrophthalma* (L.)
• *Seriola dumerilii* (Risso)
• *Trachurus trachurus* (L.)
• *Trachurus mediterraneus medit.* (Steind)
• *Trachurus picturatus* (T.E. Bow)
— *Mullus barbatus* L.
— *Mullus surmuletus* L.
— *Sparus aurata* L.
— *Sparus pagrus* L.
— *Boops boops* (L.)
— *Dentex dentex* (L.)
— *Diplodus annularis* (L.)
— *Lithognathus mormyrus* (L.)
— *Pagellus erythrinus* (L.)
— *Pagellus acarne* (Risso)
— *Pagellus bogaraveo* (Brünn)
□ *Sarpa salpa* (L.)
□ *Spondyliosoma cantharus* (L.)
— *Spicara maena maena (L.)*
— *Spicara maena flexuosa* Raf.
— *Spicara smaris* (L.)
— *Trachinus draco* L.
— *Uranoscopus scaber* L.
• *Scomber (Scomber) scombrus* L.
— *Gobius niger* L.
— *Gobius cobitis* Pall.
— *Deltentosteus quadrimaculatus* (Val.)
— *Lesuerigobius suerii* (Risso)
□ *Lesuerigobius friesii* (Malm.)
* *Callionymus maculatus* Raf.
— *Ophidion barbatum* L.
□ *Ophidion rochei* Müller
* *Echiodon dentatus* (Cuv.)
• *Sphyraena sphyraena* (L.)
— *Liza aurata* (Risso)
• *Atherina (Hepsetia) boyeri* Risso
□ *Scorpaena porcus* L.
— *Scorpaena notata* (Raf.)
□ *Scorpaena scrofa* L.
□ *Trigla lyra* L.
— *Trigla lucerna* L.
— *Aspitrigla cuculus* (L.)
— *Aspitrigla obscura* (L.)
— *Lepidotrigla cavillone* (Lac.)
— *Trigloporus lastoviza* (Brunn.)
— *Citharus macrolepidotus* (Bloch.)
— *Psetta maxima* (L.)
— *Bothus podas podas* (Delar.)
— *Arnoglossus* sp.
— *Solea vulgaris vulgaris* Quesel
— *Buglossidium luteum* (Risso)
□ *Microchirus variegatus* (Don.)
* *Balistes carolinensis* Gmelin
— *Lophius piscatorius* L.

CEFALOPODI

— *Octopus vulgaris* (Lam.)
— *Octopus macropus* (Risso)
— *Octopus salutii* Verany
— *Eledone cirrhosa* Lam.
— *Eledone moschata* (Lam.)
— *Sepia officinalis* L.
— *Sepia elegans* D'Orb.
— *Sepiola* spp.
— *Loligo vulgaris* Lam.
— *Alloteuthis media* (L.)
— *Illex coindetii* (Ver.)

CROSTACEI DI INTERESSE COMMERCIALE

— *Squilla mantis* (L.)
— *Palinurus elephas* (Fabr.)
— *Liocarcinus depurator* (L.)
— *Maja squinado* (Herbst)

SPECIE DEMERSALI — PELAGICHE • DI SCARTO * IRRILEVANTI □

livello batimetrico in Tab. 3. Le catture totali in un ciclo annuale figurano in Tab. 4. Si constata che le dieci specie più importanti per biomassa sono risultate nell'ordine *Mullus barbatus, Octopus vulgaris, Merluccius merluccius, Pagellus erythrinus, Sepia officinalis, Engraulis encrasicholus, Spicara flexuosa, Eledone cirrhosa, Trachurus mediterraneus, P. acarne.*

Dalla Tab. 3 risulta come al variare delle stagioni si modifica l'incidenza relativa nella composizione del pescato delle principali specie di pesci e di Cefalopodi (come si è detto, i Crostacei formano soltanto una modesta biomassa): una rappresentazione sintetica del fenomeno è offerta in Fig. 3, dove sono stati considerati cinque raggruppamenti di organismi: i pesci demersali principali (cioè le specie che sono comparse in almeno metà + 1 delle cale); i pesci pelagici più frequenti (come nel caso precedente); i pesci demersali e pelagici che non rientravano nelle categorie precedenti, definiti «specie accessorie»; i Cefalopodi e i Crostacei: è evidente che le specie demersali hanno il sopravvento nell'estate e ancor più nell'autunno, particolarmente nella fascia che per la legge vigente non è strascicabile mentre i Cefalopodi hanno una grande importanza su tutte le batimetriche nel semestre inverno-primavera. La componente pelagica delle catture è risultata più rilevante in corrispondenza dei fondi situati più al largo (50 e 90 metri) in estate ed in autunno.

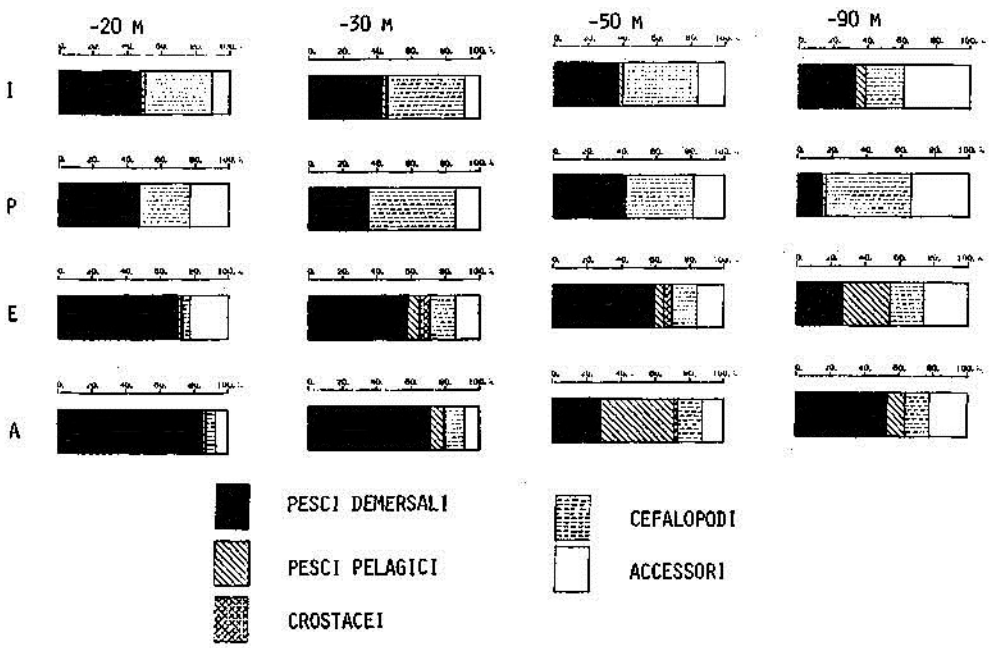


Fig. 3 - Composizione in peso del pescato nelle quattro stagioni.

Tab. 3 - *Rendimenti orari medi diurni.*

LIVELLO DI STRASCICO (in m)	INVERNO				PRIMAVERA				ESTATE				AUTUNNO			
	20	30	50	90	20	30	50	90	20	30	50	90	20	30	5	90
SELACI																
Scyliorhinus canicula								0,14						0,05		
Torpedo marmorata											0,04				0,08	
Raja asterias	0,07	0,52			0,33	0,42		0,82	0,2	0,11	0,09	0,97		0,31	0,16	
Raja brachyura					0,07											
TELEOSTEI																
Sardina pilchardus					+		+		1,87	1,14	0,45	0,11	0,4	0,03	+	0,01
Sprattus sprattus														0,01		
Engraulis encrasicholus			0,11	3,07	0,01				0,01	0,01	0,06	2,07	0,15	0,37	8	0,3
Argentina sphyraena				0,03												0,02
Conger conger	0,14	0,27	0,20	0,08	0,03	0,06	0,09	0,02	1,19	1,04	0,54	0,21	0,55		0,38	0,74
Gnathophis mistax					+		+									0,02
Merluccius merluccius	0,23	2,2	3,19	4,22	0,02	0,52	0,69	0,81	0,42	0,29	0,36	0,34		0,32	1,47	5,77
Trisopterus minutus			0,01	0,66	0,01		+	0,04			0,13	0,23		0,01		1,37
Phycis blennoides								+				+				0,06
Gaidropsarus medit.								+				0,05				+
Serranus cabrilla					0,02		0,06		0,01	0,02						
Serranus hepatus		+	+	0,01	+	0,01	+	0,05	0,05	0,31	0,01	+	0,01	0,02	0,16	0,09
Cepola macrophthalma		+	0,02	0,03	0,01	0,02	0,14	0,39	0,01	0,14	0,27	0,07			0,34	0,04
Seriola dumerilii													0,01	1,23		
Trachurus trachurus		+	0,06	0,74			0,08	0,22	1,31	1,1	0,13	0,62		0,5	1,03	0,39
Trachurus mediterraneus	0,07	0,45	0,20	0,63			0,04		0,94	1,91	0,72	0,04	1,02	1,17	0,3	1,2
Trachurus picturatus									0,01		0,01					
Mullus barbatus	1,32	4,98	0,25	0,36	1,49	1,78	0,35		27,37	5,72	0,44		16,62	11,7	1,64	1,47
Mullus surmuletus	0,57	0,63	0,14	0,13	0,18	0,02	0,12		1,57	0,1	0,59		0,71	0,6	0,14	
Sparus aurata						0,23										

(segue)

(seguito Tab. 3)

LIVELLO DI STRASCICO (in m)	INVERNO				PRIMAVERA				ESTATE				AUTUNNO			
	20	30	50	90	20	30	50	90	20	30	50	90	20	30	5	90
Sparus pagrus	0,05		0,02						0,03							
Boops boops	0,01	0,17	0,27	0,36	0,02	+	0,11	0,06	0,83	0,86	0,89	0,18	0,08	0,12	0,61	0,34
Dentex dentex	0,05								0,34				0,3	0,27		
Diplodus annularis	+	0,04	+		1,52	0,06	0,07		1,5	0,19	0,12		2,41	0,46	0,08	
Lithognathus mormyrus	0,02								0,13				0,63			
Pagellus erythrinus	1,57	0,36	0,02	+	0,34	0,45	0,31	0,27	6,46	0,57	0,18		5,21	1,18	0,25	+
Pagellus acarne		0,16					0,3		5,64	1,18			0,30	042	0,02	
Pagellus bogaraveo							0,02	0,03	0,36	0,25	0,03		0,01	+		
Spicara maena maena		0,02	0,02	0,11	0,06	0,02	0,1	0,1	0,05	0,01		0,04		0,01	0,37	0,05
Spicara maena flexuosa	0,14	0,36	0,12	0,26	0,12	0,06	0,28	0,09	2,71	4,83	3,43	0,55	1,4	0,43	0,74	0,4
Spicara smaris					0,01	0,06	0,12	0,08	0,15	0,15	0,03	0,01				0,01
Trachinus draco	0,15			0,14	0,26	0,17	0,11	0,14	0,49	0,52	0,36	0,26	0,06	0,08	0,21	0,27
Uranoscopus scaber	0,02				0,01			0,35	0,01			0,37	0,14	0,03	0,01	0,09
Scomber scombrus										0,04					—	
Gobius niger	0,02	0,12	0,06	+	0,13	0,17	0,21		0,24	0,43	0,06		0,05	0,06	0,33	0,09
Gobius cobitis		0,01														
Deltentosteus quadrim.	0,07	0,28	0,04	0,01	0,03	0,29	0,07		0,03	0,05	0,29	0,01	0,01	0,02	0,09	0,39
Lesuerigobius suerii				0,01			+	+							0,04	0,05
Ophidion barbatum					0,01				0,02							
Sphyraena sphyraena		0,13														
Liza aurata					0,15											
Atherina boyeri																
Scorpaena notata	0,06	0,01			0,04				0,09	0,01	+					0,02
Trigla lyra																
Trigla lucerna	0,13	+	0,12	0,02	0,36	0,08	+		0,74	0,07	0,01	+	0,08	0,03		0,09
Aspitrigla obscura	0,07	0,06	0,01		0,04		0,02	0,09	0,05	0,06	0,05	0,04	0,03	0,07	0,06	
Lepidotrigla cavillone		+		0,17	0,01	+	0,04	0,04		0,04	0,25	0,18			0,03	0,76

(segue)

(seguito Tab. 3)

LIVELLO DI STRASCICO (in m)	INVERNO				PRIMAVERA				ESTATE				AUTUNNO			
	20	30	50	90	20	30	50	90	20	30	50	90	20	30	5	90
Trigloporus lastoviza					0,01	0,02		0,02			0,01	0,06	+			
Aspitrigla cuculus															0,01	0,02
Citharus macrolepidotus			0,01	0,06											0,06	
Psetta maxima	0,12	0,18					0,3									
Bothus podas podas									2,93	0,15			0,22			
Arnoglossus spp.	0,14	0,13	0,05	0,03	0,91	0,26	0,20	0,04	1,42	0,71	0,20	0,04	0,29	0,11	0,17	0,19
Solea vulgaris vulgaris	0,04	0,08	+	+	0,04	0,04	+		0,04	0,11	0,01		0,04		0,09	
Buglossidium luteum	0,01				—		+		+	0,01						
Lophius piscatorius			1,67		1,75	0,08	0,22	0,83				0,35				0,03
CEFALOPODI																
Octopus vulgaris	3,15	3,77	2,67	2,13	1,77	3,17		0,7	2,28	0,64	1,07		0,62	0,55	0,66	0,43
Octopus macropus									0,24				0,35	0,01	+	
Octopus salutii																0,08
Eledone cirrhosa		0,2		1,03		0,48	0,96	6,22			0,43	1,16				1,22
Eledone moschata	0,2	1,14	0,37	0,89	0,84	1,49	0,94	0,32	0,32	1,18	0,50	0,11	0,24	0,04	0,39	0,48
Sepia officinalis	1,49	6,6	7,25	1,42	0,71	0,73	0,26	0,01	0,08				1,72	1,8	1,65	0,92
Sepia elegans		+	0,01	0,08			+	0,01				0,02	+		0,01	0,08
Sepiola spp.	+	+	+	0,01						+	+	+			0,04	0,01
Loligo vulgaris	0,22	0,14	0,47	0,66				0,01	0,28	1,20	0,69	0,01		0,02	0,11	0,04
Alloteuthis media	0,06	0,1	0,16	0,35				0,02	0,05	0,10	0,02	0,23	0,09	0,06	0,42	0,32
Illex coindetii	0,02		0,02									0,11				0,29
CROSTACEI																
Squilla mantis	0,02	0,09	0,05	0,27	0,05	0,13	0,02		0,47	1,67	0,58		0,23	0,10	0,4	0,09
Palinurus elephas					0,08											
Liocarcinus depurator							+				0,02	0,02				
Maja squinado								0,18								

Tab. 4 - *Le specie più importanti per biomassa nelle catture diurne:*

Specie	Totale kg	%
Mullus barbatus	222,57	23,9
Octopus vulgaris	94,76	10,2
Merluccius merluccius	64,13	6,9
Sepia officinalis	59,77	6,4
Pagellus erythrinus	52,89	5,7
Eledone cirrhosa	41,17	4,4
Engraulis encrasicholus	41	4,4
Spicara flexuosa	40,73	4,4
Eledone moschata	33,26	3,6
Pagellus acarne	23,42	2,5
Boops boops	19,17	2

C) CATTURE NOTTURNE

Nel maggio '82 è stato effettuato un ciclo di pescate a 20 e a 50 metri in modo da poter confrontare i rendimenti ottenuti con diverse condizioni di luce. Inoltre in agosto sono state campionate le consuete batimetriche, da 20 a 90 metri, durante la notte. Anche se i singoli valori di rendimento devono essere considerati con cautela perchè non sono state effettuate repliche e, come si è già detto, le singole cale sono caratterizzate da una grande variabilità, appare interessante l'andamento delle catture nel ciclo nittemerale (Fig. 4). A 20 metri si osserva un massimo al crepuscolo ed una progressiva discesa verso i valori diurni; a 50 metri le catture presentano un pronunciato aumento quanto più avanza la notte ed un ritorno a valori modesti con le ore diurne. Complessivamente sia in numero di individui, sia in peso, le catture notturne hanno superato nettamente quelle del dì: contemporaneamente si è verificato un interessante cambiamento della composizione del pescato (Tab. 5). È soprattutto quest'ultimo che deve essere sottolineato perchè trova la sua controprova nel ciclo di pescate a strascico condotte nelle ore diurne, dove talune di queste specie non sono mai state rilevate o non sono risultate quantizzabili.

Le catture totali ottenute nelle ore del buio sulle quattro batimetriche sono riassunte in Tab. 6 dove il campionamento notturno primaverile e quello estivo sono messi a confronto con le rispettive medie stagionali diurne. In primavera tutte le rese notturne dei pesci demersali sono più elevate, con massimi ragguardevoli. A 20 metri questi sono rappresentati da *Conger conger* (41,6%), *Spicara flexuosa* (10%), *Trachinus draco* (7,12%), Arnoglossi (6,9%); a 30 metri da C. *conger* (46,6%), *Spicara flexuosa* (13,7%), *Diplodus annularis* (10,13%); a 50 metri da *S. flexuosa* (43,96%), C. *conger* (15,7%), *S. smaris* (10%); a 90 metri da *C. conger* (29%), *Gnatophis mistax* (29%), *Micro-*

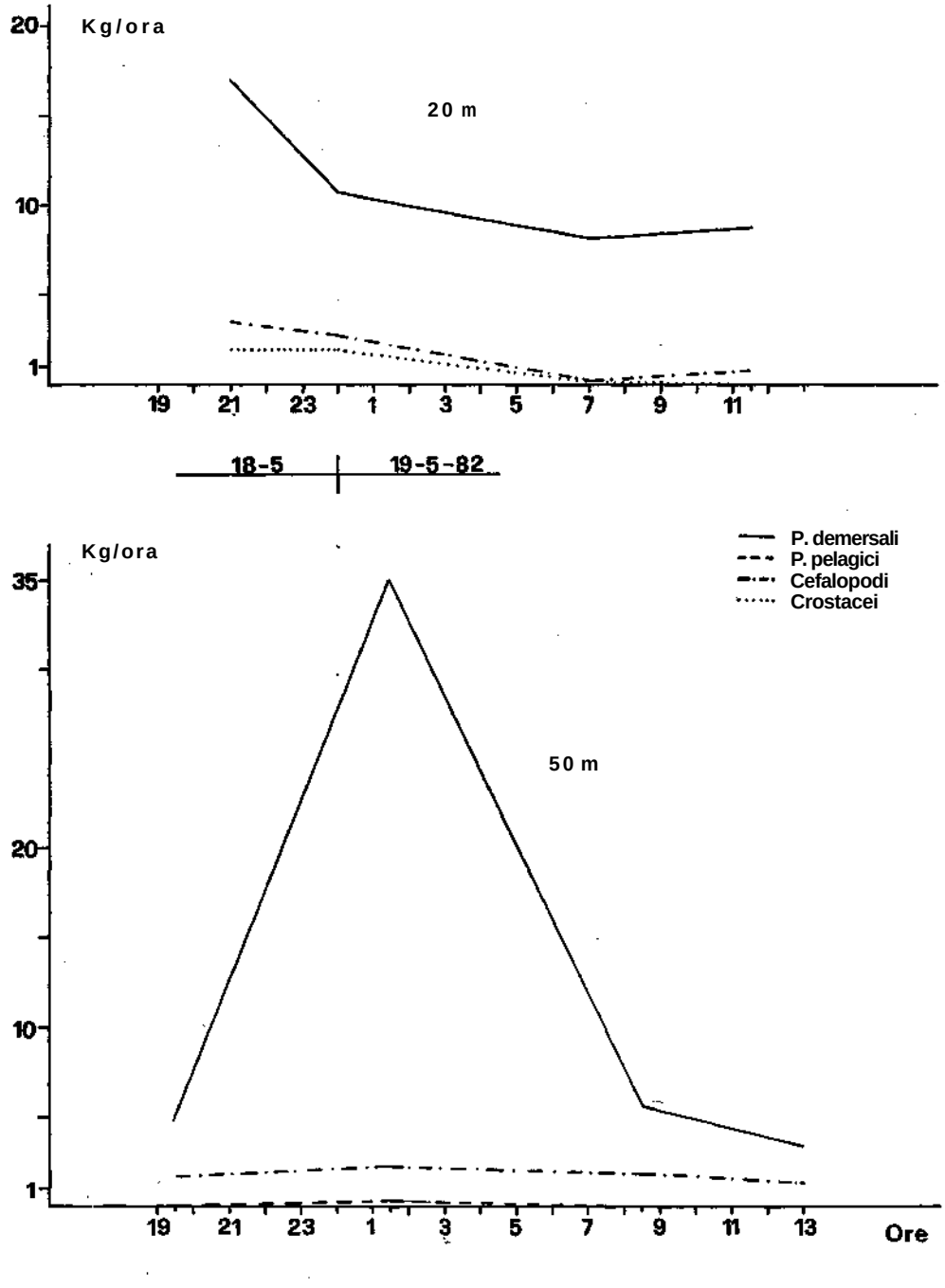


Fig. 4 - Andamento delle catture (kg/ora) in un ciclo nittemerale.

Tab. 5 - *Catture notturne: rendimenti orari medi in kg/ora.*

Ora	19,25	21	22	24	1,30	3				
Profondità (m)	50	20	30	20	50	90	20	30	50	90
Mese			MAGGIO					AGOSTO		
SELACI										
Torpedo marmorata		0,4			0,12					
Raja miraletus		0,07								
Raja asterias		1,2		0,42			0,32	1,5		
TELEOSTEI										
Sardina pilchardus					0,17					0,11
Conger conger	0,23	2,4	6,9	4,5	5,5	5,2	10,19	8,64	12,32	3,6
Gnathophis mistax						5,2				8
Echelus myrus							0,48			
Dalophis imberbis							+			
Merluccius merluccius	0,55	0,27	0,1	0,27	0,36	0,6		0,07	0,03	1,2
Micromesistius poutassou						2			0,39	14,15
Trisopterus minutus					0,03	0,25				0,09
Phycis blennoides										0,05
Serranus cabrilla	0,1	0,01								
Serranus hepatus	*0,01*			+			+	*0,04*	+	
Cepola macrophthalma	0,3		0,09		0,62	0,1		0,04	0,64	
Trachurus trachurus		0,02	0,03	0,02			0,28			
Trachurus picturatus		0,18								
Mullus barbatus	1,5	2,2	0,05	0,3	0,19	0,07	11,82	0,55	0,1	
Mullus surmuletus	0,08	0,1		0,1			0,4	0,08	0,02	0,1
Sparus pagrus		0,07								
Boops boops			0,17	0,08	2,2	1,5	0,24		1,54	25,06
Diplodus annularis	0,2	0,9	1,5	0,36	0,17		0,16	0,17	0,17	
Lithognathus mormyrus							0,37			
Pagellus erythrinus	1,05	0,8	0,12	0,34	0,26		6,4	0,06	0,28	

(segue)

(seguito Tab. 5)

Pagellus acarne							6,66	0,06		
Sarpa salpa							0,67	0,08		
Spicara maena maena	0,08	1,2	0,18	0,23	2,03	0,21			0,9	
Spicara maena flexuosa	0,18	2	2,03	1,1	15,4	1,7	0,27	0,22	1,35	1,7
Spicara smaris	0,02	0,75	0,27	0,3	3,5	0,2		0,02	0,9	
Trachinus draco	0,25	1	0,3	0,77	1,76	0,3	0,25	0,12	1,95	
Uranoscopus scaber							0,45			
Scomber scombrus			0,16		0,17			0,1		
Gobius niger	0,1	0,23	0,8	0,3	0,25	0,03	0,33	0,32	0,22	
Deltentosteus quadrim,	0,03	+						0,05	0,04	
Callionymus maculatus										+
Ophidion barbatum			0,19	0,58	2,2		2,43	0,04	1,88	
Liza aurata			0,6							
Scorpaena notata	0,11	0,25					0,6			
Trigla lucerna		0,69		0,08		0,22	0,35	0,14		
Aspitrigla obscura			0,09				0,08	0,14	0,17	
Lepidotrigla cavillone	0,02							+		
Trigloporus lastoviza	0,08	0,07								
Bothus podas podas							2,37			
Arnoglossus sp,	0,11	1,2	0,37	0,75	0,26	0,04	0,9	0,28	0,39	0,04
Solea vulgaris vulgaris	0,05	0,15	0,45	0,18		0,4	0,14	0,22	0,45	
Buglossidium luteum			0,4	0,15	0,18					
Lophius piscatorius		1,1								

Tab. 6 - *Catture notturne (kg/h) in un campionamento primaverile e in uno estivo. Accanto ad ogni valore sono riportati in parentesi i rendimenti medi stagionali diurni.*

	MAGGIO			
	20 metri	30 metri	50 metri	90 metri
PESCI DEMERSALI	10,81 (7,98)	14,8 (4,82)	35,03 (3,93)	18,02 (4,41)
PESCI PELAGICI	0,02 (0,01)	0,19 (0)	0,34 (0,12)	0 (0,22)
CEFALOPODI	2,73 (3,32)	3,85 (5,87)	2,32 (2,16)	3 (7,29)
CROSTACEI	2,02 (0,13)	1,65 (0,13)	0,33 (0,02)	0,91 (0,18)

	AGOSTO			
	20 metri	30 metri	50 metri	90 metri
PESCI DEMERSALI	43,43 (55,08)	12,8 (17,93)	22,93 (8,39)	53,99 (3,96)
PESCI PELAGICI	0,28 (4,14)	0,1 (4,2)	0 (1,37)	0,11 (2,84)
CEFALOPODI	3,64 (3,25)	1,3 (3,12)	1,08 (2,71)	0 (1,64)
CROSTACEI	5,87 (0,47)	5 (1,67)	4,57 (0,6)	0 (0,02)

mesistius poutassou (11%), 5. *flexuosa* (9,4%).

Nei crostacei di notte si riscontrano interessanti quantità che sono interamente dovute a *Squilla mantis* da 20 a 50 metri e a *Liocarcinus depurator* a 90 metri.

In estate le catture notturne di pesci sono inferiori a quelle diurne nella fascia proibita allo strascico e superiori in quella consentita: nel primo caso a 20 metri le componenti più importanti sono il novellame di *Mullus barbatus* (27,2%), il novellame di *P. erythrinus* ed i giovani di *P. acarne* (14,7 + 15,3) e *C. conger;* a 30 metri C. *conger* (67,5), *Raja asterias* (11,7); a 50 metri *C. conger* (53,7), *Trachinus draco* (8,5), *Ophidion barbatum* (8,2), *Boops boops* (6,7); a 90 metri *Boops boops* (46,4), *M. poutassou* (26,2), *G. mistax* (14,8), C. *conger* (6,66). Rilevanti catture di Crostacei sono dovute esclusivamente a *Squilla mantis.*

Il pescato notturno ha pertanto una fisionomia propria rispetto a quello diurno, sia per l'allontanamento dal fondo di specie che cacciano nel mezzo sovrastante come i Naselli (cfr. FROGLIA, 1982), sia per l'uscita dalle tane di specie più propriamente bentoniche come *Cepola macrophtalma* (ATKINSON *et al.,* 1977), anguilliformi (BINI, 1970) e Crostacei, sia per incursioni in vicinanza della costa di specie che di giorno si tengono nettamente più al largo, come *Micromesistius poutassou* (MAURIN, 1960).

Sono state pertanto riscontrate strette analogie con le osservazioni di BILIO (1969) che aveva indicato come «specie di notte» per la pesca a strascico nel Mar Ligure orientale *Conger conger, Gobius niger, Buglossidium luteum, Arnoglossus laterna, Squilla mantis, Ophidion barbatum, Eledone moschata* (Fig. 5).

Sepia officinalis, considerata notturna da Bilio, in questi nostri campionamenti è poco rappresentata, ma probabilmente per il fatto che le catture più abbondanti avvengono nell'autunno-inverno (RELINI & ORSI RELINI, '84).

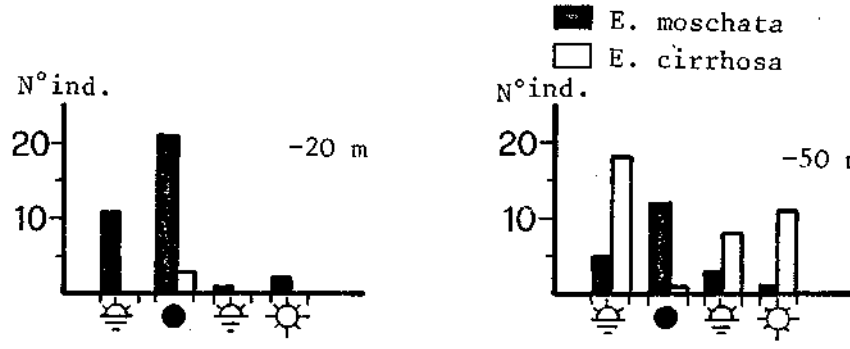


Fig. 5 - Catture dei moscardini in un ciclo nittemerale effettuato a maggio.

Conclusioni

È stata descritta la composizione qualitativa e quantitativa del pescato raccolto in acque neritiche della Riviera Ligure in un ciclo di campionamenti che prevedeva l'impiego di un'attrezzatura da strascico professionale. Sono state censite, escludendo gli Invertebrati non eduli, 95 specie, fatto che ancora una volta mette in rilievo la ricchezza faunistica delle aree strascicabili liguri (RELINI ORSI & RELINI, 1982). Dal punto di vista quantitativo è difficile stabilire dei confronti, in quanto si ritiene di solito che i campionamenti sperimentali, standardizzati per ore a tratti di strascico, si discostino troppo dal modo di pescare professionale, in cui si cerca, con spostamenti e orari opportuni, di ottimizzare la cattura di specie bersaglio differenti durante l'anno. Tuttavia è possibile riscontrare qualche significativa analogia con precedenti osservazioni sui rendimenti orari medi ottenuti con lo strascico nella Riviera di Levante (BRUSA, 1950; RELINI ORSI & FANCIULLI, 1982) specialmente se si prendono in considerazione i livelli (minimo - 50 m) consentiti dalla legge vigente.

Il confronto tra la composizione del pescato diurno con quello notturno, ha inoltre mostrato come il prodotto delle ore diurne risulti nettamente più pregiato, anche se a volte quantitativamente inferiore a quello notturno: questo fatto trova riscontro nelle consuetudini liguri della pesca a strascico, che, per tradizione, si è sempre svolta nelle ore del dì, cominciando leggermente prima dell'alba ed escludendo il tramonto.

Summary

There has been effected a cycle of catches by otter trawl, from January 1982 to February 1983, on the bottoms located in the western area in the Gulf of Genoa at 20, 30, 50 and 90 metres of depth. This research is part of a national research programme concerning the coastal limits of bottoms which are allowed to be trawled (in Liguria the limit is - 50 m).

Catches have been made mostly monthly, during the daylight, using a 150 Hp fishing boat, 18 t.st.l., provided with a Cephalopod fries net (6 cm mesh length), a professional tool commonly used in the area.

Some nightly catches have been made during spring/summer time in the same way. The benthic or benthonectonic species found are 82: Mullus barbatus, Octopus vulgaris, Merluccius merluccius, Sepia officinalis, Pagellus erythrinus, Eledone cirrhosa, Spicara flexuosa, Eledone moschata, Pagellus acarne, Boops boops *are the most important for their biomass in the order given above. A part of the catching was made up of 13 pelagic species, mostly having and occasional but still remarkable presence, (up to 26.5 kg/h): the most frequent were:* Engraulis encrasicholus, Trachurus mediterraneus, T. trachurus.

We have mentioned the total daylight catches in a year cycle (for about 3/4 of fish and 1/4 of Cephalopoda; Crustacea were very scarce) and 4 species of Selachians, 5 species of Teleosts, 11 specie of Cephalopods and 4 species of Decapod Crustaceans and we

have provided the yield per hour, according to bathymetry and to season. We have also described some night catches for their composition and yield. These catches sometimes result to be important for their quantity, but their quality is lower than the daylight catches.

In the area where trawling should forbidden by law, there are high yields corresponding to high fry concentration in the summer and autumn period.

Riassunto

Nell'ambito di un programma di ricerca nazionale sul limite costiero di fondi strascicabili (in Liguria - 50 m), è stato eseguito un ciclo di campionamento con rete a strascico, dal gennaio 1982 al febbraio 1983, su fondi del settore orientale del Golfo di Genova, posti a 20, 30, 50 e 90 metri di profondità. Le pescate sono state eseguite con frequenza pressappoco mensile, durante le ore diurne, utilizzando un peschereccio di 150 Hp, 18 t.st.l., armato con rete da novellame di Cefalopodi (maglie al sacco di 6 mm di lato), un attrezzo professionale comunemente in uso nell'area. Sono state eseguite con le stesse modalità alcune pescate notturne nel periodo primavera-estate.

Le specie bentoniche o bentonectoniche censite sono 82: le più importanti per biomassa sono risultate nell'ordine *Mullus barbatus, Octopus vulgaris, Merluccius merluccius, Sepia officinalis, Pagellus erythrinus, Eledone cirrhosa, Spicara flexuosa, Eledone moschata, Pagellus acarne, Boops boops.* Una frazione del pescato era costituita da 13 specie pelagiche per la maggior parte a presenza occasionale, tuttavia talora rilevante (fino a 26,5 kg/ora): le più frequenti sono risultate *Engraulis encrasicholus, Trachurus mediterraneus, T. trachurus.*

Sono state illustrate le catture totali diurne in un ciclo annuale (circa per 3/4 di pesci e 1/4 di Cefalopodi; molto scarsi i crostacei) e di 4 specie di Selaci, 54 di Teleostei, 11 di Cefalopodi e 4 di Crostacei Decapodi e forniti i rendimenti orari per batimetrica e per stagione. Sono state altresì illustrate per composizione e rendimenti alcune catture notturne, che talora risultano importanti quantitativamente, ma qualitativamente sono meno pregiate di quelle diurne.

La fascia che in Liguria dovrebbe essere proibita allo strascico dalla legge vigente, ha fornito nel periodo estivo ed autunnale rendimenti elevati corrispondenti a concentrazioni di novellame.

Ringraziamenti

Gli Autori ringraziano il Dr. Giuseppe Isola, il Dr. Mario Mori, la Dott.ssa Giovanna Romeo, il Dr. Giuseppe Rossi, il Geom. Carlo Grattarola ed i laureandi Donatella Arnaldi, Marino Bertuletti, Massimo Cappanera, Fabio Fiorentino, Ada Zamboni, per l'aiuto fornito durante l'espletamento della ricerca.

Bibliografia

ALBERTELLI G., ANGELINO M., CATTANEO M., DELLA CROCE N., DRAGO N., FABIANO M., SALEMI-PICONE P., ZUNINI-SERTORIO T. (1982) - Produzione delle acque e dei fondi in Mar Ligure: Platea Continentale. *Atti del Convegno delle unità operative afferenti ai sottoprogetti Risorse biologiche ed inquinamento marino.* Roma, 10-11 novembre 1981: 61-69.

ALBERTELLI G., CATTANEO M. (1983) - Contributi agli studi della piattaforma continentale del mar Ligure ed Alto Tirreno. III. Analisi faunistico-bionomica del macrobenthos in quattro zone campione. *Atti del 4° congresso della Associazione Italiana di Oceanologia e Limnologia.* 14: 1-12.

ATKINSON R.J.A., PULLIN R.S.V., DIPPER F.A. (1977) - Studies on the Red band fish *Cepola rubescens. J. Zool.,* 182: 369-384.

BILIO M. (1969) - La variabilità fra pescate effettuate con rete a strascico nel Mar Ligure. *Pubbl. Staz. Zool. Napoli,* 37 (suppl.): 115-131.

BINI G. (1970) - Atlante dei pesci delle coste italiane. Osteitti. *Ed. Mondo Sommerso,* 2.

BRUSA A. (1950) - La pesca in Liguria tra Portofino e Moneglia. *Ann. Ricerche e Studi di Geografia,* 9: 1-30.

CORRADI N. FANUCCI F., FIRPO M., PICCAZZO M., TRAVERSO M. (1980) - L'Olocene della piattaforma continentale ligure da Portofino alla Spezia. *Ist. Idr. della Marina F.C.,* 1099: 1-13.

FIORENTINI L., FABI G., FROGLIA C., GIANNINI S., GRAMITTO M.E. (1983) - Characteristics of trawl fishery in the coastal area of the Northern Adriatic. FAO Fish. Rep. 290: 1-255.

FROGLIA C. (1982) - Osservazioni su alcuni fattori che condizionano i rendimenti di pesca nella pesca a strascico. *Naturalista sicil.,* S. IV, VI (suppl.): 361-373.

FROGLIA C., MAGISTRELLI F. (1981) - Osservazioni sulla pesca a strascico nella fascia delle tre miglia dalla costa in un'area antistante il delta del Po. *Quad. Lab. Tecnol. Pesca,* 3 (1 suppl.): 49-65.

MAURIN C. (1960) - Observations sur la repartition bathymétrique des *Gadus poutassou* dans le Golfe du Lion et au large des côtes de Corse. *Rapp. Proc. Verb. C.I.E.S.M.,* 15 (2): 421-423.

PEIRANO A., TUNESI L. (1985) - Macrofauna di invertebrati dei fondi strascicabili tra 20 e 300 metri della Riviera Ligure di Levante. Oebalia, XI.

ORSI RELINI L., TUNESI L., PEIRANO A., RELINI G. (1985) - La pesca a strascico nella fascia costiera ligure: II - distribuzione e incidenza nel pescato di forme giovanili di pesci. Oebalia, vol. XI - 2, N.S.: 509-519.

RELINI G. (1982) - Esperienze di barriere artificiali in Liguria. *Atti del Convegno delle unità operative afferenti ai sottoprogetti Risorse biologiche ed inquinamento marino.* (Roma 10 - 11 novembre 1981): 155-164.

RELINI G., ORSI RELINI L. (1984) - The role of Cephalopods in the inshore trawl fishing of the Ligurian Sea. *Oebalia,* X, N.S.: 37-58.

RELINI ORSI L., FANCIULLI G. (1980) - Aspetti qualitativi e quantitativi della pesca a strascico in acque neritiche della Riviera Ligure. *Quad. Lab. Tecnol. Pesca* 2 (5): 257-270.

RELINI ORSI L., RELINI G. (1982) - La pesca a strascico mesobatiale in Mar Ligure e la ricerca finalizzata. *Naturalista Sicil.,* S. IV, VI (suppl.): 375-387.

TUNESI L., PEIRANO A. (1985) - Cartographie bionomique des fonds en face de Chiavari (Mer Ligure-Italie) entre 20 et 300 mètres de profondeur. *Rapp. Proc. Verb. C.I.E.S.M.,* (in stampa).

OEBALIA 1985, vol. XI - 2, N.S.: 509-519 ISSN 0392-6613

L. ORSI RELINI L. TUNESI A. PEIRANO G. RELINI
Istituto di Anatomia Comparata dell'Università di Genova
Laboratori di Biologia Marina ed Ecologia Animale
Via Balbi, 5 - 16126 Genova - Italy

LA PESCA A STRASCICO NELLA FASCIA COSTIERA LIGURE: II - DISTRIBUZIONE E INCIDENZA NEL PESCATO DI FORME GIOVANILI DI PESCI

Abstract

Fish juveniles, monthly catched by otter trawl in coastal waters of the Gulf of Genoa are listed: the legal limit to trawlers, - 50 m depth, separates the infralittoral nurseries of Mullus barbatus, *Sparidae,* Conger conger, Loligo vulgaris *et al. by the circalittoral nurseries of* Merluccius merluccius, Eledone cirrhosa, Illex coindetii. *The incidence of young fish in the catches is outlined.*

Key-words: Inshore otter trawl, fish juveniles distribution, Ligurian sea.

Introduzione

Nel quadro della ricerca del Ministero della Marina Mercantile «Presupposti Bioecologici e Tecnici per una nuova regolamentazione della pesca a strascico entro le 3 miglia dalla costa» è stata descritta la composizione generale del pescato in acque neritiche della Riviera di Levante (Liguria) e si è evidenziato come questo sia formato soprattutto da pesci demersali e da Cefalopodi con un rapporto complessivo pressappoco equivalente a 3:1 (RELINI *et al.,* 1984). Mentre per i Cefalopodi è già stato fornito un resoconto dettagliato delle catture, in peso e numero di individui, segnalando la distribuzione del novellame (RELINI & ORSI RELINI, 1984), si illustrerà ora in quale proporzione concorrano a formare il prodotto ittico gli individui giovani, cioè quelli che non hanno ancora raggiunto la maturità sessuale; la distribuzione delle forme giovanili può infatti costituire appunto uno dei «presupposti» su cui fondare la regolamentazione della pesca nell'area in questione.

Materiali e metodi

Per la descrizione delle metodiche impiegate e per l'illustrazione dell'area di campionamento, rimandiamo a RELINI *et al.*, 1985.

Più in particolare la distinzione tra giovani ed adulti delle specie catturate è stata fatta basandosi su osservazioni dirette delle gonadi compiuta in laboratorio, sul materiale di un anno di campagna, come previsto dalla programmazione della ricerca. Dati dettagliati per quanto riguarda le specie più importanti o «specie bersaglio» sono disponibili nelle relazioni depositate presso l'I.R.Pe.M., coordinatore del programma. A completamento e verifica di tali osservazioni sono risultati di grande interesse le raccolte di parametri biologici delle specie mediterranee a cura del C.G.P.M. della F.A.O., in particolare quelle pertinenti ai settori centro-occidentali (1980-83).

Risultati

Trascurando le specie pelagiche, per il carattere aleatorio delle loro catture, e soffermando l'attenzione sui pesci demersali risulta che complessivamente le catture in peso sono risultate composte da quantitativi circa uguali di giovani e di adulti (Fig. 1): a pari biomassa tuttavia corrispondono evidentemente valori molto differenti in numero di individui. Per alcune specie è quindi opportuno esaminare in dettaglio i risultati delle singole cale (Tab. 1). Sono state scelte 10 specie, il cui ordine di importanza è stato rica-

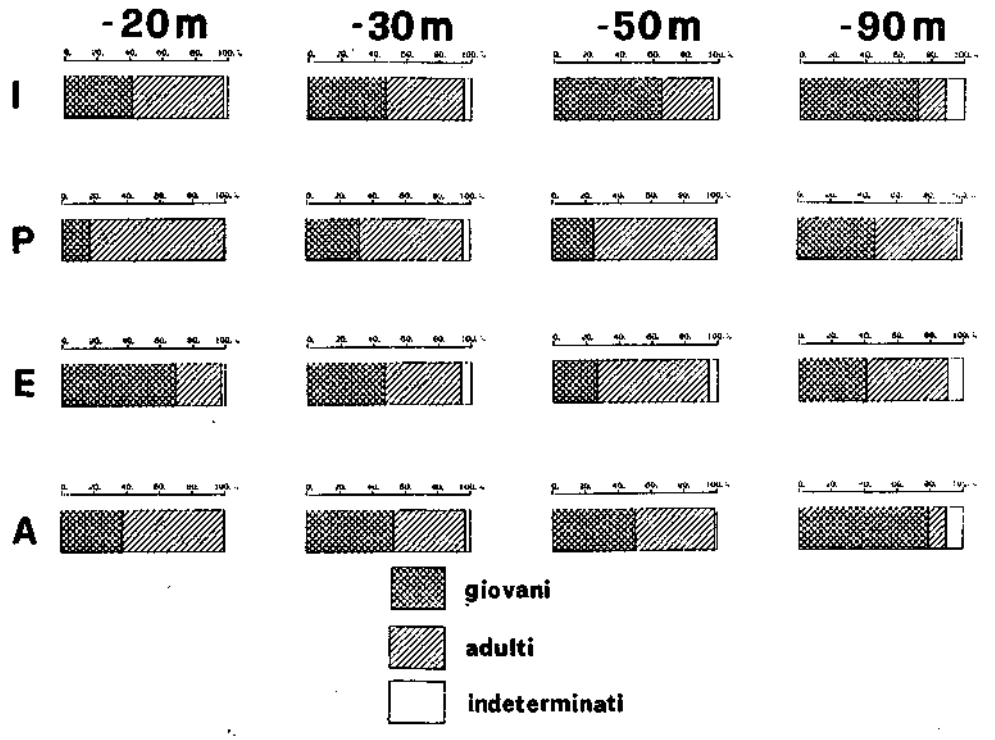


Fig. 1 - Incidenza dei giovani nelle catture di Pesci demersali, espresse in peso, delle diverse stagioni.

Tab. 1 - *Catture orarie in numero di individui giovani (G) ed adulti (A).*

| DATA | | 24-3-1982 | | | | 28-4-1982 | | | | 31-5-1982 | | | | 29-6-1982 | | | | 29-7-1982 | | | | 6-9-1982 | | | | 4-10-1982 | | | | 3-11-1982 | | | | 3-12-1982 | | | | 28-12-1982 | | | | 26-1-1983 | | | | 24-2-1983 | | | | TOTALI | | | | G/A | | % G | |
|---|---|---

vato tenendo conto sia della quantità di biomassa raccolta, sia del pregio commerciale del prodotto: di queste è fornito il numero di individui catturati suddivisi in giovani ed adulti. Poiché ogni cala aveva la durata di un'ora di strascico effettivo, ciascun valore corrisponde ad una cattura unitaria.

Dalla tabella risultano:

a) i quantitativi assoluti, il rapporto tra giovani ed adulti e l'incidenza percentuale dei giovani. Questa serie di valori può consentire confronti con ricerche parallele condotte in altre zone costiere italiane (PICCINETTI, 1968; 1971; MARANO *et al.,* 1977; FROGLIA & OREL, 1979; FROGLIA & MAGISTRELLI, 1981; ARDIZZONE, 1982; PICCINETTI & GIOVANARDI, 1983).

b) La successione temporale del reclutamento di specie demersali.
Nonostante la variabilità che di solito caratterizza le catture con la rete a strascico, rilevanti aumenti all'interno delle sequenze mensili segnalano il reclutamento delle specie studiate: il fatto è ancora più evidente se si osservano le distribuzioni lunghezza/frequenza (Fig. 2 e 3) ottenute alle date in questione.
Si può pertanto affermare che la fascia strascicabile che precede il limite dei 50 metri, già risultata zona di reclutamento ed accrescimento di tre specie di Cefalopodi importanti per la pesca costiera - *Octopus vulgaris, Eledone moschata, Loligo vulgaris* - (RELINI & ORSI RELINI, 1984) accoglie anche i giovani di 5 delle specie di pesci considerate in tabella, secondo la successione

giugno	luglio	agosto	settembre		ottobre
Pagellus acarne	*P. erythrinus*	*Mullus barbatus*	*Spicara*	*flexuosa*	*Diplodus annularis*

Inoltre altre due specie, *Mullus surmuletus* e *Boops boops,* per quanto rappresentate da numeri di individui nettamente inferiori, ricalcano nella distribuzione dei giovani rispettivamente *Mullus barbatus* e *Spicara flexuosa.*

Più in generale questa zona a primavera ospita i riproduttori delle specie elencate e poi per un lungo periodo è sede di arrivo di reclute bentoniche di cui successivamente diventa la nursery.

Il danno provocato con lo strascico illegale (rete con maglie di soli 6 mm di lato, peraltro regolarmente usata nella pesca professionale, ed area più interna della batimetrica di 50 m) può essere esemplificato da una singola cattura oraria ottenuta alla fine dell'estate (Tab. 2).

Le dimensioni di alcuni di questi giovani sono illustrate dagli istogrammi lunghezza/frequenza percentuale già citati, che risultano preziosi anche ai fini dello studio dell'accrescimento. *Pagellus erythrinus* e *P. acarne* sono già stati studiati sotto questo profilo (ORSI RELINI *et al.,* 1984): è risultato che le due specie sono reclutate alla pesca a strascico con modalità differenti in quanto il primo è rappresentato da individui di pochi mesi che hanno appena superato la fase pelagica, mentre il secondo da individui di circa un anno provenienti da livelli ancora più costieri.

Anche di *Conger conger* sono stati reperiti unicamente individui immaturi (Fig. 3): questi sembrano ugualmente preferire la fascia di 20-50 metri, anche di notte quando si catturano in quantità rilevanti (fino a 12,3 Kg/ora). Sfortunatamente, avendo eseguito pescate notturne soltanto in due stagioni, non ci è possibile precisare i tempi del recluta-

Tab. 2 - *Individui raccolti in un'ora di strascico a 20 m, con rete da moscardini novelli.*

11.555	*Mullus*	*barbatus*
2.233	*Pagellus*	*erythrinus*
1.245	*Spicara*	*flexuosa*
195	*Boops*	*boops*
67	*Mullus*	*surmuletus*
58	*Diplodus*	*annularis*
57	*Pagellus*	*bogaraveo*
41	*Pagellus*	*acarne*
33	*Loligo*	*vulgaris*
30	*Octopus*	*vulgaris*
25	*Dentex*	*dentex*

mento. Per la scarsità dei reperti, rimane incerta anche la distribuzione di *Lophius piscatoris;* tuttavia a 20 e 30 metri sono stati trovati solo dei giovani.

Se quindi almeno i giovani di 8 specie su 10 scelte come significative per lo strascico neritico, si addensano nelle acque infralitorali, quelli di un'ultima specie *Merluccius merluccius,* che peraltro occupa il secondo posto nella gerarchia della Tab. 1, sono risultati nettamente più abbondanti nel circalitorale. Di questa specie sono stati catturati quasi esclusivamente dei giovani: soltanto 7 individui di sesso maschile su 2178 raccolti si avvicinavano alla maturità con una gonade paragonabile allo stadio V di HOLDEN & RAITT (1974).

In particolare il livello di - 90 metri ha fornito il maggior numero di giovanissimi (a partire da 3 cm l.t.) che si sono presentati con massimi staccati di un periodo circa semestrale (inizio estate - inizio inverno)

Questo livello «profondo» era già risultato sede di reclutamento di *Eledone cirrhosa* e di *Illex coindetii.*

Inoltre la Fig. 4 rappresenta la proporzione dovuta a giovani delle catture orarle, in peso, delle tre specie demersali più importanti cioè le triglie di fango, i naselli e i pagelli fragolini. L'incidenza nel pescato totale si può apprezzare confrontando questi rendimenti, con l'andamento delle catture totali riportato nella nota precedente (RELINI *et al*., 1985).

Conclusioni

Nel presente ciclo di campionamento, svolto tra 20 e 90 m durante un ciclo annuale, è risultato che la fascia vietata allo strascico in Liguria dalla vigente legge, cioè i fondi delimitati dall'isobata - 50, hanno un'enorme importanza come sede dei reclutamenti bentonici e nurseries di alcune delle più importanti risorse eduli della fascia costiera. La legge è dunque fondata su presupposti biologici ed ecologici di chiara evidenza, che comprendono non solo la densità dei popolamenti giovanili, in momenti stagionali dif-

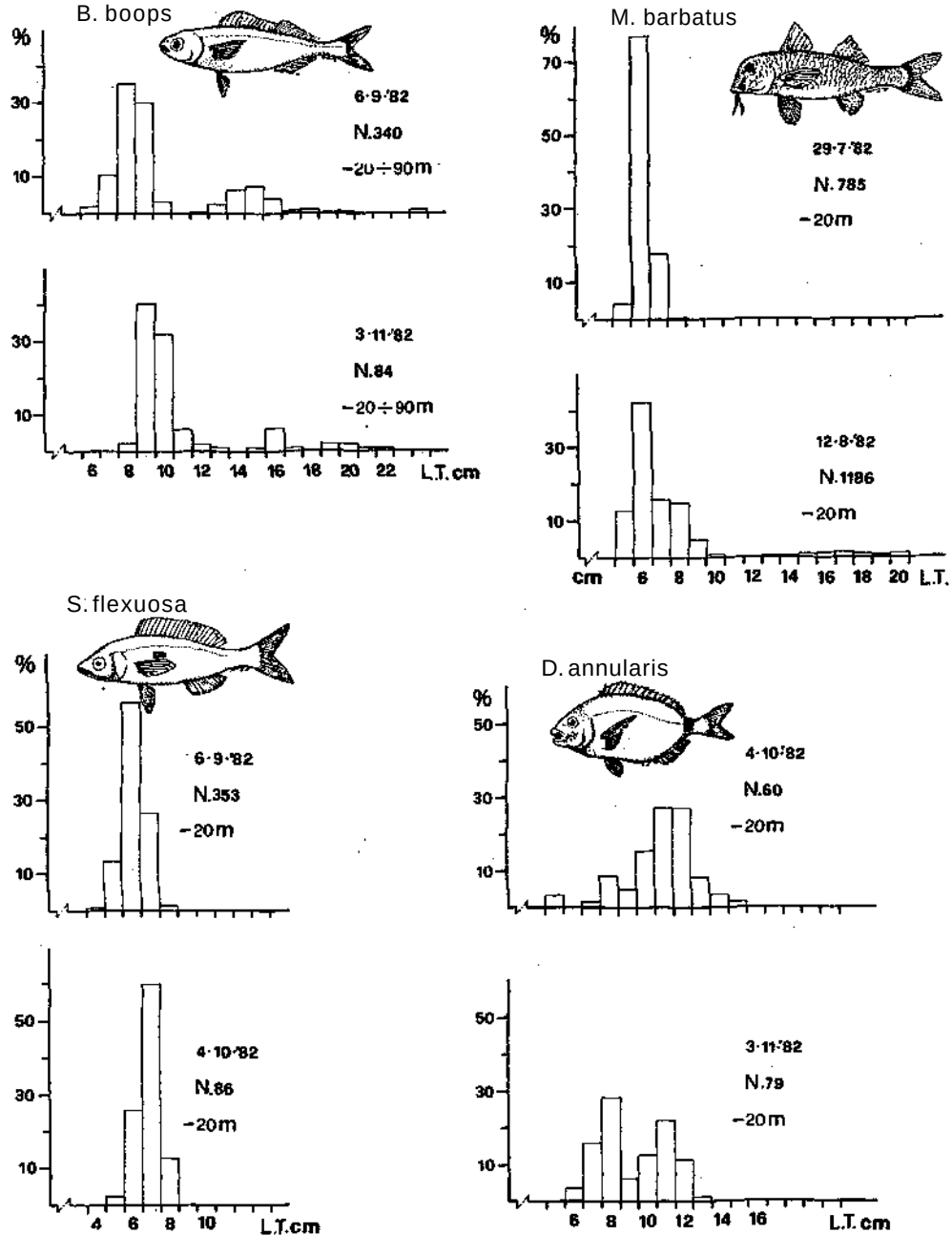


Fig. 2 - Distribuzione lunghezza/frequenza al reclutamento di *Boops boops, Diplodus annularis, Mullus barbatus* e *Spicara flexuosa,* in subcampioni.

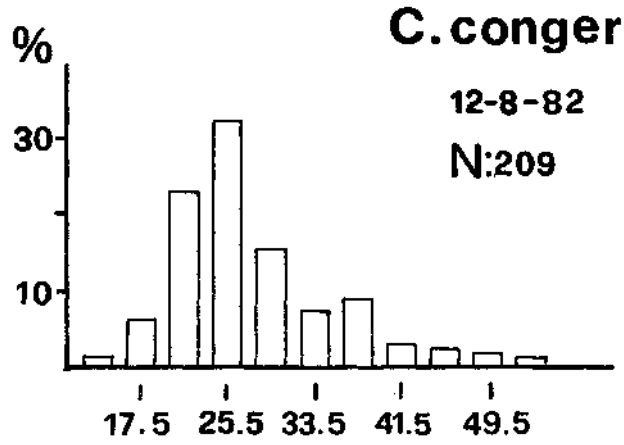


Fig. 3 - Distribuzione lunghezza/frequenza di *C. conger* ottenuti in una cattura notturna.

ferenti per le singole specie, ma anche il loro perdurare nel tempo fino a raggiungere la capacità riproduttiva in cicli biologici non necessariamente brevi (es. Sparidi del genere *Pagellus).* I fondi del Mar Ligure, generalmente a ripido declivio, fanno sì che l'ambiente litorale sia particolarmente ristretto e quindi ancora più prezioso che altrove ai fini della tutela delle risorse. Quest'ultima tuttavia non si può considerare esaurita con il rispetto del limite dei 50 metri.

Alla fascia del tutto costiera si può infatti aggiungere la zona più profonda delle acque neritiche, nel nostro campionamento esemplificata dal livello - 90, come sede di reclutamento e nursery di specie i cui adulti hanno un'ampia distribuzione batimetrica. Nel momento attuale questa zona non è tutelata in nessun modo dalla legge, se non dalla disposizione, inapplicata, che riguarda le dimensioni della maglia al sacco. Le reti da moscardini novelli, che noi stessi abbiamo usato nel presente ciclo di campionamento da novembre in poi, mentre raccolgono fino a 120 individui/ora di *Eledone* e fino a 70 di *Illex coindetii,* distruggono fino a 400 individui/ora di giovani naselli.

Summary

There has been effected a cycle of catches by otter trawl, from January 1982 to February 1983, on the bottoms located in the western area in the Gulf of Genoa at 20, 30, 50 and 90 metres of depth. This research is part of a national research programme concerning the coastal limits of bottoms which are allowed to be trawled (in Liguria the limit is - 50 m).

Catches have been made mostly monthly, during the day light, using a 150 Hp fishing boat, 18 t.st.l., provided with a Cephalopoda fries net (6 cm mesh length), a professional tool commonly used in the area. The catchs have showed an important distri-

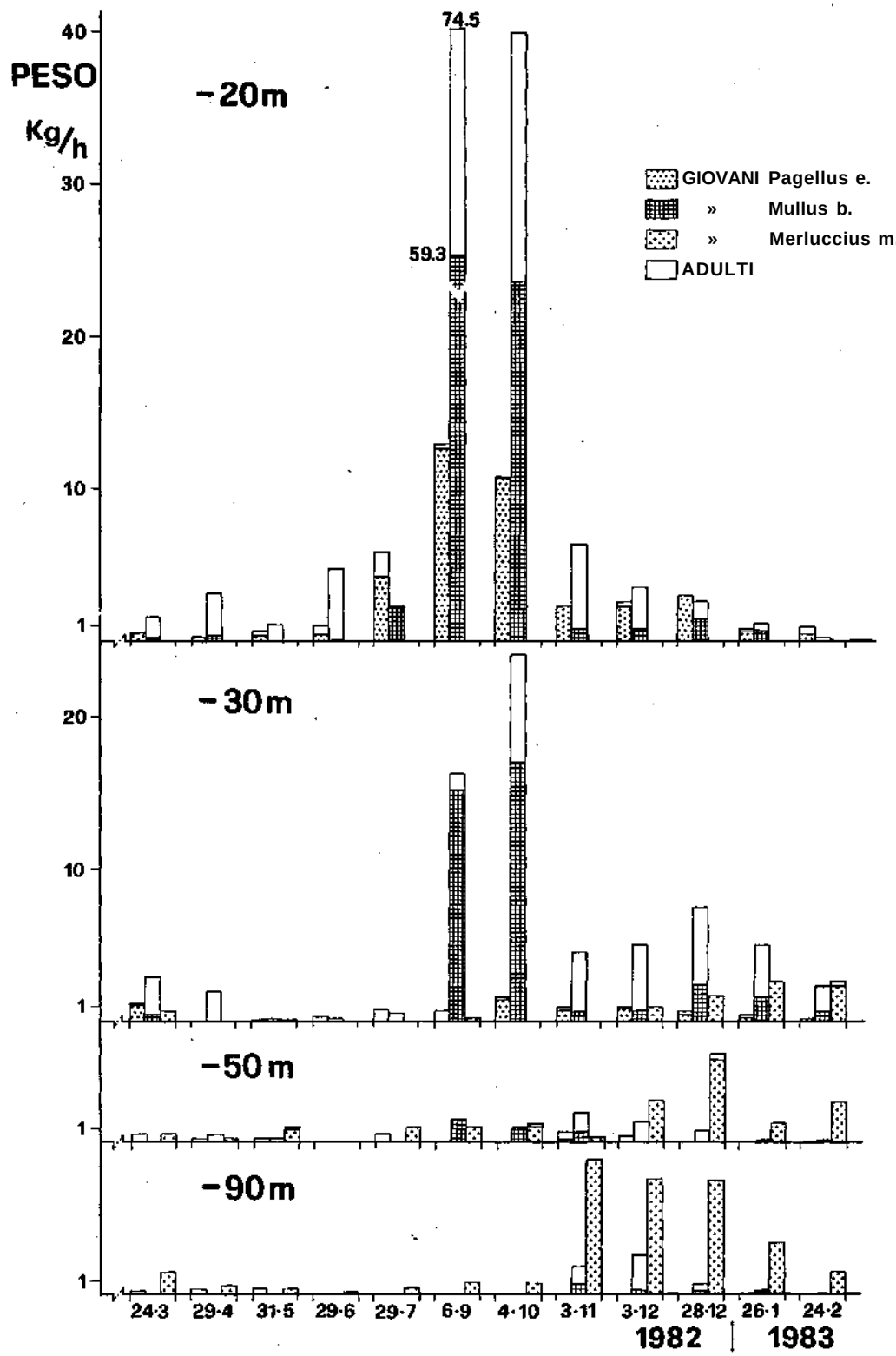


Fig. 4 - Giovani ed adulti nelle catture delle più importanti specie demersali.

bution both of fish and Cephalopoda fries. Among fish we have chosen the ten demersal or bentho-nectonic most important species for coastal fishing and we have given their hourly yield for number of individuals and partially their weight, separating young from adult specimens.

We have indicated the catches of such young individuals and the time employed. We have also showed their sizes with the distribution between length/frequency. The area where trawling is forbidden, makes up a nursey for Mullus barbatus, Pagellus erythrinus, P. acarne, Spicara flexuosa, Diplodus annularis, Conger conger, and partly Boops boops and M. surmuletus, besides Octopus vulgaris, Loligo vulgaris, Eledone moschata.

According to the concentration of young specimens found, for the variety of the catching periods, for the length of growth previous to full maturity of some species, we do not think the actual law should be amended.

Besides, the area where fishing by otter trawl is allowed (50-90 m) has resulted to be a nursery for some species with a wide vertical distribution: Merluccius merluccius, Eledone cirrhosa, Illex coindetii. *The damage deriving from illegal trawling is not neglectable.*

Riassunto

Nell'ambito di un programma di ricerca nazionale inteso a verificare la razionalità del limite costiero di fondi strascicabili (in Liguria - 50 m) è stato eseguito un ciclo di campionamento con rete a strascico, dal gennaio 1982 al febbraio 1983, su fondi del settore orientale del Golfo di Genova, posti a 20, 30, 50 e 90 metri di profondità. Le pescate sono state eseguite con frequenza pressappoco mensile, durante le ore diurne, utilizzando un peschereccio di 150 Hp, 18 t. st. l., armato con rete da novellame di Cefalopodi (maglie al sacco di 6 mm di lato), un attrezzo professionale comunemente in uso nell'area.

Le pescate hanno evidenziato un'importante distribuzione di novellame sia di Pesci che di Cefalopodi. Nei pesci sono state scelte le dieci specie demersali o bento-nectoniche più rilevanti per la pesca costiera e di esse riferiti i rendimenti orari in numeri di individui e, parzialmente, in peso tenendo distinti i giovani dagli adulti. Sono stati indicati i reclutamenti di tali giovani nella loro successione temporale e illustrate con distribuzioni lunghezza/frequenza le loro taglie. La fascia attualmente proibita allo strascico risulta costituire una nursery per *Mullus barbatus, Pagellus erythrinus, P. acarne, Spicara flexuosa, Diplodus annularis, Conger conger,* e almeno in parte *Boops boops* e *M. surmuletus* oltre che per *Octopus vulgaris, Loligo vulgaris, Eledone moschata.*

Per concentrazioni di giovani riscontrate, per l'articolazione e la varietà dei tempi di reclutamento, per la durata dell'accrescimento prematurativo di alcune specie non si ritiene possibile introdurre deroghe alla legge vigente. Anche la fascia in cui la pesca a strascico è consentita (50-90 m) è risultata nursery di alcune specie ad ampia distribuzione verticale: *Merluccius merluccius, Eledone cirrhosa, Illex coindetii.* Il danno derivante dall'uso di maglie illegali non è trascurabile.

Ringraziamenti

Gli Autori ringraziano il Dr. Mario Mori, la Dott.ssa Giovanna Romeo, il Geom. Carlo Grattarola ed i laureandi Donatella Arnaldi, Marino Bertuletti, Massimo Cappanera, Fabio Fiorentino, Ada Zamboni, per l'aiuto fornito durante l'espletamento della ricerca.

Bibliografia

ARDIZZONE G. (1982) - Osservazioni sulla pesca a strascico entro le tre miglia dalla costa tra Capo Circeo e Terracina (Medio Adriatico). *Naturalista Siciliano,* IV, VI (suppl.) 2: 395-401.

FAO (1980) - L'évaluation des stocks dans les divisions statistiques Baléares et Golfe du Lion. *FAO-CGPM Rapp. Pêches,* (227): 1-155.

FAO (1981) - Report of the second technical consultation on stock assessment in the Balearic and Gulf of Lions statistical division. *FAO-CGPM Fish. Rep.,* (263): 1-165.

FAO (1982) - Report of the first technical consultation on stock assessment in the Central Mediterrean. *FAO-CGPM Fish. Rep.,* (266): 1-125.

FAO (1983) - Report of the third technical consultation on stock assessment in the Balearic and Gulf of Lions statistical division. *FAO-CGPM Fish. Rep.,* (305): 1-110.

FROGLIA C, MAGISTRELLI F. (1981) - Osservazioni sulla pesca a strascico nella fascia costiera delle tre miglia dalla costa in un'area antistante il delta del Po. *Quad. Lab. Tecn. Pesca,* vol. III (suppl. I): 49-65.

FROGLIA C., OREL G. (1979) - Considerazioni sulla pesca a strascico nella fascia costiera delle tre miglia in Adriatico. *Atti Soc. Tosc. Sci. Nat., Mem.,* ser. B, 86, (suppl.): 17-25.

HOLDEN M.J., RAITT D.F.S. (Eds.) (1974) - Manual of fisheries science. Part. 2 - Methods of resource investigation and their application. *FAO-CGPM Fish. Tech. Pap.* (115) Rev. 1: 1-214.

MARANO G., CASAVOLA N., VACCARELLA R., PAGANELLI A. (1977) - Osservazioni sulla pesca a strascico lungo il litorale di Bari. *Oebalia,* III: 17-31.

ORSI RELINI L., RELINI G., ROMEO G., TUNESI L. (1983) - Reclutamento e primo accrescimento degli Sparidi del genere *Pagellus* sui fondi strascicabili costieri del Mar Ligure. *Nova Thalassia* 6 (suppl.): 489-501 (1983-84).

PICCINETTI C. (1968) - Osservazioni sulla pesca costiera nel litorale occidentale dell'Alto e Medio Adriatico. *Note Lab. Biol. Mar. Pesca,* Fano, II (10): 229-256.

PICCINETTI C. (1971) - Osservazioni periodiche sulla pesca a strascico con la tartana nelle acque costiere del Medio Adriatico. *Note Lab. Biol. Mar. Pesca,* Fano, IV (1): 1-24.

PICCINETTI C., GIOVANARDI O. (1983) - One year trawling survey in the coastal area of the Gulf of Manfredonia. Report of third Technical consultation on stock assessment in the Adriatic. Fano, June 1983. *FAO-CGPM Fish. Rep.*, (290): 247-252.

RELINI G., ORSI RELINI L. (1984) - The role of Cephalopods in the inshore trawling of the Ligurian sea. *Oebalia* X n.s.: 37-58.

RELINI G., PEIRANO A., TUNESI L., ORSI RELINI L. (1985) - La pesca a strascico nella fascia costiera ligure: composizione qualitativa e quantitativa delle catture in un ciclo di campionamento annuale. *Oebalia,* XI - 2, n.s.: 489-508.

OEBALIA 1985, vol. XI - 2, N.S.: 521-533 ISSN 0392-6613

S. GIANNINI C. FROGLIA
Istituto di Ricerche sulla Pesca Marittima - Ancona - Italy

OSSERVAZIONI SULLA PESCA A STRASCICO DI ALCUNE SPECIE BENTONICHE NELLA FASCIA COSTIERA ANCONETANA

Abstract

Notes on beam-trawling in a coastal area of the Middle Adriatic sea (Ancona).

One year cycle of monthly nocturnal beam-trawlings in a coastal zone of the Central Adriatic sea evidenced a strong seasonal pattern in the abundance of main species.

Adult spawners of Sepia officinalis *and* Gobius niger *dominate in spring. Juveniles of* S. officinalis *and* Solea vulgaris *dominate in summer early autumn and in autumn-winter respectively.*

Key-words: Trawling, Mediterranean, Adriatic, Coastal fisheries.

Introduzione

Nell'ambito della ricerca: «Presupposti bio-ecologici e tecnici per una nuova regolamentazione della pesca a strascico entro la fascia costiera delle tre miglia dalla costa», nel periodo luglio 1982 - ottobre 1983, sono state effettuate, nel Compartimento Marittimo di Ancona, pescate notturne a strascico con «rapidi».

Il «rapido» è un attrezzo concepito per la cattura di specie bentoniche, la gran parte delle quali è particolarmente attiva e quindi più facilmente catturabile nelle ore notturne (FROGLIA, 1983, FROGLIA, dati non pubblicati).

La zona di campionamento si trova tra le foci dei fiumi Esino e Misa (Fig. 1) su un fondale che va dagli 11 ai 13,5 m di profondità, caratterizzato da sabbie costiere, con un incremento della componente fangosa in prossimità delle tre miglia dalla costa ad una profondità di 13-13,5 m (FROGLIA & OREL, 1971).

Il popolamento bentonico di quest'area è ascrivibile alla biocenosi delle «sabbie fini ben calibrate».

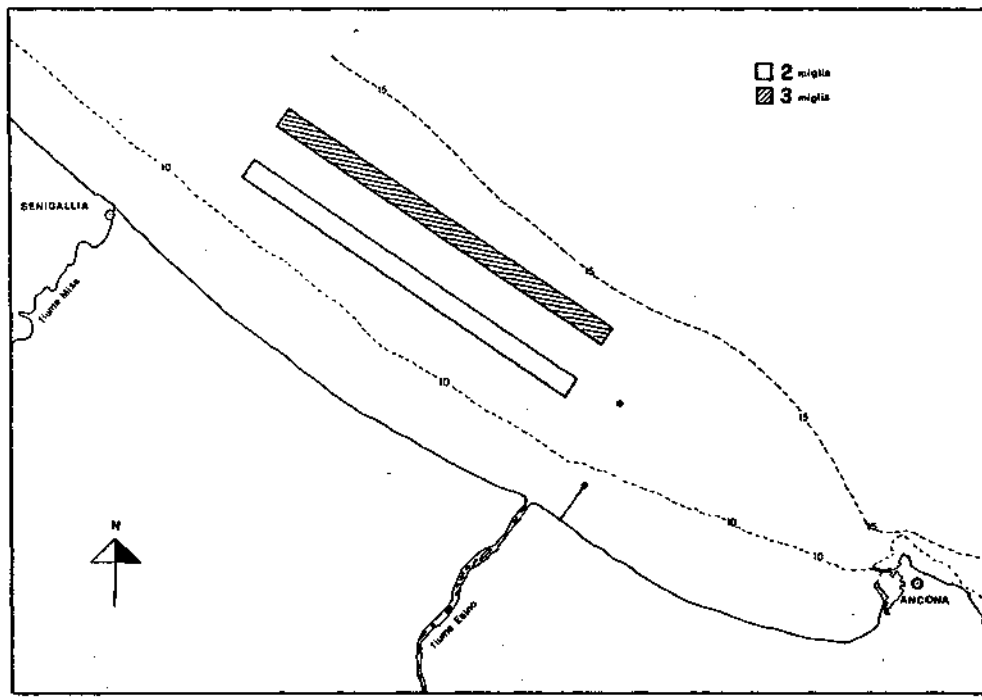


Fig. 1 - Aree di campionamento.

Materiali e metodi

Per i campionamenti si è utilizzata la pilotina «Tecnopesca» (AN 3461), di proprietà dell'I.R.Pe.M. (C.N.R.) di Ancona, avente 4,8 ton. di stazza (TSL) e motore di 80 cv. Le attrezzature di «Tecnopesca» per navigazione e pesca consistono di radio (VHF), radar ed ecoscandaglio.

Complessivamente si sono effettuate 16 cale a 2 miglia e 28 cale a 3 miglia dalla costa, della durata di un'ora, utilizzando due «rapidi» con fronte di 1,40 m e maglie del sacco da 26 mm di apertura.

Su ciascuna zona, normalmente, sono state eseguite due pescate, esattamente l'una in direzione opposta dell'altra.

Il piano sperimentale prevedeva l'effettuazione di pescate alla distanza di 1, 2 e 3 miglia dalla costa. Ad un miglio non è mai stato possibile operare per la costante presenza di attrezzi da posta: nassini per la cattura dei bombarelli (*Sphaeronassa mutabilis)* (FABI & GIANNINI, 1983) nel periodo autunno-invernale, tremagli e nasse per la pesca delle seppie (*Sepia officinalis)* nel periodo primaverile-estivo.

Tali attività, che impegnano sia pescatori appartenenti alla Piccola Pesca locale, che pescatori «sportivi», non hanno consentito lo svolgimento delle pescate neppure alla distanza di 2 miglia dalla costa nel periodo gennaio-giugno 1983.

Soltanto alla distanza di 3 miglia è stato possibile mantenere inalterato il protocollo dei campionamenti per tutto l'arco della ricerca.

Per ogni uscita il pescato è stato trasferito ed interamente esaminato in laboratorio dove si sono rilevate le frequenze in numero e peso di tutte le specie di pesci e delle specie di Molluschi Cefalopodi e di Crostacei eduli. Si sono inoltre rilevate le distribuzioni di frequenze di lunghezza e le relazioni lunghezza/peso dei Pleuronettidi, del *Gobius niger,* di *Trigla lucerna,* del Crostaceo Stomatopode *Squilla mantis* e del Mollusco Cefalopode *Sepia officinalis.*

Su *G. niger, S. mantis* e *S. officinalis,* oggetto di specifiche ricerche, è stato anche determinato lo stadio di sviluppo delle gonadi.

Risultati

Nel corso dell'anno i rendimenti orari presentano una notevole variabilità dovuta all'avvicendarsi stagionale delle diverse specie e, nel caso dei Crostacei *(Squilla mantis),* alle variazioni di «catturabilità» in rapporto alle condizioni meteomarine al momento del campionamento e nei giorni immediatamente precedenti.

Nella Tab. 1 sono riportati i rendimenti orari in peso, per Pesci, Cefalopodi e Crostacei, registrati nel corso delle pescate sperimentali, relativi a due «rapidi» con fronte di 1,40 metri. Poichè le catture sono dominate da individui giovani e/o da specie a ciclo vitale breve, si osservano differenze importanti nell'abbondanza delle varie specie da un anno all'altro in relazione al successo del reclutamento.

Nella Tab. 2 è evidenziata l'importanza quantitativa (rendimento orario in peso) delle quattro specie (tre pesci ed un Cefalopode) più abbondanti nell'area; queste da sole rappresentano fino al 98% della cattura totale ottenuta.

Nell'insieme si possono distinguere tre periodi sulla base della composizione del pescato (Figg. 2-3). Un periodo primaverile in cui predominano gli adulti, in fase riproduttiva di specie con uova bentoniche *(S. officinalis* e *G. niger).*

Un periodo estivo-autunnale in cui sono abbondanti i giovani di *S. officinalis* ed un periodo tardo autunnale-invernale in cui la cattura è caratterizzata dall'abbondanza dei giovani di Sogliola.

Una situazione analoga fu riscontrata da PICCINETTI (1970) per il limitrofo Compartimento Marittimo di Rimini.

Sulle specie più comuni nel pescato si possono fare le considerazioni che seguono.

SOGLIOLA *(Solea vulgaris)*

La Sogliola è la specie di maggior pregio nella pesca a strascico con i «rapidi».

I minimi di cattura di questa specie si sono registrati nel periodo primaverile-estivo ed il massimo nelle pescate effettuate a due miglia dalla costa nel periodo tardo autunnale (Fig. 2). In questo periodo in tutta la fascia costiera (fino a 4-5 miglia al largo) del Medio Adriatico si osservano concentrazioni di giovani Sogliole della classe di età 0 +.

Tab. 1 - *Rendimenti medi orari in peso (per due «rapidi» da 1,4 m e con maglie del sacco da 26 mm di apertura).* 524

	MESE / ANNO	7/82	8/82	9/82	10/82	11/82	12/82	1/83	3/83	4/83	5/83	6/83	7/83	9/83	10/83
2 miglia	PESCI	5,1	4,4	6,0	2,2	5,3	5,9	NON EFFETTUATA	NON EFFETTUATA	NON EFFETTUATA	NON EFFETTUATA	NON EFFETTUATA	3,8	2,9	1,4
	CEFALOPODI	1,9	1,1	1,2	0,9	/	/						0,2	1,4	1,4
	CROSTACEI	0,1	1,1	1,0	0,2	0,6	1,1						0,4	3,1	0,4
3 miglia	PESCI	2,8	5,5	4,4	1,2	4,0	1,9	4,7	7,1	5,3	4,2	2,2	3,4	2,1	0,4
	CEFALOPODI	2,5	0,4	2,2	0,5	0,2	/	0,2	1,0	3,1	3,1	0,9	0,8	1,7	1,3
	CROSTACEI	0,3	1,5	1,1	0,1	1,5	0,5	1,0	0,3	0,1	0,2	0,6	1,4	2,4	1,0

Tab. 2 - *Percentuali delle catture di* S. vulgaris, S. lutea, G. niger e S. officinalis *rispetto alle catture totali orarie a 2 ed a 3 miglia dalla costa.* 525

	MESE/ANNO	7/82	8/82	9/82	10/82	11/82	12/82	1/83	3/83	4/83	5/83	6/83	7/83	9/83	10/83
2 miglia	Cattura tot. kg	7,1	6,6	8,2	3,3	5,9	7,0	NON EFFETTUATA	NON EFFETTUATA	NON EFFETTUATA	NON EFFETTUATA	NON EFFETTUATA	4,4	7,4	3,2
	% *S. vulgaris*	4	2	11	26	61	53						16	9	10
	% *S. lutea*	31	35	40	23	10	17						11	8	26
	% *G. niger*	31	22	15	11	4	14						34	20	5
	% *S. officinalis*	27	17	15	27	0	0						5	18	45
3 miglia	Cattura tot. kg	5,6	7,4	7,7	1,8	5,7	2,4	5,9	8,4	8,5	7,5	3,7	5,6	6,2	2,7
	% *S. vulgaris*	7	3	1	10	43	49	20	2	1	+	5	1	5	7
	% *S. lutea*	23	23	39	18	2	14	51	75	26	19	17	18	4	3
	% *G. niger*	17	45	15	28	11	14	3	1	35	36	30	34	23	17
	% *S. officinalis*	45	5	28	25	4	0	2	11	36	40	25	10	26	33

(+) Indica % inferiore all'1 %.

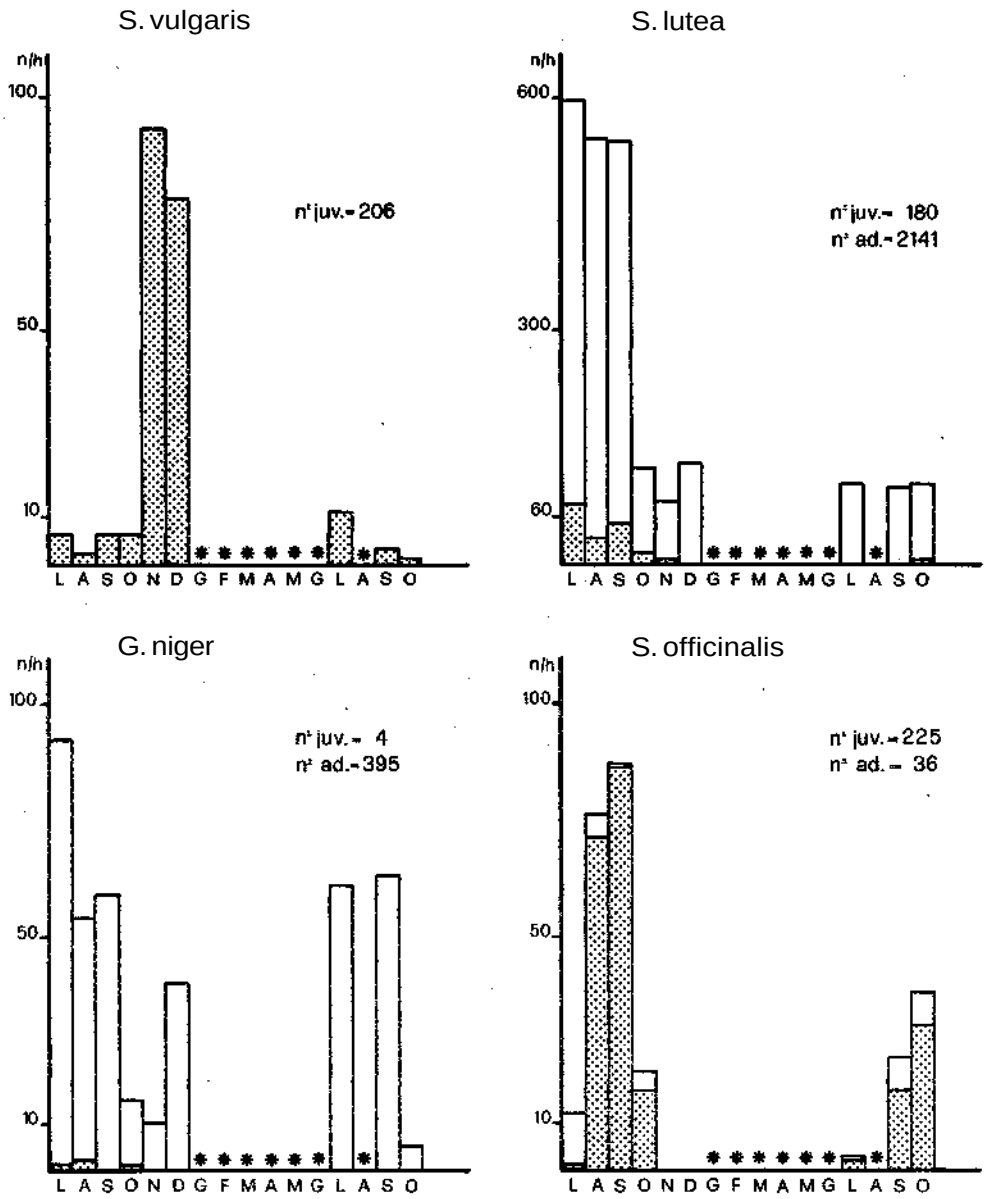


Fig. 2 - Rendimenti medi orari in numero per *S. vulgaris, S. lutea, G. niger* e *S. officinalis* a due miglia dalla costa.
(* = mesi in cui non sono state effettuate pescate).

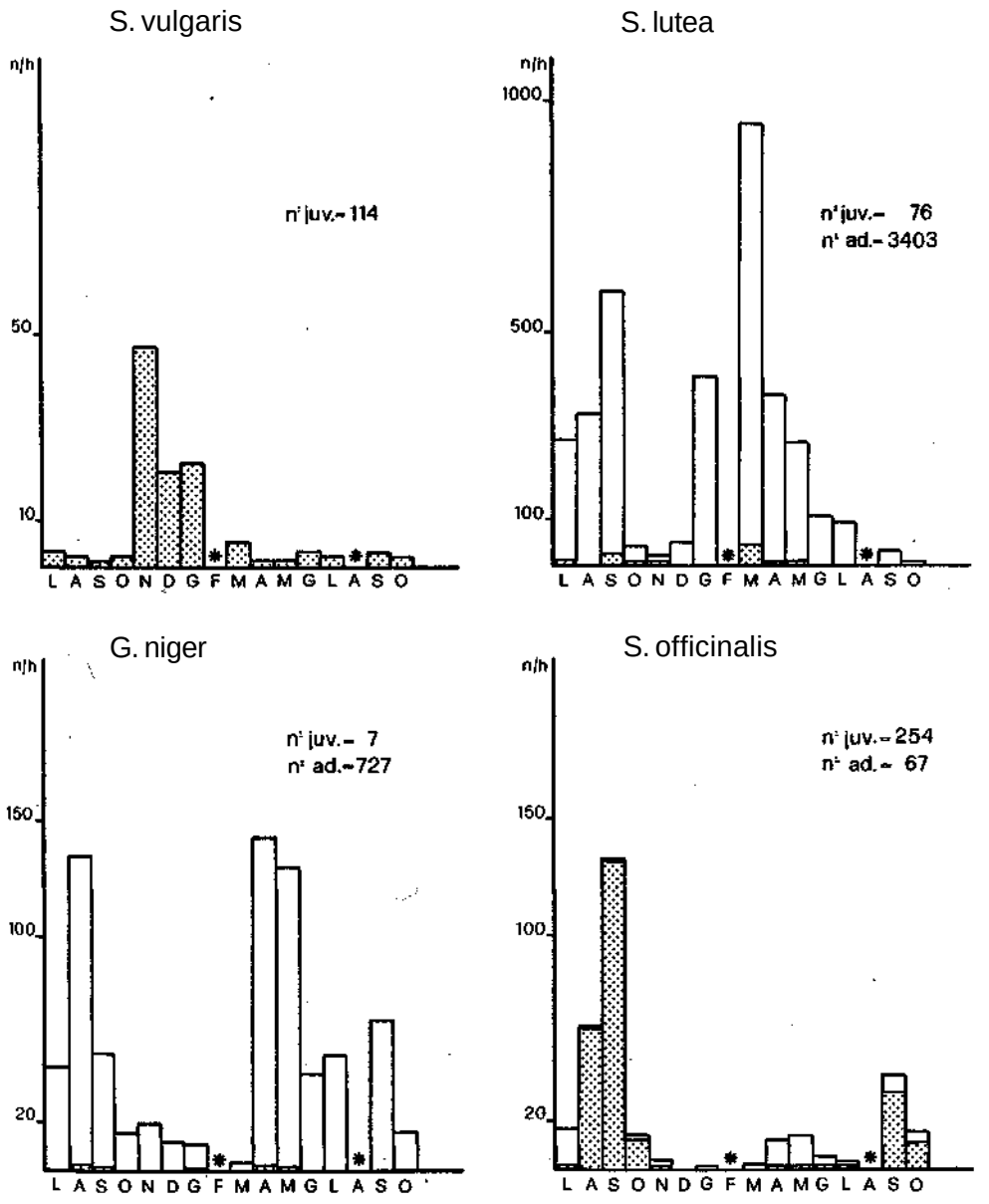


Fig. 3 - Rendimenti orari in numero per *S. vulgaris, S. lutea, G. niger* e *S. officinalis* a tre miglia dalla costa.
(* = mesi in cui non sono state effettuate pescate).

La totalità delle catture da noi ottenute (Fig. 4) è costituita da individui immaturi; infatti in Adriatico, come nell'intero bacino del Mediterraneo (SHEHATA, 1984) la taglia di prima riproduzione si situa ad una lunghezza totale superiore ai 25 cm del più grosso esemplare da noi catturato nel corso di questa ricerca.

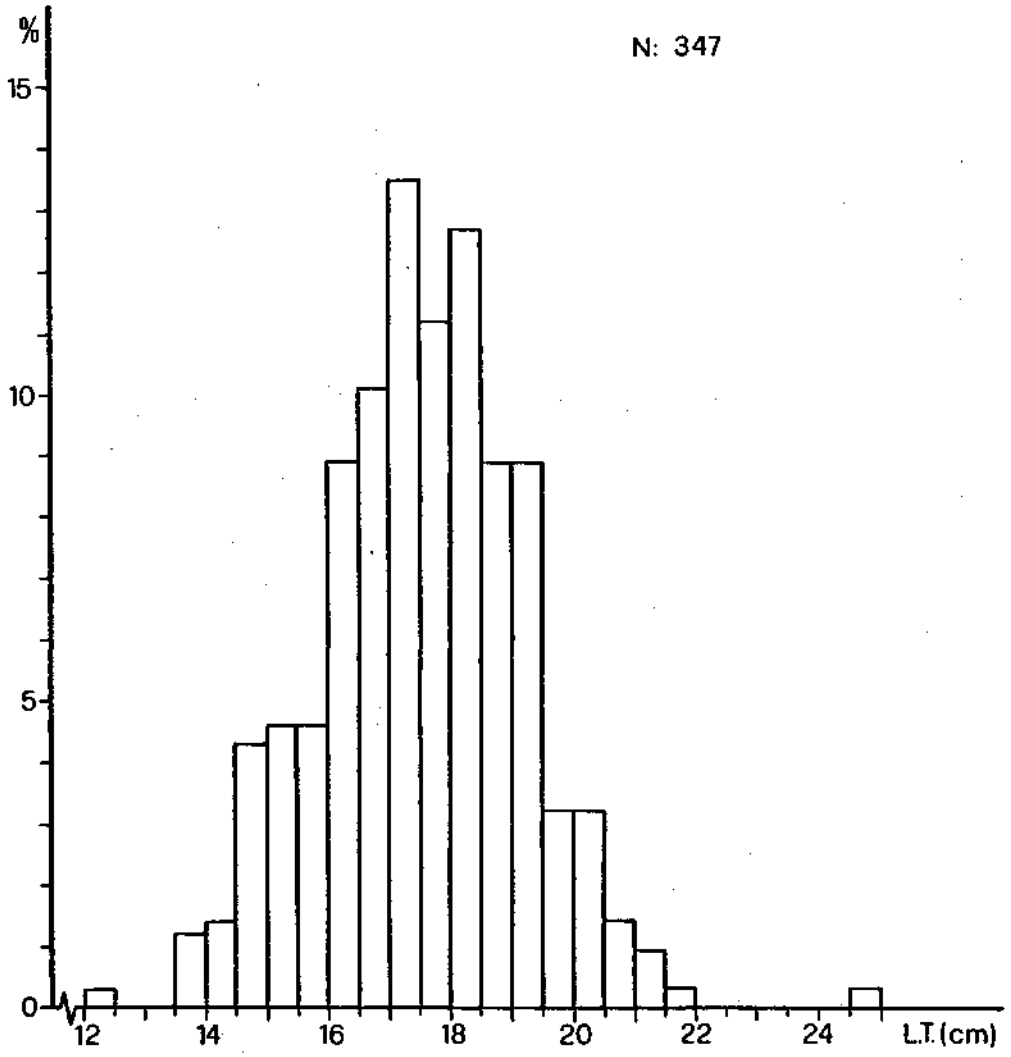


Fig. 4 - Distribuzione di frequenze di lunghezza rilevate nella popolazione di Sogliola (S. *vulgaris)* pescata nella fascia costiera. La popolazione è interamente costituita da giovani.

PELOSA o SOGLIOLA GIALLA *(Solea lutea)*

Questa specie è particolarmente abbondante nella fascia costiera, ma date le sue ridotte dimensioni, non riveste una grande importanza economica nel Medio Adriatico.

Generalmente vengono commercializzati soltanto gli individui di maggiori dimensioni (L.T.: 8-12 cm) inclusi nella «frittura» assieme agli *Arnoglossus.*

In numero è risultata sempre la specie più abbondante nelle nostre catture ed i massimi si sono riscontrati nel periodo primaverile-estivo in concomitanza con la stagione riproduttiva. Date le piccole dimensioni, i giovani di questa specie (L.T. < 6 cm) sono molto scarsi e, nelle nostre catture, raramente superano il 10% in numero.

La biologia di questa specie è stata recentemente studiata in Adriatico da GIOVANARDI & PICCINETTI (1981).

GOATTO *(Gobius niger)*

Anche questa specie ha un basso valore commerciale, ma è molto abbondante in quest'area. La sua biologia è stata recentemente studiata da FABI & FROGLIA (1983).

Nel periodo primaverile-estivo, in occasione della concentrazione genetica della specie nella fascia costiera, si sono osservati i massimi valori nelle catture (circa il 30% della cattura totale) mentre i minimi (meno del 10%) si sono osservati nel periodo invernale quando la specie si disperde sui prospicienti fondali circalitorali.

Va ricordato che questa specie depone uova bentoniche che fissa ad oggetti sommersi come valve vuote, pietre e materiali vari e queste deposizioni, nel periodo primaverile-estivo, si rinvengono frequentemente nel materiale di scarto raccolto coi rapidi.

Viceversa i giovani (L.T. < 8 cm per i maschi e L.T. < 6 cm per le femmine) sono stati catturati solo episodicamente nel corso di questa ricerca vuoi per le dimensioni delle maglie della rete usata, vuoi per la loro etologia.

SEPPIA *(Sepia officinalis)*

Nel periodo primaverile gli adulti di questa specie, si concentrano nella fascia costiera per la riproduzione (Fig. 5) e sono attivamente pescati con nasse e tremagli sia ad opera di pescatori professionisti, sia da «sportivi».

La presenza di questi attrezzi da posta ha reso impossibile l'effettuazione delle pescate ad 1 e 2 miglia dalla costa (zone ove si verifica la massima concentrazione dei riproduttori), ma pur avendo campionato soltanto al limite delle tre miglia, le seppie costituiscono, nei mesi primaverili, circa il 40% in peso delle nostre catture.

All'inizio dell'estate le uova, che sono state attaccate a qualsiasi oggetto sommerso (massi, rami, nasse, etc.), si schiudono e le giovani seppie risultano abbondanti in quest'area per tutto il periodo agosto-ottobre. In questi mesi i giovani si accrescono rapidamente, come si rileva dall'esame delle distribuzioni di frequenze di lunghezza rilevate nel corso di questa (Fig. 6) e di precedenti ricerche (FROGLIA, *et al.,* 1979).

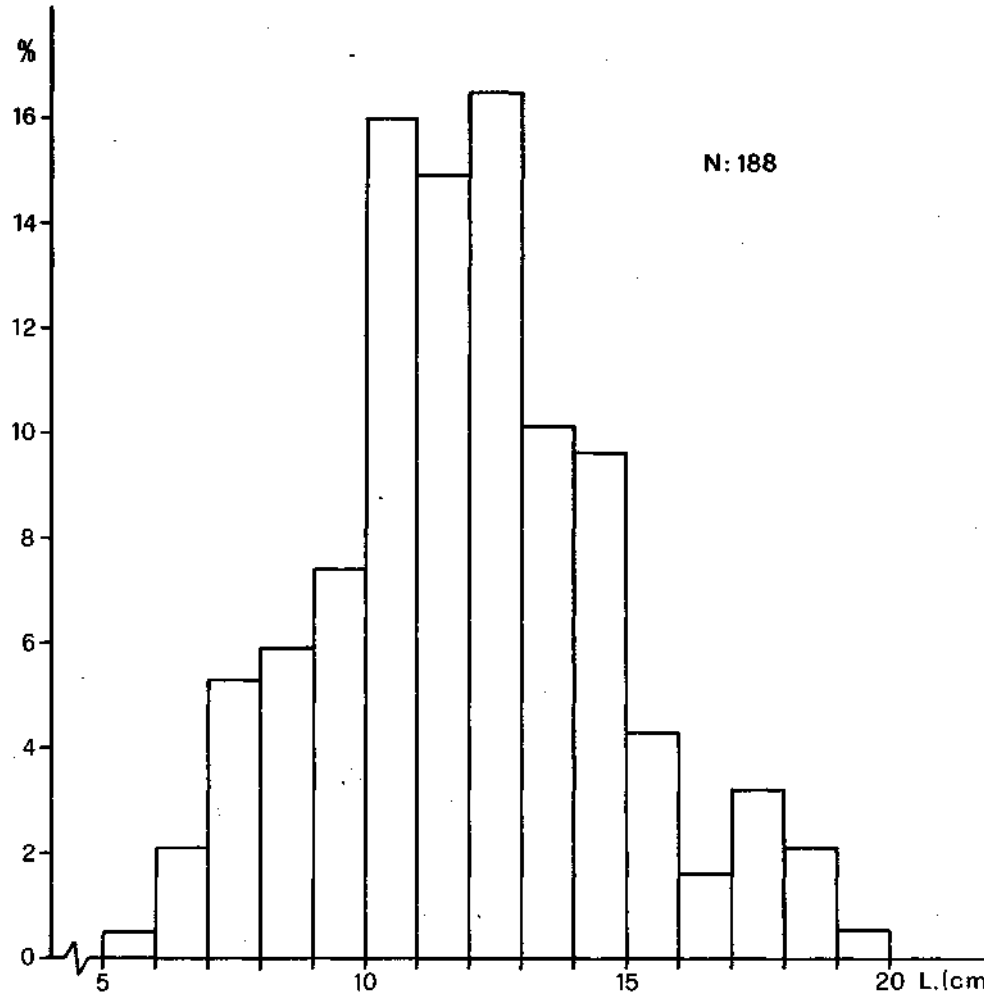


Fig. 5 - Distribuzione di frequenze di lunghezza dorsale del mantello rilevate nel periodo Aprile-Maggio 1983 nella popolazione di Seppia (S. *officinalis)* pescata nella fascia costiera.

Ad ottobre, la cattura delle giovani seppie, ha rappresentato dal 25% al 45% della cattura totale.

Col sopraggiungere della stagione fredda, le giovani seppie si disperdono verso il largo ed infatti la specie è praticamente assente nelle pescate effettuate nel periodo novembre-marzo.

Altre specie che compaiono frequentemente nelle pescate effettuate con i «rapidi» in quest'area sono *Arnoglossus laterna, Pegusa impar* ed i giovani di *Trigla lucerna.* Per quest'ultima specie la fascia costiera costituisce la «nursery area» per tutto il periodo primaverile-estivo.

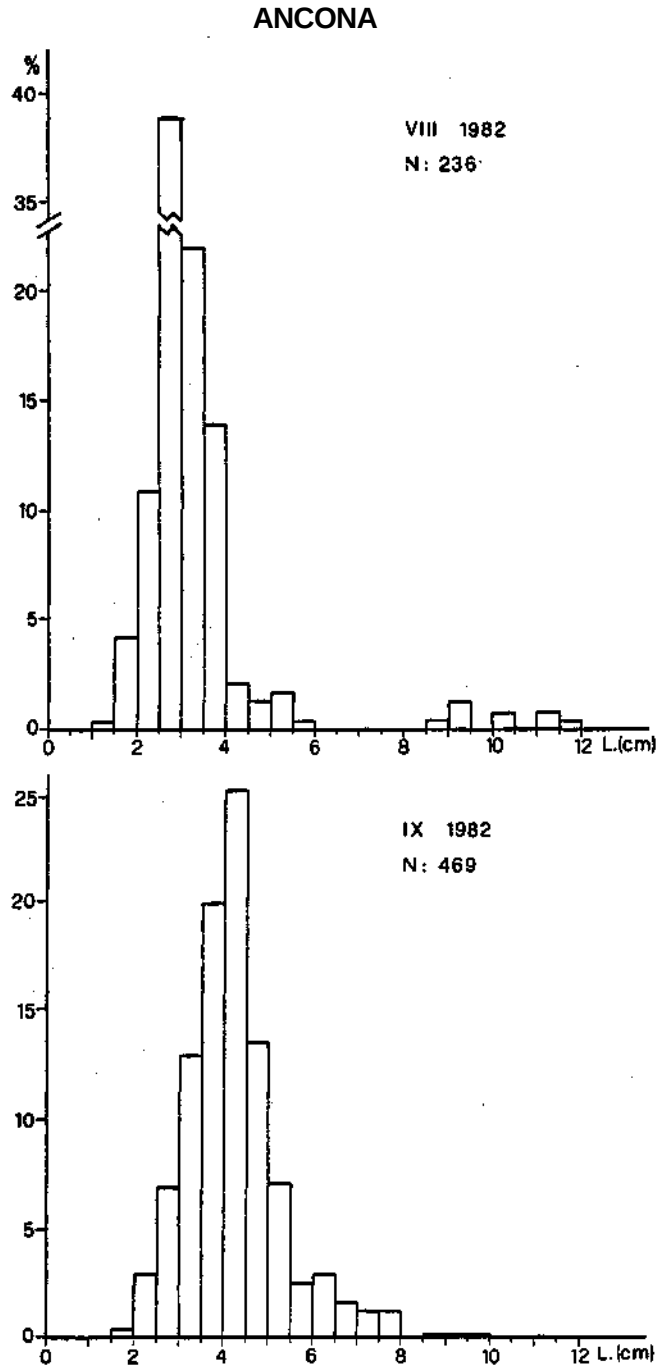


Fig. 6 - Distribuzione di frequenze di lunghezza dorsale del mantello rilevate nella popolazione di Seppia *(S. officinalis)* pescata nella fascia costiera nei mesi di Agosto e Settembre 1982.

Sono invece praticamente assenti i selaci come *Raja asterias* e *Torpedo* spp., forse in relazione all'elevato sforzo di pesca esercitato nella zona.

Conclusioni

Dall'insieme dei dati raccolti appare evidente che l'attività di pesca a strascico con i «rapidi» nella fascia costiera in esame, verrebbe ad interferire negativamente con la riproduzione di specie con uova bentoniche *(S. officinalis, G. niger* e *S. mantis)* nel periodo primaverile.

In altri periodi dell'anno desta invece preoccupazione la possibile cattura di importanti quantitativi di giovani di specie di alto valore commerciale come la Sogliola (tardo autunno-inverno) o la Seppia (tarda estate-inizio autunno).

Infine non va dimenticato che una eventuale autorizzazione dello strascico si tradurrebbe nella pratica impossibilità di operare per quei pescatori professionisti che usano attrezzi da posta.

Summary

A beam-trawl sampling program was carried out for over one year, with monthly periodicity, on a coastal ground (2-3 miles from shore) off Ancona (Central Adriatic).

Sampling was done in night-time when activity and catchability of benthic species by beam-trawl are at their best.

*Four species (*Solea vulgaris, Solea lutea, Gobius niger *and* Sepia officinalis) *characterize the catches and show a clear seasonal pattern in their relative abundance.*

S. vulgaris is *very common in the period October-December, represented only by juveniles (L. T. = 18 cm).*

S. lutea, *by number, is the most abundant species in the catch, the year round and represented by adults and juveniles.*

G. niger *in the spring period, concentrate in the coastal area, for reproduction.*

S. officinalis *is very abundant in spring, when adults concentrate in the coastal area to lay out eggs and in late summer-autumn when juveniles from spring hatches are present.*

From present investigations results that beam-trawling in the near-shore area exploits mainly benthic spawners (S. officinalis *and* G. niger) *in spring and juveniles (S.* officinalis *and* S. vulgaris) *from summer to winter.*

Riassunto

Nella fascia costiera (2-3 miglia da riva) del Compartimento Marittimo di Ancona, nel periodo luglio 1982 - ottobre 1983, sono state effettuate, nelle ore notturne, pescate a strascico con «rapidi».

3 specie di pesci *(Solea vulgaris, Solea lutea* e *Gobius niger)* ed un Mollusco Cefalopode *(Sepia officinalis)* dominano nelle catture ottenute con questo attrezzo e presentano una marcata stagionalità.

Altre specie bentoniche o demersali sono risultate presenti in maniera episodica o in quantità troppo scarse per una qualsiasi analisi biologica.

Limitatamente alle specie bentoniche, si può affermare che, nella fascia costiera, nel periodo estivo-autunnale sono abbondanti i giovani di *S. officinalis*, mentre nel periodo autunno-invernale dominano i giovani di *S. vulgaris;* infine nel periodo primaverile, in quest'area, si concentrano due specie con uova bentoniche (5. *officinalis* e *G. niger).*

Ringraziamenti

Si ringraziano i Sigg. B. Antolini, G. Gaetani, G. Giannetti e la Dr.ssa G. Fabi per la collaborazione fornita nell' effettuazione dei campionamenti in mare e nello smistamento del materiale in laboratorio.

Bibliografia

FABI G., FROGLIA C. (1984) - Notes on biology of the Black Goby *(Gobius niger)* in the Adriatic sea. *FAO Fish. Rep.,* 290: 167-170.

FABI G., GIANNINI S. (1983) - Considerazioni sulla pesca della lumachina di mare *Sphaeronassa mutabilis* (L.) in Adriatico. *Il Gazzettino della Pesca,* 30 (9): 9-11.

FROGLIA C. (1983) - Osservazioni su alcuni fattori che condizionano i rendimenti di pesca a strascico. *Naturalista sicil. ,* S. IV, VI (suppl.), 2: 361-373.

FROGLIA C., OREL G. (1971) - Possibilità di delimitazione di biocenosi bentoniche in base agli organismi catturati con reti a strascico. *Quad. Lab. Tecnol. Pesca,* Ancona, 1 (2): 37-41.

FROGLIA C., OREL G., VIO F. (1979) - Osservazioni sulla pesca a strascico entro le tre miglia dalla costa nella zona di mare compresa tra Grado e P.ta Tagliamento (Compartimento di Monfalcone). *Atti Convegno Scientifico Nazionale Progetto Finalizzato Oceanografia e Fondi Marini,* 1: 269-288.

GIOVANARDI O., PICCINETTI C. (1981) - Biology and fisheries of the yellow-sole, *Solea lutea* (Risso) 1810, in the western Adriatic sea. *FAO Fish. Rep.,* 253: 101-112.

PICCINETTI C. (1970) - Osservazioni periodiche sulla pesca a strascico con i rapidi nelle acque costiere del Medio Adriatico. *Pubbl. Staz. Zool.,* 38 suppl.: 109-118.

SHEHATA S. (1984) - Contribution à la connaissance des Soleides (Poissons Téléostéens) du Golfe du Lion. Systématique, écobiologie. *Thèse 3ème Cycle, Université des Sciences et Techniques du Languedoc, Montpellier:* 1-311.

OEBALIA 1985, vol. XI - 2, N.S.: 535-545 ISSN 0392-6613

L.A. CHESSA G.M. DELITALA P.L. GUIDARINI
Istituto di Zoologia dell'Università - Via Muroni, 25 - 07100 Sassari - Italy

DATI PRELIMINARI SULLA MONTATA DELLE CECHE DI *ANGUILLA ANGUILLA* (L.) ALLA FOCE DEL FIUME COGHINAS (SARDEGNA SETTENTRIONALE)*

Abstract

Preliminary data about Anguilla anguilla *(L.) elvers at the outlet of Coghinas river (Northern Sardinia).*

An evaluation of the abundance of Anguilla anguilla *(L.) elvers, at the outlet of Coghinas river (N. Sardinia) during a year there has been made.*

Key-words: *Anguilla anguilla,* elvers, upstream migration.

Introduzione

La crescente richiesta di ceche e giovani di *Anguilla anguilla* (L.) per il ripopolamento di bacini o per operazioni di acquacoltura, rende quanto mai necessario disporre di dati organici e aggiornati sulla montata degli stocks negli estuari del territorio nazionale. Tuttavia, solo di recente si è cominciato ad affrontare il problema su basi quantitative (FINIGER, 1976; GANDOLFI *et al.,* 1979 a, b; GANDOLFI *et al.,* 1980). Per quanto concerne la Sardegna, mentre si dispone di dati relativi alle coste centrali e meridionali dell'isola (CAU *et al.,* 1982), non altrettanto può dirsi per quelle settentrionali. Considerata la posizione della Sardegna nell'ambito del bacino mediterraneo, un punto di rilevamento nel nord dell'isola appare quanto mai indispensabile, sia in vista di un possibile confronto dei dati ivi raccolti con quelli di altre zone - soprattutto in rapporto al problema della definizione delle direzioni preferenziali di afflusso del novellame proveniente dalle aree di metamorfosi (cfr. DEELDER, 1970) - sia per una concreta valutazione dell'abbondanza di ceche per scopi applicativi.

Il maggior fiume della Sardegna settentrionale è il Coghinas (123 Km), nel cui bacino idrografico sono stati costruiti vari sbarramenti per l'utilizzo delle acque a scopi irrigui o idroelettrici. Due di essi: la diga di Oschiri (alta 58 metri), costruita a 40 km dalla foce e la diga di Casteldoria (alta 29 metri), situata più a valle, costituiscono ostacoli

* Ricerca effettuata con contributo della 6ª Comunità Montana «Monte Acuto» di Ozieri (SS).

insormontabili alla risalita delle ceche. Di conseguenza, da vari anni, i due invasi delle dighe, sono andati impoverendosi di anguille.

Su invito della 6ª Comunità Montana della Provincia di Sassari è stato da noi condotto uno studio teso a valutare quantitativamente l'afflusso annuo di ceche alla foce del Coghinas onde stabilire se fosse possibile intraprendere operazioni di ripopolamento del sistema lacustre con materiale raccolto «in loco». Al fine della comparabilità dei risultati con quelli derivanti da ricerche analoghe condotte in altre regioni italiane, lo studio è stato impostato su criteri rigorosamente standardizzati.

Materiali e metodi

La ricerca è stata svolta nel periodo aprile 1983 - marzo 1984 (escluso il mese d'agosto). La stazione di raccolta è stata fissata a 1 km dalla foce del Coghinas; in tale tratto, il fiume ha una larghezza di circa 100 metri. La foce ha ampiezza ed aspetto variabile

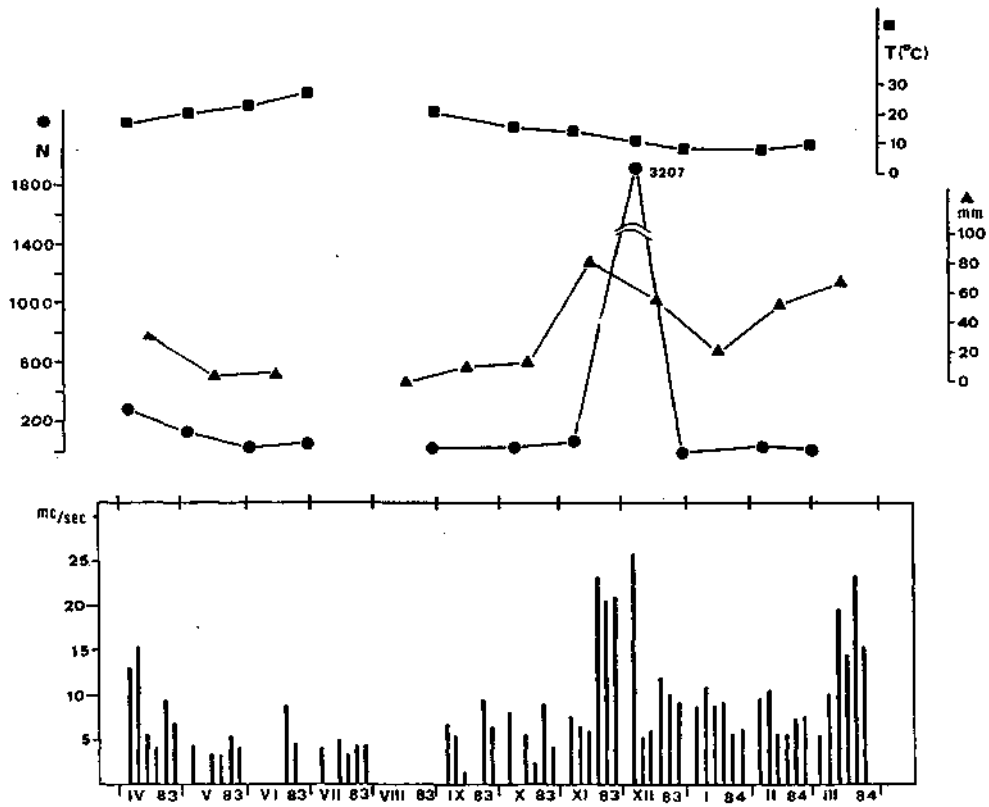


Fig. 1 - Andamento delle catture mensili delle ceche in rapporto alla portata del fiume (mc/sec), alla piovosità (mm) ed alla temperatura (°C).
N = numero di esemplari catturati.

in rapporto ai continui ridisegnamenti imposti dal moto ondoso. Può anche accadere che la foce si occluda e quando ciò accade il fiume, nel suo tratto finale, si allarga notevolmente; tale stato persiste per un qualche tempo, anche se in minor misura, allorché la foce torna ad aprirsi. La portata del Coghinas è assai modesta (Fig. 1) poiché l'acqua erogata dalla turbina della diga maggiore non giunge direttamente al fiume ma è immessa nell'invaso della diga di Casteldoria, che funge da polmone. L'afflusso d'acqua a valle può farsi consistente solo in seguito all'entrata in funzione della turbina della diga minore, o in conseguenza dell'apertura delle sue paratoie (evento assai raro), o dopo intense piogge.

Le raccolte sono state effettuate seguendo le metodiche descritte da GANDOLFI *et al.* (1979 a), che prevedono l'impiego di una rete spirale fissa per la concentrazione del novellame in montata e di una rete manovrata manualmente (ripaiola), per la raccolta. I prelievi avevano cadenza mensile. L'esperienza di precedenti Autori ci ha indotto a limitare le raccolte alla fascia oraria di massimo afflusso, iniziando cioè ogni ciclo di prelievi all'imbrunire e terminando durante le prime ore della notte, non prima però di aver osservato, per almeno due ore consecutive un evidente calo di catture di individui in rimonta. Le ceche catturate erano anestetizzate in acetoncloroformio e fissate in formalina neutra.

Nel corso di ogni ora venivano rilevati: temperatura dell'aria e dell'acqua, salinità, pH, altezza relativa di marea e le condizioni atmosferiche. La portata del fiume, per l'intero periodo della ricerca, è stata calcolata sulla base dei dati di regime della turbina della diga situata più a valle, forniti dall'E.N.E.L, insieme a quelli della piovosità. In laboratorio si è proceduto al conteggio delle ceche catturate e alla determinazione della lunghezza peso e stadio di pigmentazione di ciascun esemplare, riferendoci per la valutazione di quest'ultimo, alla classificazione di BOETIUS (1976). Nel riportare i dati di lunghezza è stato applicato un coefficiente di correzione che teneva conto dell'accorciamento degli esemplari (risultato comunque assai modesto 3,25%), dovuto alla fissazione.

Risultati e discussione

È stata registrata notevole fluttuazione nelle raccolte mensili (Fig. 1). La montata è cominciata in novembre, in coincidenza con l'aumento della piovosità e della portata del fiume (a cui ha anche contribuito la più intensa erogazione della turbina - Fig. 1 -). Il massimo delle raccolte si è avuto in dicembre con 3.207 ceche (su un totale di 3.766), il 75,6% delle quali appartenenti allo stadio «A» (Fig. 2). Nel prelievo di gennaio non erano presenti ceche ed in febbraio e marzo l'afflusso è stato alquanto scarso. Il fatto, in apparenza strano trattandosi di mesi invernali, può essere attribuito soprattutto alla diminuzione progressiva della temperatura dell'acqua che, in febbraio, ha raggiunto il minimo annuo (Fig. 1). La piovosità e la portata del fiume, nello stesso periodo, hanno infatti subito un incremento, fatto questo che avrebbe dovuto favorire un buon afflusso di ceche.

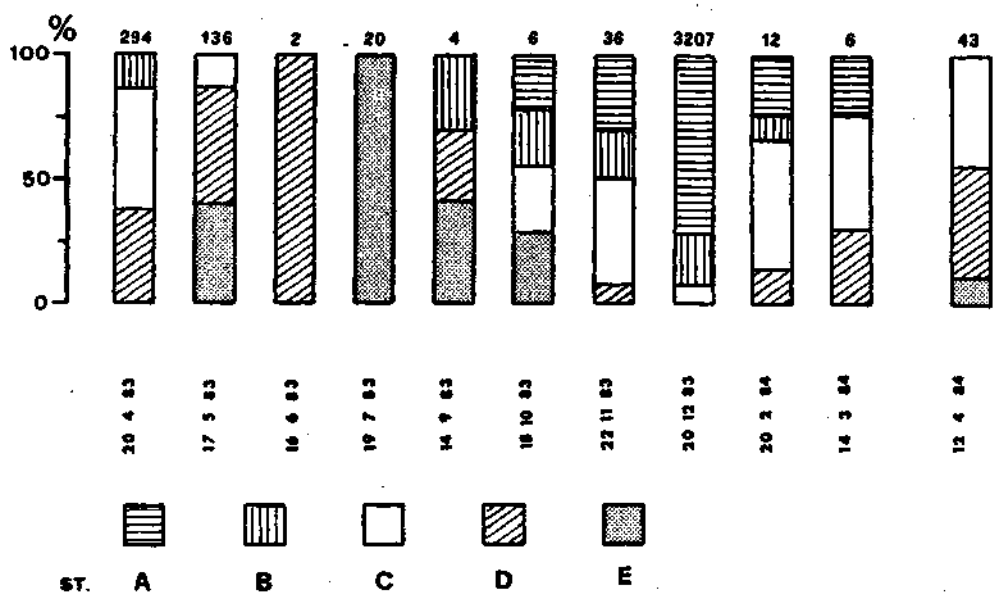


Fig. 2 - Frequenza percentuale degli stadi di pigmentazione secondo BOETIUS (1976) delle ceche raccolte nei diversi prelievi. Sopra ogni colonna è indicato il numero di esemplari catturati.

Gli esemplari catturati in febbraio e marzo, appartengono prevalentemente allo stadio «C» (rispettivamente il 58,3% ed il 50%) mentre lo stadio «A» rappresenta solo il 16,6% per entrambi i mesi. L'afflusso di ceche torna a farsi sensibile in aprile e maggio con, rispettivamente, 294 e 136 esemplari catturati (Fig. 1). Tali ceche, presentano in genere stadi di pigmentazione più avanzati: «C» e «D» in aprile (50,3% e 36,4%), «D» ed «E» in maggio (49,6% e 39,3%). Nei mesi da giugno a settembre le raccolte sono risultate assai modeste, con prevalenza degli stadi «C», «D» ed «E» (Fig. 2).

Il periodo di massimo afflusso di ceche alla foce del Coghinas (dicembre) corrisponde a quello osservato da CAU *et al.* (cit.) per il fiume Tirso (Sardegna occidentale) ma è anticipato di 2-3 mesi rispetto a quanto osservato da GANDOLFI *et al.* (1980) per l'Arno. Tale anticipo, seppure meno accentuato, si è verificato anche per l'afflusso primaverile (ad aprile-maggio nel Coghinas, a maggio in Arno). L'andamento delle lunghezze (Fig. 3 a) nelle varie raccolte è praticamente corrispondente a quello dei pesi (Fig. 3 b).

I valori massimi si riscontrano in luglio (80,4 mm e 0,7 g), quelli minimi, in giugno per la lunghezza ed in aprile per il peso. Deve tuttavia osservarsi che il campione di giugno, costituito da due soli esemplari, fornisce un dato assai poco attendibile. Dai grafici si nota inoltre che nel periodo dicembre-aprile la lunghezza media ed il peso delle ceche diminuiscono progressivamente ma, mentre in dicembre prevale lo stadio «A», in febbraio-marzo-aprile prevale quello «C». Da maggio a luglio si osserva invece un incremento della lunghezza e del peso degli esemplari, con prevalenza degli stadi «D» ed «E». Un tale andamento trova piena conferma nei dati relativi alla foce dell'Arno

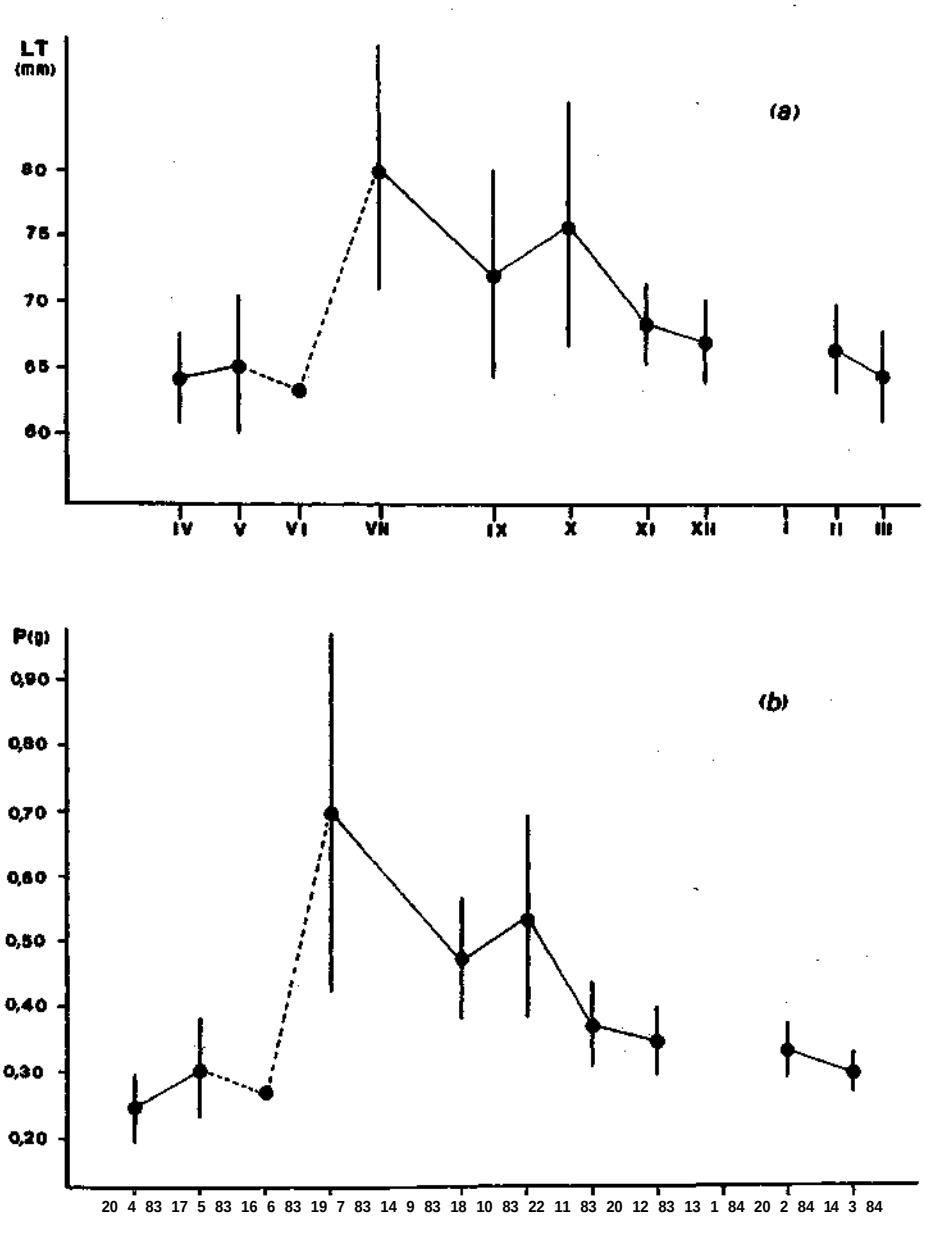


Fig. 3 - Variazione mensile delle lunghezze (a) e dei pesi (b) (media ± deviazione standard) delle ceche raccolte alla foce del Coghinas. (Il numero degli esemplari è indicato in Fig. 2).

(GANDOLFI *et al.*, 1979 b; 1980), si differenzia invece da quanto riscontrato da CAU *et al.* (1982) per il Tirso, ove da maggio in poi continuano a prevalere ceche appartenenti allo stadio «A», che paiono testimoniare il verificarsi di un nuovo afflusso dal mare.

Le ceche raccolte nei mesi primaverili, in considerazione anche dei loro valori medi di lunghezza e peso minori di quelli delle ceche montate in dicembre, è probabile appartenessero a stocks tardivi che avevano trascorso un più lungo periodo di tempo nelle acque estuariali o nelle immediate vicinanze della costa (cfr. anche BOETIUS, 1976) e che avevano ormai iniziato la fase trofica (fatto confermato dall'esame del contenuto gastrico).

È interessante rilevare che le ceche dello stadio «A», non compaiono mai da sole, essendo sempre accompagnate da individui appartenenti a stadi di pigmentazione più avanzati. Questa osservazione contrasta con quanto trovato da FINIGER (1976) per le coste francesi, la quale, all'inizio della montata, ha sempre raccolto esclusivamente ceche con pigmentazione limitata alla zona cerebrale e caudale, corrispondenti cioè allo stadio «A».

Un quadro dell'andamento orario delle catture è stato tracciato limitatamente ai quattro periodi di maggiore afflusso (novembre-dicembre-aprile-maggio), riportando anche l'altezza relativa di marea e la direzione ed intensità dei venti (quest'ultimo dato limitatamente a novembre e dicembre) (Fig. 4).

È confermato quanto già noto dalla letteratura: la montata comincia all'imbrunire, raggiunge il massimo nelle prime ore della notte, subisce poi un calo più o meno brusco. I massimi di afflusso hanno sempre coinciso con venti spiranti dal I e II quadrante (Fig. 4). Nel tratto finale del fiume essendo il flusso delle acque diretto verso W, tali venti contribuiscono certamente a spingere le acque verso la foce (cfr. FINIGER, 1976; CAU *et al.*, 1982), fatto non trascurabile se si tiene conto dei modesti valori di portata del Coghinas già sottolineati.

Non sono attualmente possibili, data la limitatezza dei dati disponibili, considerazioni sull'effetto «intensità del vento». Non abbiamo inoltre potuto verificare alcun chiaro rapporto tra la quantità di ceche raccolte e l'intensità dell'escursione di marea; a tal proposito si osserva che nel prelievo di dicembre, in occasione del quale si ebbero le catture più consistenti, il livello del fiume rimase praticamente costante per tutta la durata della montata. Quanto suddetto, apparentemente in contraddizione con i dati della letteratura (cfr. GANDOLFI *et al.*, 1980), è coerente col fatto che il tratto di costa in questione è interessato da escursioni di marea assai contenute (CHESSA *et al.*, in stampa). L'effetto della marea risulta inoltre mascherato dalle già descritte caratteristiche del sito (slargamento dell'ultimo tratto di fiume) e smorzato e sfasato a causa della distanza della stazione di rilevamento dalla foce. Le variazioni di livello del fiume imputabili alla marea, hanno infatti solo in occasione del prelievo dell'aprile '83 raggiunto i 15 cm.

Abbiamo infine esaminato l'influenza della temperatura delle acque del fiume sulla montata, utilizzando anche i dati di precedenti osservazioni. Il massimo di temperatura delle acque del fiume è stato riscontrato in luglio (29 °C), il minimo in febbraio (6,5 °C); l'escursione annua è quindi elevata (22,5 °C). Dall'esame del grafico (Fig. 5) si notano due picchi di afflusso in corrispondenza degli intervalli di temperatura di 11 - 14 ºC e 17 - 20º C. È pure evidente come le raccolte siano nulle per temperature inferiori agli 8 °C

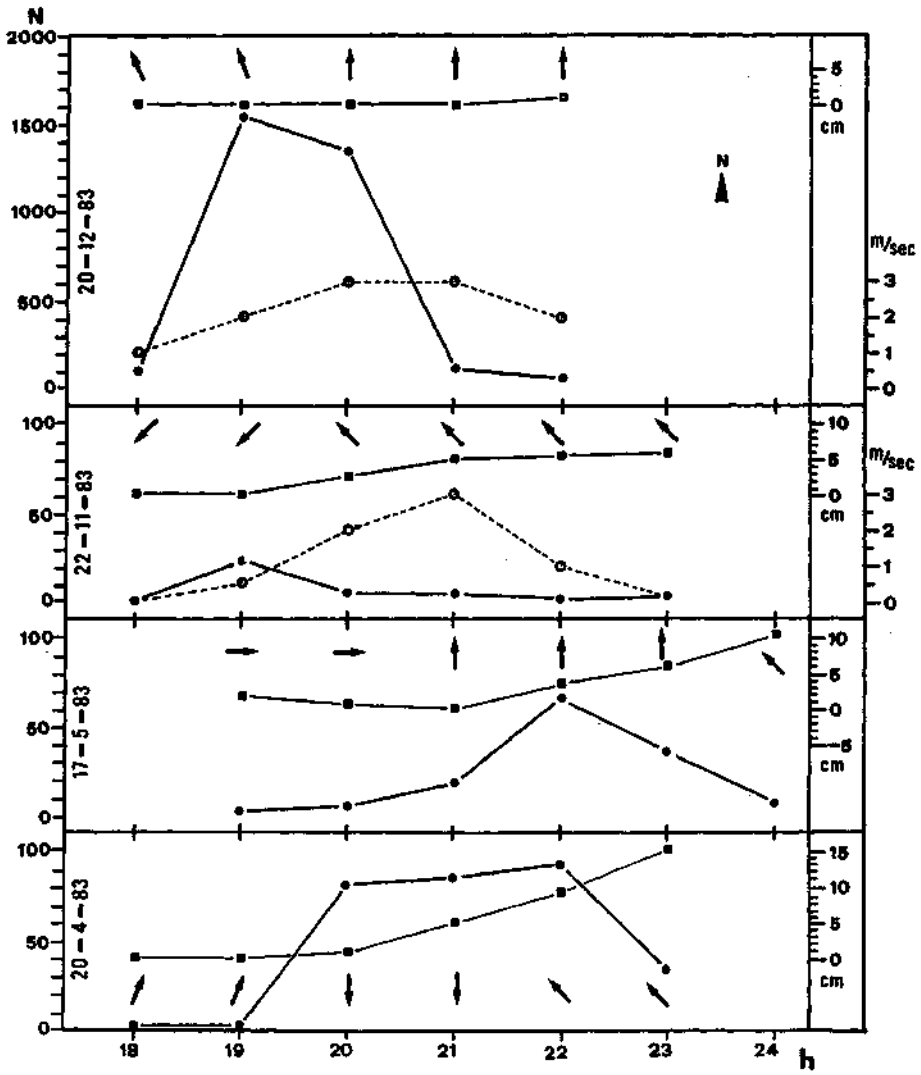


Fig. 4 - Variazione oraria delle catture nei quattro periodi di maggiore afflusso (cerchietti pieni), in comparazione con l'altezza relativa di marea (quadretti), l'intensità dei venti (linea tratteggiata) e con la direzione dei venti (frecce).
N = numero di esemplari catturati.

e superiori ai 23°C, fatto che corrisponde a quanto trovato da GANDOLFI *et al.* (1980). Anche se per una più accurata definizione dei limiti termici di montata occorra disporre di un maggior numero di dati, tuttavia la temperatura - e in particolare le differenze tra la temperatura delle acque marine e quella delle acque dolci (TONGIORGI *et al.*, 1984) - pare rivestire un ruolo importante nel fenomeno. Non è stato possibile effettuare invece alcuna correlazione tra afflusso delle ceche e salinità essendosi tale parametro mantenuto sempre prossimo allo zero.

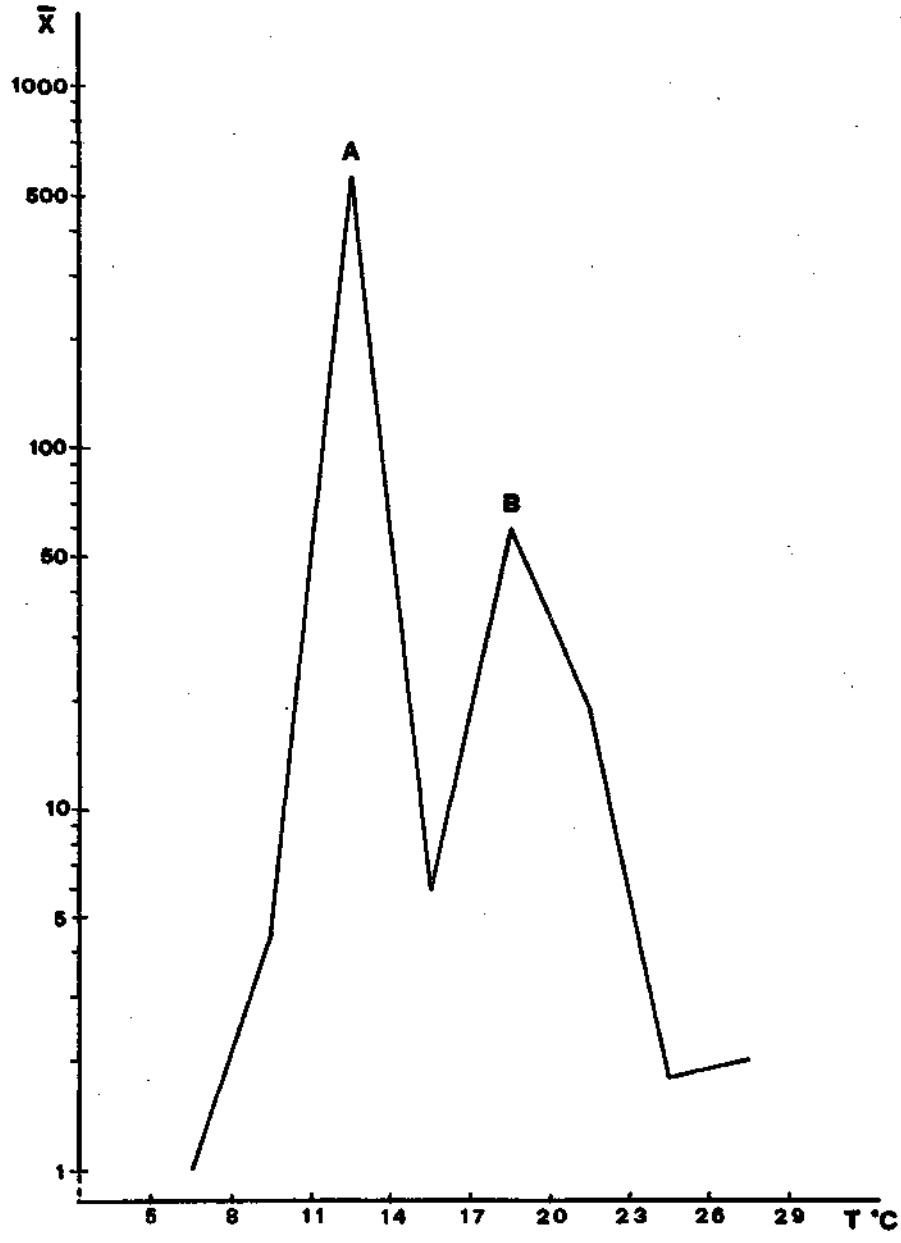


Fig. 5 - Numero medio di ceche ($\bar{X}$) per raccolta, catturate in corrispondenza ai diversi intervalli di temperatura dell'acqua del fiume. I due massimi (A, B) rappresentano rispettivamente le raccolte di dicembre ed aprile. (I dati in ordinata sono su scala logaritmica).

Conclusioni

Essendo questa la prima campagna di indagini sulla montata del novellame di anguilla alla foce del fiume Coghinas, non possiamo ancora esprimerci in modo definitivo sulle caratteristiche del fenomeno; ci pare tuttavia poter sottolineare i seguenti punti emergenti:

1°) Per un fiume quale quello in questione, caratterizzato da scarsi e discontinui valori di portata, un afflusso consistente di ceche pare verificarsi solo in coincidenza con forti precipitazioni atmosferiche ed intensa erogazione di acqua da parte della turbina della diga a valle. I venti del I e II quadrante, agevolando il deflusso dell'acqua, giocherebbero inoltre un ruolo non trascurabile.

2°) Rispetto a quanto segnalato da altri Autori per il fiume Arno, l'inizio della montata è per il Coghinas, anticipato di un mese, e il picco di afflusso di due mesi.

3°) È confermata la tendenza alla diminuzione delle lunghezze e dei pesi medi e l'accentuazione della pigmentazione delle ceche nei mesi successivi all'epoca di massimo afflusso.

4°) La rimonta comincia sempre all'imbrunire e termina nelle prime ore della notte, con andamento del tutto simile a quanto già noto in letteratura.

5°) Non si è potuta riscontrare nessuna correlazione tra quantitativo di ceche raccolte ed altezza relativa di marea.
La montata si riduce o cessa per temperature delle acque del fiume minori di 8°C o maggiori di 23°C.

6°) Se nel corso delle raccolte future sarà confermato un afflusso annuo di ceche pari a quello da noi riscontrato, il ripopolamento del lago Coghinas con novellame di anguilla, potrà essere attuato utilizzando materiale raccolto «in loco».

Ringraziamenti

Si ringraziano: il Direttore della diga E.N.E.L. di Oschiri, per aver fornito i dati meteorologici e di portata del fiume e la Direzione del Camping «La Foce» per aver consentito l'accessso al sito di raccolta e per le notevoli facilitazioni logistiche.

Summary

An evaluation of the abundance of Anguilla anguilla *(L.) elvers, at the outlet of Coghinas river (N. Sardinia) during a year there has been made.*
Biological and morphometric data were collected for all the specimens, and a set of Physico-chemical and meteorological parameters measured.

Preliminary results indicate a clear-cut influence of the flows of the river on the ascent. Some effects seem to be due to winds direction and to water temperature. No conclusion can be drawn on the effects of the tide, but actually tidal movements are not easily appreciable at the sampling point.

Riassunto

Sono descritti i risultati di un ciclo annuale d'osservazioni mensili sulla montata delle ceche alla foce del fiume Coghinas (Sardegna settentrionale). Le raccolte iniziavano all'imbrunire e si protraevano per 5-7 ore. Contemporaneamente venivano rilevati i seguenti parametri: temperatura (dell'aria e dell'acqua), salinità, altezza relativa di marea, direzione ed intensità del vento. Il massimo delle catture si è avuto in dicembre, il minimo nei mesi estivi ed autunnali, valori intermedi sono stati registrati in primavera. In dicembre hanno prevalso ceche appartenenti allo stadio di pigmentazione «A»; a partire da febbraio c'era dominanza di stadi di pigmentazione più avanzati. La media delle lunghezze e dei pesi dall'inizio della montata in poi è andata progressivamente diminuendo in accordo con quanto trovato da altri Autori per la foce dell'Arno. Portata del fiume, temperatura dell'acqua e direzione del vento sembrano rivestire un ruolo importante nella montata delle ceche. L'effetto della marea è invece difficilmente rilevabile poiché mascherato dalle caratteristiche che assume il fiume presso la foce e dalla limitatezza delle escursioni stesse.

Bibliografia

BOETIUS J. (1976) - Elvers, *Anguilla anguilla* and *Anguilla rostrata* from two Danish localities. Size, body weight, developmental stage and number of vertebrae related to time of ascent. *Meddr. Danm. Fisk. - og Havunders.*, 7: 199-220.

CAU A., GANDOLFI G., CANNAS A., ROSSI R. (1982) - Prime indagini sulla montata delle ceche sulle coste della Sardegna. *Acta Naturalia Ateneo Parmense*, 18: 157-162.

CHESSA L.A., FRESI E., SCARDI M., SAISI S. (in stampa) - Un metodo biologico per la valutazione dell'esposizione di aree costiere. Atti XV Congresso S.I.B.M. - Trieste 1983, *Nova Thalassia*.

DEELDER C.L. (1970) - Synopsis of biological data on the eel, *Anguilla anguilla* Linnaeus 1758. *FAO Fish. Synopsis*, n. 80: III + 68 pp.

FINIGER R. (1976) - Contribution à l'étude biologique et écologique des civelles (*Anguilla anguilla* Linée 1758) lors la leur pénétration dans un étang méditerranéen. I. Recrutement et biométrie au cours d'un cycle annuel. *Vie Milieu*, 26: 123-144.

GANDOLFI G., ROSSI R., TONGIORGI P., VILLANI P. (1979 a) - Primi dati sulla montata delle ceche a Bocca d'Arno (Ottobre 1978 - Febbraio 1979). *Atti Conv. Sci. naz. Progetti finalizzati Oceanografia e Fondi marini.,* Roma 5-7 marzo 1979, 1: 373-383.

GANDOLFI G., ROSSI R., TONGIORGI P., VILLANI P. (1979 b) - Osservazioni sulla montata delle ceche *(Anguilla anguilla* L.) alla foce dell'Arno. *Atti Soc. tosc. Sci. nat., Mem. ser. B.,* 86: 370-373.

GANDOLFI G., ROSSI R., TONGIORGI P., PESARO M., DE RANIERI S. (1980) - Ascent of elvers, *Anguilla anguilla* (L.), and prospects for their use in aquaculture. *Boll. Zool.* 47: 365-380.

TONGIORGI P., BALSAMO M., TOSI L. (1984) - Thermal choices in elvers, *Anguilla anguilla* (L.), from estuarine waters. *Monitore Zool. ital.* (N.S.) 18: 176-177.

OEBALIA 1985, vol. XI - 2, N.S.: 547-560 ISSN 0392-6613

G.D. ARDIZZONE F. CORSI

Dipartimento di Biologia Animale e dell'Uomo
Università «La Sapienza» Roma - Italy

EEL POPULATION STRUCTURE, DYNAMICS AND FISHING YIELD IN A MEDITERRANEAN COASTAL LAGOON

Abstract

Eel stock assessment in central Italy.

The eel population of the Monaci lagoon (Latium, Italy) is composed for over 95% of males, thus of small animals. On these and mostly on yellow eels, is concentrated the fishing effort. The Beverton and Holt model evidences a correct exploitation of the resource. The production has been increased with water quality control and massive fry-stocking.

Key-words: *Anguilla anguilla,* population dynamics, coastal lagoons.

Introduction

Analysing fisheries statistics, the importance of eel *Anguilla anguilla,* as target species for the italian inland fisheries, arises evidently. Italy is the major producing country of eels in the Mediterranean area (GFCM, 1984). More than half (1955 ton) of the total annual average catch (3681 ton) of eels obtained in this area for the period 1972-1982 was harvested in Italy. Also with regard to the internal production this species covers a high percentage of the production both as biological and as economic yield, in environments such as coastal lagoons.

Stated that in Mediterranean lagoons eel production is much higher than in coastal regions of North Europe, where yield of 40 kg/ha are considered particularly good (TESCH, 1977), in Italy a wide variability of productions may be observed, ranging from 40 kg/ha/yr in the North Adriatic area (Rossi & COLOMBO, 1979) up to 180 kg/ha/yr in some Sardinian lagoons (COTTIGLIA, 1981). Variability is evident also if we analyse more limited areas such as the Tyrrhenian coast of Central Italy: for the Orbetello lagoon COGNETTI *et al.* (1978) report an average eel production of 69 kg/ha/yr for the period 1971-75, while for the nearby Burano lagoon ARDIZZONE *et al.* (1982), report a total fish Production of 65.4 kg/ha/yr, about 50% of which due to eels. These different levels

of production are linked to different factors such as biological characteristics of the lagoon, rates of natural recruitment and different ways of exploiting the resources (ARDIZZONE, 1984).

With respect to this last problem the local differences are again evident; in the North Adriatic Valli the fishing effort, based only on fish-weirs (lavorieri) (DE ANGELIS, 1960), is concentrated in the periods October-December and February-March thus concerning mainly silver eels in reproductive migration (BULLO 1891; 1940). In Central Italy instead, fishing is done by means of fyke-nets, mainly on yellow eels during the spring-summer period, taking advantage of the so called «summer migration» (DEELDER, 1984). These ways of exploiting eel fisheries, which date back to ancient traditions, can be correlated to different sex ratio and therefore different average growth of the individuals. In fact Tyrrhenian lagoons produce more males than those of the Adriatic area (D'ANCONA, 1959).

The scattered conditions existing in the different lagoons evidence the importance of a good biological investigation on this species with a contemporaneous study of the fishing gears used and a consequent application of mathematical models for a correct use of the resource. On the contrary the present exploitation could be defined, in some cases, a mere matter of drawing up fish (KAPETSKY & LASSERE (eds.), 1984; Rossi & CANNAS, 1984). This kind of approach has been seldom used up to now, in the Mediterranean area for coastal lagoon fisheries (LASSERE *et al.*, 1976; Rossi, 1979; GATTO & Rossi, 1979; ARDIZZONE & Rossi, 1983; Rossi & CANNAS, 1984).

In this study, included in an interdisciplinary project for the investigation of the present ecological status of the Pontine lagoons (Latium, Italy), the eel population of one of them (Monaci) is analysed with the aim both of a biological description of the stock and of the achievement of elements on the present exploitation of the eel fishery and, if possible, to obtain some indications for a better management of this resource.

Materials and methods

Area description

With a surface of 95 ha and a mean depth of about 1m, Monaci is the smallest of the Pontine Coastal lakes (Fig. 1). As the nearby lakes of Fogliano and Caprolace its present structure dates back to the Pontine plain reclamation. Its shores are dammed in with rocks, and the water exchanges are regulated by sluices. The lake is a typical meso-polihaline environment (salinity range: 17-38 per thousand), as evidenced also from the analysis of the macrobenthic population (GRAVINA *et al.*, 1985). Peculiar of this lagoon is an indirect communication with the sea through an heavily polluted channel (Rio Martino). Up to few years ago the polluted inputs from Rio Martino led to frequent dystrophic crises both in winter and in summer, the first ones linked to phytoplanctonic blooms the latter to macrophytes blooms, both causing high mortalities of fishes (ARDIZZONE, 1984).

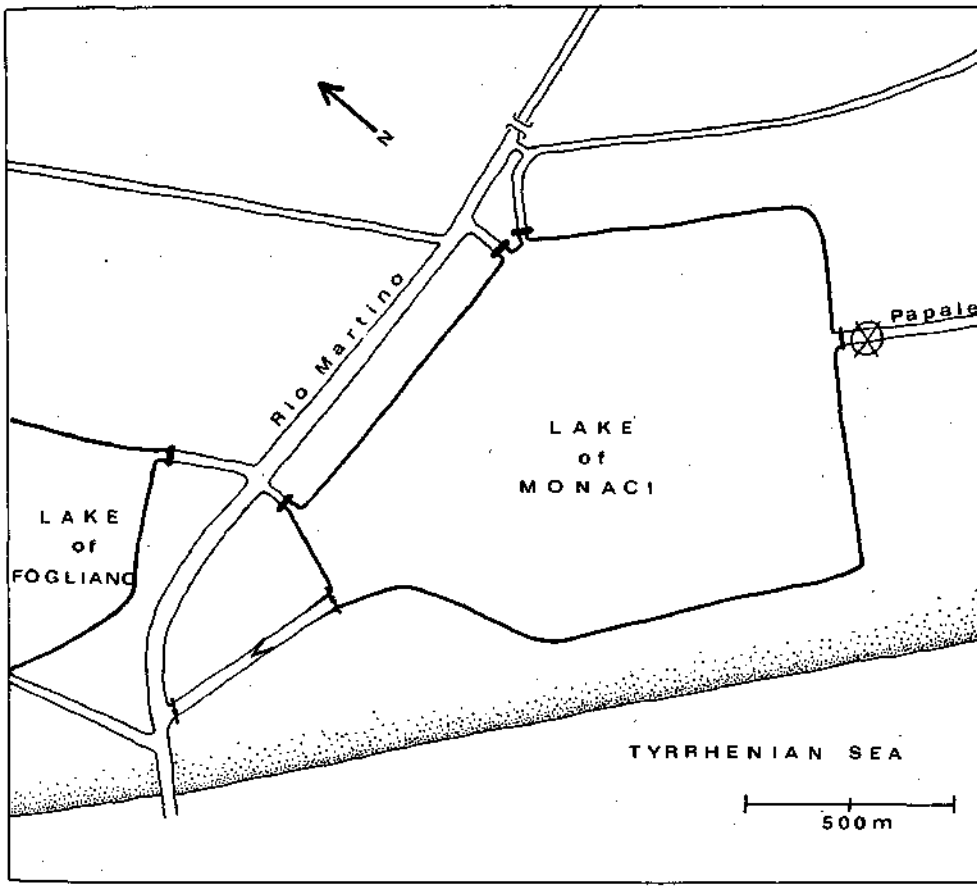


Fig. 1 - Lake Monaci. The pumping station is shown on the Papale channel.

The present management, that took up the lake in 1979, solved the problem with the interruption of water inlets from Rio Martino, and with the pumping, inside the lake, of water from a nearby channel connected to the sea, to provide the necessary water input. The situation is still not optimized, because the fish-weir placed in the channel connecting the lake with Rio Martino is ineffective, thus excluding the principal gear generally used to fish silver eels, and the ascent of fry is reduced when the sluices at the mouth are closed. Even with the limitations of this hydrological scheme it has been possible to overcome dystrophic crises and to recover productivity.

Fishing gear description

Eel fishing is done only by means of winged fyke-nets both for yellow and silver eels. This fishing gears, singly or in groups, are used mainly along the shores with few groups in the middle of the lake, up to maximum of a hundred contemporaneously.

The bag of the fyke-net used has a stretched mesh-size of 13 mm (7 mm of side). It is important to notice that the mesh-size is not responsible for the dimension of the eels caught as these are kept, once they are captured, in cages with stiff meshes of 7 mm of diameter.

About 250 fishing days is the annual fishing effort on eels, and it is portioned in two periods, October-January for silver and March-July for yellow eels.

Data collecting and processing

For this study, based on the year 1983 catch data, 469 specimen extracted with random samples from the catch were examined. Of these 119 were silver and 350 yellow. On this samples a set of biometrical measurements were carried out. Length and weight were measured respectively to the lower half centimetre and to the lower gram.

Sex determinations were done by direct inspection of the gonads (SINHA & JONES, 1966), with occasional histological controls for small yellow eels. Possible bias introduced with this method in the sex ratio of yellow eels, by incorrect determinations of the sex (COLOMBO *et al.*, 1984), were analysed with a parallel determination of the sex ratio of silver eels as a mean of comparison.

Otoliths were used for age determination. Following PENAZ & TESCH (1970) method, the sagitta was first ground and then observed in xilol, under a stereo-microscope.

For the description of growth, the von Bertalanffy equation was used fitted by least square procedure to length at age data (ABRAMSON, 1970). The extension of this equation to weight was obtained introducing the coefficients of the length-weight ratio.

The age structure of the catch was extrapolated from the age composition of the samples, and was used as input for Virtual Population Analysis (POPE, 1972) carried out solving SIMS' (1982) algorithms backwards in time, to obtain an estimate of the value of the recruitment to the first age class (R_1). The natural mortality coefficient (M) was estimated from the URSIN (1967) relationship: $M = W^{-1/3}$, which had been successfully used for eels by RASSMUSSEN & THERKILDSEN (1979).

The biological parameters obtained from the previous elaborations were used as input for the BEVERTON & HOLT (1957) model.

Together with the collection of the biological data of the stock, the analysis of the available fishery statistics was carried out. Information was obtained on annual catches and on the fry-stocking interventions.

Results and discussion

The capture of eels for the year examined (1983) has been of 112 kg/ha, on a total fish yield of 284 kg/ha. The present management obtained this production with regular interventions of fry-stocking of the principal species of economic interest and in particular for eels with glass eels at an average density of 1 kg/ha. In the year 1981 the seeding has been done with elvers (ragani) of 6-9 g, instead of glass eels, with a density of 12 kg/ha. This intervention brought the yield of eels in the year 1984 up to 324 kg/ha, on a total of 528 kg/ha.

Population Structure

The length frequency distribution of the captures (Fig. 2) shows for yellow eels an average length of 25.35 + 2.35 cm for undifferentiated, 28.72 + 2.22 cm for males and 40.37 + 7 for females, while silver eels have an average length of 31.48 + 2.57 cm.

The sex ratio for yellow eels excluding the undifferentiated (53% in number of the total sample of yellow eels) is in number 96.3% of males and 3.7% of females. Considering the mortality rates of the two sexes comparable, the sex ratio of silver eels, which can be univocally determined, has been used as a mean of comparison to determine the accuracy of our values. For silver eels we obtained a sex ratio of 95.8% of males and 4.2% of females, thus evidencing a discrepancy of only 0.5% with that of yellow eels, which led us to the conclusion that the determination of sex by direct inspection of the gonads, in our case, can be fairly acceptable.

Age and growth

Age was calculated, as usual, from the entrance of glass eels inside the lagoon, thus excluding from the ring counting the internal nucleus.

No animal older than the fifth year class has been found in the samples (Tab. 1), though fishermen report occasional captures of bigger animals. As 90% of the total catch belongs to the second and third age class, this interval can be considered the fishable life span of eels in lake Monaci, datum which is in accordance with other Tyrrhenian lagoons (ARDIZZONE *et al.*, 1982).

In details, the age structure of the samples evidences a dominance of the third age class for yellow eels, both for undifferentiated (average length 26.1 + 1.95) and for males (average length 28.6 + 2), though a certain amount (11% of the total yellow eels) of undifferentiated belongs to the second age class (average length 23.1 + 1.88). Among silver eels, males of the third (average length 30.8 + 1.9) and fourth (average length 33.6 + 2.9) age class are mostly frequent.

Analytic model request as input the growth parameters of the species, and being growth quite different for males and females in *Anguilla anguilla,* two models were supposed to be developed. But being the percentage of males over 95% of the population and the number of females scarcely significant to build a growth curve, growth models were applied only to males, disregarding in the following analyses and calculations the female fraction of the population.

Fitting the von Bertalanffy model we obtained for males the following parameters: $L = 42.1$, $k = 0.391$, $t_o = -0.001$. Comparing this values with other data available for Italian lagoons (Tab. 2) it is evident the fastest growth of the eels in lake Monaci while the maximum length reached is rather small, it is important to say, though, that in the various works, the percentage of silver eels considered is different. Also for the lenght-weight ratio the values obtained are peculiar, as b is among the most isomorphic value of those available ($W = 0.002\ L^{2.92}$). From this last equation a value of 113 g for W was obtained.

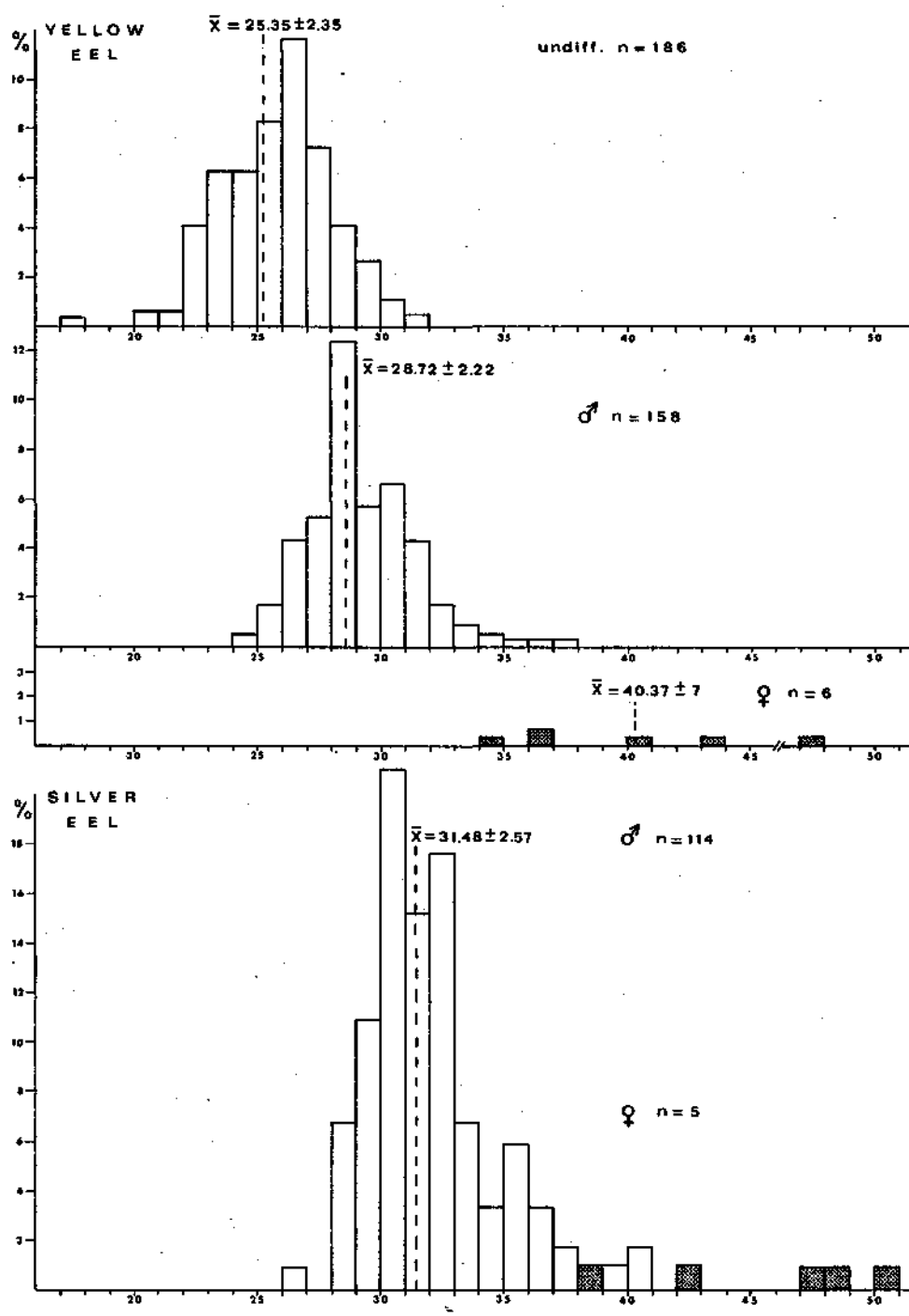


Fig. 2 - Length-frequency distribution of silver and yellow eels.

Tab. 1

YELLOW EEL

	Undifferentiated					Male					Female				
AGE	N	L ± S.D.	range L	P ± S.D	range P	N	L ± S.D.	range L	P ± S.D.	range P	N	L ± S.D.	range L	P ± S.D.	range P
1+	38	23.1 ± 1.88	17 – 28	21.5 ± 5.98	7 – 38	2	26.5 ± 1.41	25.5 – 27.5	30.5 ± 0.71	3 – 31	–	–	–	–	–
2+	147	26.1 ± 1.95	21.5 – 31	29.5 ± 6.75	15 – 50	137	28.6 ± 2	24.5 – 37	38.6 ± 10 2	23 – 105	2	37 ± 4.24	34 – 40	81 ± 29.7	60 – 102
3+	1	28		35		19	31.3 ± 1.95	29.5 – 36.5	48.8 ± 9.92	34 – 75	3	38.7 ± 3.75	36.5 – 43	97 ± 26.4	77 – 127
4+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1	53		280	
TOT	186					158					6				
range			17 – 31		7 – 50			24.5 – 37		23 – 105			34 – 53		60 – 280

SILVER EEL

		Male				Female				
AGE		N	L ± S.D.	range L	P ± S.D.	range P	N	L ± S.D.	range L	P ± S.D.	range P
1+		–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
2+		81	30.8 ± 1.88	26 – 37	47.3 ± 6.75	34 – 80	–	–	–	–	–
3+		32	33.6 ± 2.91	30 – 40	66 ± 21.6	44 – 118	1	38.5		109	
4+		1	36.5		110		4	46.5 ± 5.66	42.5 – 50.5	163 ± 61.5	120 – 207
TOT		114					5				
range				26 – 40		34 – 118			38.5 – 50.5		109 – 207

Tab. 2

LAGOON	L∞	K	b
MONACI (Central Tyrrhenian)	42.1	0.391	2.92
COMACCHIO (Po Delta) *	47.5	0.274	1.92
VALLE NUOVA (Po Delta) *	51.3	0.378	2.67
PORTO PINO (Sardinia) +	50.1	0.337	2.30
LESINA (Southern Adriatic) ×	—	—	2.91
VARANO (Southern Adriatic) *	—	—	2.42
BURANO (Central Tyrrhenian) v	—	—	3.08

* (Rossi & COLOMBO, 1976), + (Rossi & CANNAS, 1984), × (Rossi & VILLANI, 1980), v (ARDIZZONE *et al.*, 1982).

Fishery analysis

As shown in Tab. 3 natural mortality coefficients for each age class were used in VPA. They were calculated from the mean weight of each single age class obtained from the Bertalanffy equation.

The recruitment to the first age class of the population obtained from VPA, was R_1 = 875912, which gave with the value of the total eel catch (1983 datum) of 11238 kg of which 10537 kg of males, an observed yield per recruit (Y/R) of 12 g.

Due to the need of a single natural mortality coefficient for the analytic model, the weighted mean of the coefficients (M = 0.48) of the single classes was assumed.

Entering in the isoplets diagram (Fig. 3) with the observed age of first capture ($t_c = 2$) in correspondence of an yield per recruit of 12 g, a fishing mortality coefficient of F = 0.52 was obtained, while from the same diagram, with F , a maximum theoretical

Tab. 3

AGE	CATCH	M	F	Z	N
1	0	0.61	0.00	0.61	875912
2	36269	0.36	0.09	0.45	475927
3	250656	0.31	2.43	2.74	301997
4	17748	0.26	3.63	3.89	19419
5	299	0.21	0.63	0.84	398

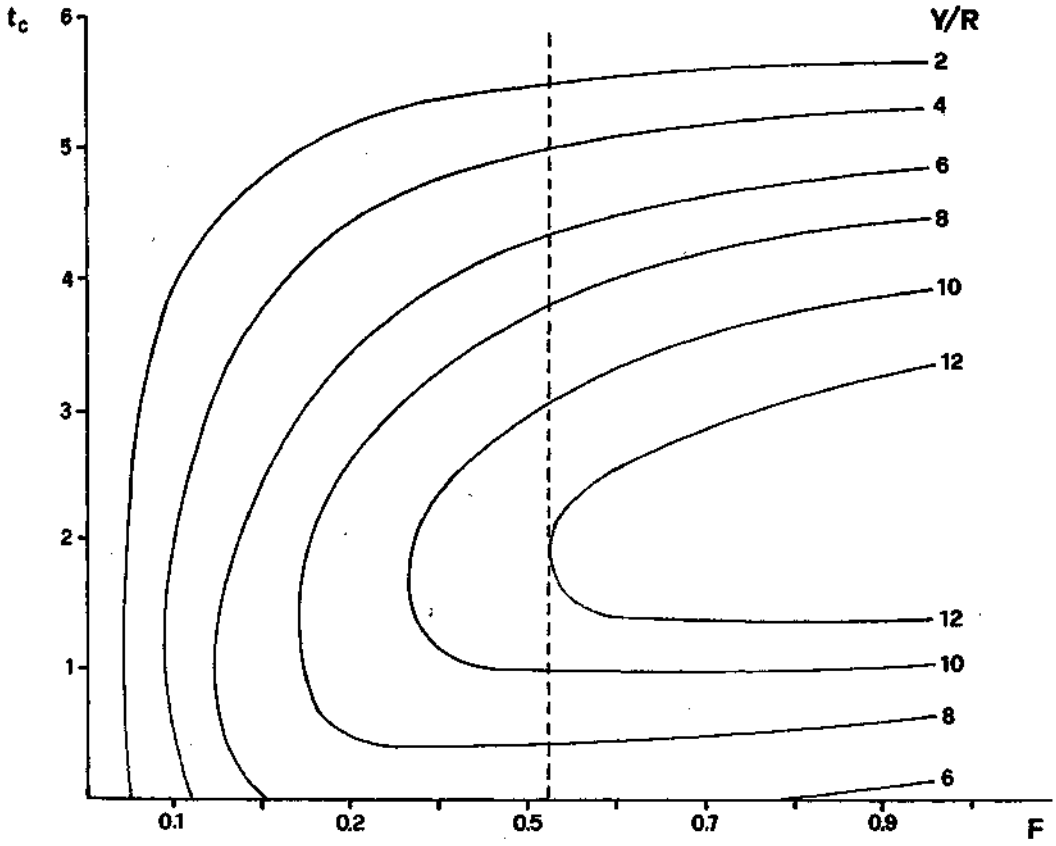


Fig. 3 - Isoplets diagram. The dotted line indicates present fishing mortality.

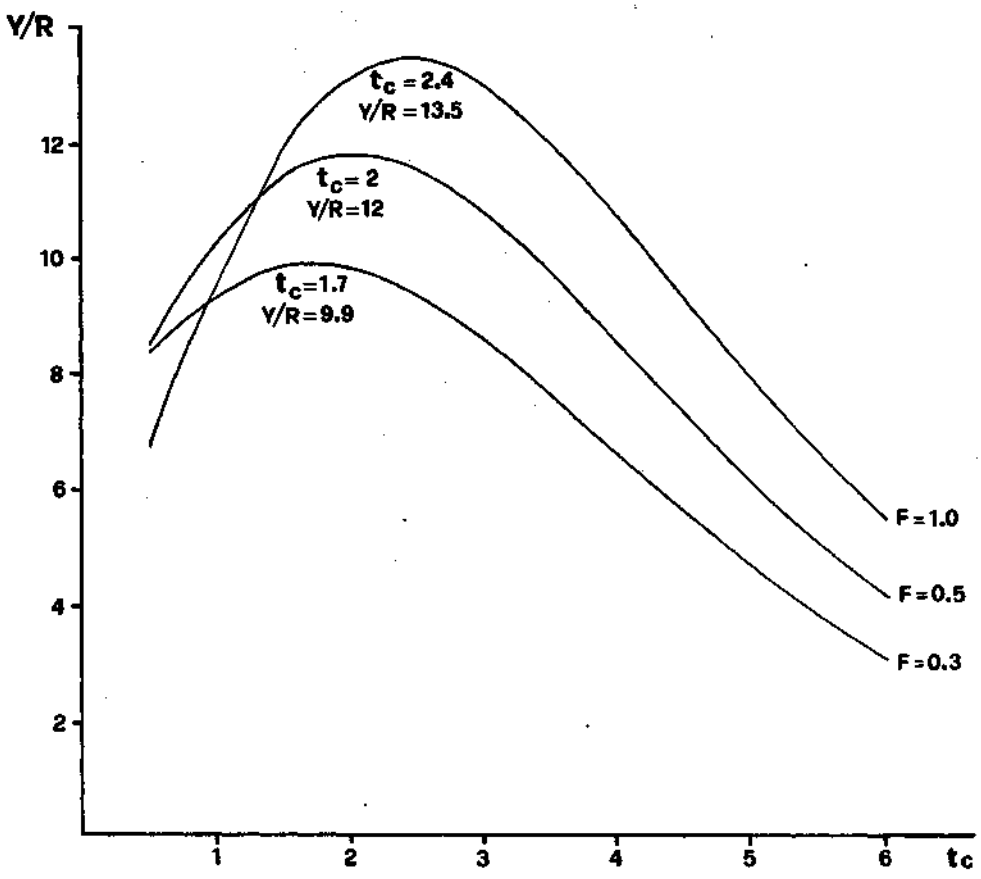


Fig. 4 - Diagram of yield per recruit (Y/R) against age of first capture (t_c). Fishing mortality (F) constant.

achieved balancing the seedings, in relation both to the carrying capacity of the environment and to the presence in the lake of other species of high economic value, and eventually, with the opening of a new direct communication with the sea.

As a more general consideration of the problem, the Monaci experience has evidenced, being its eel production at the highest levels known, that the present exploitation of yellow eels in Central Italy's lagoons cannot be considered unfavourable.

In fact the eel population of these lagoons is mainly composed of males (GRASSI, 1919; D'ANCONA, 1959; ARDIZZONE *et al.*, 1982) and therefore eels are, in average, smaller and tend to migrate earlier than those of other environments, such as the North Adriatic Valli (Rossi & COLOMBO, 1976), which are characterized by populations with a high percentage of females.

The smaller average dimension of the individuals and their earlier migration, is probably at the basis of the present fishing effort applied on yellow eels in this area, being the dimensions of the two stages (yellow and silver) comparable with the advantage of a continuous exploitation of the resource throughout all the year.

Obviously the exploitation throughout the year of the resource is not itself a warranty of high yields, as shown by the variability of productions in the different Tyrrhenian lagoons. The increase of production in lake Monaci may be singled out as the result of an active management (on the contrary of just «drawing up fish») carried out in the last years and directed to: a) Water quality control by pumping sea water during summer, b) Correct sizing of fishing gears in relation to the effort applied, c) Increase of natural recruitment with artificial fry-stocking.

The improvement of water quality could be the starting intervention, as the periodic mass mortalities of fishes due to the dystrophic status of lake Monaci, common to most of the Tyrrhenian Coastal lagoon, are incompatible with any correct management of fish resources.

At the same time it is evident the importance of a right sizing of the gears, because, being the fishing effort unlinearly correlated to the fishing mortality, the quantification of its variation to achieve an increase of production is rather difficult, thus living it as a parameter more than a variable.

Having stabilized the environmental condition and balanced fishing effort and gear, the artificial fry-stocking could be the basic point to increase the fish stock. Data on positive effects of eel seeding in comparatively low producing freshwater environments of North Europe are reported by TESCH (1977). Rossi & PAPAS (1979) evidenced the success of seedings in the North Adriatic Valli (Italy) though without any linear correlation between amount of glass eels or elvers and captures. For lake Monaci the limited data available makes it impossible to analyse any long term correlation, but the results obtained seems particularly positive, and the causes are probably connected to the good condition of both the young eels and the water at the moment of the seeding and, as evidenced by TESCH (1977), to the small surface of the lake and to its insulation from the rest of the regional water system.

Little is known about the maximum sustainable yield in lagoons with controlled recruitment, therefore the carrying capacity of the environment must be accurately investigated also in relation to the presence in the lagoon of other species of high economic value. With this approach indications can be obtained on the optimum level of artificial recruitment to reach an optimal yield for the different environments.

Acknowledgements

Thanks are due to Prof. R. Rossi for his valuable advice, to the management and the personnel of the «Fogliano Pesca» Company, which administers Lake Monaci, and to Dottor P. Pelusi and P. Guglielmi for their help in collecting data.

Summary

Eel (Anguilla anguilla) *in one of the principal fish resources of Central Italy lagoons. Its fishing is carried out mainly on *small animals and therefore mostly on yellow eels.*

In lake Monaci (Latium) the eel population consists for over 95% of males.

Captures consist principally of individuals of age ranging from the second to the fourth year of life in the lagoon. Both the growth equation and the models of population dynamics have been applied only on males, as they represent most of the population.

The parameters of the von Bertalanffy growth equation for males are: L = 42.1, k = 0.391 and t_o = - 0.001. The lenght-weight relationship is W = 0.002 $L^{2.92}$). From which a W = 113 g was calculated. With Virtual Population Analysis the recruitment to the first age class R_1 = 875912 was estimated and from this datum together with the total yield of males (10537 kg) the observed yield per recruit (Y/R = 12 g) was calculated.

The analysis of the analytic model (BEVERION & HOLT, 1957) for the present age of first capture (t_c = 2) and fishing mortality (F = 0.52) showed a maximum yield per recruitment equal to the observed datum evidencing the unproductiveness of a modification both of fishing mortality and of age of first capture.

The principal factors determining the present optimum level of exploitation have been evidenced in water quality control and fry-stocking. In accordance with the calculated growth rates, the first seedings done in the latest years, are responsible of the present increase in production that brought the catches to 328 kg/ha.

Riassunto

L'anguilla (*Anguilla anguilla* L.) rappresenta una delle principali risorse ittiche delle lagune dell'Italia Centrale, la sua pesca viene effettuata su animali di piccola taglia e quindi per buona parte su anguille gialle.

La popolazione del Lago Monaci risulta costituita da oltre il 95% di animali di sesso maschile e quindi a minore accrescimento. Il pescato è caratterizzato dalla presenza di classi di età comprese principalmente tra il secondo ed il quarto anno di permanenza in laguna.

Vista la netta dominanza d'anguille di sesso maschile soltanto su queste sono stati applicati i modelli per l'analisi della dinamica di popolazione. I parametri della curva di von Bertalanffy ottenuti per i maschi sono L = 42.1, k = 0.39 e t_o = - 0.001, la relazione lunghezza-peso è data da W = 0.002 $L^{2.92}$ da cui si ricava un W = 113 g.

Mediante la Virtual Population Analysis si è ottenuta una stima del reclutamento alla prima classe di età (R_1 = 875912). Dalle catture totali di animali di sesso maschile (10537 kg) e dall' R si è ricavata una resa per recluta (Y/R) pari a 12 g. Con una taglia di prima cattura t_c = 2 e una mortalità da pesca di F = 0.52, il modello analitico (BEVERTON & HOLT, 1957) dà un Y/R che corrisponde all'osservato evidenziando inoltre la non convenienza di un aumento dello sforzo di pesca e di una modificazione della taglia di prima cattura.

Interventi basilari per l'ottimizzazione nello sfruttamento della risorsa sono stati il controllo della qualità delle acque mediante immissione d'acqua marina e la semina di novellame. In accordo con le crescite stimate, la prima semina massiva effettuata negli anni passati è responsabile dell'attuale incremento di produzione fino a livelli di 328 kg/ha.

Bibliography

ABRAMSON N.J. (1971) - Computer programs for fish stock assessment. *FAO Fish. Tech. Pap.*, 101: pag. var.

ARDIZZONE G.D. (1984) - Biological characteristic, exploitation and management of fishery resources in coastal lakes of Central Italy. *Stud. Rev. GFCM* (61) 2: 461-476.

ARDIZZONE G.D., ROSSI R. (in press) - La risorsa ittica del lago salmastro di Fondi: analisi dei rendimenti e modelli di produzione. Atti XV Congresso SIBM, Trieste 28 September - 2 October 1983.

ARDIZZONE G.D., PELUSI P., TRIPALDI G. (1982) - Accrescimento ed aspetti della produzione delle specie ittiche del lago salmastro di Burano. *Boll. Mus. Ist. Univ. Genova,* 50 suppl.: 101-108.

BEVERTON R.J.H., HOLT S.J. (1957) - On the dynamics of exploited fish populations. *Fishery Investigations,* Series II, XIX, HMSO London: 533.

BULLO G.S. (1891) - Piscicoltura marina. Stab. Prosperini Padova: 430.

BULLO G.S. (1940) - Le valli salse da Pesca e la Vallicultura. Officine Grafiche Carlo Ferrari, Venezia.

COGNETTI G., DE ANGELIS C.M., ORLANDO E. *et al.* (1978) - Risanamento e protezione dell'ambiente idrobiologico della laguna di Orbetello. Parte I. Situazione ecologica e ittiocoltura. *Ingegneria Ambientale, 4* (4): 304-406.

COLOMBO G., GRANDI G., ROSSI R. (1984) - Gonad differentiation and body growth in *Anguilla anguilla* L. *J. Fish. Biol.,* 24: 215-28.

CORSI F., ARDIZZONE G.D. (1985) - Some environmental conditions affecting yellow eels catchability. *Oebalia* XI - 2, N.S. 561-571.

COTTIGLIA M. (1981) - Gli «stagni» sardi; situazione attuale e possibility future. *Quad. Lab. Tecnol. Pesca,* 3 (suppl. 1): 185-200.

D'ANCONA U. (1959) - Distribution of the sexes and environmental influence in the European eel. *Archs. Anat. microsc. Morph. exp.,* 48 bis: 61-70.

DE ANGELIS R. (1960) - Mediterranean brackish water lagoons and their exploitation. *Stud. Rev. GFCM,* 12: 90 pp.

DEELDER C.L. (1984) - Synopsis of biological data on the eel *Anguilla anguilla* (Linnaeus) 1758. *FAO Fish. Synop.,* (80) rev. 1: 73.

GATTO M., ROSSI R. (1979) - A method for estimating mortalities and abundances of the Valli of Comacchio eels. *Mem. Ist. Ital. Idrobiol.,* 37: 107-14.

GRASSI B. (1919) - Nuove ricerche sulla storia naturale dell'Anguilla. *Mem. R. Com. Talass. It.,* Venezia, N. 67.

GRAVINA F., ARDIZZONE G.D., SCARDI M., FRESI E. (1985) - The Latium Coastal Lakes: the ecology of benthos and management of the environment. *Oebalia* XI - 2, N.S.

GULLAND J.A. (1966) - Manual of sampling and statistical methods for fisheries biology. Part 1: Sampling methods. FAO, Rome, 87 pp.

KAPETSKY J.M., LASSERRE G. (Eds.) (1984) - Management of coastal lagoon fisheries. *Stud. Rev. GFCM,* 61.

LASSERRE G., LABOURG P.J., DO-CHI T. (1976) - Alvinage et exploitation des etangs saumâtres de la region d'Archacon. *Vie Milieu,* 26 (2B): 299-317.

PENAZ V.M., TESCH F.N. (1970) - Geschlechverhâltnis und Wachstum beim Aal *(Anguilla anguilla)* an verschiedenen lokalitation von Nordsee und Elbe. *Ber. dt. Wiss. Komm. Meeresforsc.,* 21: H 1-4, S 290-310.

RASMUSSEN G., THERKILDSEN B. (1979) - Food, growth and production of *Anguilla anguilla* L. in a small Danish stream. *Rapp. P.v. Reun. Cons. int. Explor. Mer.,* 174: 32-40.

ROSSI R. (1979) - An estimate of the production of the eel population in the Valli of Comacchio (Po Delta) during 1974-76. *Boll. Zool.,* 46: 217-23.

ROSSI R., CANNAS A. (1984) - Eel fishing management in an hypersaline lagoon of the Southern Sardinia. *Fish. Res.,* 2: 285-98.

ROSSI R., COLOMBO G. (1976) - Sex ratio, age and growth of silver eels in two brackish lagoons in the Northern Adriatic Valli of Comacchio and Lesina. *Archo Oceanogr. Limnol.,* 18 suppl. 3: 327-41.

ROSSI R., COLOMBO G. (1979) - Some observations on age sex and growth of silver eels *(Anguilla anguilla* L.) in North Adriatic Lagoons. *Rapp. P.v. Reun. Cons. int. Explor. Mer,* 174: 64-9.

ROSSI R., PAPAS P. (1979) - Analisi del pescato di una «Valle» del Delta del Po (Valle Nuova - Ferrara) dal 1950 al 1978. *Annali Università di Ferrara, (Nuova Serie),* 1 (9): 123-48.

ROSSI R., VILLANI P. (1980) - A biological analysis of eel catches, *Anguilla anguilla* L., from the lagoons of Lesina and Varano, Italy. *J. Fish. Biol.,* 16: 413-23.

SIMS S.E. (1982) - Algorithms for solving the catch equation forward and backward in time. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.,* 39: 197-202.

SINHA V.R.P., JONES J.W. (1966) - On the sex and distribution of the freshwater eel *(Anguilla anguilla). J. Zool. Lond.,* 150: 371-85.

TESCH F.W. (1977) - The eel. Biology and management of Anguillid eels. Greedwood, P.H. ed. Chapman and Hall, London, 434.

URSIN E. (1967) - A mathematical model of some aspects of fish growth, respiration and mortality. *J. Fish. Res. Bd. Can.,* 24 (11): 2355-453.

OEBALIA 1985, vol. XI - 2, N.S.: 561-571 ISSN 0392-6613

F. CORSI G. D. ARDIZZONE

Dipartimento di Biologia Animale e dell'Uomo
Università «La Sapienza» Roma - Italy

SOME ENVIRONMENTAL CONDITIONS AFFECTING YELLOW EELS CATCHABILITY

Abstract

Environmental influence on yellow eels catchability.

Some environmental factors influencing yellow eels catchability are analysed in relation to commercial catch data by means of multivariate analysis. Both an hydrodynamic factor combining some of the considered variables and the complexity of the mutual relationship among factors are evidenced.

Key-words: *Anguilla anguilla*, behavioral response, environmental effects.

Introduction

Eel (*Anguilla anguilla* L.) fishing activities are rich of empirical belives wich are the result of centuries of practical experience (GRASSI, 1914).

The relationship between environmental variables and eel catchability is traditionally well known and practically utilized. In fact eel catches are scarcely correlated to fishing effort, as eel fishing is carried out mainly by means of fixed gears, which base their efficacy on the animal movements depending mostly on environmental factors (Rossi and CANNAS, 1984). Therefore catchability can be regarded as a motility index.

Two different types of migratory movements are the main source of eel catches, one, concerning silver eels, induced mainly by reproductive stimuli (winter migration), the other regarding yellow eels (summer migration) held to colonize inland waters (DEELDER, 1984).

Most of the literature dealing with eel movements concerns silver eels. Thus a wide description of the environmental variables which influence eel reproductive migration is available (TESCH, 1977).

The lunar cycle is the most widely accepted phenomenon which influences eels catchability, though different kind of interpretations have been proposed: moon light intensity as principal factor controlling the migratory impulse (FROST, 1950; LOWE, 1952; DEELDER, 1953; 1954) or affecting the animals ability to elude the fishing gear (WESTIN

& NYMAN, 1979) and more complex influences related to the lunar cycle itself (MEYER, 1938; JENS, 1952/1953; BOETIUS, 1967). Additional informations on environmental stimuli affecting silver eels movements concern water currents (BIKER CAARTEN, 1946; RESTROM, 1979) water conditions (RESTROM, 1979), microsismis (DEELDER, 1984) and temperature (WESTIN & NYMAN, 1977, 1979).

Less is known on the influence of environmental variables on yellow eels summer migration, though some relationships, as the influence of the lunar cycle, evidenced for silver eels, may be applied to both stages (WESTIN & NYMAN, 1979).

The influence of temperature (NYMAN, 1972) has been investigated evidencing the low temperature inhibition to yellow eels movements, especially in large specimen (SORENSEN, 1950; MANN, 1963), while a positive stimulus to migration has been found in turbolence, particularly if it is induced by water inputs from different basins. (DEELDER, 1958).

We had the occasion, during a study of population dynamics at the Monaci lagoon fishery (ARDIZZONE & CORSI, 1985) - held within an interdisciplinary project of research for the appraisal of the present ecological status of the coastal lakes of Central Italy — to investigate the relationships existing between some environmental variables both natural, such as wind intensity and direction and the lunar cycle, and artificial, such as the sea water pumping (about 800 l/s) which is carried out 24 hours per day during the summer to avoid possible dystrophic crises, due to the unfavourable hydrodynamic condition of the lagoon (ARDIZZONE, 1984).

Even with a limited number of observations, the aim of this work is to evidence, with the aid of multivariate analysis, the mutual relationships existing between the variables examined.

Materials and methods

Lake Monaci is a brackish water basin of 95 ha with average depth of about 1 m, situated in the Pontine Plain. Its shape is nearly squared, with the vertices pointing the four cardinal points. An accurate management brought the lake to the highest eel production of the area (ARDIZZONE & CORSI, 1985).

This work is based on the registrations of daily professional catches for the period May - June 1984, which has been particularly favourable reaching a total yield of 107 q. Because of the quantity and perishability of the captures a daily sale was carried out allowing us an accurate control over the records. Even so we disregarded those data which were not completely reliable because of possible recordings of overlapping catch data from more than one day, as, for example, the days following periods when the fyke-nets were not controlled, due to different activity of fishermen.

The total number of days kept (25) after this first analysis has been divided in two sets, one (14 days) including the days prior to (May) and the second (11 days) those after (June) the starting of the seawater pumping. For the entire period of observation wind intensity and direction data, recorded every hour at the Meteo Station of a nearby airport, have been available.

The sum of products of the hours of occurrence by the value of the corresponding Beau-

fort class was assumed as a single wind intensity parameter for each day. These parameters were used to build an histogram showing a comparison between wind intensity and catch trends.

In addition to the histogram which is both a first mean of investigation and a test for the validity of the interpretation of further analysis result, we used multivariate analysis to give a synthesis of the mutual relationships existing between variables in determining catches.

For this purpose, wind variable was arranged in 4 classes of intensity (0 m/s, up to 3.3 m/s, from 3.3 to 7.8 m/s, and over 7.8 m/s) and in 4 classes of direction (I, II, III, and IV quadrant). Within each day the four classes of intensity and those of direction were ranked giving value 1 to the class with the least number of hours of occurence, and value 4 to the class more represented; classes with the same number of hours were given a value equal to the mean of the ranks due. Also the moon variable was divided in 4 classes (the four phases), using in this case binary values.

The analysis was made by means of reciprocal ordering technique (ORLOCI, 1978). This method generates an isometric space where variables and observation, represented together, show their reciprocal relationships by means of their distribution.

For a convenient interpretation of the results, the analysis was repeated for different sub-matrices, to determine the contribution of each environmental variable to the recapitulary model.

The significances of the orderings were examined with the test proposed by FRONTUER (1974). All interpreted axes were found to be significant, though the significance was reduced by the conciseness of data.

Results and discussion

As it is shown in Fig. 1 a good relationship exists between the wind intensity parameters and the catch data for the set of days preceding the start of the summer pumping.

The same information may be extrapolated from the first two models, both obtained from the analysis of the same set of days.

The first (Fig. 2), shows the result of the ordering of the matrix comprehensive of the moon phase variables. This model in the plane formed by the first two axes (variance: F I = 27.4% and F II = 20.8%) isolates in the negative portion of the first axis, in the area dominated by variables such as full moon, low or absent wind and the IV quadrant, all the days with scarce or no catch. In the positive portion, the days with high catches, centered on the remaining quadrants and on medium and high intensity winds, are expanded diagonally between the two points corresponding to the first and the last moon quarter. Two points corresponding to high catch days diverge from the interpretation, being located in the negative portion both of the first and the second axis, this is probably due to new moon's positive influence on the catch of days with scarce or absent wind. From this model it is possible to evidence some factors such as full moon and scarce wind which have a negative stimuli on the movement of yellow eels, and thus reduce its catchability, while all other factors seem to concur in determining the quantity of catches.

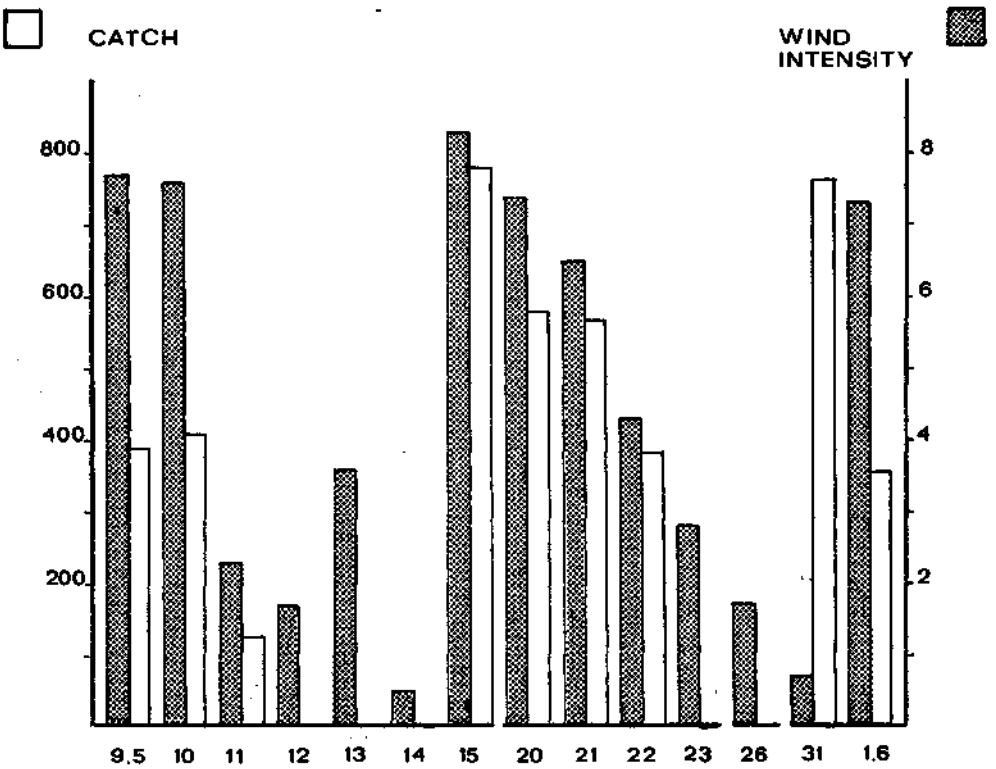


Fig. 1 - Histogram of catch and wind index for the set of data preceding the pumping period.

The second model, which is just a repetition of the analysis on the same set of data, this time without moon variables, has been used to overcome the contraction of the point towards the origin which was caused by the binary structure of the lunar cycle data, and thus to allow a better vision of the relationships between wind and catchability.

This second analysis (Fig. 3) shows two overlaying increasing trends along the first axis (F I = 36.2%), one regarding catches, the other wind intensities. The two high catch days which fall in the negative portion of the first axis are those scarcely correlated to wind intensity and highly correlated to new moon, as evidenced by the first model.

As for the arrangement of the wind direction variables, in this model as in the preceding one, it reflects the dominance, for the season considered, of southeastern winds. Keeping in mind the explanation of the position occupied by the two diverging points in the negative portion of the first, this model shows a nearly direct correlation between wind intensity and catches, as already evidenced in Fig. 1.

The analysis of the second set of data done both with and without moon variables, does not show any evident relation between catches and environmental variables. Only the results of the elaboration of the matrix without moon variables are shown as they are fairly more readable and contain most of the information.

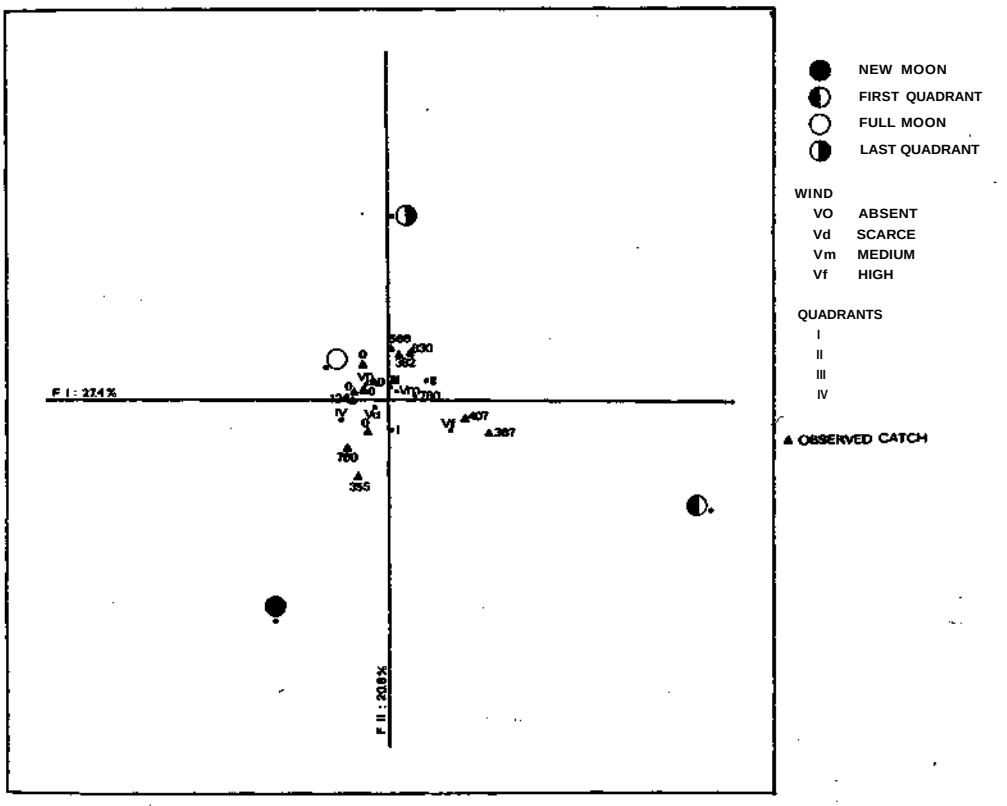


Fig. 2 - Diagram of the reciprocal ordering of catch data and environmental variables including lunar-cycle concerning the period preceding the pumping.

In this model (Fig. 4) there is no evident pattern in the distribution of the wind intensity points, though a decreasing trend of catches shown along the first axis (F I = 50.3%), with high catches related to dominant winds (II quadrant) suggests an influence of wind on catches, regardless of its intensity.

The next step has been the integration of the two sets of data to obtain information on the influence of the pumping over the motility of yellow eels. Also in this case, to avoid the contraction of the points towards the origin, only the model without moon variables is described (Fig. 5).

In this model (F I = 37.4%, F II = 23.7%) the environmental variables are again arranged as in the first two analysis. As regards to the catch observations, the conjuction of the «pre-pumping» with the «pumping» days, does not produce relevant changes in the arrangement of the points concerning the first set of data, which still form an increasing trend along the first axis, concentrating the high catches in the positive Portion of the axis. The distribution of the days of the second set is instead quite modified, as it develops in an increasing trend along the negative portion of the first axis, with very few points in the positive portion near the origin. This suggests a positive in-

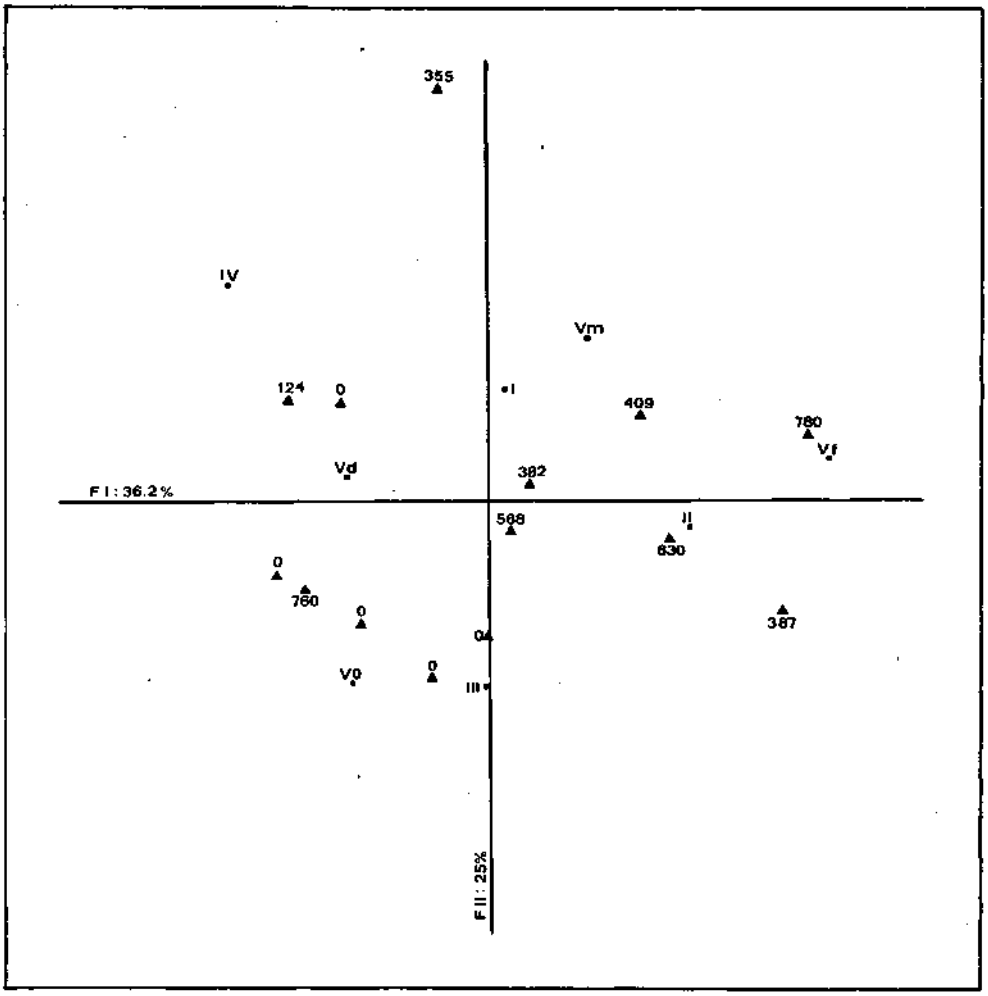


Fig. 3 - Diagram of the reciprocal ordering of catch data and wind variables concerning the period preceding the pumping.

fluence of the pumping on catches, which reduces the importance of the wind. As a possible explanation of this phenomenon, both the pumping and the wind intensity could be interpreted as a single variable «hydrodynamics».

Conclusions

Though the conciseness of data suggests great care for any possible generalization, the following results can be pointed out.

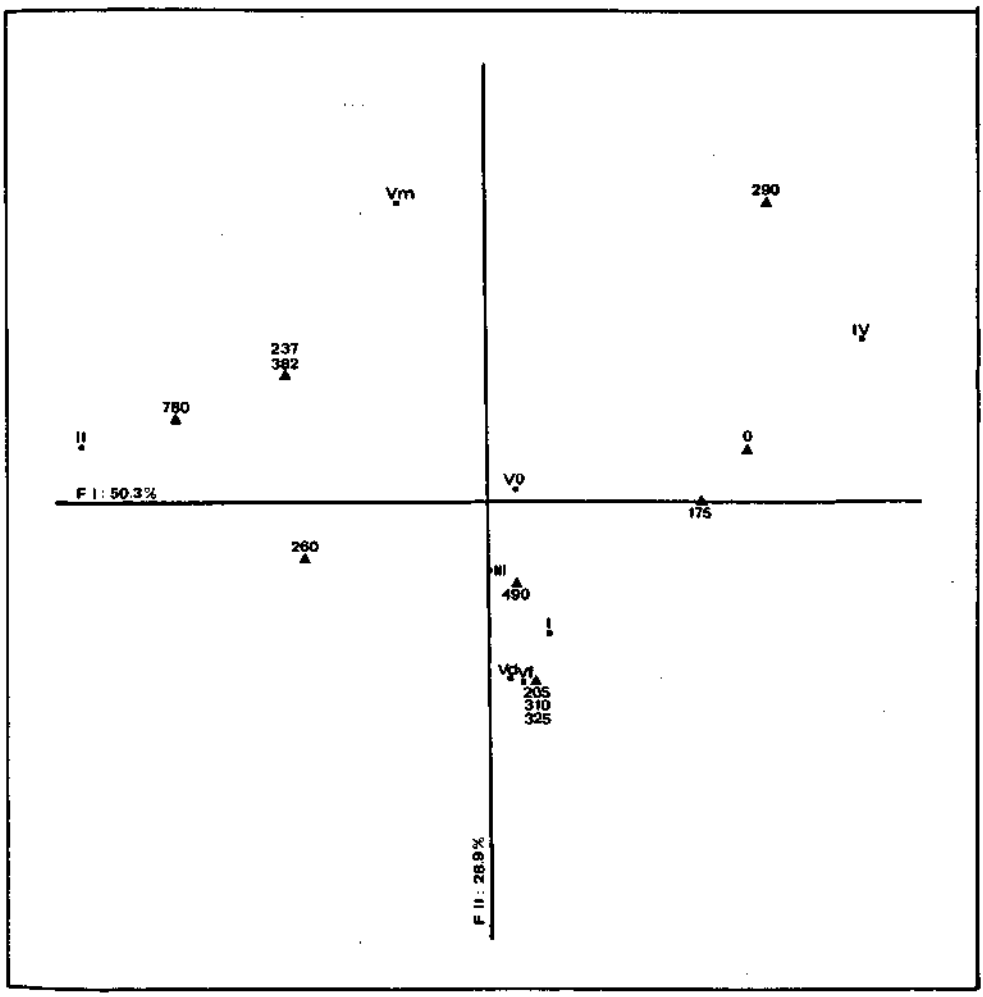


Fig. 4 - Diagram of the reciprocal ordering of catch data and wind variables concerning the pumping period.

The analysis evidenced the different conditions existing in the two months considered for the two sets of data. In May, under natural environmental conditions the wind and the lunar cycle are mostly responsible in determining the movements of yellow eels. This relationship ceases in June, with the introduction of the pumping effect.

The analysis of the period May - June as a whole, allows an interpretation of the pumping effect in relation to the wind variables, evidencing a common factor in the turbolence induced in the lake. Thus there is a scale of influences of the different variables over catchability. In the first place the hydrodynamics, in its two forms, pumping and wind intensity, while the moon becomes relatively more important only in the case of scarce or absent wind.

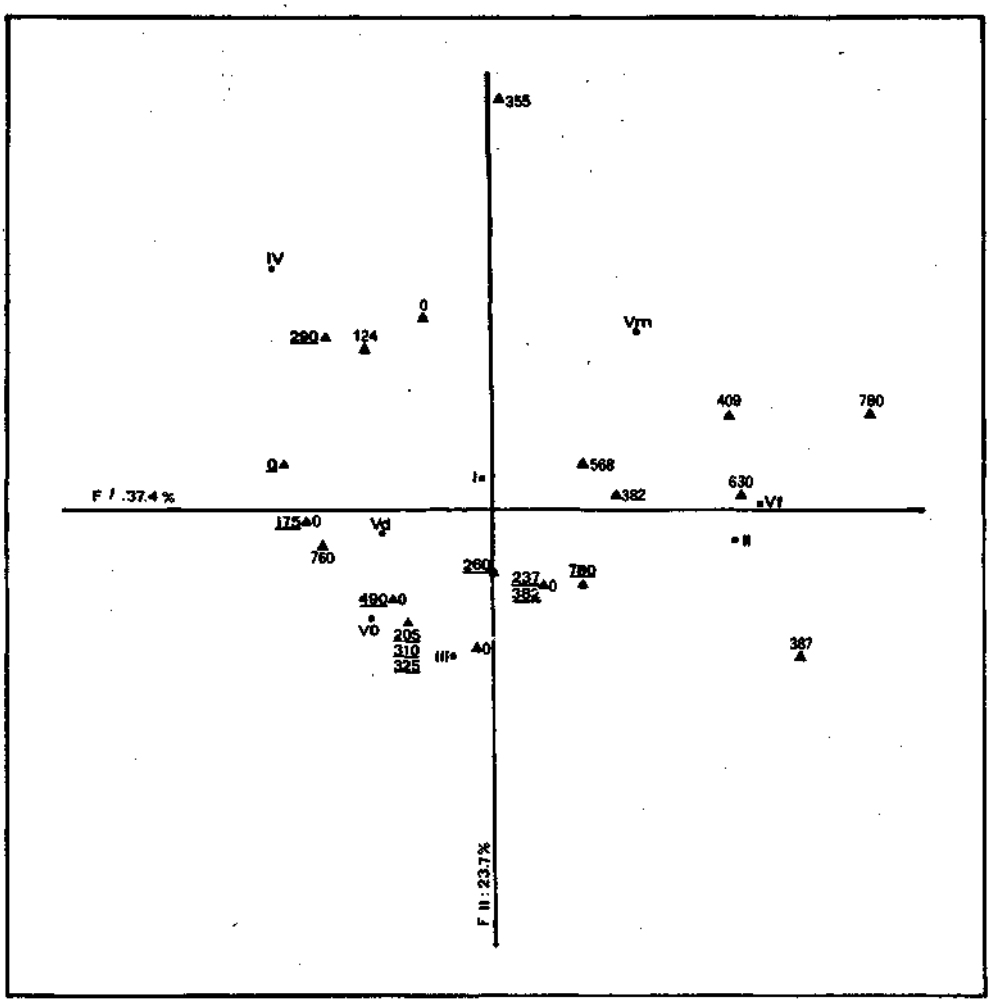


Fig. 5 - Diagram of the reciprocal ordering of catch observations and the wind variables concerning the entire set of data: underline numbers refer to catch data of the pumping period.

While the interpretation of the pumping effect as an hydrodynamic factor arises from its comparison with the wind intensity variables, it is important to notice a possible stimulus induced by the characteristics of the water inlet as suggested by DEELDER (1958). In fact a possible evidence of this could be found in the decreasing yields observed after a few weeks of pumping, which could be due to a reached homogeneity between the input water and that of the lake.

Acknowledgements

Thanks are due to the management and the personnel of the «Fogliano Pesca» company which administers the fishery of lake Monaci, and to Dr. E. Fresi and Dr. M. Scardi for their advice.

Summary

The relationships existing between environmental variables and yellow eels (Anguilla anguilla) *captures are empirically known.*

As most of the fishing gear used for eel captures are fyke nets and fish weirs, which need an active movement of the animal, it is evident that eel catchability is a measure of its motility.

Using the daily catch data of Lake Monaci (Latium) for the period May - June 1984, the relationships existing between these data and a set of environmental variables, were analysed. The environmental variables used are: lunar cycle, wind direction and intensity, and the seawater pumping carried out in this lagoon in the summer to maintain water quality.

The analysis done by means of multivariate techniques, showed an actual influence of these environmental variables on yellow eels catchability, though evidencing mutual relationship among them which make the evaluation of the importance of the various factors difficult.

As a descriptive interpretation of the analysis result, a single hydrodynamic variable is evidenced to summarize both the wind intensity and the pumping variables.

Riassunto

Le relazioni esistenti tra le variabili ambientali e le catture di anguilla gialla *(Anguilla anguilla)* sono empiricamente note.

Analizzando i sistemi di pesca usati, che sfruttano principalmente attrezzi fissi, è evidente come la catturabilità di questa specie sia da porsi in relazione con la sua motilità.

Utilizzando una serie di dati di pesca giornalieri del Lago Monaci (Lazio) relativi al periodo Maggio-Giugno 1984, è stata effettuata un'analisi dei rapporti esistenti tra questi ed un insieme di variabili ambientali. Queste sono: ciclo lunare, direzione ed intensità del vento ed il pompaggio di acqua di mare che viene effettuato nel periodo estivo per il mantenimento della qualità delle acque.

L'analisi realizzata con tecniche multivariate, ha evidenziato l'effettiva influenza di tali variabili sulle catture di anguilla gialla, rilevando tuttavia delle interrelazioni che rendono difficoltosa la valutazione del peso da attribuire a ciascuna.

L'interpretazione descrittiva dei risultati dell'analisi evidenzia un fattore unico di tipo idrodinamico riassuntivo sia della variabile intensità del vento sia della variabile Pompaggio.

Bibliography

ARDIZZONE G.D. (1984) - Biological characteristic, exploitation and management of fishery resources in coastal lakes of Central Italy. *Stud. Rev. GFCM,* (61) 2: 461-76.

ARDIZZONE G.D., CORSI F. (1985) - Eel population structure, dynamics and fishingyield in a Mediterranean coastal lagoon. *Oebalia* XI - 2, N.S. 547-560.

BICKER CAARTEN A. (1946) - Molenleven in Rijnland. Leyden, Sigthoff: 155.

BOETIUS J. (1967) - Experimental indications of lunar activity in European silver eels, *Anguilla anguilla* (L.). *Meddre. Danm. Fisk. - og Havunders,* N.S. 6 (1): 1-6.

DEELDER C.L. (1953) - Over de trek de schieraal. *Viss. Nievws, 5* (11): 124-5.

DEELDER C.L. (1954) - Factors affecting the migration of silver eel in Dutch inland waters. *J. Cons. perm. int. Explor. Mer.* 20 (2): 177-85.

DEELDER C.L. (1958) - On the behaviour of elvers *(Anguilla vulgaris* Turt.) migrating from sea into fresh waters. *J. Cons. perm. int. Explor. Mer.,* 24 (1): 1346-146.

DEELDER C.L. (1984) - Synopsis of biological data on the eel, *Anguilla anguilla* (Linnaeus, 1758). *FAO Fish. Synop.,* (80) Rev. 1: 73.

FRONTIER S. (1974) - Contribution à la connaissance d'un ecosystème néritique tropical: etude descriptive et statistique de la région de Nosy-Bé (Madagascar). These Doctorat; Univ. Aix Marseille: 628.

FROST W.E. (1950) - The eel fisheries of the River Bann, Northern Ireland, and observation of the age of the silver eels. *J. Cons. perm. int. Explor. Mer.,* 16: 358-83.

GRASSI B. (1914) - Quel che si sa e quel che non si sa intorno alla Storia Naturale dell'Anguilla. *Mem. R. Comit. talkass. ital.,* 37.

JENS G. (1952-1953) - Ueber den lunaren Rhythmus der Blank-aalwanderung. *Arch. Fish Weiss.,* 4: 94-110.

LOWE R.H. (1952) - The influence of light and other factors on the seaward migration of the silver eel *(Anguilla anguilla* L.). *J. Anim. Ecol.,* 21: 257-309.

MANN H. (1963) - Beobachtungen über den Aalautstieg in der Aalleiter an der Staustube Geesthacht im Jahre 1961. *Fischwirt.m* 13: 182-6.

MEYER P.F. (1938) - Die Beeintlussung des Bankaal tanges an der Riigenschen Küste durch meteorologische und kosmische Factoren. Z. *Fisch.,* 36: 643-67.

ORLOCI L. (1978) - Multivariate analysis in vegetation research. Dr. W. Junk B.V. - Publisher - The Hauge, Boston.

NYMAN L. (1972) - Some effects of temperature on eel *(Anguilla anguilla)* behaviour. *Rep. Inst. Freshwat. Res. Drottningholm,* 54: 63-74.

RESTROM M. (1979) - The influence of wind and current on catches of silver eel in the Hano Bight. *Rapp. P.v. Réun. Cons. int. Expl. Mer.,* 174: 127-33.

ROSSI R., CANNAS A. (1984) - Eels fishing management in hypersaline lagoon of the Southern Sardinia. *Fish. Res.,* 2: 285-98.

SORENSEN J. (1950) - An investigation of some factors affecting the upstream migration of the eel. *Rep. Inst. Freshw. res. Drottningholm,* 29: 129-34.

TESCH F.W. (1977) - The eel. Biology and management of Anguillid eels. Greedwood, P.H. ed. Chapman and Hall, London: 434.

WESTIN L., NYMAN L. (1977) - Temperature as orientation cue in migrating silver eels, *Anguilla anguilla. Contribut. Asko. Lab. Univ. Stockholm,* 17: 15.

WESTIN L., NYMAN L. (1979) - Activity, orientation and migration of Baltic eel *(Anguilla anguilla* L.). *Rapp. P.v. Réun. Cons. int. Explor. Mer.,* 174: 115-23.

OEBALIA 1985, vol. XI - 2, N.S.: 573-582 ISSN 0392-6613

P. FRANZOI A. CARRIERI R. ROSSI
Istituto di Zoologia, Università di Ferrara - Italy

PRIME OSSERVAZIONI SULLA BIOLOGIA E LA GESTIONE DELLA POPOLAZIONE DI PASSERE *(PLATICHTHYS FLESUS LUSCUS,* PALLAS, 1811) NELL'AREA MERIDIONALE DEL DELTA DEL PO

Abstract

First observations on the population of flounders (Platichthys flesus luscus, *Pallas, 1811) in the Southern area of Po River delta.*

A population of flounders (Platichthys flesus luscus, *Pallas, 1811) has been investigated in the «Sacca di Scardovari, an embayment of the southern area of the Po River Delta, from April 1981 to July 1982.*

Key-words: Platichthys, growth, migrations, fishing.

Introduzione

P. flesus luscus (PALLAS, 1811) (passera), presente in Adriatico come nel Mar Nero, è un pesce bentonico che predilige gli ambienti costieri ad acque basse, con fondo sabbioso-melmoso, e che manifesta una spiccata eurialinità.

Pochi sono i lavori che trattano specificamente della passera adriatica; sono da citare quelli di TORTONESE (1971, sistematica); SPECCHI *et al.* (1977, biologia; 1979, uova e stadi larvali; 1980, pesca); GANDOLFI & GIANNINI (1977, contenuti gastrici; 1980, ecologia e pesca). Scopo del presente lavoro è un'indagine sulla distribuzione temporale e l'accrescimento della passera presente nella Sacca di Scardovari, ed un'indagine preliminare della gestione dello stock sfruttato dai pescatori nell'area meridionale del Delta del Po.

Materiali e metodi

La Sacca di Scardovari è una baia di circa 32 Km^2 situata nell'area meridionale del Delta del Po, tra i rami del Po della Gnocca e del Po di Tolle. Una sintesi delle caratteristiche ecologiche di questo ambiente è riportata da Rossi *et al.* (1984).

Dall'aprile 1981 al luglio 1982, con la sola eccezione del mese di gennaio 1982, sono stati effettuati 21 campionamenti nella Sacca di Scardovari con periodicità almeno mensile.

Allo scopo di campionare tutte le classi di età presenti nella popolazione sono stati utilizzati due diversi attrezzi da pesca: 1) un tramaglio (20 pezzi per un totale di circa 600 m; ampiezza delle maglie di 8 cm da nodo a nodo); 2) una sciabica da spiaggia a maglia fitta (2 mm nella parte centrale), per la cattura degli animali più giovani. Nel campionamento di febbraio è stata utilizzata la sola sciabica.

Di ogni esemplare catturato è stata misurata la L.S. (+ 1 mm) ed il peso (+ 5 g nel caso delle passere pescate a tramaglio; + 0,005 g per quelle catturate con la sciabica). L'età è stata determinata dall'esame degli otoliti.

Per descrivere l'accrescimento si è utilizzata l'equazione di Von Bertalanffy (ABRAMSON, 1971), interpolata per includervi l'effetto della temperatura, secondo URSIN (1963), usando un cumulativo di 5574 °C/giorno. Inoltre, durante tutto il 1981, attraverso l'esame delle bollette compilate giornalmente, sono stati raccolti dati sui quantitativi pescati nell'area meridionale del Delta (Sacca Basson, Sacca del Canarin, Sacca dell'Allagamento, Sacca di Scardovari, bocche dei rami del Po di Tolle e di Gnocca) e venduti al mercato ittico di Scardovari.

Risultati

Struttura della popolazione

Nel corso di 21 campionamenti operati in Sacca sono stati raccolti complessivamente 1637 animali. Nella Tab. 1 sono riportate le abbondanze e le L.S. medie per mese e per classe di età.

La rappresentatività dei campioni è stata ostacolata sia dalla grande estensione dell'ambiente e dalla sua continua comunicazione con il mare, sia dalla grande differenza di taglia fra gli animali di età 0 e quelli dell'età successive che rende impossibile l'utilizzo di uno stesso strumento campionatore. Nelle distribuzioni percentuali per classe di lunghezza riportate nella Fig. 1 fino ad una L.S. di circa 8 cm gli esemplari sono quelli catturati con la sciabica, mentre gli animali di dimensioni maggiori sono stati catturati col tramaglio.

La Tab. 1 e la Fig. 1 indicano che: 1) una sola volta all'anno, a partire da febbraio, ha luogo l'entrata in Sacca delle giovani passere già metamorfosate, con L.S. di 8,5 + 0,9 mm, corrispondente ad una L.T. di circa 10,0 + 1,0 mm. Questo dato conferma le osservazioni di VARAGNOLO (1964) che ha rinvenuto uova di passera nel porto canale di Chioggia nel periodo gennaio-marzo. La riproduzione ha luogo quindi una volta l'anno, durante l'inverno, come segnalato da SPECCHI e SCATTARO-MICCOLI (1980) per il Golfo di Trieste. L'immigrazione della classe di età 0 continua durante i mesi di marzo e aprile (Rossi, 1981).

La L.T. media degli animali di età 0 che arrivano per primi in Sacca è minore non solo di quella (20 - 25 mm) riportata da GANDOLFI & GIANNINI (1980) per la vicina Sacca

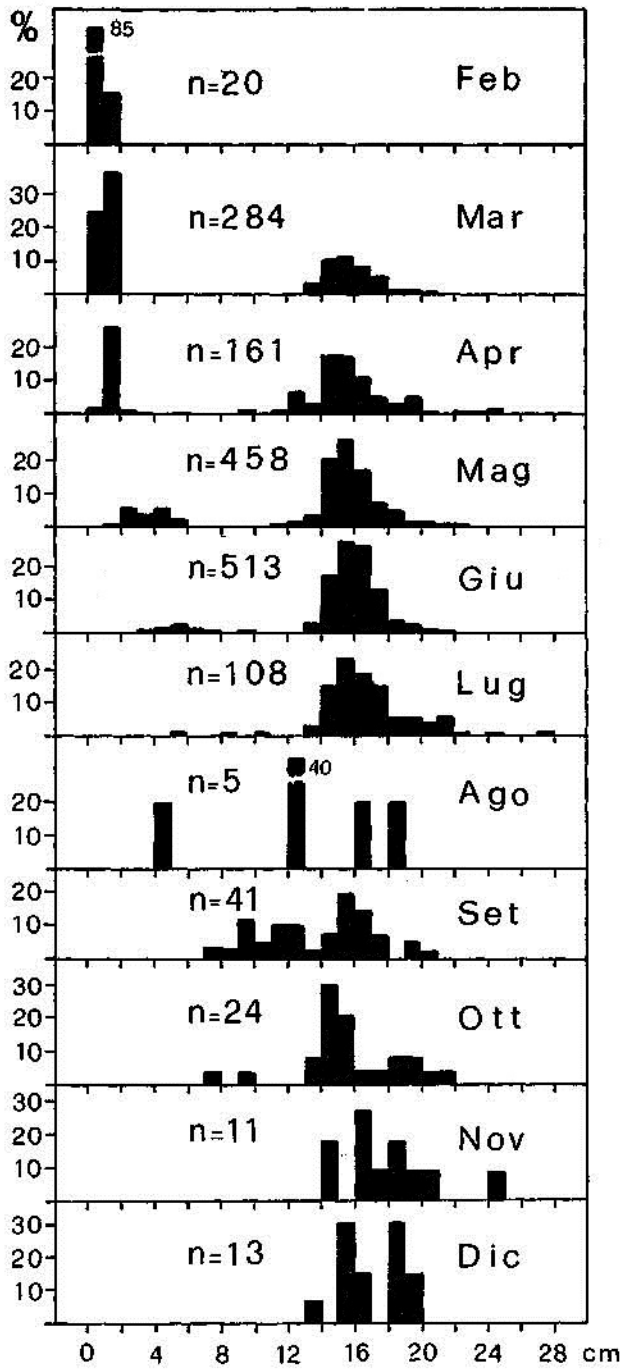


Fig. 1 - Frequenze percentuali delle diverse classi di lunghezza di *P. flesus* (LS cm) nella Sacca di Scardovari.

Tab. 1 - *Abbondanze e* $\overline{LS}$ *(cm ± D.S.) per mese e per classe di età.*

CLASSE DI ETÀ / MESE	0	1	2
FEBBRAIO	n = 20 $\overline{LS}$ = 0,85 ± 0,09		
MARZO	n = 173 $\overline{LS}$ = 1,10 ± 0,49	n = 108 $\overline{LS}$ = 15,63 ± 1,39	n = 3 $\overline{LS}$ = 18,00 ± 2,26
APRILE	n = 45 $\overline{LS}$ = 1,48 ± 0,26	n = 110 $\overline{LS}$ = 15,48 ± 2,05	n = 5 $\overline{LS}$ = 21,56 ± 3,53
MAGGIO	n = 80 $\overline{LS}$ = 3,69 ± 1,10	n = 365 $\overline{LS}$ = 15,84 ± 1,59	n = 13 $\overline{LS}$ = 15,90 ± 0,44
GIUGNO	n = 29 $\overline{LS}$ = 5,67 ± 1,31	n = 482 $\overline{LS}$ = 16,08 ± 1,41	n = 2 LS = 17,00
LUGLIO	n = 3 $\overline{LS}$ = 8,17 ± 2,52	n = 103 $\overline{LS}$ = 16,69 ± 2,68	n = 2 $\overline{LS}$ = 22,65 ± 7,42
AGOSTO	n = 3 $\overline{LS}$ = 9,70 ± 4,94	n = 2 $\overline{LS}$ = 17,20 ± 1,56	
SETTEMBRE	n = 22 $\overline{LS}$ = 11,44 ± 2,11	n = 19 $\overline{LS}$ = 16,65 ± 1,76	
OTTOBRE	n = 13 $\overline{LS}$ = 13,48 ± 2,41	n = 11 $\overline{LS}$ = 17,87 ± 2,19	
NOVEMBRE	n = 3 $\overline{LS}$ = 15,00 ± 1,32	n = 8 $\overline{LS}$ = 18,66 ± 2,56	
DICEMBRE	n = 2 $\overline{LS}$ = 14,55 ± 1,63	n = 9 $\overline{LS}$ = 16,87 ± 1,37	n = 2 $\overline{LS}$ = 19,60 ± 2,83

del Canarin, e questa differenza è probabilmente spiegabile con la maggiore efficienza della sciabica da noi impiegata, ma è anche più bassa di quella (12 mm) indicata da TORTONESE (1975) come la taglia alla quale avviene la metamorfosi. 2) All'inizio dell'estate, con l'aumentare della temperatura, in concomitanza con la ricorrente anossia che si verifica in Sacca (acqua rossa), le passere di età 0 si spostano probabilmente verso zone, sia interne (canali) che esterne alla Sacca, caratterizzate da una maggiore profondità. È probabile che almeno una parte degli individui usciti dalla Sacca vi rientri poi a settembre. Nel tardo autunno sembra esserci poi l'emigrazione massiva fuori Sacca della popolazione di età 0, causata dalle rigide condizioni termiche dell'acqua della Sacca. 3) A partire dal mese di marzo dell'anno seguente, con il mitigarsi delle condizioni ambientali, si verifica una massiva immigrazione in Sacca di passere di età 1 o superiore. Le passere rimangono in questo ambiente fino a luglio quando, per l'alta temperatura e per l'anossia già ricordata, emigrano verso il mare antistante. Una parte della popolazione di età 1 sembra rientrare in Sacca nei mesi di settembre-ottobre, per poi allontanarsi nuovamente a partire dal mese di novembre.

La Tab. 1 mostra che gli esemplari di età superiore ai due anni sono solo l'1,7% del campione. Ciò, come verrà discusso nel paragrafo successivo, può essere il risultato di un eccessivo sforzo di pesca che falcidia progressivamente le classi di età, ma è anche possibile che gli animali di età superiore ai due anni preferiscano le acque più profonde del mare antistante.

Nel suo comportamento migratorio la sottospecie *P. flesus flesus* del Mare del Nord (Muus, 1967; SUMMERS, 1979) si differenzia dalla sottospecie adriatica per avere 1) un periodo riproduttivo, e quindi una migrazione della classe 0, ritardato di circa due mesi; 2) la permanenza di tutte le classi di età negli ambienti costieri litorali o di foce anche durante l'estate. È evidente, almeno per la seconda differenza, l'influenza della diversa temperatura ambientale.

Accrescimento

L'accrescimento nei primi mesi di vita (Tab. 1) è di tipo esponenziale, mentre vi è un notevole appiattimento dei valori medi durante il secondo anno di vita. La stessa osservazione è stata fatta da GANDOLFI & GIANNINI (1980) nella vicina Sacca del Canarin.

La maglia utilizzata dalla pesca professionale (anche solo 6 cm fra i due nodi) è tale per cui a partire dalla primavera l'attrezzo seleziona gli animali del secondo anno di età a più veloce accrescimento. Nei mesi successivi vengono raccolti quegli esemplari che per dimensione non potevano essere trattenuti prima del tramaglio o lo erano con minore efficienza.

L'appiattimento delle lunghezze medie dei campioni, che presentano in alcuni casi un decremento da mese a mese, è quindi il risultato di un eccessivo sforzo di pesca.

Per calcolare la curva di crescita con i dati della Tab. 1 si è dovuto tenere conto dell'effetto sovrapesca. A tale scopo, per i mesi di aprile, maggio e settembre del secondo anno di vita si è ricalcolata la lunghezza media utilizzando solo gli esemplari del campione che avevano lunghezza uguale o superiore a quella media del mese precedente.

Tale procedura ha dato risultato migliore, come sommatoria degli scarti quadrati, della semplice esclusione del dato anomalo.

I parametri dell'equazione di Von Bertalanffy così stimati sono: $L.S. = 41,51 + 1,44$ cm; $K = 0,41 + 0,02$; $t_o = - 0,083 + 0,12$ anni. La regressione L.S. - Peso per la passera è del tipo: $P_{(g)} = a\ L.S.^{b}_{(cm)}$ dove $a = 0,01098 + 0,00360$; $b = 3,26643 + 0,00363$; ($F_{1,1628} = 81143$). Con il valore di L.S. calcolato si può stimare il peso massimo teorico della passera nell'ambiente studiato in circa 2,12 Kg.

La regressione tra L.S. e L.T. della passera è lineare, con una pendenza $b = 1,2054 + 0,0039$. Con tale funzione si può stimare L.T. = 50,01 cm e la L.T. raggiunta alla fine dei primi due anni di veloce accrescimento nella Sacca di Scardovari.

Il confronto di questi dati con analoghi valori riportati per P. flesus flesus da Muus (1967) e SUMMERS (1979) e riferiti al Mare del Nord indica che la sottospecie adriatica, favorita dalla temperatura che si mantiene mite per quasi tutto l'anno, cresce molto di più, potendo raggiungere circa 20 cm dopo un anno e 29 cm dopo soli due anni di accrescimento.

Gestione dello stock

La maggior parte delle passere pescate nell'area del Delta, proveniente da uno stock che non è strettamente confinabile in quest'area, confluisce ai mercati ittici di Chioggia, Scardovari, Goro, e, in misura molto minore, Pila e Donada. Per i mercati di Chioggia e di Goro, la serie storica dei dati di pesca indica rispettivamente una cattura di 37,9 ± 18,1 t (media del periodo 1957-1981, con un range da 11,9 a 94,3 t) (PAGOTTO, 1982) e di 59,5 ± 36,9 t (periodo 1960-1982, con un range da 8,7 a 155,5 t).

Nelle statistiche del mercato di Scardovari purtroppo la passera è mescolata con altre specie. Nel 1981 sotto questa voce sono state vendute 66,8 t (Rossi et al., 1984) di cui le passere (37,41) hanno rappresentato il 56%. Applicando - per una stima grossolana - questa percentuale ai dati degli altri anni, si può calcolare una cattura di passere, di circa 50,2 t (media del periodo 1968-1982, con un range da circa 30 a 85 t).

Al contrario di ciò che avviene a Chioggia ed a Goro, in cui la maggior quantità del pescato proviene dalla pesca a strascico, al mercato di Scardovari confluisce il prodotto pescato nelle Sacche (Basson, Canarin, Allagamento e Scardovari) e nei rami del Po, che è catturato quasi tutto con tramagli.

Benchè il pescato della sola Sacca di Scardovari rappresenti soltanto dal 7 al 20% del totale venduto al mercato omonimo, con i dati della Tab. 1 e con periodici surveys al mercato ittico è stato possibile ricostruire, in termini di struttura di popolazione, l'andamento della pesca in quest'area per l'anno 1981. Infatti esiste una correlazione positiva fra la taglia del pescato ed il prezzo all'astatura ($r_{(30\ g.l.)} = 0,89$; $P < 0,01$), dal momento che i pescatori presentano all'asta il loro pescato ben diviso in cassette con animali di pezzatura omogenea. Con il controllo di subcampioni random è stato possibile associare al prezzo medio d'asta l'appartenenza ad una classe di età. Naturalmente vi sono sovrapposizioni di classi di età per cui non si può essere sicuri che un certo quantitativo di passere sia una quota, ad esempio, di animali di età 0 a rapido accrescimento

o di quelli di età 1 di minore accrescimento. Con questa limitazione si è ricostruita la struttura di età nel pescato per i diversi mesi (Tab. 2). Si può stimare che delle 37,4 t pescate, 8,9 (23,8%) sono state a carico della classe di età 0 (prezzo medio 1451 + 392 lire), 19,9 (53,2%) della classe 1 (lire 3603 + 1434) e 8,6 (23,0%) delle classi superiori ad 1 (lire 5848 + 1539). Assumendo come indice di abbondanza della risorsa le catture per unità di sforzo, la Tab. 2 indica che i mesi estivi (C.P.U.S. 6-6,5 Kg/pescatore/giorno) sono quelli durante i quali la popolazione di passere è meno presente nell'area, mentre le alte C.P.U.S. di marzo-aprile (12-14 Kg/p/giorno) e novembre-dicembre (12 - 15 Kg /p/giorno) sono il risultato, rispettivamente delle due opposte migrazioni, verso e dalle aree costiere, di cui si è già detto.

La classe di età 0 incomincia ad essere sfruttata già dal mese di maggio con un prezzo che può anche essere di solo 800 lire/Kg, contro le 3450 della classe 1 e le 5800 delle classi superiori ad 1, ma la sua falcidia avviene soprattutto nei mesi da settembre a novembre (Tab. 2). La classe di età 1 è massicciamente raccolta da marzo a maggio.

Dividendo il quantitativo pescato per il peso medio della classe di età, si può stimare una raccolta di circa 220.000 passere di età 1 e di circa 21.000 di età 2: il dato non è importante in sè ma è da confrontare con la stima delle catture a carico della classe 0, che ammonta ad una cifra fra le 400-500.000 unità. Ne deriva un indice dell'enorme spreco della risorsa nelle attuali condizioni gestionali. Tale spreco potrebbe venire ridotto adottando per la pesca di questa specie reti le cui maglie non siano mai inferiori a 80 mm da nodo a nodo.

Conclusioni

P. flesus luscus presenta comportamento migratorio, analogamente a *P. flesus flesus* del Mare del Nord (SUMMERS, 1979).

Questi movimenti fuori e dentro Sacca sono fortemente influenzati e dalle condizioni ambientali (in particolar modo la temperatura) e dall'impulso riproduttivo (emigrazione autunnale degli adulti).

Si possono distinguere: 1) una immigrazione primaverile delle classi di età 0 e 1; 2) una emigrazione estiva, probabilmente di raggio limitato, seguita da un nuovo movimento migratorio verso la Sacca alla fine dell'estate; 3) una emigrazione invernale massiva di tutte le classi di età presenti in Sacca.

È durante questi movimenti migratori, principalmente quello del mare nelle aree costiere in primavera e quello in senso inverso del tardo autunno, che la passera viene attivamente pescata con le più alte catture per unità di sforzo.

Il maggiore accrescimento riscontrato per la passera nella Sacca di Scardovari rispetto ad ambienti analoghi del Nord-Europa (SUMMERS, 1979) sembra imputabile al fatto che, mentre in questi ultimi la specie non presenta alcun accrescimento per tutto il periodo da ottobre a marzo, nell'ambiente da noi studiato sembra non esserci accrescimento solo nei mesi di dicembre-gennaio.

Lo sfruttamento dello stock di passere dell'area meridionale del Delta del Po è risultato non essere ottimale perchè a carico soprattutto delle forme giovanili, caratterizzate

Tab. 2 - *Struttura di età per i diversi mesi nel pescato di passere venduto al mercato di Scardovari nel 1981: quantitativi pescati (Kg); prezzi medi (Lire/Kg); valori di sforzo (n° bollette compilate giornalmente); valori di CPUS (Kg/pescatore/giorno).*

MESE	ETÀ 0		ETÀ 1		ETÀ 2		TOTALE Kg	SFORZO	CPUS
	Kg	Lire/Kg	Kg	Lire/Kg	Kg	Lire/Kg			
GENNAIO	—	—	52,5	1050	107,5	3200	160	17	9,41
FEBBRAIO	—	—	104,3	1710	325,2	3630	429,5	51	8,45
MARZO	—	—	3014,5	2355	3053,5	4750	6068	420	14,45
APRILE	—	—	7731,2	3340	1682,1	5370	9413,3	774	12,16
MAGGIO	153	1460	3525,5	3460	1014,3	5800	4692,8	458	10,25
GIUGNO	167,8	1860	1850,3	3775	544,8	5880	2562,9	279	9,19
LUGLIO	12,5	2086	809,6	5080	509	7435	1331,1	228	5,84
AGOSTO	685,9	1635	529	5800	353,5	8700	1568,4	241	6,51
SETTEMBRE	2992	1285	685,5	5060	348,6	6970	4026,1	369	10,91
OTTOBRE	2696,9	1120	801,1	4700	251,1	6680	3749,1	370	10,13
NOVEMBRE	1474,5	910	493	2970	273,8	5691	2241,3	183	12,25
DICEMBRE	730,7	1250	349,2	3940	106	6070	1185,9	77	15,40
TOTALE	8913,3	—	19945,7	—	8569,4	—	37428,4	3467	—

da un basso prezzo di mercato. Tale prelievo di giovani (classe di età 0) è massiccio soprattutto durante i mesi autunnali, quando la taglia raggiunta dagli animali è tale da renderli facilmente catturabili con reti di 60 mm di maglia.

Summary

A population of flounders (Platichthys flesus luscus) *has been investigated in the Sacca di Scardovari, an embayment of the southern area of the Po River Delta, from April 1981 to July 1982.*

The study is based on 1637 different sized specimen caught, nearly fortnightly, on 21 sampling dates and by the analysis of the fish amounts auctioned to the Scardovari fish market.

In the Sacca di Scardovari (32 Km^2 shallow water bay) flounders show a tipical migratory behaviour. The widest migrations occur during spring and late autumn, the former from the sea to the coastal areas and the latter in the opposite direction.

During those migratory flows, flounders are actively fished and highest CPUE (up to 15.40 kg/fisherman/day) are registered.

In the Sacca di Scardovari P. flesus luscus *grows very well; it gets to about 20 cm T.L. at the end of the first year of life and to about 29 cm T.L. at the end of the second year. The growth of* P. flesus luscus, *in this particular environment, is higher than that known for the North Sea subspecies* P. flesus flesus.

Fishermen of the Po River Delta area exploit the younger age groups (0 and 1) of the flounder stock mainly. They start catching 0 age group since May and go on exploiting it till the massive autumn catches. In this way fishing bigger size animals is compromised for the years to follows.

Riassunto

Lo studio condotto per oltre un anno sulla popolazione di passere presenti in una baia (Sacca di Scardovari) dell'area meridionale del Delta del Po e l'indagine sui quantitativi di tale specie presenti nel pescato che affluisce al mercato ittico di Scardovari hanno permesso di evidenziare alcune particolarità della biologia di *P. flesus luscus* che hanno influenza diretta sulla gestione dello stock sfruttato dalla pesca. È stato messo in evidenza il ritmo delle migrazioni tra le aree costiere ed il mare, caratterizzato da una immigrazione di forme giovanili e di esemplari della classe 1 in primavera, ed una emigrazione in massa di tutte le classi di età in inverno.

La curva di crescita calcolata (L.T. = 50,01; K = 0,41; t_0 = - 0,083) mostra che l'accrescimento nell'area del Delta è molto superiore a quello della stessa specie nel Mare del Nord, probabilmente a causa delle migliori condizioni termiche.

Lo stock viene sfruttato già a partire dal maggio del primo anno di vita, con l'utilizzo di tramagli con maglie da 60 mm. Il prelievo di esemplari di piccola taglia è massivo nell'autunno del primo anno di vita, e compromette le catture di esemplari di taglia superiore negli anni seguenti.

Bibliografia

ABRAMSON N.J. (1971) - Computer programs for fish stock assessment. *FAO Fish. Tech. Pap.*, 101: 154.

GANDOLFI G., GIANNINI M. (1977) - L'alimentazione della Passera, *Platichthys flesus luscus* (Pallas) e di altre specie ittiche bentofaghe in un ambiente salmastro del Delta del fiume Po. *Ateneo Parmense, Acta Nat.*, 13: 327-334.

GANDOLFI G., GIANNINI M. (1980) - Ricerche naturalistiche nell'area del delta padano interessata dalla costruenda centrale di Porto Tolle. Risultati ottenuti dagli Istituti partecipanti al programma. Ottobre 1978 - Dicembre 1979. *Relazione E U/36, ENEL-CRTN.*

MUUS B. J. (1967) - The fauna of danish estuaries and lagoons. Distribution and ecology of dominating species in the shallow beaches of the mesohaline zone. *Meddr Danm. Fisk. - og Havunders,* N.S., 5: 173-207.

PAGOTTO G. (1982) - Processo di scambio biologico tra il mare e la laguna di Venezia ed individuazione delle eventuali cause di alterazione di siffatto processo. *M.M.M. Memoria n.* 44: 55-58.

ROSSI R. (1981) - La pesca del pesce novello da semina nell'area meridionale del Delta del Po. *Quad. Lab. Tecnol. Pesca,* 3 (1): 23-36.

ROSSI R., CECCHERELLI V.U., FERRARI I., GAIANI V., CARNACINA L., COLOMBO G. (1984) - Management of aquaculture and fishing in the Scardovari fishery (Po river delta - Italy). *Stud. Rev. GFCM ,* 61, *vol. 2:* 441-459.

SPECCHI M., DE CRISTINI F., VALLI G., FONDA-UMANI S., MICHELIN F. (1977) - Osservazioni preliminari su *Platicthys flesus italicus* (Gthn.) (Osteichthyes Pleuronectiformes) (Passera) del Golfo di Trieste. *Quad. Lab. Tecnol. Pesca,* 2 (3): 153-163.

SPECCHI M., VALLI G., ZEJN D. (1979) - Osservazioni in natura ed in laboratorio sulle uova e sulle larve di *Platichthys flesus italicus* (Passera) del Golfo di Trieste. *Quad. Lab. Tecnol. Pesca,* 2 (4): 197-205.

SPECCHI M., SCATTARO-MICCOLI G. (1980) - Osservazioni sulla pesca della passera *Platichthys flesus italicus* (Gthn.) (Osteichthyes Pleuronectiformes) nel Golfo di Trieste. *Quad. Lab. Tecnol. Pesca, 2* (5): 271-284.

SUMMERS R.W. (1979) - Life cycle and population ecology of the flounder *Platichthys flesus* (L.) in the Ythan estuary, Scotland. *J. Nat. Hist.,* 13: 703-723.

TORTONESE E. (1971) - I pesci pleuronettiformi delle coste romene del Mar Nero in relazione alle forme affini viventi in Mediterraneo. *Ann. Mus. St. Nat.,* Genova, 78: 322-352.

TORTONESE E. (1975) - Fauna d'Italia. *Osteichthyes (Pesci ossei),* parte seconda. Ed. Calderini, Bologna: 479-483, 503-506.

URSIN E. (1963) - On the incorporation of temperature in the Von Bertalanffy growth equation. *Meddr Danm. Fisk. - og Havunders,* 4: 1-16.

VARAGNOLO S. (1964) - Calendario di comparse di uova pelagiche di Teleostei marini nel plancton di Chioggia. *Archo Ocean. Limnol.,* 13 (2): 249-279.

OEBALIA 1985, vol. XI - 2, N.S.: 583-591 ISSN 0392-6613

R. MINERVINI* M. GIANNOTTA* M. L. BIANCHINI**

* Coop. Idrobiologia, Pesca e Acquacoltura - Roma - Italy

** PF «IPRA» C.N.R. - Roma - Italy

OBSERVATIONS ON THE FISHERY OF *RAJFORMES* IN CENTRAL TYRRHENIAN SEA

Abstract

Rajformes *in the Tyrrhenian Sea.*

By trawling, two skate and two electric ray species were recorded in a Central Tyrrhenian on-shore area.

Key-words: *Raja, Torpedo,* fishery, trawling, Tyrrhenian.

Introduction

The data in this paper are part of a wider research, set up by the Italian Department of Merchant Marine, co-ordinated by the Institute of Maritime Fishery Research (IRPeM) of the Italian National Research Council (CNR), to study, and possibly regulate, the trawling activity in Italian on-shore waters.

Among other fish, *Rajformes* represent a considerable amount of catches in the Fiumicino area, an area with a very intense fishing activity; moreover, skates add up consistently to the value of landed fish.

The biology of skates and electric rays of the Mediterranean sea is not completely known yet; data are old and incomplete and therefore many aspects are left to be investigated and interpreted.

The genus *Raja* is oviparous, with benthonic eggs, which hatch after a long incubation. In *R. asterias,* maturity is reached at about 45 cm; females are found carrying fecundated eggs all year long (Lo BIANCO, 1909); grouping for unknown purpose (sexual, behavioural, feeding, etc.) was observed in Sicily during winter and spring months (TORTONESE, 1956).

Electric rays are ovoviparous; mating season is in early spring and delivery in fall; number of embryos is related to size of the mother (Lo BIANCO, 1909), which matures at about 23 cm in *T. torpedo.*

Materials and methods

For this research, the study area was chosen in front of the Tiber estuary (Fiumicino, Italy) (Fig. 1). Four sampling stations were set, respectively at 1, 2, 3, 4 nautical miles from the coastal line, with an average depth of 12, 20, 30, 41 m.

The vessel used was a 26 m, 70 tons, 430 HP trawler, locally registered, specifically rented for this study.

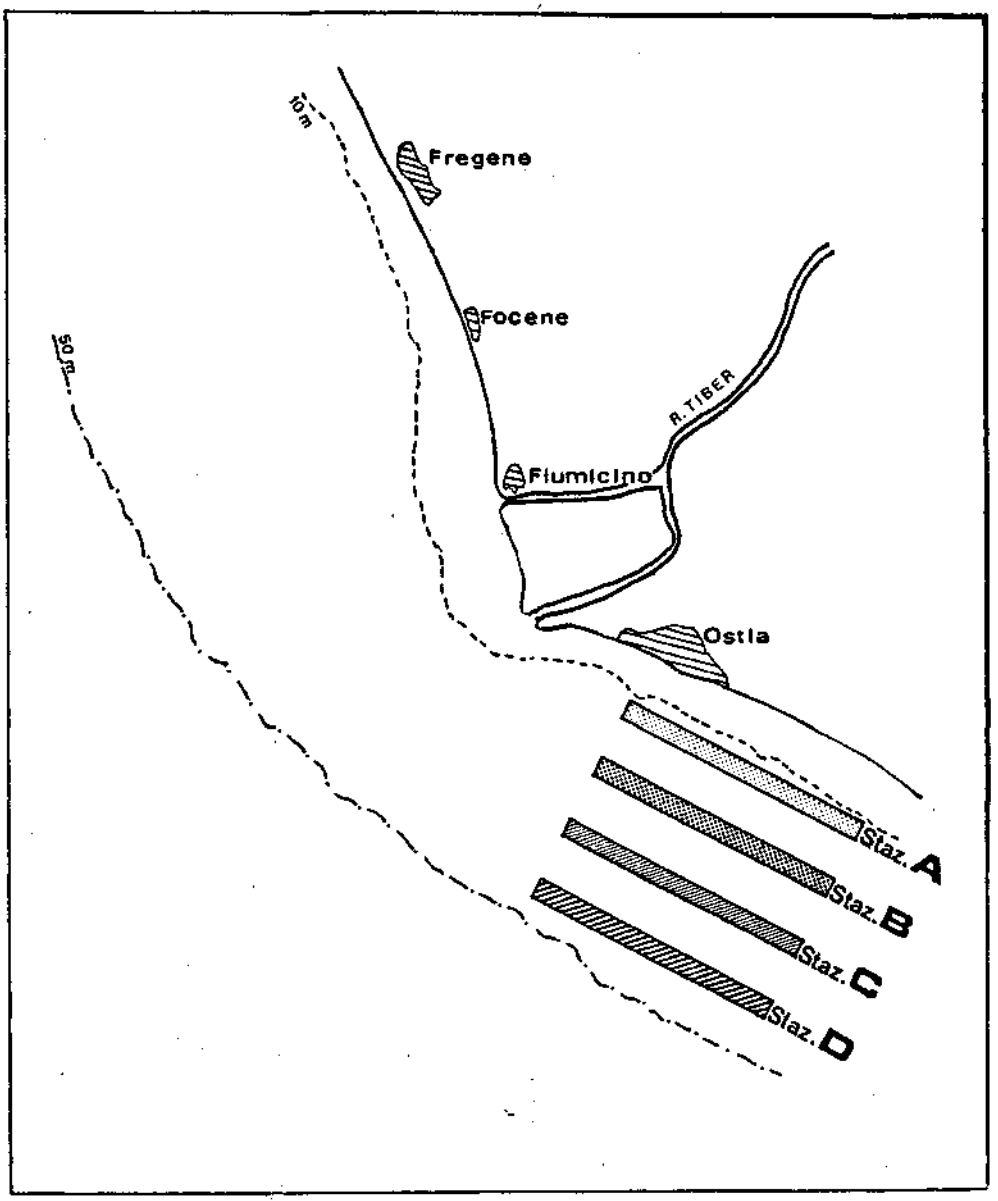


Fig. 1 - The study area, just South of the River Tiber mouth.

Two «rapido» (trawling gear locally used, with a framed mouth) were used side by side, both with same mouth opening (327 x 57 cm), but equipped with different mesh nets (60 and 48 mm) on the first stretch. Since catching capacity of both «rapido» did not significantly differ, yields were summed up together.

Time unit was one hour of real trawling.

Fishing was carried out for a total of 17 days, subdivided as follows:

— 11 monthly surveys (excluding November, due to bad weather) in daylight in 1982;
— 4 surveys during night hours (February, May, September, December 1982);
— 2 surveys in January and March 1983.

For day/night relationships, the night and the corresponding day-trawls were treated as a complete and separate set. Night surveys and repetitions of year 1983 were excluded from temporal analyses.

Fish and other interesting species were wholly collected on board, frozen and stored, until the measurements and controls (weight, length, sex) were carried out in the laboratory.

Different statistical analyses were performed on the collected data; in particular, when appropriate: regressions, Pearson and Sperman correlations, general linear models, analysis of variance, tests of Duncan and chi-square.

Results

In the mentioned study area, only 4 species of *Rajformes* were recorded, 2 of the genus *Raja, R. asterias* and *R. miraletus,* and 2 of the genus *Torpedo, T. torpedo* and *T. marmorata.* Another species is known in the Fiumicino waters, *R. clavata,* but generally over 50 m of depth (CATAUDELLA, personal information).

Overall catch data are reported in Tab. 1, which shows the total number and total weight of captures and the average weight (with standard deviation) of animals.

The weight/length regression curves for the whole captured population are shown in Fig. 2, respectively on the left for *R. asterias* and on the right for *T. torpedo;* regression equations for some sub-groups (sex or weight classes) are reported in Tab. 2. The best fitting was obtained using total length, which is also easier to measure; body disk and tail length did not fit as well.

In both species, statistical analysis did not show any significant difference in catches (number and weight) between day and night trawls.

R. asterias appears to be one of the most important species in the commercial yield of Fiumicino on-shore fishery, representing 32% of the overall value of landed fish on a yearly basis, and peaking up to 50% in spring months (Fig. 3, lower line).

There is a good correlation between absolute and relative values, i.e. skate maximum yield occurs in general when other commercial species are at their low values. It can be said that March, April and May are skate-months; in June, instead, other species make up: therefore, the value decreases, although yields are still high. Minimal yields are in the August-October period.

Tab. 1 - *Synopsis of catch data (mean weight in grams).*

	Raja asterias				*Torpedo torpedo*			
	N	Kg	m.w.	StD	N	Kg	m.w.	StD
Total on 17 surveys	315	175.3	630	362	230	25.7	126	205
of which males	76	37.0	520	285	21	5.5	276	270
females	76	52.6	720	418	21	7.8	369	261
Total day/night (4+4 surveys)	139	78.1	685	385	142	11.7	98	180
of which daylight	80	40.1	668	379	70	4.3	82	169
night	59	38.0	703	394	72	7.4	111	188
Total on 11 monthly in daylight	222	111.3	553	349	132	15.0	133	212
of which January	36	12.5	347	266	13	3.2	243	349
February	11	4.9	486	344	1	0.0	15	—
March	24	14.2	592	313	14	3.7	263	254
April	41	26.4	659	323	2	0.3	131	—
May	44	19.1	706	250	2	0.5	225	—
June	19	11.8	692	200	2	0.0	20	—
July	8	3.6	452	343	12	0.8	66	55
August	8	1.3	163	65	3	1.0	323	96
September	9	2.4	299	287	17	2.9	184	271
October	6	1.4	233	80	16	1.7	124	192
November	—	—	—	—	—	—	—	—
December	16	13.7	917	447	50	0.9	27	34
of which at 1 mile	58	26.0	456	282	60	10.6	185	225
2 miles	68	29.2	435	273	14	3.3	362	328
3 miles	62	29.6	672	359	47	0.9	29	32
4 miles	34	26.5	803	409	11	0.2	20	4
	Raja miraletus				*Torpedo marmorata*			
Total on 17 surveys	3	0.0	9	—	22	10.5	478	389
of which males					7	2.8	397	253
females					6	4.8	797	580
of which at 1 mile	3	0.0	9	—	0			
2 miles	0				0			
3 miles	0				11	6.1	554	489
4 miles	0				11	4.4	401	257

Disagreement among data due to unweighted and/or not sexually determined animals.

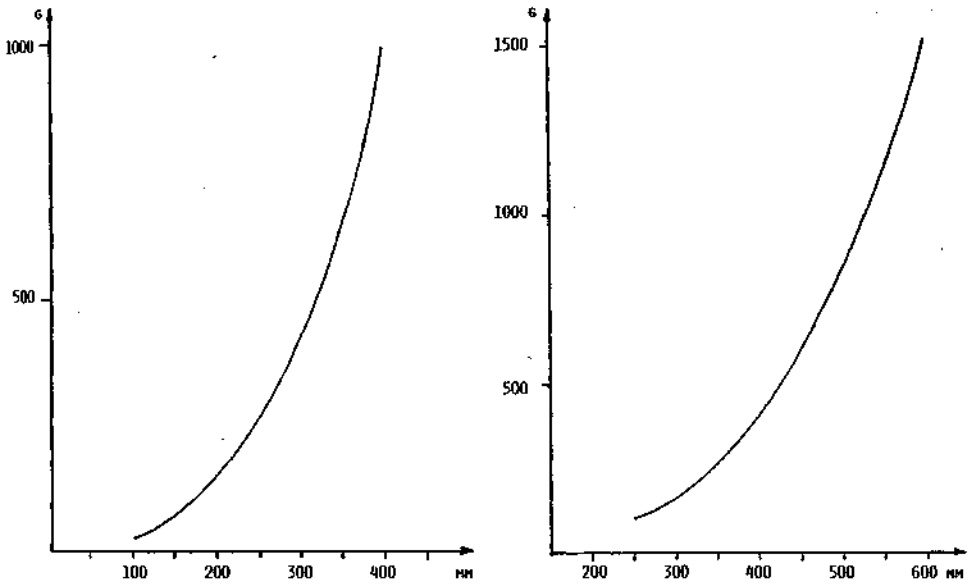


Fig. 2 - Regressions weight/length: $W_{(g \times 10^{-6})} = a\ L^{b}_{(mm)}$
on the left for *T. torpedo*: $W = 0.042\ L^{2.8346}$; n = 145; $R^2 = 0.96$
on the right for *R. asterias*: $W = 3.1\ L^{3.1288}$; n = 125; $R^2 = 0.95$

Comparing weight classes, it appears that big animals are mainly caught in the deepest stations, whereas the undersized ones are on-shore. However, the number of catches offset this trend, and therefore, there is no difference in yield among the 4 bathymetrics considered.

Data show a depth/month interaction effect in the Summer-Fall period; catches decrease everywhere, but on-shore catches fall in a much higher proportion.

Raja sex-ratio is 1:1, with females statistically over-weighing males. Fry and juveniles appear mainly in January, but they are scarce anyway; no gravid female was caught.

The other recorded skate, *R. miraletus,* is only occasional, with only 3 juveniles caught on-shore in the spring period.

Besides a probable low during the spring-summer months, *T. torpedo* does not show any periodicity in its catchability (Fig. 4, left side).

Comparing weight classes, big *T. torpedo,* unlike *R. asterias,* are mainly caught on-shore; yields closely follow this situation, showing a clear trend (Fig. 4, right side).

T. torpedo sex-ratio is 1:1, with males and females of about the same size. Fry and juveniles are abundant in December and January; two gravid females were caught in September, carrying 6 and 8 embryos respectively.

The other electric ray, *T. marmorata,* is only found at 30-41 m, and individuals are generally of medium-large size; it has a sex-ratio of 1:1, with juveniles in December and gravid females (15 embryos) in September (only one of each caught). Due to the small sampling size, the apparent male/female difference in weight is not significant.

Tab. 2 - *Weight/length regression equations by sex or weight classes in* R. asterias *and* T. torpedo.

Raja asteria $W_{(g \times 10^{-6})} = a\, L^{b}_{(mm)}$					*Torpedo torpedo* $W_{(g \times 10^{-3})} = a\, L^{b}_{(mm)}$				
♂	W = 2.5	$L^{3.1657}$	n = 55	R^2 = 0.97	♂	W = 0.015	$L^{3.0279}$	n = 16	R^2 = 0.93
♀	W = 8.8	$L^{2.9503}$	n = 50	R^2 = 0.92	♀	W = 0.075	$L^{2.7279}$	n = 16	R^2 = 0.99
100 — 399 g	W = 28.9	$L^{2.7425}$	n = 36	R^2 = 0.82	10 — 24 g	W = 2.2	$L^{1.9531}$	n = 67	R^2 = 0.47
400 — 799 g	W = 392.7	$L^{2.3260}$	n = 48	R^2 = 0.79	25 — 99 g	W = 13.7	$L^{1.6586}$	n = 44	R^2 = 0.55
800 — 1685 g	W = 40.6	$L^{2.7264}$	n = 41	R^2 = 0.58	100 — 825 g	W = 0.02	$L^{2.9673}$	n = 34	R^2 = 0.97

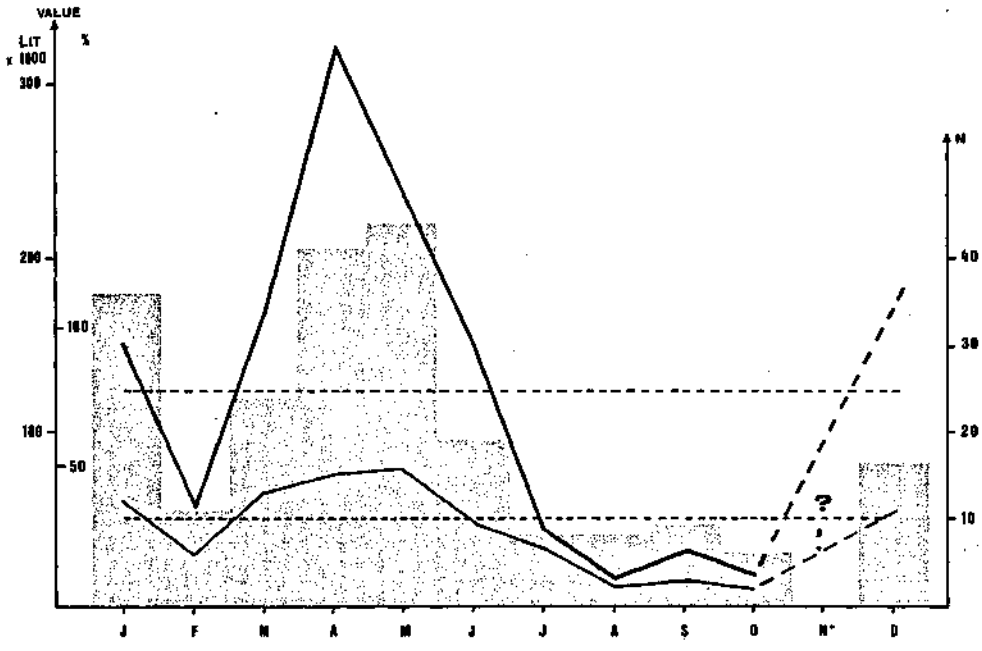


Fig. 3 - Catches and their value for *Raja asterias*
(daylight, year 1982, November missing)
broad line: skates value in 1000 Lit
thin line: skates value a percentage of landed fish
dashed lines: average on year basis
grey area: number of captured animals.

Conclusions

It is interesting to note that *Rajformes* still represent a consistent percentage of the fish caught in Fiumicino; it is generally known that, on the contrary, catches of skates of different species are lowering in areas with high trawling activity.

Besides being viviparous, electric rays are valueless and, therefore, they are immediately thrown overboard; that can explain why *Torpedo* is still abundant in the area.

R. asterias, on the contrary, is highly valued, has a low resilience, its eggs are benthonic and need long incubation; it does not reproduce until it reaches about 400 g of weight (TORTONESE, 1956). *R. asterias* population would therefore seem devoted to an inevitable decrease; not being so, it has to have other «positive» characteristics to keep up.

Data collected in this study show that less than 5% of captured animals weigh below 100 g. Considering the observed trend, that average weight is directly proportional to depth, it can be inferred that *R. asterias* lays its eggs really close to shore, and thus

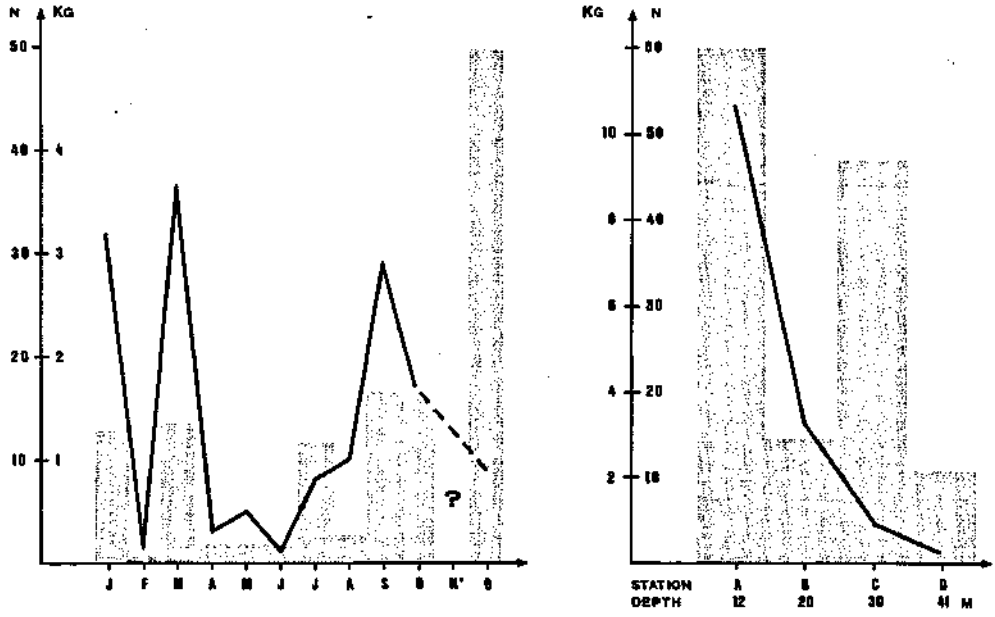


Fig. 4 - Catches of *Torpedo torpedo* by month (on the left) and by station (on the right) (daylight, year 1982, November missing)
line: landed Kg
grey area: number of captured animals.

fry develops in an area with no trawling activity. That is in fact confirmed by surveys carried out besides the present study, only half a mile from the coastal line at 5 m depth, where many skate juveniles were collected. Moreover, skates do not pass through real larval stages, thus by-passing a severely dangerous step for survival.

It would seem therefore that, contrary to other skates, *R. asteria* developed by chance a reproductive «strategy» that permits its population to keep up against intense fishing activity.

In our opinion, the results of this study can be a contribution for the correct management of coastal resources.

Summary

By trawling, two skate and two electric ray species were recorded in a Central Tyrrhenian on-shore area.

Season, depth, body measurements, etc. were compared for the the above species. Raja asteria *is particularly abundant, and still represents a consistent component of the commercial fish. Authors suggest that its peculiar reproductive «strategy» contributes to the keeping up of the skate population against intense fishing.*

Riassunto

Osservazioni sulla pesca dei Rajformi nel Tirreno centrale.

Nell'area prospicente Fiumicino, durante una campagna annuale di pesca a strascico nella fascia delle 3 miglia, sono state rinvenute due specie di razza, *Raja asteria* e *R. miraletus,* e due di torpedine, *Torpedo torpedo* e *T. marmorata.*

Vengono in questo studio esaminate le relazioni tra pesca e stagioni, profondità, classi di grandezza, sessi, giorno/notte, etc. per le suddette specie.

Particolarmente interessante è l'abbondante presenza di *R. asterias,* che costituisce una delle componenti principali del pescato commerciale.

Sulla base dei dati rilevati e delle caratteristiche biologiche, gli Autori ipotizzano che il mantenimento della popolazione nonostante l'intenso sforzo di pesca sia dovuto alla sua particolare «strategia» riproduttiva.

Bibliografia

BINI G. (1967) - Atlante dei pesci delle coste italiane. *Ed. Mondo Sommerso.* 1: 208.

FRASER-BRUNNER A. (1949) - Note on the Electric Rays of the Genus *Torpedo. Ann. Mag. nat. Hist.:* (12) II.

LO BIANCO S. (1909) - Notizie biologiche riguardanti specialmente il periodo di maturità sessuale degli animali del Golfo di Napoli. *Mitth. Zool. Stat. Neapel.,* 19, 4.

QUIGNARD J.P. (1965) - Les raies du Golfe du Lion. Nouvelles méthodes de diagnose et d'étude biographique. *Rapp. Comm. int. Mer Médit. XVIII* (2): 211-12.

SOLJAN T. (1975) - I pesci dell'Adriatico. *Ed. Mondadori:* 523.

TORTONESE E. (1956) - Leptocardia, Ciclostomata, Selachii. *Ed. Calderini:* 234.

WHEELER A. (1978) - Fishes of Northern Europe. *Warne London:* 380.

WHEELER A., DU HERUME V. (1964) - Notes on the distribution of Electric Rays (*Torpedo* spp.) in Northern European Waters. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.* 44: 389-395.

AA.VV. (1973) - Species Identification Sheets for Fishery Purposes. Mediterranean and Black Sea. *F.A.O.*

OEBALIA 1985, vol. XI - 2, N.S.: 593-607 ISSN 0392-6613

G. DE METRIO[ab] G. BELLO[c] M. LENTI[ab] G. PETROSINO[ab] V. SCISCIOLI[b]

[a] Istituto Comunale di Biologia Marina di Nardò (Le) - Italy

[b] Istituto Anatomia Normale e Biologia Veterinaria - Università Bari - Italy

[c] Laboratorio Provinciale di Biologia Marina - Bari - Italy

L'ATTIVITÀ DI PESCA COL TRAMAGLIO DI FONDO DELLA MARINERIA DI PORTO CESAREO (LE) NEGLI ANNI 1978/1983. NOTA I.

Abstract

The bottom trammel net fishery of Porto Cesareo (Lecce, Italy) was surveyed in the years 1978/83. Although it is a multispecific fishery, it tends to catch mostly spiny lobsters during summer months. Monthly average c.p.u.e. were calculated for each commercial category of the catch, for the total catch, as well as for its economic value.

Key-words: *Fisheries, Demersal fish, Trammel net, Gulf of Taranto.*

Introduzione

Già da diversi anni conduciamo indagini sulle attività di pesca svolte dagli operatori della marineria di Porto Cesareo al fine della valutazione dello stato di sfruttamento delle risorse nel tratto di mare su cui insiste la marineria in questione ed in diversi lavori (DE METRIO *et al.,* 1981; 1982 a, b, c; 1983 a, b; POTOSCHI *et al.,* 1982) abbiamo riferito sulla pesca mediante palangrese derivante volta alla cattura di diverse specie pelagiche.

Sin dal 1978 tuttavia abbiamo avuto cura di rilevare i dati di tutte le altre attività di pesca che le imbarcazioni della marineria in questione svolgono nell'arco dell'anno e, nella presente nota prendiamo in considerazione quelli relativi alla pesca col tramaglio di fondo.

Detta pesca viene effettuata da numerose imbarcazioni di piccolo tonnellaggio (da 7 a 10 tonnellate) la cui caratteristica fondamentale è quella del frequente e rapido cambio d'armamento, con possibilità di utilizzare attrezzi diversi anche nel corso di una medesima uscita.

I tramagli maggiormente utilizzati da dette imbarcazioni hanno la maglia del telo interno da 5 a 7 cm e quella del telo esterno da 16 cm di apertura.

Le reti a maglia più grande sono impiegate soprattutto nei mesi estivi (giugno, luglio ed agosto) per la cattura dell'aragosta e le altre a maglia più stretta negli altri mesi.

Tuttavia, in particolari periodi dell'anno e per particolari tipi di pesca le stesse imbarcazioni, unitamente a numerosi natanti di più piccolo tonnellaggio, usano tramagli con maglie di dimensioni notevolmente inferiori per la cattura di specie a volte meno pregiate ma economicamente interessanti.

Abbiamo pertanto ritenuto opportuno, anche allo scopo di ottenere risultati omogenei nel calcolo dello sforzo di pesca, di procedere alla elaborazione dei dati separando quelli del tramaglio con maglie da 5 a 7 cm da quelli del tramaglio con maglie di apertura inferiore; in questa prima nota ci occuperemo dei primi.

Le operazioni di pesca vengono effettuate nella parte di mare compresa fra le batimetriche dei 20 e 120 m che va da Torre dell'Ovo (Ta) a Nord a Torre San Giovanni (Le) a Sud e si estende al largo per circa 7 miglia (Fig. 1).

I tipi di fondali (e quindi biocenosi) interessati alla pesca sono i più vari e varia è la loro estensione a seconda del tratto di mare considerato.

Una più dettagliata descrizione di essi è riportata da PARENZAN (1983). Di estremo interesse è l'infralitorale, da noi direttamente esplorato, almeno in alcune zone, nel corso delle indagini condotte sulla distribuzione dell'Anfiosso (TERIO & DE METRIO 1970; DE METRIO *et al.,* 1977).

Dai 20 ai 50 m di profondità il fondo è ricoperto da estese praterie a *Posidonia oceanica* (L.) DELILE frammisto a piccole isole di *Caulerpa prolifera* (FORSK) LAM, *Cymodocea nodosa* (UCRIA) ASCH., *Udotea petiolata* (TURRIA) BÖRGES e *Cladophora prolifera* (ROTH) KÜTZ. Quest'ultima a volte dà luogo a estese praterie. Dai fondali incoerenti, su cui sono insediate le praterie suddette, si elevano formazioni rocciose che danno ricetto ad una moltitudine di organismi di substrato duro quali Poriferi, Briozoi, Lamellibranchi ed Anellidi. Questo particolare aspetto oltre ad avere indiscusso valore biologico, risulta di estrema utilità ai fini della compensazione delle risorse demersali in quanto impedendo lo strascico evita il danneggiamento delle biocenosi. Il limite inferiore della prateria è generalmente seguito da un cercine roccioso che digrada più o meno bruscamente, fino a 50 m di profondità, continuandosi in ampie zone di coralligeno a Briozoi. In alcune aree, ampie zone sabbiose sono interposte tra le praterie ed il coralligeno. A sua volta il coralligeno è circoscritto da margini rocciosi che digradano alle maggiori profondità continuandosi in ampie distese di fango terrigeno. Solo oltre questo limite, che corrisponde ad una distanza dalla costa superiore alle 7 miglia e con fondali di oltre 120 m, è possibile la pesca a strascico, che viene effettuata da alcuni natanti di Gallipoli.

Oltre le imbarcazioni della marineria di Porto Cesareo, operano nella stessa zona di pesca, e con lo stesso attrezzo, una ventina di natanti appartenenti alle marinerie di Ugento e di Gallipoli.

È stato detto in premessa che una caratteristica fondamentale della flotta peschereccia di Porto Cesareo è il frequente e rapido cambio d'armamento il che comporta la possibilità di tipi di pesca diversi.

Gli attrezzi che vengono utilizzati oltre ai tramagli sono: palangrese di superficie, palangrese di fondo, reti palamitare, nasse.

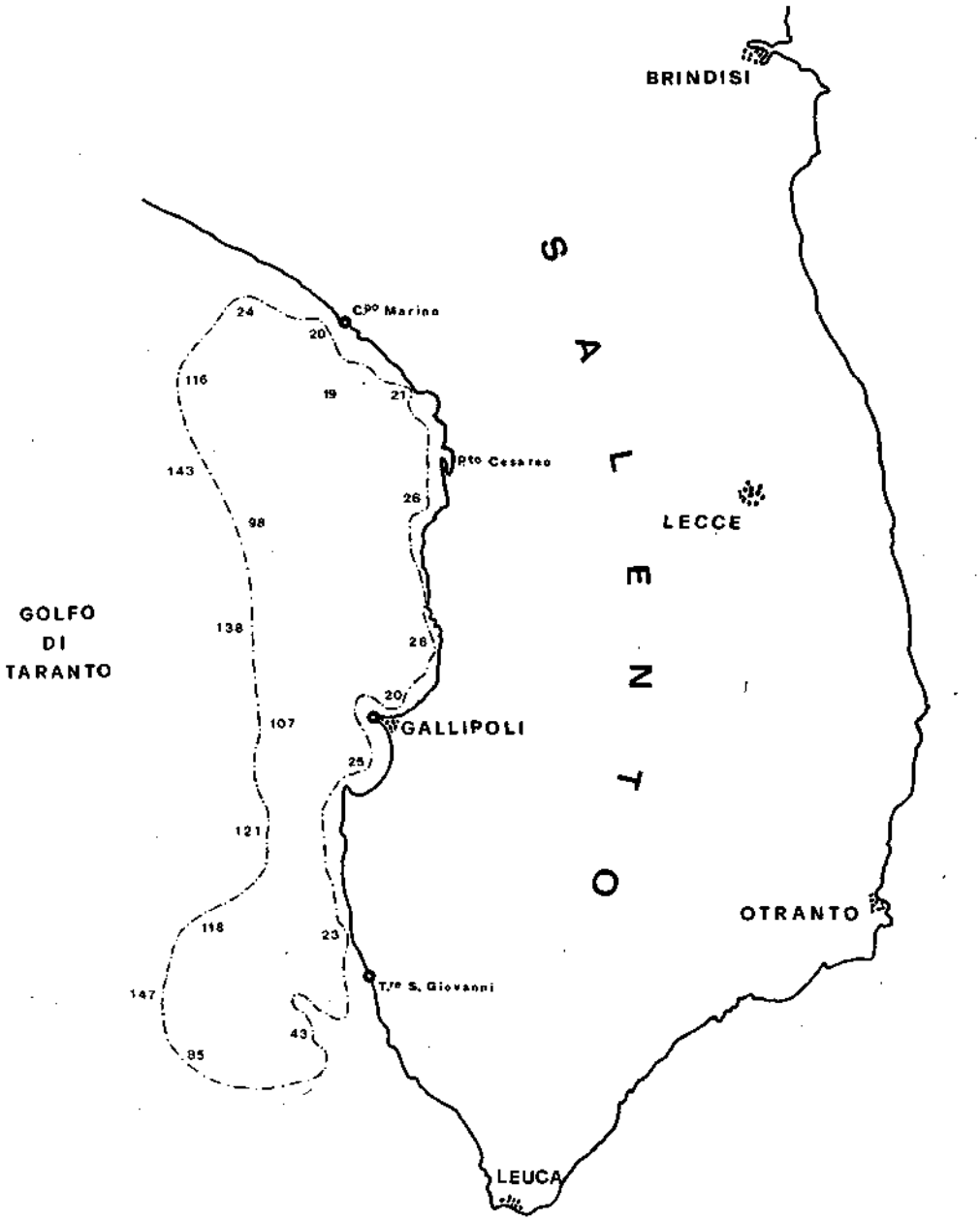


Fig. 1 - Area di pesca. _._._

L'uso delle nasse è localizzato solo in una piccolissima area ed è teso alla cattura di *Boops boops.*

Da quanto sopra detto risulta che nell'area descritta vengono esercitate azioni di pesca diverse e di ciò bisogna tener conto nella interpretazione dei risultati.

Materiali e metodi

Nel corso dei sei anni di indagine è stato seguito un numero variabile di barche campione.

Nel primo anno infatti (1978) sono state studiate 9 barche corrispondenti al 39% dell'intera flottiglia esercitante questo tipo di pesca, al fine di individuare tanto le barche da scegliere come campione negli anni successivi quanto per definire un'adeguata unità di sforzo.

Negli anni successivi sono state prese in considerazione da 4 a 6 imbarcazioni di cui è stata seguita l'attività giornaliera per l'intero arco dell'anno.

La rilevazione dei dati veniva effettuata direttamente allo sbarco e di ogni specie pescata veniva annotata la quantità ponderale. Considerato che al mercato all'ingrosso la valutazione commerciale del prodotto viene effettuata mediante la suddivisione dello stesso in 3 categorie, si è avuto cura di inventariare le specie secondo questo tipo di classificazione.

L'unità di sforzo (us) utilizzata, è stata di 1 km di rete/giornata di pesca.

Non si è tenuto conto della potenza e dimensioni delle imbarcazioni, poiché si è visto che non c'è correlazione fra esse e le catture: queste dipendono in maggior misura dalla perizia di pescatori. Sono stati calcolati:

a) catture per unità di sforzo (cpus) in kg per l'intero pescato (medie mensili);
b) cpus in kg per il pescato suddiviso nelle 3 qualità, I, II e III, che corrispondono alle tre categorie di vendita all'ingrosso del pescato (medie mensili);
c) cpus in valore economico (VE): ad ogni categoria di vendita è stato attribuito un fattore proporzionale al valore economico di essa; infatti negli anni, anche se i prezzi sono lievitati costantemente, sono rimasti pressocché invariati i rapporti fra i prezzi all'ingrosso delle tre qualità e cioè:

$$15\ (I) : 7\ (II) : 3\ (III)$$

Per ottenere le cpus in VE è stata eseguita l'operazione:

$$\text{cpus in VE} = (\text{cpus I} \times 15) + (\text{cpus II} \times 7) + (\text{cpus III} \times 3).$$

Risultati

L'esame del pescato evidenzia la multispecificità del tipo di pesca.

Le specie più frequentemente pescate, suddivise per categorie, sono le seguenti:

I CATEGORIA

Palinurus elephas	(Fabr.)	*Puntazzo puntazzo*	(Cetti)
Homarus gammarus	(L.)	*Diplodus sargus*	(L.)
Dentex dentex	(L.)	*Diplodus vulgaris*	(Geoffr.)
Pagellus erythrinus	(L.)	*Mullus surmuletus*	L.

II CATEGORIA

Mustelus mustelus	L.	*Umbrina*	*cirrosa*	(L.)
Merlucius merlucius	(L.)		*Seriola dumerili*	Risso
Zeus faber	L.		*Trachinus* spp.	
Epinephelus guaza	(L.)		*Scorpaena porcus*	L.
Epinephelus alexandrinus	(Val.)		*Scorpaena scrofa*	L.
Diplodus annularis	(L.)	*Trigla*	*lucerna*	L.
Oblada melanura	(L.)	*Solea*	*vulgaris*	Quens.
Sciaena umbra	L.			

III CATEGORIA

Sepia officinalis	L.	*Phycis blennoides*	(Brünn.)
Octopus vulgaris	Lam.	*Serranus scriba*	(L.)
Eledone	spp.	*Serranus cabrilla*	(L.)
Torpedo marmorata	Risso	*Boops boops*	(L.)
Raja spp.		*Crenilabrus* spp.	
Conger conger	(L.)	*Uranoscopus scaber*	L.
Phycis phycis	(L.)	*Lophius piscatorius*	L.

Naturalmente la composizione specifica del pescato varia con le stagioni. Limitandoci a riportare i dati delle specie più rappresentate ponderalmente in percentuale del pescato totale, abbiamo:

a) nel periodo invernale:

Sepia officinalis	42,30%
Octopus vulgaris	14,68%
Scorpaena scrofa	14,30%
Palinurus elephas	8,25%
Diplodus spp.	4,93%
Altri	15,54%

b) nel periodo estivo:

Palinurus elephas	43,41%
Scorpaena scrofa	24,80%
Phycis phycis	10,23%
Lophius piscatorius	4,53%
Pagellus erythrinus	2,37%
Octopus vulgaris	1,92%
Altri	12,74%

I risultati relativi alle variazioni mensili dei valori delle cpus I, cpus II, cpus III, cpus tot. e cpus in VE sono riportati in tabella.

Nel 1978 (Fig. 2) per ragioni contingenti l'indagine in questione è stata limitata ai mesi estivi (giugno, luglio ed agosto) che peraltro sono i più produttivi soprattutto sotto il profilo economico, in quanto ponderalmente si pesca più della I qualità che delle altre. Il massimo dei valori delle cpus si hanno in giugno: cpus I = 2,72; cpus tot. = 5,28; cpus VE = 54,16. In luglio si ha una lieve flessione di tutti e tre, seguita da ripresa in agosto.

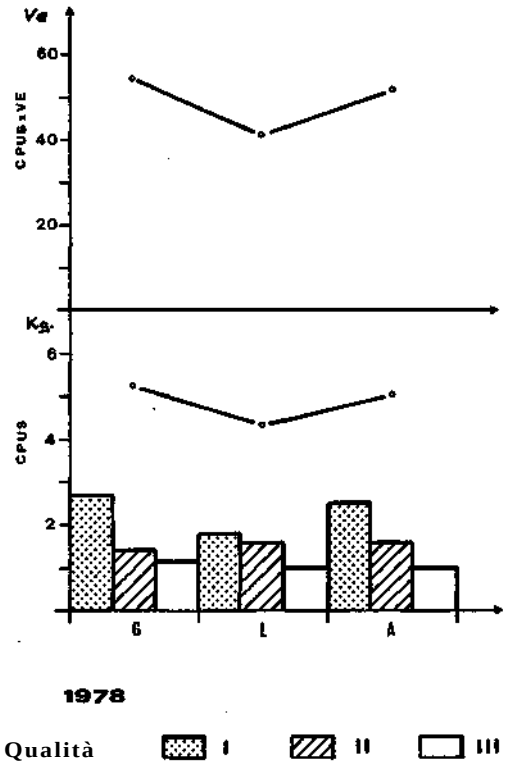


Fig. 2 - Andamento delle cpus nell'anno 1978. Pescato di I, II, III categoria e totale in peso (kg), pescato totale in valore economico.

Nel 1979 (Fig. 3) si verifica il tipico andamento annuale con un picco invernale (marzo) attribuibile alle buone quantità di *Sepia officinalis* pescate (cpus III : 4,71; cpus tot. : 7,36); flessione in aprile a causa della diminuzione del cefalopode e ripresa in maggio quando iniziano a comparire nel pescato le aragoste. Notare come da maggio a giugno pur diminuendo le cpus totali ponderali, aumentino le cpus VE grazie alla cattura delle aragoste. Dopo un discreto giugno (cpus VE = 52,42) si ha un lieve flesso in luglio (cpus VE = 48,47) ed un netto aumento in agosto (cpus VE = 87,94). I valori di settembre non sono riportati in quanto si è avuta una sospensione di questa attività a causa dell'inizio della stagione di pesca all'alalunga.

Anche nel 1980 (Fig. 4) c'è stato un andamento tipico delle catture. Notare come nel cpus tot. ponderale ci sia un flesso a maggio (cpus tot. = 2,52) a causa della diminuzione delle specie di II e III qualità, mentre il cpus VE aumenta lievemente ma costantemente da gennaio ad agosto raggiungendo proprio in questo mese il massimo sia ponderale (cpus tot. = 6,14) che in valore economico (cpus VE = 57,25). Inoltre, sempre in agosto, contrariamente agli altri anni la II qualità è stata superiore alla I.

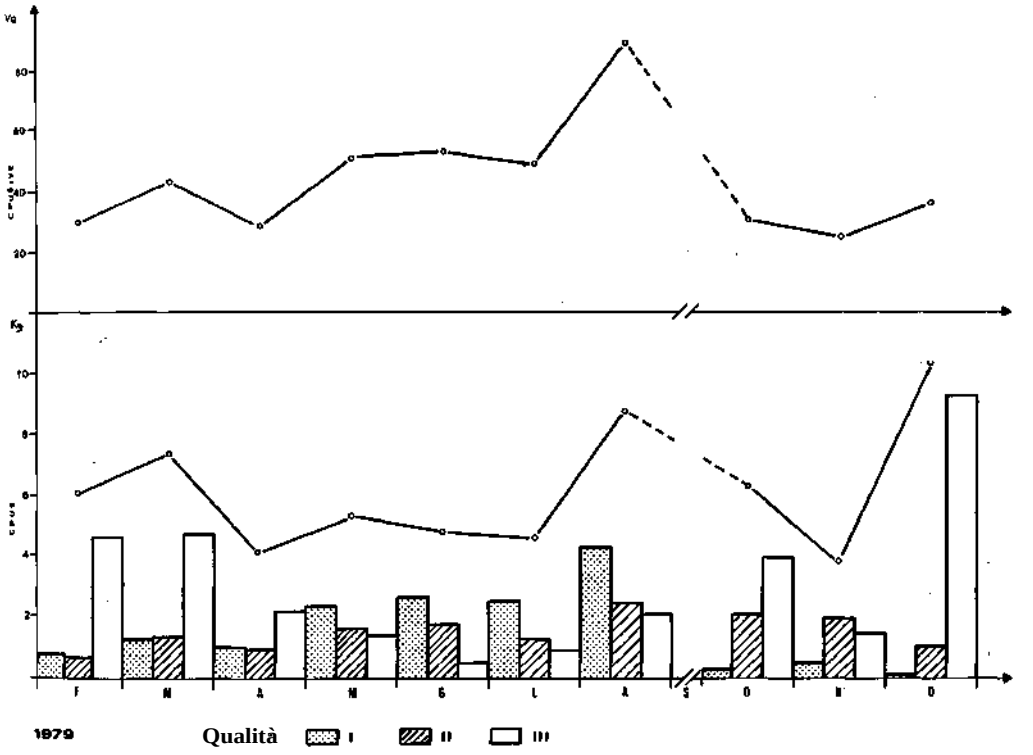


Fig. 3 - Andamento delle cpus nell'anno 1979.

1981 (Fig. 5): a buone rese invernali e primaverili (cpus tot. tra 5,04 e 8,54; e cpus VE tra 23,90 e 36,39) grazie alle notevoli quantità di seppie pescate, si succedono relativamente scarse rese ponderali estive (cpus di giugno = 5,31; di luglio = 5,01) e solo un lieve aumento del cpus VE (giugno = 47,61 e luglio = 43,76) poiché non vi è stato il consueto notevole aumento di catture di aragoste.

Nella prima parte dell'anno 1982 si è avuto un andamento tipico delle catture con massimo in febbraio (cpus tot. = 6,16; cpus VE = 33,53); al flesso di maggio è seguita una buona ripresa in giugno (cpus tot. = 6,05; VE = 39,04), cui è succeduto un crollo in luglio col più basso valore di cpsus tot. dell'anno (2,70). Nello stesso mese molte delle imbarcazioni occupate nella pesca col tramaglio si sono spinte a pescare in altre zone (Costa calabrese, Costa pugliese adriatica); tale attività veniva sospesa definitivamente per l'anno a partire dal mese di agosto, a favore di altre attività di pesca (Fig. 6).

E' seguita una buona ripresa nell' '83, con massimo di cpus ponderale in marzo (8,83), determinato da considerevoli quantitativi di seppie, flesso consueto in maggio, e valori buoni di cpus VE nei mesi estivi, con picco in luglio (cpus VE = 73,94) grazie alla ripresa dell'aragosta (Fig. 7).

Nel corso dei sei anni d'indagine abbiamo assistito a mutamenti continui nell'attività di pesca col tramaglio. Innanzitutto il numero di barche in essa impegnato varia stagio-

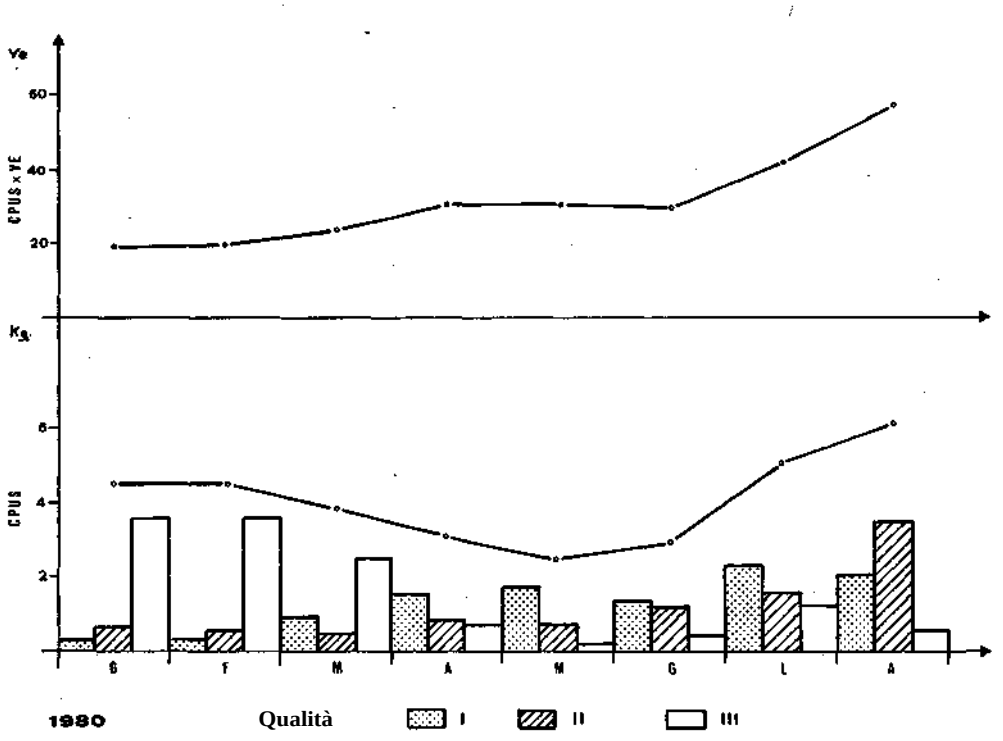


Fig. 4 - Andamento delle cpus nell'anno 1980.

nalmente, con un massimo in aprile-maggio ed un minimo in ottobre (Fig. 8); tale variazione è da mettere soprattutto in relazione con la pratica di altri mestieri di pesca la cui redditività varia nell'anno. Negli anni si è anche avuto un potenziamento progressivo della pesca grazie all'aumento delle unità di sforzo applicate; infatti nel 1978 venivano calati da ciascuna imbarcazione 4,2 km di rete (valore medio), mentre nel 1983 ben 7,5 km, corrispondente ad un aumento dell'80% circa.

Infine è degna di nota l'estensione dell'areale di pesca nel corso degli anni; infatti non solo i pescatori, alla ricerca di fondi più produttivi, si sono spinti a pescare fino all'altezza di Campomarino a NW e di San Giovanni a SE, ma in alcuni casi si sono trasferiti per periodi più o meno lunghi, nella zona del Banco dell'Amendolara presso la costa ionica calabrese ed in Adriatico Meridionale a S. Foca (Lecce). I risultati relativi alle pescate effettuate in queste ultime aree non sono stati presi in considerazione nel presente lavoro.

Discussione

Per valutare le differenze in rese del pescato far i vari anni abbiamo preso in considerazione tre punti caratterizzanti fra le distribuzioni mensili delle cpus:

massimo relativo invernale che cade in febbraio o marzo;
minimo primaverile (maggio ed, in un caso, aprile);
massimo estivo che cade in agosto o luglio.

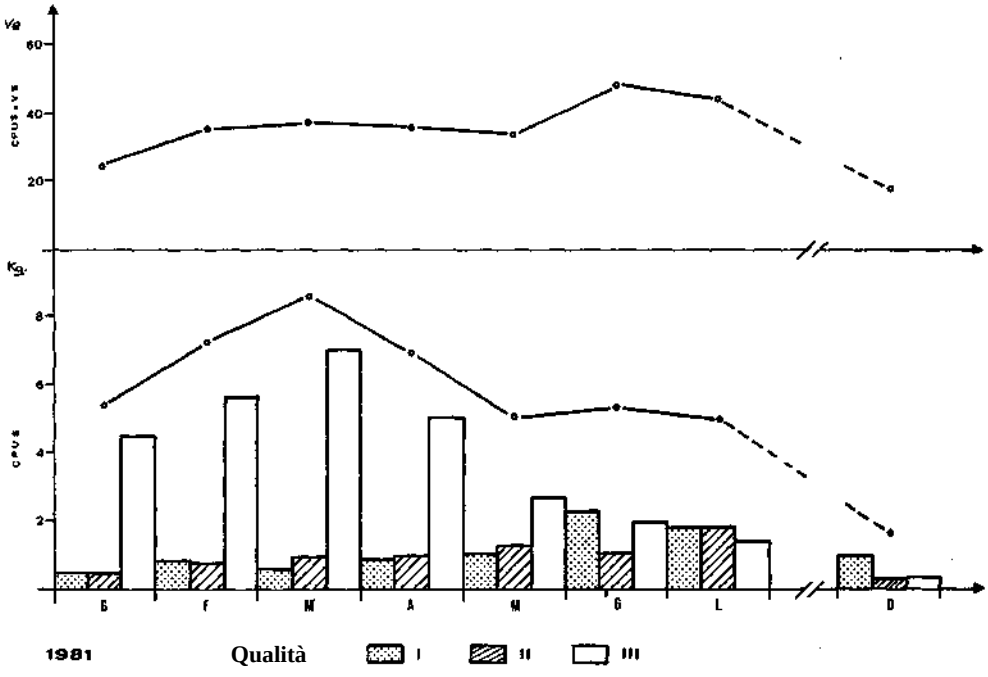


Fig. 5 - Andamento delle cpus nell'anno 1981.

Nelle figure 9a, 9b, 9c, sono riportate le variazioni nei diversi anni di questi valori.

Si riscontra un andamento alternante tra i diversi anni con picchi negativi invernale ed estivo nell'anno 1980, sia ponderali che in valore economico, e tre picchi negativi abbastanza evidenti nei periodi invernale, primaverile ed estivo del 1982; particolarmente grave quello di luglio, che con cpus tot. = 2,70 e cpus VE = 31,36 è il più basso registrato nei sei anni dell'indagine. La gravità della situazione di tale anno è anche evidenziata dai cambiamenti occorsi nella flottiglia di Porto Cesareo; proprio a seguito del cattivo andamento della stagione molti piccoli armatori furono indotti a cambiare tipo di pesca o addirittura tipo di imbarcazione. Infatti il numero massimo di barche impegnate in questa attività, dopo essere aumentato progressivamente da 29 nel 1978 a 35 nel 1982, scendeva repentinamente a 23 nel 1983. Le scarse rese del 1982 potrebbero essere state determinate da un eccessivo sforzo di pesca imposto alle risorse demersali proprio in quell'anno, oltre che negli anni precedenti. In realtà, la ripresa avvenuta nel 1983 ci fa ritenere che altre siano le possibili cause del calo delle rese negli anni 1980 e 1982. Soprattutto cause di ordine meteorologico, che hanno potuto agire direttamente (impedendo il raggiungimento di zone distanti dal porto più produttive di specie pregiate) o indirettamente (influenzando la biologia delle diverse specie). Va inoltre tenuto conto della notevole variabilità delle rese per giornata di pesca, che può almeno in parte spiegare le fluttuazioni stagionali ed annuali delle cpus. D'altro canto una difficoltà si aggiunge alla valutazione dello stato delle risorse a partire dal trend dei valori di cpsus durante il sessennio in questione; infatti abbiamo osservato un progressivo ampliamen-

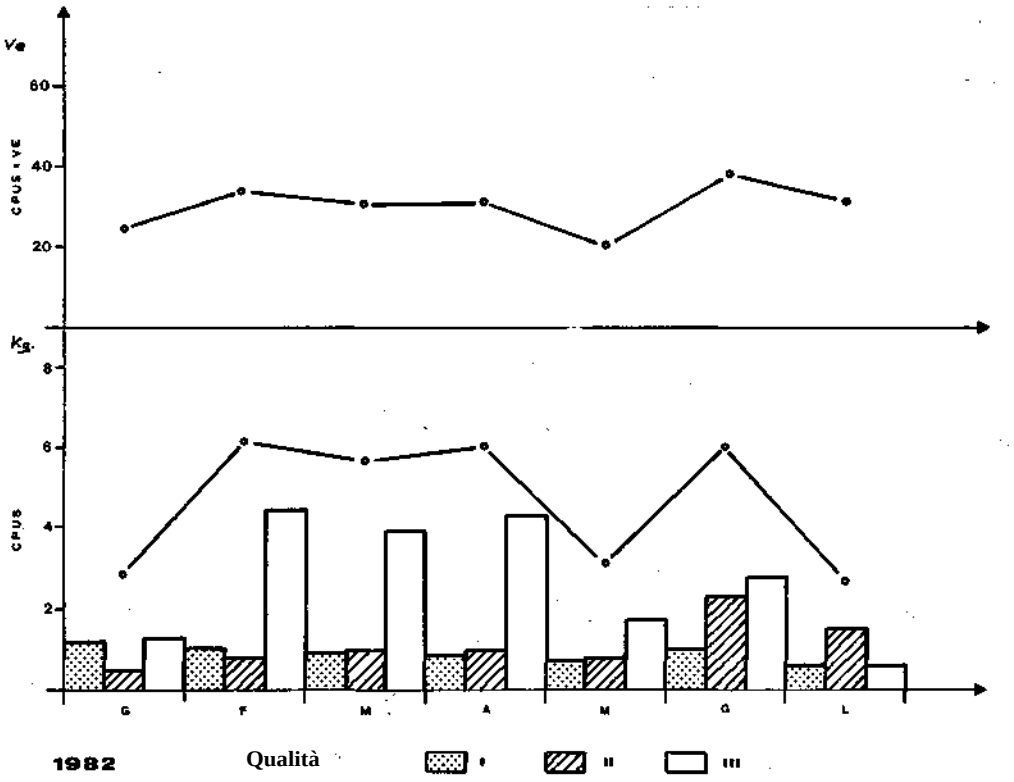


Fig. 6 - Andamento delle cpus nell'anno 1982.

to dell'area di pesca, alla ricerca di zone poco o punto sfruttate. Un notevole impulso a questo fenomeno è stato dato dall'installazione a bordo di ecoscandaglio che agevola il reperimento di areali particolarmente favorevoli alla pesca col tramaglio.

Infine va ribadito che, sebbene nella stessa zona e ad opera della stessa marineria e talora persino delle stesse motobarche, vengano esercitati mestieri incidenti sulla risorsa demersale, quali la pesca con le nasse (molto limitata) e col palangrese di fondo, tali attività hanno per bersaglio specie diverse da quelle col tramaglio. Per cui si ha solo una parziale e relativamente trascurabile sovrapposizione nello sfruttamento contemporaneo di poche specie (soprattutto sparidi) da parte di più mestieri di pesca. Pertanto lo studio della sola attività di pesca col tramaglio conserva pressocché integra la sua validità. Tuttavia al fine di trarre conclusioni definitive sull'intera risorsa demersale dell'area in questione, è opportuno attendere lo studio dei dati, in corso di elaborazione, relativi alle catture effettuate con gli altri attrezzi. In conclusione, comunque, possiamo ritenere, con buon margine di tranquillità, che la pesca col tramaglio di profondità non incide in maniera eccessiva sulle risorse biologiche, anche perché nel caso di Porto Cesareo è svolta non come attività unica ma in concomitanza ed in alternativa ad altre.

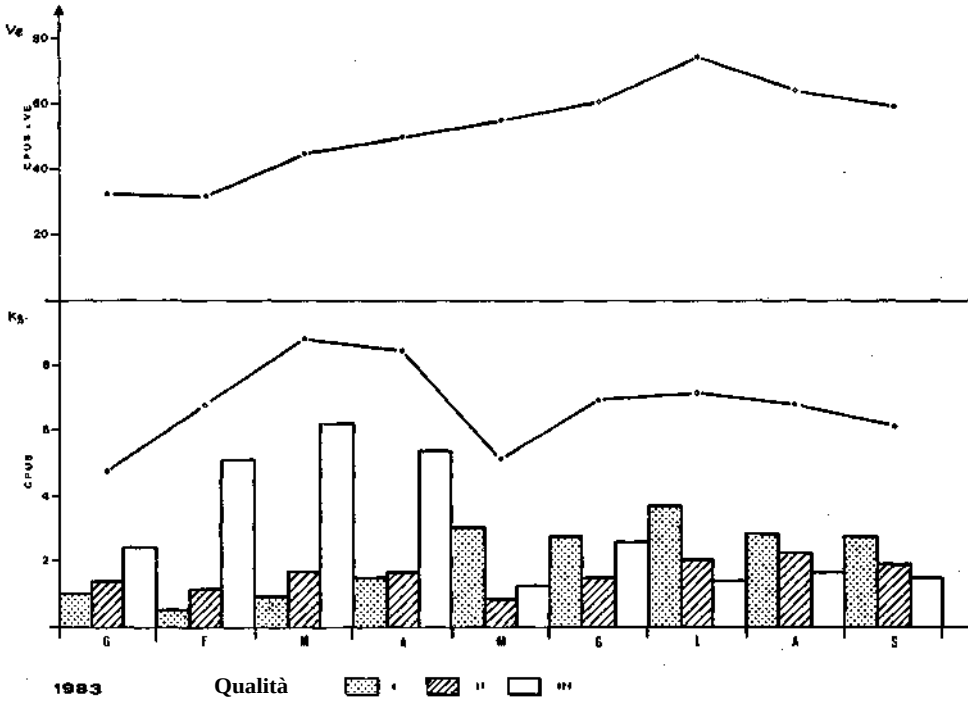


Fig. 7 - Andamento delle cpus nell'anno 1983.

Restano comunque da valutare gli effetti sulle singole specie maggiormente pescate (*Palinurus elephas, Scorpaena scrofa, Sepia officinalis, Phycis phycis),* che a causa dei diversi cicli biologici (lunghezza di vita, età di prima riproduzione, potenziale riproduttivo) risentono in maniera diversa della pressione di pesca su loro esercitata.

Ringraziamenti

Ringraziamo il Prof. Corrado Piccinetti per l'accurata lettura di una prima stesura di questo lavoro e per i suoi oculati consigli. Ringraziamo inoltre il Sig. Amleto De Santanna per la collaborazione tecnica e il Geom. Riccardo Sala, che ha curati la iconografia della presente nota.

Summary

Deep trammel net fishery of Porto. Cesareo (Lecce, Italy) in the years 1978/83.

The bottom trammel net fishery of Porto Cesareo was surveyed during the years 1978/83. Such activity, in which a large part of the Porto Cesareo fleet is involved, is exerted on rocky bottoms, from 20 to 120 m of depth, in the Gulf of Taranto just off

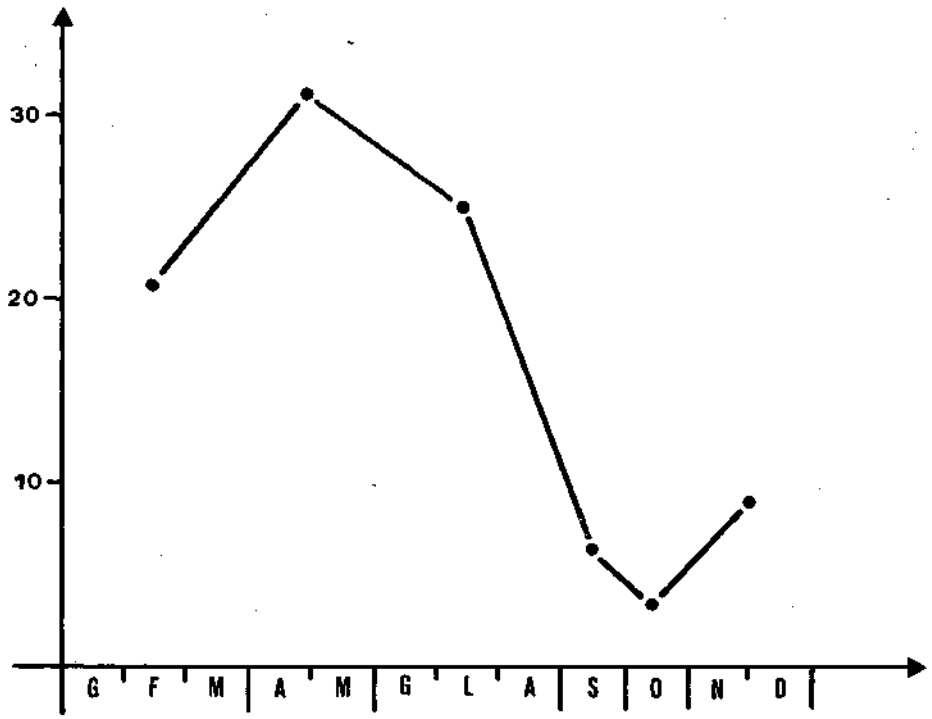


Fig. 8 - Variazioni stagionali della percentuale media di imbarcazioni che hanno effettuato la pesca col tramaglio negli anni 1978/1983.

the home harbour. Catch by trammel nets, with 5 to 7 cm mesh size, is multispecific; besides the spiny lobster, which is the target species in summertime, large quantities of other fishes are netted.

Monthly average c.p.u.e, were calculated both for total catch and for each commercial category of catch; furthermore, bearing in mind that fishery is an economic activity, average economic value c.p.u.e, (c.p.u.e. VE) were evaluated by indexing the catches of the three commercial categories with three different factors.

The within each year trends of c.p.u.e, were examined, as well as the general trend from 1978 to 1983.

Riassunto

È stata studiata l'attività di pesca col tramaglio di fondo esercitata da una parte considerevole della flotta peschereccia di Porto Cesareo (Le) negli anni 1978/83.

Tale pesca viene effettuata sui fondi prevalentemente rocciosi, da 20 a 120 m di profondità, della zona del Golfo di Taranto prospiciente il porto base.

Il pescato realizzato coi tramagli con maglia da 5 a 7 cm, è multispecifico, poiché con essi si ottengono buone catture ponderali di specie ittiche commercialmente valide, oltre all'aragosta che è la specie bersaglio, soprattutto nei mesi estivi.

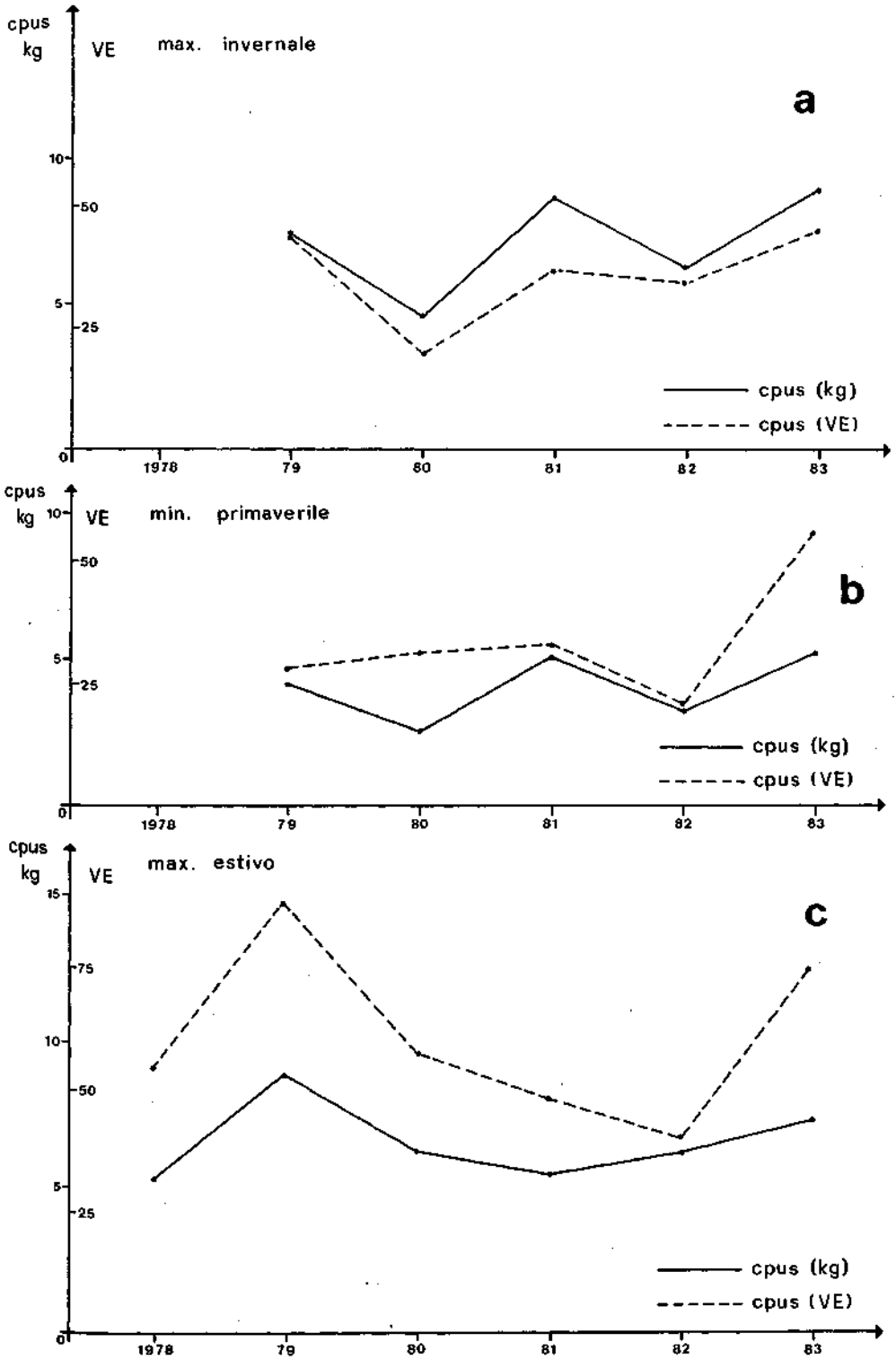


Fig. 9 (a, b, c) - Variazioni annuali (1978/83) di massimo invernale (a), minimo primaverile (b) e massimo estivo (c) dei valori di cpus del pescato totale in peso e del pescato totale in valore economico.

Tab. 1 - *Valori mensili medi di catture per unità di sforzo per le tre categorie commerciali in peso, kg (cpus I, II, III, per il pescato totale in peso, kg (cpus tot.) e per il pescato totale in valore economico (cpus VE).*

	cpus												
	I						2,72	1,81	2,49				
	II						1,42	1,57	1,59				
1978	III						1,14	0,97	0,97				
	tot.						5,28	4,35	5,05				
	VE						54,16	41,12	51,57				
	I		0,75	1,32	0,99	2,33	2,60	2,49	4,29		0,26	0,44	0,07
	II		0,69	1,33	0,96	1,60	1,73	1,24	2,44		2,11	1,97	0,99
1979	III		4,60	4,71	2,17	1,40	0,47	0,80	2,04		3,93	1,43	9,26
	tot.		6,04	7,36	4,12	5,32	4,79	4,56	8,77		6,30	3,85	10,32
	VE		29,86	43,13	28,07	50,27	52,42	48,47	87,94		30,44	24,77	35,79
	I	0,29	0,34	0,87	1,51	1,69	1,34	2,30	2,06				
	II	0,63	0,54	0,47	0,83	0,67	1,20	1,58	3,52				
1980	III	3,56	3,61	2,48	0,69	0,16	0,40	1,23	0,55				
	tot.	4,48	4,48	3,83	3,04	2,52	2,94	5,11	6,14				
	VE	19,34	19,64	23,75	30,61	30,94	29,72	42,21	57,25				
	I	0,47	0,83	0,58	0,89	1,06	2,27	1,78					0,97
	II	0,49	0,77	0,96	0,97	1,27	1,11	1,83					0,33
1981	III	4,46	5,63	7,00	5,05	2,71	1,93	1,40					0,35
	tot.	5,42	7,22	8,54	6,92	5,04	5,31	5,01					1,65
	VE	23,90	34,63	36,39	35,25	32,87	47,61	43,76					17,90
	I	1,16	1,01	0,88	0,78	0,69	0,97	0,55					
	II	0,43	0,73	0,92	0,96	0,75	2,31	1,48					
1982	III	1,23	4,42	3,89	4,29	1,69	2,77	0,61					
	tot.	2,82	6,16	5,68	6,03	3,13	6,05	2,70					
	VE	24,06	33,53	31,21	31,27	20,68	39,04	31,36					
	I	1,02	0,56	0,92	1,46	3,02	2,79	3,70	2,85	2,76			
	II	1,36	1,15	1,71	1,63	0,85	1,51	2,05	2,29	1,88			
1983	III	2,42	5,09	6,20	5,34	1,27	2,62	1,39	1,67	1,52			
	tot.	4,80	6,80	8,83	8,43	5,14	6,93	7,14	6,81	6,16			
	VE	32,10	31,63	44,41	49,31	55,10	60,25	73,94	63,84	59,17			
		G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D

Sono state calcolate le medie mensili di c.p.u.s. in peso sia per il pescato globale che per le singole categorie commerciali; inoltre, data la disparità notevole del valore di mercato delle tre categorie, sono anche state valutate le medie delle c.p.u.s. in unità di valore economico (c.p.u.s. VE).

Sono stati quindi analizzati l'andamento e le variazioni dei valori di c.p.u.s. nel corso delle singole stagioni di pesca e nel corso dei sei anni presi in considerazione.

Bibliografia

DE METRIO G., VACCARELLA R., TERIO E., PETROSINO G. (1977) - Ulteriori dati sulla presenza e distribuzione del *Branchiostoma lanceolatum* (Pallas) lungo la costa di Nardò (Mar Ionio). *Atti Soc. Peloritana Sci. Fis. Matem. Nat.,* 23: 101-116.

DE METRIO G., PETROSINO G., LO PRESTI M., TERIO E. (1981) - Andamento della pesca del Pesce spada *(Xiphias gladius* L.) nel triennio 1978-80 al largo delle coste del Salento. *Atti Relaz. Acc. Pugliese Sci.,* N.S., 39, 2: 1-36.

DE METRIO G., PETROSINO G., TURSI A., CHIEPPA M. (1982) - Andamento della pesca di *Prionace glauca* L. nel biennio 1979-80 al largo delle coste joniche del Salento (Pisces, Chondrichthyes). *Natur. Siciliano,* S. IV, 4, Suppl. (2): 413-419.

DE METRIO G., PETROSINO G., TURSI A. (1982) - La pesca di *Prionace glauca* (Pisces, Chondrichtyes) lungo le coste del Salento nel quadriennio 1978-1981. *Boll. Mus. Ist. Biol. Univ. Genova,* 50, suppl.: 381.

DE METRIO G., PETROSINO G., TURSI A. (1983) - Captures de tortues marines *Caretta caretta* L. et *Dermochelys Coriacea* L. dans la mer Ionienne. *Rapp. Comm. int. mer Médit.,* 28.

DE METRIO G., TURSI A., PETROSINO G., MATARRESE A. (1983/84) - Catture di giovani esemplari di Pesce spada (*Xiphias gladius* L.) nelle acque dello Ionio. *Nova Thalassia,* 6, suppl.: 511-516.

DE METRIO G., PETROSINO G., MATARRESE A., TURSI A., MONTANARO C. (1983) - Importance of the fishery activities with drift lines on the populations of *Caretta caretta* (L.) and *Dermochelys coriacea* (L.) (Reptilia, Testudines) in the Gulf of Taranto. *Oebalia,* 9: 43-53.

PARENZAN P. (1983) - Puglia marittima. *Ed. Congedo,* Galatina (Le): 1-688.

POTOSCHI A., CEFALI A., DE METRIO G., PETROSINO G. (1981) - Biologia e pesca dell'Alalunga *(Thunnus alalunga* Bonn. 1788) nel Golfo di Taranto. *Convegno C.N.R.U.O. Pro-Setto finalizzato Oceanografia e Fondi Marini. Subprog. Risorse Biologiche,* Roma: 463-473.

TERIO B., DE METRIO G. (1970) - Distribuzione del *Branchiostoma lanceolatum* (Pallas) in alcuni distretti del litorale jonico pugliese (Nardò). *Atti Soc. Peloritana Sci. Fis. Matem. Nat.,* 16, 3-4: 267-279.

OEBALIA 1985, vol. XI - 2, N.S.: 609-621 ISSN 0392-6613

G. PETROSINO° * G. BELLO[+] G. DE METRIO° *
M. LENTI° * V. SCISCIOLI*
° Istituto Comunale di Biologia Marina di Nardò (Le) - Italy
*Istituto di Anatomia Normale e Biologia Veterinaria - Università Bari - Italy
[+] Laboratorio Provinciale di Biologia Marina - Bari - Italy

ANDAMENTO DELLA PESCA DELL'ARAGOSTA, *PALINURUS ELEPHAS* (FABR.) LUNGO LA COSTA IONICA SALENTINA (GOLFO DI TARANTO) DAL 1978 AL 1983

Abstract

Spiny lobster fishing along the Salento Ionian Coast (Gulf of Taranto).

The spiny lobster fishery of Porto Cesareo (Lecce, Italy) was surveyed in 1978/83. The analysis of the c.p.u.e. trend and of the general situation of that fishery showed that the stock is probably affected by some overfishing.

Key-words: *Fishery, Gulf of Taranto,* Palinurus elephas, *Crustacea, Trammel net.*

Introduzione

La pesca dell'aragosta (*Palinurus elephas* FABR.) ha profonde radici nelle tradizioni pescherecce della marineria di Porto Cesareo dove in passato veniva praticata soprattutto mediante le nasse. Data l'importanza che essa ancora riveste per quei pescatori, (DE METRIO *et al.,* 1979) nel corso dell'ultimo ventennio s'è andata sempre più ammodernando e potenziando, grazie all'entrata in uso delle reti di nylon, del verricello salpareti ed ultimamente anche dell'ecoscandaglio, conservando tuttavia un carattere nettamente artigianale. Attualmente detta pesca viene effettuata esclusivamente con tramaglio con maglia del telo interno di apertura da 5 a 7 cm e maglia del telo esterno con apertura di 16 cm; la maglia con apertura più ampia viene adoperata soprattutto nei mesi estivi (giugno-agosto) che sono i più produttivi per la specie in questione. In realtà è proprio in questi mesi che la pesca è tesa alla cattura del crostaceo, mentre negli altri esso viene raccolto in quantità modeste e quindi con rese economiche nettamente inferiori (DE METRIO *et al.,* 1985). In questa attività è impegnata una porzione considerevole della flotta peschereccia di stanza a Porto Cesareo e va sottolineata la note-

vole possibilità dei battelli e dei loro equipaggi nell'esercitare, contemporaneamente o in successione, più mestieri di pesca. I battelli impiegati sono di stazza lorda non superiore alle 10 tonnellate, e pertanto rientrano nella categoria legale della piccola pesca, ed essi, oltre alla pesca con tramaglio di varia dimensione, esercitano la pesca col palangrese di fondo, coi palangresi derivanti per pesce spada e per tonnetti, e con rete da circuizione per palamiti. Per una descrizione più dettagliata dell'attività di pesca col tramaglio e dell'area in cui essa viene esercitata, si rimanda a DE METRIO *et al.* (1985). Lo studio di questa attività della flotta peschereccia di Porto Cesareo riveste importanza a causa dell'elevato valore economico dell'aragosta che la rende oggetto di una notevole pressione di pesca e d'altra parte poichè le sue stesse caratteristiche biologiche la rendono più vulnerabile rispetto ad altre specie catturate con lo stesso attrezzo, ci sembra necessario tentare di verificare il livello di sfruttamento di tale risorsa. Per tale motivo abbiamo seguito l'andamento della pesca del crostaceo in questione fin dal 1978 ed in questa nota riferiamo su dati relativi al sessennio 1978-1983.

Materiali e metodi

Le barche seguite hanno esercitato la pesca nell'area del Golfo di Taranto estendentesi tra Campomarino (Ta) e Torre S. Giovanni (Le), compresa tra le batimetriche dei 20 e 120 m su fondi coerenti di varia natura, a volte intercalati da lenti sabbiose o fangose meglio descritti da DE METRIO *et al.* (1985) (Fig. 1). Va precisato però che l'area di pesca si è andata sempre più estendendo nel corso degli ultimi anni (fino al 1978 era nettamente più ristretta DE METRIO *et al.*, 1979) e ciò è stato possibile grazie all'ammodernamento dell'attrezzatura, che ha comportato anche l'introduzione dell'ecoscandaglio il quale si è rivelato estremamente utile per l'esplorazione di più vaste aree ed il conseguente reperimento di nuovi fondali coralligeni. Data la natura del substrato, in tutta l'area non è possibile l'esercizio della pesca a strascico.

La zona di pesca dell'aragosta su cui insiste la flottiglia di Porto Cesareo si sovrappone solo marginalmente nella sua parte meridionale, alla zona di interesse di un'altra ventina di imbarcazioni appartenenti alle marinerie di Ugento e Gallipoli.

Nel corso delle annate di pesca dal 1978 al 1983 sono state rilevate quotidianamente le quantità ponderali di aragoste pescate da alcune imbarcazioni campione in numero variabile a seconda dell'anno (da quattro a nove).

Quindi sono stati calcolati i valori delle catture per unità di sforzo (cpus) per ciascuna di esse e le loro medie mensili complessive. L'unità di sforzo prescelta è stata 1 Km di rete/giornata di pesca.

Non è stato introdotto alcun fattore di correzione relativo alla stazza ed alla potenza delle imbarcazioni in quanto dai risultati del primo anno di indagine, condotta su nove barche campione, non è stata notata alcuna correlazione tra dimensioni del natante e resa in cpus. Per maggiori particolari sulla metodologia usata si rimanda a DE METRIO *et al.* (1985).

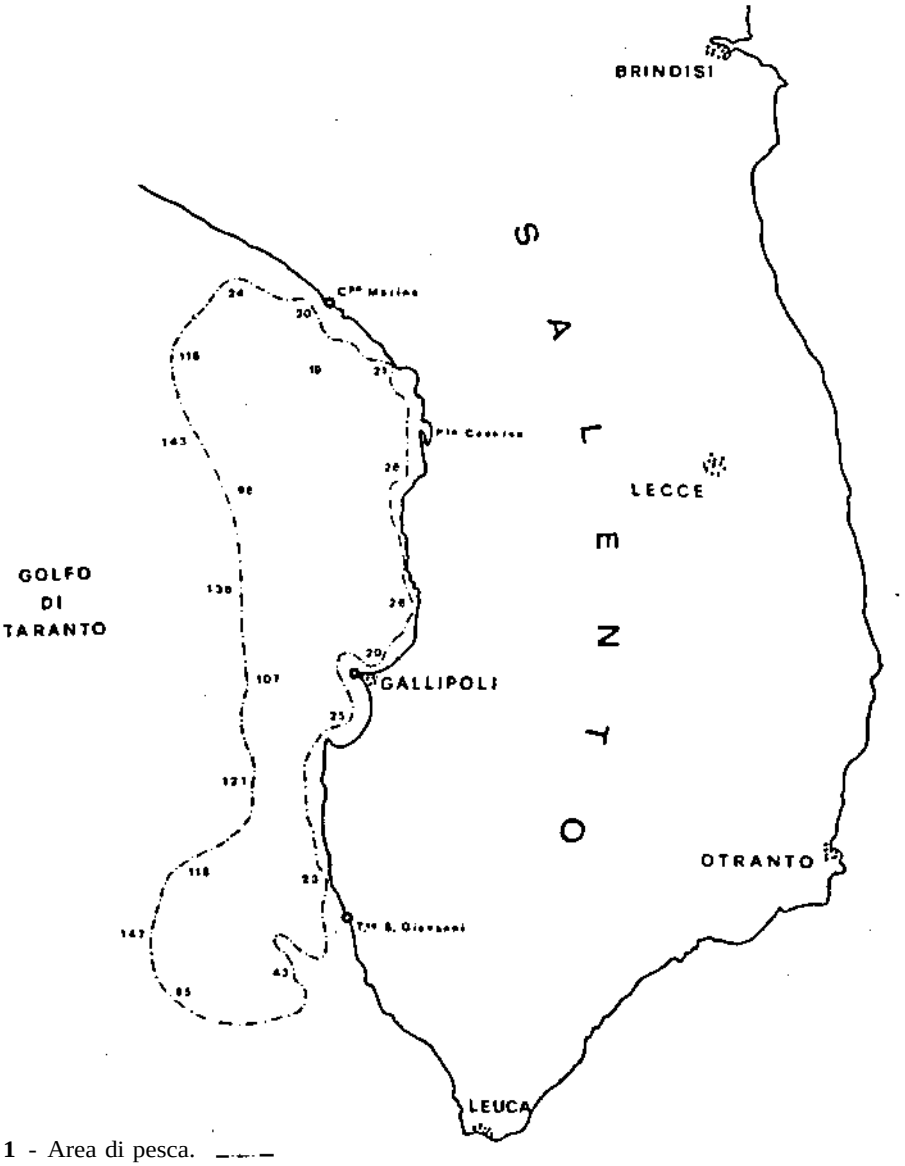


Fig. 1 - Area di pesca.

Risultati

Come è stato già sottolineato da DE METRIO *et al.* (1985), l'aragosta è pescata soprattutto in estate, periodo in cui essa raggiunge il 43% del pescato totale; di contro le rese ponderali si abbassano nel periodo freddo. I mesi più produttivi sono giugno,

luglio ed agosto; in alcuni anni anche in maggio si sono pescate buone quantità del crostaceo.

Pertanto, pur pescandosi incidentalmente in tutte le stagioni, l'aragosta diviene primario oggetto di pesca solo nei mesi estivi. In questo periodo alcune imbarcazioni, circa l'80% di quelle armate con tramaglio, si dedicano esclusivamente a tale tipo di pesca. Per questo motivo, le considerazioni finali sulla pesca del crostaceo, sono basate essenzialmente sui risultati dei mesi di giugno, luglio ed agosto.

Nel periodo 1978/83 il numero di imbarcazioni impegnate nella pesca estiva dell'aragosta è variato, aumentando da 23 unità nel primo anno a 28 nel 1982, per poi scendere a 22 nel 1983:

	1978	1979	1980	1981	1982	1983
N. barche	23	24	26	26	28	22

In Tab. 1 sono riportati i valori medi mensili di cpus nei sei anni di indagine. Nel primo anno di indagine, 1978, i rilievi sono iniziati solo in giugno, per motivi contingenti, su nove barche campione (Fig. 2). Le rese ponderali più elevate si sono ottenute

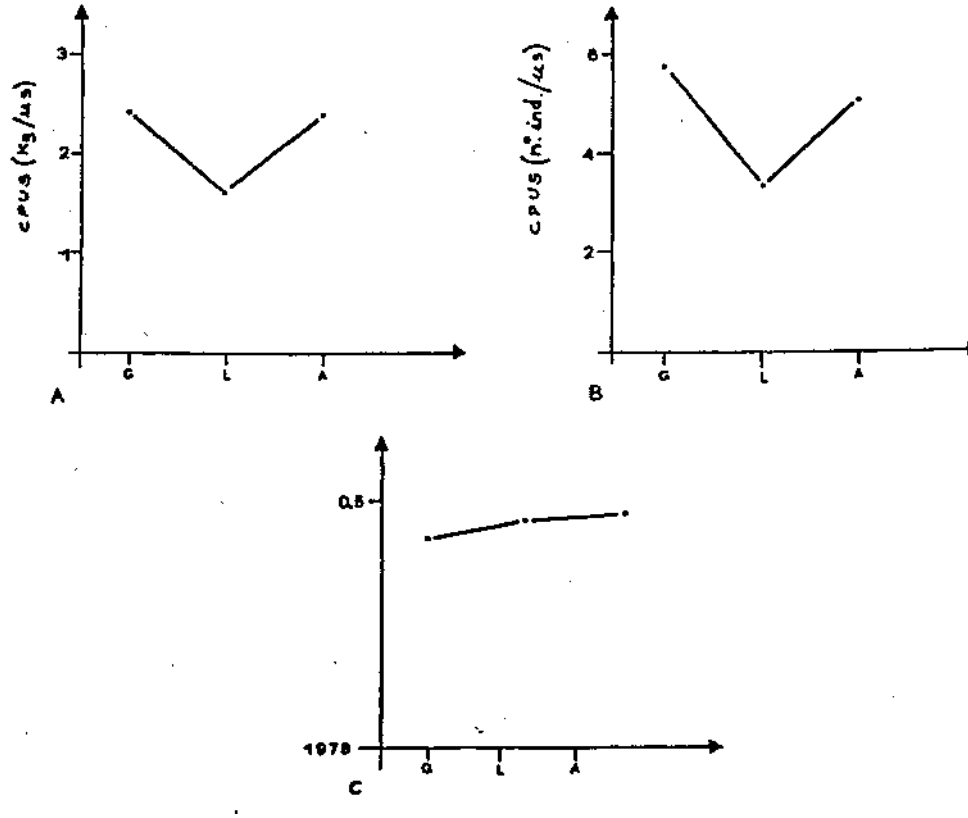


Fig. 2 - Anno 1978: a) cpus = Kg/u.s.; b) cpus = ind./u.s.; c) peso medio degli individui catturati.

Tab. 1 - Valori medi mensili ed annuali di cpus. Le media annuali sono state calcolate coi dati dei mesi di giugno, luglio e agosto, tranne che per l'anno 1982 per cui erano disponibili i soli dati di giugno e luglio.

	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	*Media Estiva*
1978	—	—	—	—	—	2,43	1,62	2,41	2,15
1979	—	0,16	0,73	0,89	1,81	2,21	2,42	4,51	2,93
1980	0,10	0,05	0,24	0,42	0,63	1,79	1,31	0,96	1,55
1981	—	0,39	0,46	0,87	0,99	2,76	2,43	2,61	2,56
1982	0,16	0,34	0,24	0,50	0,54	1,13	0,93	—	1,09
1983	0,45	0,39	0,87	1,36	2,93	2,79	3,54	2,69	3,05

in giugno (cpus = 2,4); ad una flessione in luglio è seguita la ripresa in agosto; il valore medio annuale di cpus è stato 2,15. In questo primo anno sono state pure computate le quantità numeriche di aragosta, e quindi calcolate le cpus in numero di individui (Fig. 2 b); il loro valore medio è stato 4,7 ind./us. Nel corso dei tre mesi estivi si è avuto un lieve incremento del peso medio degli esemplari catturati, da 420 gr in giugno a 470 gr in agosto (Fig. 2 c). In settembre la pesca all'aragosta fu sospesa a favore di altre attività pescherecce più redditizie.

Nel 1979 (Fig. 3), come pure negli anni successivi, l'attività di pesca col tramaglio di profondità è stata seguita per tutto l'anno.

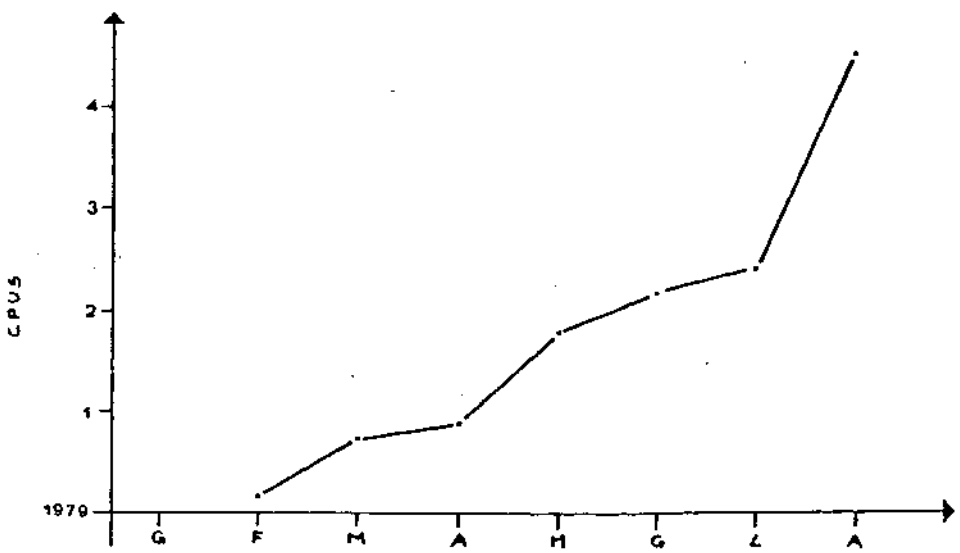


Fig. 3 - Andamento delle cpus nel 1979.

Come è stato già accennato in precedenza, le rese maggiori si sono avute in estate; infatti da febbraio ad agosto c'è stato un incremento continuo delle cpus e proprio in quest'ultimo mese è stato raggiunto il picco massimo, con cpus = 4,5. Comunque già a partire da maggio ci sono state discrete rese (cpus = 1,8).

L'anno seguente 1980 (Fig. 4) ha segnato un notevole calo delle catture di *P. elephas:* i valori commercialmente accettabili di cpus di giugno (1,8) sono progressivamente calati fino a raggiungere, in agosto, il valore di 0,95.

È seguita una discreta ripresa nel 1981 (Fig. 5), anno in cui nei tre mesi estivi, i più produttivi, si è ripetuto il pattern del 1979, con picco in giugno (cpus = 2,8), lieve flessione in luglio e ripresa in agosto.

Il 1982 (Fig. 6) è stata l'annata più negativa in quanto a rese ponderali fra i sei anni di indagine. Infatti gli scarsi quantitativi pescati in luglio (cpus = 0,9), inducevano la quasi totalità delle imbarcazioni a dedicarsi ad altri tipi di pesca. Inoltre diversi capibarca-armatori, proprio a causa della cattiva annata, si decidevano a sostituire il proprio battello con una imbarcazione più piccola e dai costi di gestione più ridotti.

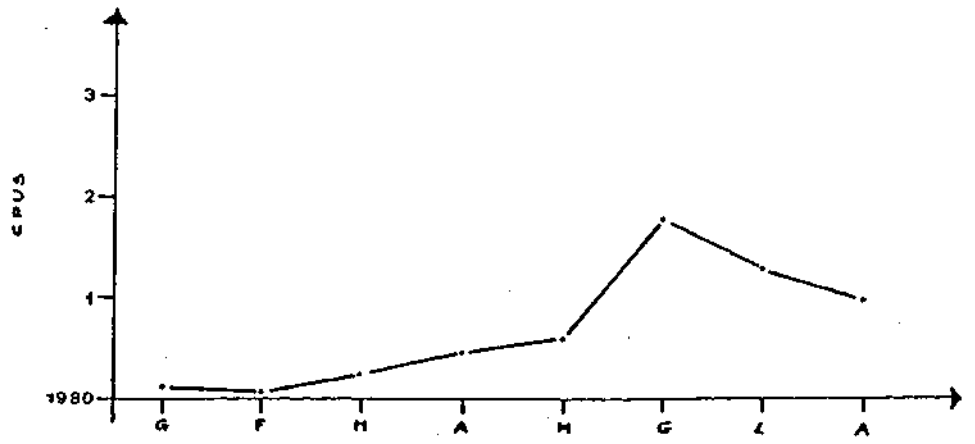


Fig. 4 - Andamento delle cpus nel 1980.

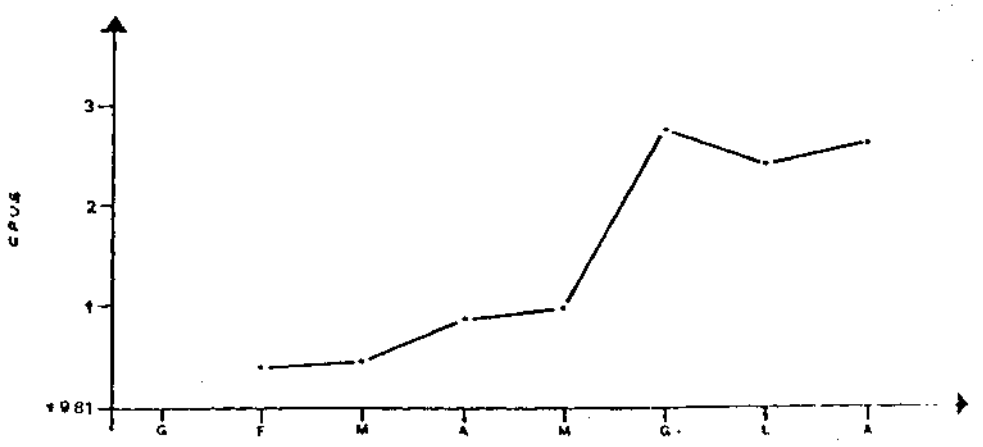


Fig. 5 - Andamento delle cpus nel 1981.

Nel 1983 (Fig. 7) c'è stata una buona ripresa della pesca col tramaglio ed anche dell'aragosta. Già in maggio si ottenevano alte rese ponderali (cpus = 2,9), mentre il picco massimo (cpus = 3,6) veniva raggiunto in luglio. Seguendo l'andamento delle cpus mensili sembra che in questo anno l'arrivo della buona stagione di pesca sia avvenuto precocemente rispetto agli anni precedenti.

In Fig. 8 sono riportati gli andamenti delle medie estive (calcolato sul pescato dei mesi di giugno, luglio ed agosto) delle cpus dal 1978 al 1983. Per valutare la tendenza delle catture nei sei anni di indagine sono state prese in considerazione solo quelle estive, in quanto proprio in questi mesi l'attività è tesa essenzialmente alla cattura dell'aragosta, anche con l'uso della rete con 7 cm di maglia, mentre negli altri mesi le aragoste vengono catturate incidentalmente essendo altre le specie bersaglio (DE METRIO *et al.,* 1985).

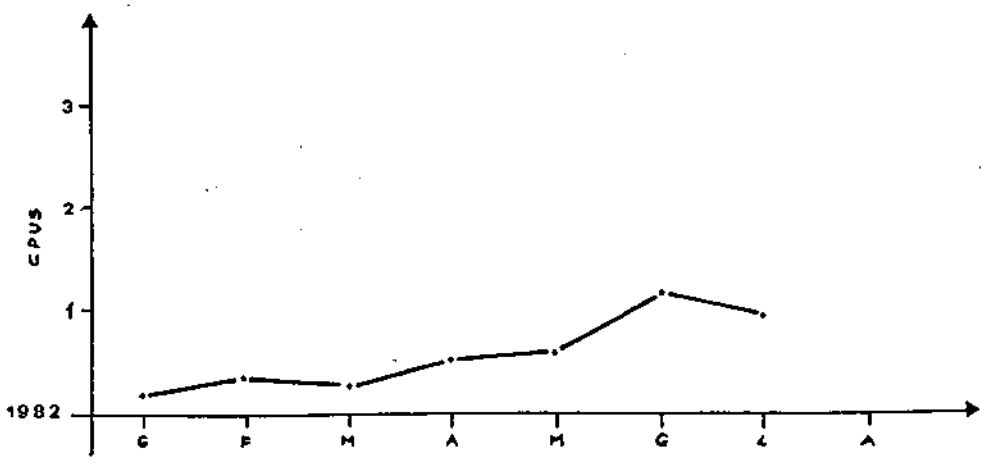


Fig. 6 - Andamento delle cpus nel 1982.

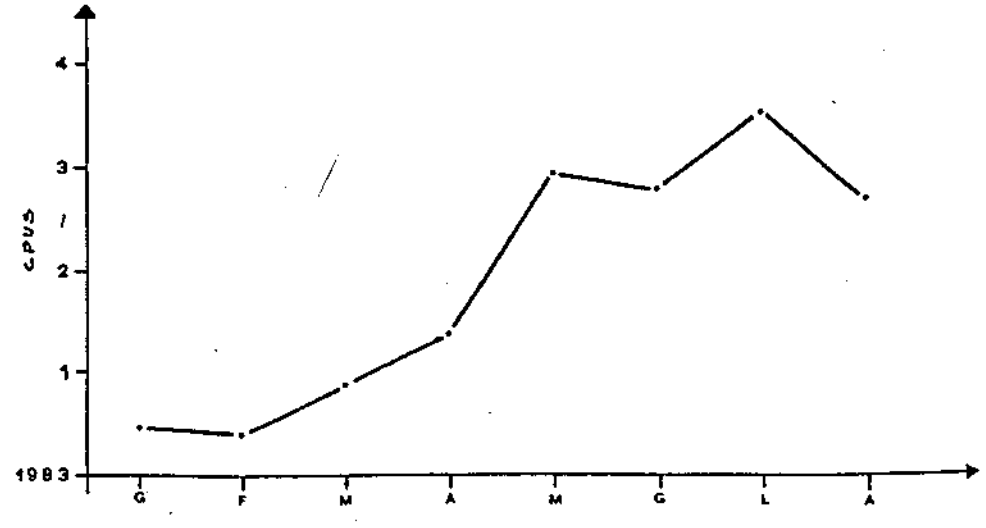


Fig. 7 - Andamento delle cpus nel 1983.

In Tab. 2 sono riportate le stime del pescato totale di aragoste da parte della flotta di Porto Cesareo (vedi anche Fig. 9), il numero complessivo di giornate di pesca e le rese in peso per ciascuna imbarcazione per giornate di pesca.

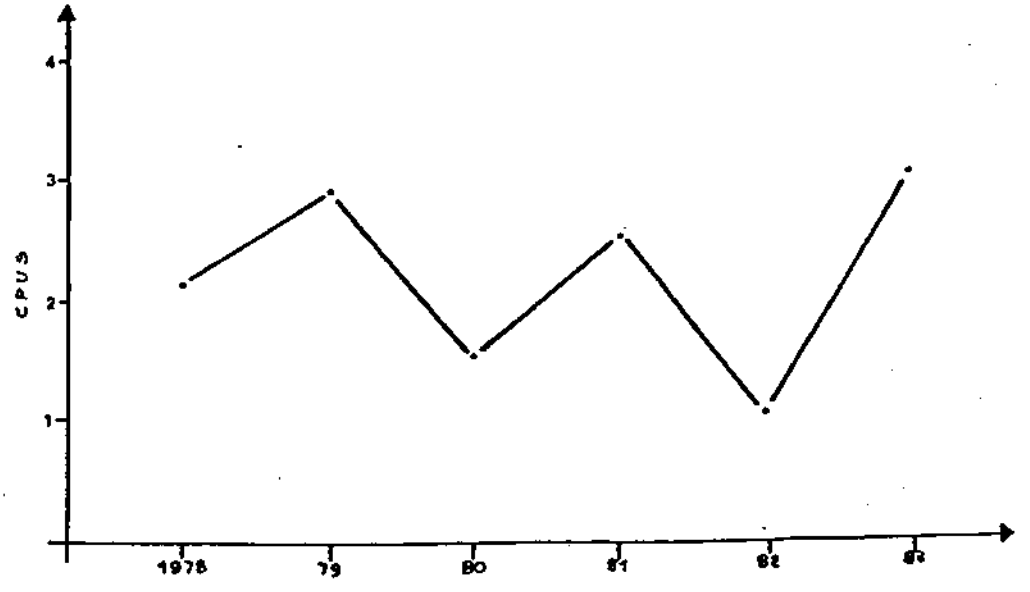


Fig. 8 - Andamento delle medie estive delle cpus negli anni 1978/83.

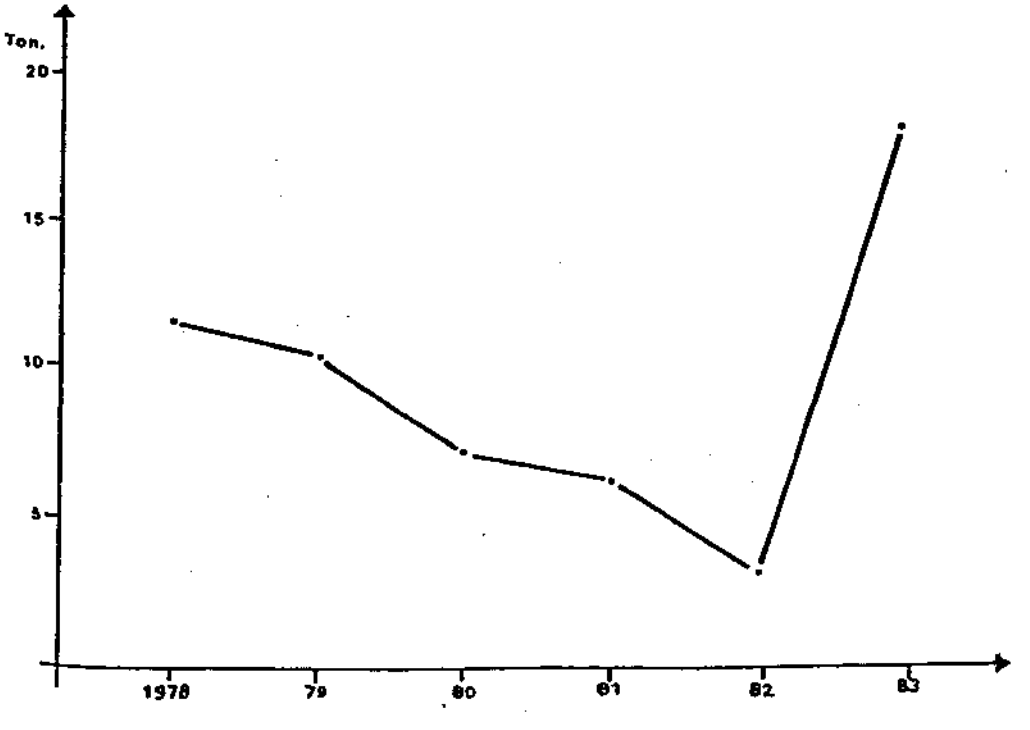


Fig. 9 - Andamento delle quantità totali di aragoste pescate dalla flotta di Porto Cesareo negli anni 1978/83.

Tab. 2 - *Stime delle quantità totali di aragoste catturate dalla flotta di Porto Cesareo nel Golfo di Taranto, del numero complessivo di giornate di pesca della stessa flotta, e delle rese ponderali per giornata di pesca per barca.*

A N N O	cpus (G+L+A)	Tot. catturato (ton.)	Tot. giornate	Catt/gior. (Kg/g) barca
1978	2,15	11,5	1280	8,96
1979	2,93	10,5	740	14,13
1980	1,55	7,2	1220	5,95
1981	2,56	6,3	490	12,72
1982	1,09	3,1	570	5,47
1983	3,05	18,1	910	19,86

Discussione

L'aumento ponderale medio degli individui di *P. elephas* registrato nel periodo giugno-agosto 1978 (Fig. 2), non è certamente attribuibile all'accrescimento che, soprattutto negli adulti, è piuttosto lento (MARIN, 1981), bensì alla cattura casuale di esemplari di maggiore taglia, oltre che di femmine ovigere la cui frequenza nel pescato è aumentata proprio nei mesi di luglio ed agosto; le femmine portatrici di uova hanno infatti, a parità di taglia, un peso maggiore (CAMPILLO, 1982). Per quel che concerne il livello di sfruttamento dello stock di aragoste, oggetto di pesca della flottiglia di Porto Cesareo, allo stato attuale delle nostre conoscenze non è possibile esprimersi con certezza sul suo stato. Si nota innanzitutto un'alternanza di annate di pesca favorevoli (1979, 1981 e 1983) con altre meno proficue (1978, 1980 e 1982) (Fig. 8); tuttavia, al di là di tale fenomeno, si può osservare una lieve tendenza negativa delle medie annuali delle cpus dal 1978 al 1982. D'altro canto proprio nel 1982 le scarse rese ponderali del crostaceo hanno messo in allarme i pescatori, che chiudevano la stagione di pesca dell'aragosta già in luglio; inoltre diversi piccoli armatori-pescatori decidevano di non esercitare più tale mestiere di pesca anche negli anni successivi e persino vendevano i loro battelli a favore di barche più piccole e dai costi di gestione ridotti. Nel 1983 infatti praticavano la pesca dell'aragosta 22 barche, sei in meno rispetto all'anno precedente.

Sappiamo, dalle relativamente scarse notizie sulla biologia della specie, e da studi sulla sua pesca in altre zone del Mediterraneo (vedi ad esempio CAMPILLO, 1982), che *P. elephas* è più vulnerabile di altre specie demersali e diviene facilmente oggetto di sovrappesca. Pertanto l'andamento decrescente, se pur in modo lieve, delle cpus negli anni 1978/82 e le testimonianze degli stessi pescatori ci sembrano suggerire che è in atto sovrappesca a carico dello stock locale di aragoste. Va pure aggiunto che le innovazioni tecniche introdotte hanno permesso uno sfruttamento più intenso delle specie, che solo fino a due decenni fa veniva pescata con le nasse. Proprio nel corso di questi sei anni d'indagine abbiamo assistito all'utilizzazione di ecoscandaglio per il reperimento di fondi idonei alla pesca, mentre ancora nel 1978 tale strumento veniva ignorato da tutte le imbarcazioni (DE METRIO *et al.*, 1979); oltre a ciò si è avuto negli anni 1978/82 anche un potenziamento dello sforzo di pesca globale sia come numero di imbarcazioni che come lunghezza di rete calata (DE METRIO *et al.*, 1985). Naturalmente l'accresciuto e più efficace sforzo di pesca può facilmente incidere in maniera negativa sulla specie. L'ipotesi di sovrappesca, comunque, sembra essere smentita dalla netta ripresa sopravvenuta nel 1983 (Fig. 8 e 9). Tale ripresa, però non è attribuibile in toto ad una ripresa reale dello stock, in quanto proprio in quest'ultimo anno i pescatori hanno esteso la loro tradizionale area di pesca spingendosi fino a Campomarino a N-W e a Torre S. Giovanni a S-E; per cui l'aumento delle rese potrebbe semplicemente essere dovuto al prelievo di risorse non ancora intensamente sfruttate. Sarebbe essenziale, a tale riguardo, conoscere gli spostamenti migratori dell'aragosta, problema insoluto anche in altri distretti geografici (CAMPILLO, 1982). In definitiva e senza voler essere allarmisti, ci sembra che Possano individuarsi i sintomi di una pesca in qualche misura superiore ai livelli di sfruttamento ottimale della risorsa e che, pertanto, andrebbero apportati provvedimenti, che sarebbe augurabile concertare con gli stessi operatori del settore, atti a limitare i danni

alla popolazione locale di *P. elephas.* A tal proposito va ricordato che la taglia minima legale di 30 cm (art. 81 della Disciplina della Pesca Marittima) non viene affatto rispettata dai pescatori che trattengono animali di dimensioni notevolmente minori; in realtà a detta taglia corrispondono esemplari di buona pezzatura.

Da alcuni nostri dati biometria risulta che animali di 30 cm di taglia superano i 650 gr di peso, mentre, dai valori calcolati utilizzando la curva di regressione derivata da CAMPILLO, 1982, per la popolazione corsa, è possibile vedere che a 30 cm di lunghezza corrisponde un peso di oltre 800 gr. Presumiamo che potrebbe trovarsi un accordo fra i pescatori del settore a rispettare effettivamente una taglia minima legale inferiore all'attuale e che rappresenti un giusto compromesso fra requisiti biologici della specie ed interesse commerciale dell'operatore. Ricordiamo che in altri Paesi mediterranei vigono taglie minime legali inferiori alla nostra; ad esempio la legislazione francese consente la cattura di esemplari superiori a 18 cm di lunghezza totale (dimensione comunque ritenuta eccessivamente bassa da CAMPILLO, 1982) mentre in Grecia è autorizzata la cattura di aragoste superiori a 21 cm di lunghezza totale (MORA *et al.,* 1973). Ovviamente la definizione di una più adeguata taglia minima legale va fatta a seguito di studi biometrici e potenziale riproduttivo.

L'adozione di un periodo di chiusura della pesca rimane superflua, in quanto già di fatto l'aragosta viene scarsamente pescata al di fuori del periodo maggio-agosto, grazie alla molteplicità dei mestieri di pesca esercitati dai battelli di Porto Cesareo. In conclusione, permangono diversi interrogativi a cui rispondere, soprattutto riguardo agli aspetti più eminentemente biologici della popolazione locale di *P. elephas,* quali velocità di accrescimento, biometria, potenziale riproduttivo e movimenti migratori. Tutto questo al fine di valutare i reali limiti di sfruttabilità di questa risorsa.

Ringraziamenti

Gli AA. esprimono la loro profonda gratitudine al Prof. Corrado PICCINETTI per i consigli ed i suggerimenti da Lui elargiti dopo la lettura critica della prima stesura del lavoro.

Gli AA. inoltre ringraziano il Sig. Amleto DE SANTANNA per la collaborazione tecnica ed il Geom. Riccardo SALA il quale ha curato l'iconografia del presente lavoro.

Summary

Trend of the spiny lobster (Palinurus elephas FABR.) *fishery along the Salento Ionian coast (Gulf of Taranto) in the years 1978/83.*

In the littoral zone of Porto Cesareo (Lecce, Italy) the spiny lobster is fished in spring and summer months on rocky bottoms between 20 and 120 m of depth. The gear used is the trammel net with 7 cm mesh size.

The lobster fishery was surveyed from 1978 to 1983 by recording the daily catch by a few sample boats. Mean monthly values of c.p.u.e. were calculated, as well as the

yearly ones by averaging the catches of June, July and August, which are the most productive months. The total catches by the Porto Cesareo fleet were estimated.

The analysis of the c.p.u.e. trend from 1978 to 1983 and an exam of the general situation of the fishery make one suppose that the P. elephas *stock is experiencing an excessive fishing pressure.*

Riassunto

Nella zona litorale di Porto Cesareo (Le) la pesca dell'aragosta, *Palinurus elephas* FABR., viene effettuata stagionalmente in primavera-estate su fondi rocciosi fra 20 e 120 m di profondità per mezzo di rete a tramaglio con maglia del telo interno di 7 cm di apertura.

Negli anni 1978/83 sono state rilevate quotidianamente le quantità di aragoste pescate da alcune imbarcazioni campione. Sono quindi stati calcolati i valori medi mensili di cpus e quelli medi estivi, relativi ai mesi di giugno, luglio e agosto, che sono i più produttivi.

È stato pure stimato il pescato totale di aragoste da parte dell'intera flotta peschereccia di stanza a Porto Cesareo. L'analisi dell'andamento delle cpus nei sei anni d'indagine e l'esame della situazione generale di tale attività di pesca, fanno ritenere che lo stock di *P. elephas* risenta di un'eccessiva pressione di pesca.

Bibliografia

CAMPILLO A. (1982) - Premières données sur la pêche et la biologie de la langouste de Corse, *Palinurus elephas* FABR. *Quad. Lab. Tecnol. Pesca* 3 (2-5): 115-139.

DE METRIO G., BELLO G., LENTI M., PETROSINO G., SCISCIOLI V. (1985) - L'attività di pesca col tramaglio di profondità della marineria di Porto Cesareo (Le) negli anni 1978/1983. Nota I - *Oebalia* 11 (2): 593-607.

DE METRIO G., GENTILE R., PETROSINO G. (1979) - Primi risultati delle indagini sulla pesca dell'aragosta (*Palinurus vulgaris* Latr.) lungo la costa di Nardò (Mar Ionio). *Atti Rel. Acc. Pugliese Scie.* 37: 3-13.

MARIN J. (1981) - Données préliminaires sur la croissance de la langouste rouge, *Palinurus elePhas* FABR. en Corse. *Rapp. Comm. int. Mer. Médit. 11* (2): 173-174.

MORA A., TOPOULOU I., KASSIMATI E. (1973) - Distribution and fishing of the lobster *Palinurus vulgaris* and *Homarus vulgaris* in greek seas. *Hellen Oceanol. Limnol.* 11: 179-195.

OEBALIA 1985, vol. XI - 2, N.S.: 623-632 ISSN 0392-6613

P. ORECCHIA* L. PAGGI* R. MINERVINI** D. DI CAVE*
* Istituto di Parassitologia - Università di Roma «La Sapienza»
** CO.I.P.A. Via Nemea, 7 - Roma (Italy)

LA PARASSITOFAUNA DELLE SPECIE ITTICHE STRASCICABILI PRESENTI ALLA FOCE DEL FIUME TEVERE

Abstract

Fish parasites.
Studies on the morphology and taxonomy of the helminth fauna of marine fishes have been undertaken with the parasitological examination of 1388 specimens.

Key-words: Fish parasites, Parasitic fauna, fish, Italian coasts.

Introduzione

Nell'ambito di una campagna annuale di pesca a strascico con rapido effettuata dalla C.O.I.P.A, nel 1982-83 nell'area immediatamente a sud della foce del fiume Tevere è stato realizzato un programma di ricerca sulla parassitofauna delle specie ittiche pescate, al fine di portare un ulteriore contributo alla conoscenza dei parassiti dei pesci delle coste italiane.

Materiali e metodi

L'esame parassitologico è stato effettuato su un totale di 1388 esemplari appartenenti a 37 diverse specie ittiche, pescate entro le quattro miglia dalla costa in un'area di circa 16 miglia quadrate, posta a sud della foce del fiume Tevere al traverso di Ostia. Le specie ittiche sono state pescate con un attrezzo da pesca a traino (rapido) che opera a diretto contatto con il fondo, nel corso di dodici pescate e sono indicative delle specie ittiche che si catturano con questo sistema di pesca in questa zona.

Il materiale ittico è stato identificato ed etichettato a bordo e in seguito surgelato a - 20 °C, fino al momento in cui è stato scongelato per l'esame parassitologico.

Risultati

Lo studio morfologico e sistematico ha portato all'identificazione di trematodi monogenei e digenei, cestodi, nematodi e acantocefali. I parassiti reperiti sono elencati nelle Tab. 1, 2, 3, 4 e 5, in cui oltre al nome dell'ospite è indicato tra parentesi il numero di esemplari parassitati in rapporto agli esaminati. Infine la Tab. 6 riassume i reperti per ospite. Dodici specie ittiche, reperite in numero esiguo, sono risultate negative.

Conclusioni

I reperti ottenuti permettono le seguenti considerazioni: di confermare la presenza delle specie identificate in ospiti in cui erano state già segnalate e di aggiungere per alcune di esse la segnalazione di nuovi ospiti.

Tra i trematodi monogenei, la specie *Amphibdelloides maccallumi* (JOHNSTON & TIEGS, 1922) PRICE, 1937 rappresenta infatti un nuovo reperto per *Torpedo torpedo.*

Per quanto riguarda i trematodi digenei, reperti nuovi sono costituiti dalla presenza di metacercarie del genere *Prosorhynchus* in *Merluccius merluccius, Solea vulgaris, Solea lutea, Solea impar.*

Costituisce una nuova segnalazione per *Psetta maxima* il rinvenimento della specie *Prosorhynchus crucibulum* (RUDOLPHI, 1812) ODHNER, 1905. In particolare un dato interessante è l'infestazione in natura di *Psetta maxima* in quanto confermerebbe il suo ruolo di ospite intermedio nel ciclo biologico del parassita, come le infestazioni sperimentali condotte da Matthews nel 1973 sembravano indicare.

Ospiti nuovi per la specie *Derogenes varicus* (MUELLER, 1784) Loos, 1901 sembrano essere *Paracentropristis hepatus, Deltentosteus quadrimaculatus* e *Arnoglossus laterna* e si aggiungono all'elenco delle numerose specie ittiche nelle quali questo parassita è stato segnalato.

Nuove segnalazioni per l'ospite sono rappresentate dai reperti di *Capillaria* sp. nelle diverse specie di sogliole esaminate. Si tratta tuttavia di esemplari femmine e pertanto non è stata possibile l'identificazione a livello specifico.

Ugualmente sembrano segnalazioni nuove per l'ospite il rinvenimento di *Cucullanus* sp. e di *Pseudoproleptus* sp. Si tratta anche in questi casi di reperti di esemplari femmine per cui non è possibile la diagnosi di specie.

Infine vogliamo ricordare che le larve rinvenute in *Merluccius merluccius* e indicate in Tab. 4 come *Anisakis simplex* A sono state identificate in base allo studio elettroforetico dei sistemi gene-enzima, in quanto il solo studio morfologico non permette di identificarle a livello di specie. Queste forme larvali sono state classificate con chiavi biochimiche basate sui seguenti enzimi: Leucinamino peptidasi, Superossido dismutasi e Adenilato cinasi (PAGGI *et al.,* 1983).

Tab. 1 - *Trematodi monogenei reperiti nelle specie ittiche esaminate.*

PARASSITA	OSPITE	
Trochopus pini van Beneden e Hesse, 1863	*Trigla lucerna*	(11/202)
Atrispinum mormyri (Lorenz, 1878) Orecchia e Paggi, 1983	*Lithognathus mormyrus*	(4/54)
Microcotyle erythrini van Beneden e Hesse, 1863	*Pagellus erythrinus*	(2/4)
Amphibdelloides maccallumi (Johnston e Tiegs, 1922) Price, 1937	**Torpedo torpedo*	(8/112)
Amphibdella parona-perugiae Llewellin, 1960	*Torpedo torpedo*	(25/112)
Cyclocotyla bellones (Otto, 1821) Euzet e Trilles, 1961	*Spicara* sp.	(1/1)

* Nuova segnalazione per ospite.

Tab. 2 - *Trematodi digenei reperiti nelle specie ittiche esaminate.*

PARASSITA	OSPITE	
Prosorhynchus sp. metacercariae	**Merluccius merluccius*	(1/71)
	**Solea vulgaris*	(5/128)
	**Solea lutea*	(5/196)
	**Solea impar*	(3/65)
Prosorhynchus crucibulum (Rudolphi, 1819) Odhner, 1905	**Psetta maxima*	(2/3)
Rhipidocotyle galeata (Rudolphi, 1819)	*Trigla lucerna*	(5/202)
Lomasoma wardi Manter, 1934	*Solea variegata*	(1/1)
Steringophorus furciger (Olsson, 1868) Odhner, 1905	*Lophius piscatorius*	(1/2)
Monascus filiformis (Rudolphi, 1819)	*Cepola rubescens*	(1/4)
Derogenes varicus (Mueller, 1784) Looss, 1907	**Arnoglossus laterna*	(52/144)
	**Deltentosteus quadrimaculatus*	(1/39)
	**Paracentropristis hepatus*	(1/15)
	Trigla lucerna	(5/202)
Allocreadium mormyri Stossich, 1905	*Lithognathus mormyrus*	(3/54)
Stephanostomum baccatum (Nicoll, 1907) Manter, 1934	*Lophius piscatorius*	(1/2)
Aponurus laguncula Looss, 1901	*Merluccius merluccius*	(1/71)
Aporocotyle spinosicanalis William, 1958	*Merluccius merluccius*	(2/71)

* Nuova segnalazione per ospite.

Tab. 3 - *Cestodi reperiti nelle specie ittiche esaminate.*

PARASSITA	OSPITE	
Didymobothrium rudolphii (Monticelli, 1890)	*Solea impar*	(11/65)
Bothriocephalus scorpii (Mueller, 1776)	*Trisopterus minutus capelanus*	(1/3)
	Scophtalmus rhombus	(7/9)
	Psetta maxima	(3/3)
Anthobothrium auriculatum (Rudolphi, 1819) Diesing, 1863	*Torpedo torpedo*	(9/112)
Echeneibothrium variabile van Beneden, 1850	*Raja asterias*	(20/123)
Oncobothrium pseudo-uncinatum (Rudolphi, 1819)	*Raja asterias*	(30/123)
Tetraphyllidea larvae	*Arnoglossus laterna*	(11/144)
	Trigla lucerna	(7/202)

Tab. 4 - *Nematodi reperiti nelle specie ittiche esaminate.*

PARASSITA	OSPITE	
Capillaria gracilis (Bellingham, 1840) Travassos, 1915	*Trisopterus minutus capelanus*	(2/3)
	Merluccius merluccius	(2/71)
Capillaria sp.	**Solea vulgaris*	(3/128)
	**Solea impar*	(2/65)
	**Solea lutea*	(3/196)
Hysterothylacium aduncum (Rudolphi, 1802) Deardoff e Overstreet, 1981	*Conger conger*	(1/4)
	Gobius niger	(10/78)
Hysterothylacium rhacodes (Deardoff e Overstreet, 1979) Deardoff e Overstreet, 1981	*Solea vulgaris*	(3/128)
	Solea impar	(1/65)
Hysterothylacium sp. larvae	*Trachinus draco*	(1/3)
	Paracentropristis hepatus	(1/15)
	Merluccius merluccius	(2/71)
	Trigla lucerna	(12/202)
	Ophidion barbatum	(2/8)
	Solea lutea	(3/196)
Anisakis simple A larvae	*Merluccius merluccius*	(4/71)
Cucullanus hians (Dujardin, 1845)	*Conger conger*	(2/4)
Cucullanus heterochrous (Rudolphi, 1802)	*Solea vulgaris*	(15/128)
Cucullanus sp.	**Arnoglossus laterna*	(1/144)
Pseudoproleptus sp.	**Merluccius merluccius*	(1/71)

* Nuova segnalazione per l'ospite.

Tab. 5 - *Acantocefali reperiti nelle specie ittiche esaminate.*

PARASSITA	OSPITE	
Acanthocephaloides propinquus (Dujardin, 1845) Meyrer, 1932	*Arnoglossus laterna*	(17/144)
	**Mullus surmuletus*	(1/1)
	**Trachinus draco*	(1/3)
	Psetta maxima	(1/3)
	**Callionymus rissoi*	(1/47)
	Solea vulgaris	(2/128)
	Solea impar	(9/65)
	Trigla lucerna	(7/202)
	Lithognathus mormyrus	(11/54)
Acanthocephaloides incrassatus (Molin, 1858) Meyer, 1932	*Solea vulgaris*	(3/128)
Paracanthocephaloides soleae (Porta, 1905) Paggi e Orecchia, 1983	*Solea impar*	(3/65)

* Nuova segnalazione per l'ospite.

Tab. 6 - *Elenco ospite - Parassita*

Raja asterias	*Echeneibothrium variabile*	C
	Oncobothrium pseudo-uncinatum	C
Torpedo torpedo	*Amphibdelloides maccallumi*	TM
	Amphibdella parona-perugiae	TM
	Anthobothrium auriculatum	C
Conger conger	*Hysterothylacium aduncum*	N
	Cucullanus hians	N
Trisopterus minutus capelanus	*Bothriocephalus scorpii*	C
	Capillaria gracilis	N
Merluccius merluccius	*Prosorhynchus* sp. metacercariae	TD
	Aponurus laguncula	TD
	Aporocotyle spinosicanalis	TD
	Capillaria gracilis	N
	Hysterothylacium sp. larvae	N
	Anisakis simplex A larvae	N
	Pseudoproleptus sp.	N
Paracentropristis hepatus	*Derogenes varicus*	TD
	Hysterothylacium sp. larvae	N
Lithognathus mormyrus	*Atrispinum mormyri*	TM
	Allocreadium mormyri	TD
	Acanthocephaloides propinquus	A
Pagellus erythrinus	*Microcotyle erythrini*	TM
Spicara sp.	*Cyclocotyla bellones*	TM
Mullus surmuletus	*Acanthocephaloides propinquus*	A
Cepola rubescens	*Monascus filiformis*	TD
Trachinus draco	*Hysterothylacium* sp. larvae	N
	Acanthocephaloides propinquus	A
Callionymus rissoi	*Acanthocephaloides propinquus*	A
Gobius niger	*Hysterothylacium aduncum*	N
Deltentosteus quadrimaculatus	*Derogenes varicus*	TD

Legenda: TM - Trematode monogeneo, TD - Trematode digeneo, C - Cestode, N-Nematode, A - Acantocefalo.

(seguito della Tab. 6)

Ophidion barbatum	*Hysterothylacium* sp. larvae	N
Trigla lucerna	*Trochopus pini*	TM
	Rhipidocotyle galeata	TD
	Derogenes varicus	TD
	Tetraphyllidea larvae	C
	Hysterothylacium sp. larvae	N
	Acanthocephaloides propinquus	A
Scophtalmus rhombus	*Bothriocephalus scorpii*	C
Psetta maxima	*Prosorhynchus crucibulum*	TD
	Bothriocephalus scorpii	C
	Acanthocephaloides propinquus	A
Arnoglossus laterna	*Derogenes varicus*	TD
	Tetraphyllidea larvae	C
	Cucullanus sp.	N
	Acanthocephaloides propinquus	A
Solea vulgaris	*Prosorhynchus* sp. metacercariae	TD
	Capillaria sp.	N
	Hysterothylacium rhacodes	N
	Cucullanus heterochrous	N
	Acanthocephaloides propinquus	A
	Acanthocephaloides incrassatus	A
Solea variegata	*Lomasoma wardi*	TD
Solea lutea	*Prosorhynchus* sp. metacercariae	TD
	Capillaria sp.	N
	Hysterothylacium sp. larvae	N
Solea impar	*Prosorhynchus* sp. metacercariae	TD
	Didymobothrium rudolphii	C
	Capillaria sp.	N
	Hysterothylacium rhacodes	N
	Acanthocephaloides soleae	A
	Paracanthocephaloides soleae	A
Lophius piscatorius	*Steringophorus furciger*	TD
	Stephanostomum baccatum	TD

Summary

Studies on the morphology and taxonomy of the helminth fauna of marine fish has been undertaken with the parasitological examination of 37 different species for a total of 1388 specimens examined. The fish was caught by trawl («rapido»), immediately South of the mouth of the Tiber River (Rome, Italy). A complete catalogue of the species collected and identified is reported. An asterix (*) preceding the host name indicates a new host record.

Riassunto

Vengono riportati i risultati di ricerche sulla parassitofauna delle specie ittiche strascicabili presenti nel tratto di mare immediatamente a sud della foce del fiume Tevere.

L'esame parassitologico è stato effettuato su un totale di 1388 esemplari appartenenti a 37 specie ittiche.

Lo studio morfologico e sistematico ha portato all'identificazione di trematodi monogeni e digenei, cestodi, nematodi e acantocefali. Viene riportato un elenco completo delle specie raccolte e identificate con le segnalazioni dei nuovi reperti per ospite.

Bibliografia

MATTHEWS R.A. (1973) - The life cycle of *Prosorhynchus crucibulum* (Rudolphi, 1819) Odhner, 1905, and a comparison of its Cercaria with that of *Prosorhynchus squamatus* Odhner, 1905. *Parasitology*, 66: 133-164.

PAGGI L., ORECCHIA P., BULLINI L., NASCETTI G., MATTIUCCI S. (1983) - Electrophoretic identification of *Anisakis* larvae from Mediterranean and North Atlantic (Ascaridida, Anisakidae). *Parassitologia*, 25: 315-316.

OEBALIA 1985, vol. XI-2, N.S.: 633-653 *ISSN 0392-6613*

R. VACCARELLA A.M. PASTORELLI G. MARANO
Laboratorio Provinciale di Biologia Marina - Molo Pizzoli - Bari (Italy)

OSSERVAZIONI SULLA PESCA A STRASCICO OCEANICA PRATICATA DALLA MARINERIA PUGLIESE LUNGO LE COSTE SOMALE (O. INDIANO)

Abstract

The oceanic fleet of Bari, in the years '80-'83, have led some fishing campaigns in the Indian Ocean.

The survey deals with the identification of the fish species caught along the Somalian Coasts and unloaded at the port of Bari. 97 species of Teleostei have been classified.

Key-words: Fishing, Teleostei, Somalian Coasts, Indian Ocean.

Introduzione

Il settore della pesca oceanica in Italia, opera da alcuni anni tra grandi difficoltà a causa della decisione dei paesi rivieraschi del versante Occidentale dell'Africa e di quello orientale del Nord America, di estendere il limite delle acque territoriali sino a 200 miglia ed in molti casi oltre le 300 M dalla costa.

Inoltre, nel corso dell'ultimo decennio, i costi inerenti le attività di pesca in tali aree (diritti di pesca, licenze ed allocazioni) sono diventati un onere troppo gravoso a cui si aggiunge il reale decremento degli stocks ittici.

La decisione delle aziende armatrici italiane, di pescare in acque somale fu presa con l'intento di aprire un discorso alternativo a quello della costa occidentale dell'Africa in quanto i mari del versante orientale potevano garantire la pesca in quantità rilevanti con costi di licenza inferiori.

Nell'agosto del 1978 fu intrapresa la prima campagna esplorativa di pesca in acque somale al fine di verificare le attrezzature necessarie, nonchè la qualità dei prodotti ittici che potevano essere immessi sul mercato europeo ed italiano in particolare.

I problemi relativi alle tecniche di pesca sono stati facilmente superati, mentre la varietà e la qualità delle specie ittiche immesse sul mercato pugliese ha creato notevoli Perplessità sia tra i commercianti che tra i consumatori.

A ciò ha contribuito anche l'adozione, da parte degli equipaggi, per le specie dell'Oceano Indiano, delle stesse denominazioni commerciali usate per le specie dell'Atlantico Orientale e del Mediterraneo (il D.M. 15 luglio 1983, stabilisce la denominazione in lingua italiana di alcune specie ittiche di interesse commerciale per lo più di provenienza atlantica e mediterranea).

Scopo del presente lavoro è la conoscenza del prodotto ittico congelato che viene sbarcato nel porto di Bari, dell'andamento della pesca durante il periodo 1980-83 e la raccolta di informazioni sulle aree di pesca.

Materiali e metodi

Il lavoro è stato diviso in due fasi: nella prima si è provveduto alla classificazione delle specie ittiche giacenti presso i magazzini della società «Meridional Pesca» di Bari ed al rilievo dei dati sul pescato.

Durante la seconda fase, uno degli AA. si è imbarcato nel novembre 1982, a bordo del M/P «De Giosa Leonardo» al fine di seguire le operazioni di pesca e prelevare esemplari integri delle specie interessate in quanto gran parte del prodotto viene commercializzato eviscerato e decapitato.

Risultati

a) *Indagine a terra*

Lungo la costa somala operano tre navi gemelle che praticano la pesca a strascico poppiera. Le caratteristiche generali, identiche per le tre unità, sono: lungh. f.t. m 63, 51; largh. max m 10,40; stazza lorda ton 798,91.

La capacità di stivaggio totale è di mc 870; il motore, 2000 Hp di potenza, sviluppa una velocità a pieno carico di 12,5 nodi.

L'equipaggio è costituito da 32 uomini di diversa nazionalità. La stiva è divisa in due celle ed una anticella con temperatura - 25°C. L'impianto frigorifero funziona con Freon 22 ed è costituito da otto congelatori a tunnel in grado di congelare a - 40°C, 20 ton di pescato in 24 ore.

Il prodotto commerciale, una volta issato a bordo, viene suddiviso per specie e taglia; gli esemplari sino a kg 1 vengono confezionati interi, quelli di dimensioni maggiori vengono decapitati, privati della coda ed eviscerati con l'ausilio di una sega a lama rotante. Le cernie vengono semplicemente eviscerate a mano e quelle di grandi dimensioni vengono commerciate singolarmente.

Per quanto omogenee, le confezioni possono far registrare piccole differenze di peso, ma mediamente una cassa di crostacei pesa intorno ai 10 Kg, una di pesci intorno ai 13 Kg e una di Cefalopodi intorno ai 16 Kg.

Il prodotto esaminato comprende n. 76 specie di teleostei, le più abbondanti appar-

tengono alle famiglie: Serranidae, Lethrinidae, Sparidae, Mullidae, Lutjanidae e Pomadasydae.

I Selaci sono rappresentati prevalentemente dagli Squaliformi (Carcharhinidae, Scyliorhinidae e Sphyrnidae) e in misura trascurabile dai raiformi.

I crostacei macruri più abbondanti appartengono alle famiglie Penaeidae, Palinuridae e Scyllaridae, mentre i Cefalopodi sono rappresentati dai generi Octopus, Sepia, Loligo e dalla famiglia Ommastrephidae.

I teleostei rappresentano la parte più cospicua del pescato, di questi le specie più importanti e per abbondanza e per valore commerciale sono riportate in Tab. 1.

La produzione annuale di ciascuna imbarcazione è rilevabile dalle Tab. 2, 3 e 4.

Esaminando l'andamento della pesca nei quattro anni si nota che nel 1980 veniva stivato gran parte del pescato anche se questo era rappresentato da individui di piccola taglia, e appartenenti a specie poco pregiate, la qualcosa permetteva di completare il carico della nave in circa 50 giorni. Successivamente, nel 1981 e soprattutto nel 1982-83, la pesca si è notevolmente modificata in quanto si raccoglievano solamente specie pregiate quali Serranidi, sparidi e mullidi, tralasciando carangidi, pomadasidi, sgombriformi, ecc. Infatti solo alcune delle numerose specie immesse sul mercato sono state apprezzate; delle specie meno pregiate venivano conservate solo gli esemplari di taglia mediograndе *(Lutjanus coccineus:* LT cm 60; *L. sebae:* LT cm 65, *Lethrinus choerorynchus:* LT cm 65, ecc.) che prima del processo di congelazione venivano decapitati, eviscerati e privati della coda, rappresentando così un prodotto economicamente ancora valido.

In particolare nel 1982 la pesca si è rivolta prevalentemente alla cattura dei crostacei macruri, particolarmente ricercati i generi *Penaeus* e *Puerulus*. D'altra parte, mentre gli sparidi conservano quasi inalterate le caratteristiche organolettiche anche dopo la congelazione, in altre specie quali pomadasidi e Carangidi (*Gnathanodon speciosus, Caranx sexfasciatus),* esse peggiorano notevolmente. La stessa osservazione è riferita da MATTA (1968) per il carangide *Pomatomus saltator* (L.).

b) *Indagine a mare*

La pesca interessa l'intera costa somala in quanto, a causa della configurazione della stessa, si incontrano notevoli profondità già a poche miglia di distanza, per cui le attività di pesca si svolgono in aree prossime alla costa, molte volte distanti non più di 0,5 miglia (Fig. 1a, 1b, 1c, 1d).

Durante l'imbarco da noi effettuato il M/P ha percorso circa 6.000 Km praticando la pesca in n. 6 aree localizzate lungo il tratto di costa compreso tra Capo Guardafui ed Itala.

Nelle Figg, 1a, 1b, 1c, ed 1d, sono stati raffigurati i risultati della pesca di ciascuna area; si notano due aree in cui la pesca era rivolta ai crostacei mentre nelle rimanenti i pesci costituiscono la percentuale maggiore del pescato. Tra questi ultimi, i letrinidi risultano più abbondanti rappresentando mediamente il 30,72% (la specie più frequente era *Lethrinus choerorynchus),* cui seguono i Serranidi (16,12%) ed i mullidi (12,55%).

Si è ritenuto utile raggruppare queste aree in tre zone di pesca: «gamberi», «aragostelle» e «pesci» (Tab. 5).

La zona «gamberi» (zona A), presenta profondità di 40-50 m e distanza dalla costa di 0,5-2 miglia, con presenza sui fondi di una comunità a crostacei brachiuri del genere *Calappa* e *Dromia*. La pesca era rivolta principalmente ai peneidi (*Penaeus semisulcatus, P. latisulcatus,* ecc.). La quantità media di prodotto commerciale è stata di 36,54 Kg per ora effettiva di pesca dei quali 47,15% costituito da gamberi.

La zona ad «aragostelle» (zona F), presenta profondità compresa tra 200 e 300 m, distanza dalla costa 8-10 miglia, fondo sabbio-fangoso con presenza di pennatulacei e molluschi gasteropodi dei generi *Terebra* e *Xenophora*. In questa zona si operava la pesca delle «aragostelle», *Puerulus sewelli* e *P. carinatus*. Mentre la pesca dei crostacei non presentava fluttuazioni significative nell'arco della giornata, la quantità di pesci variava notevolmente. In particolare nelle ore notturne il pescato era costituito da crostacei, Cefalopodi e da pochi pesci mentre nelle ore diurne notevoli erano le quantità di carangidi presenti (*Decapterus* spp.) e *Scomber japonicus* i quali, pur costituendo il 95% circa del pescato, venivano rigettati in mare mentre solo piccole quantità di zeidi, lofidi e triglidi erano trattenute.

Il pescato medio orario di *Puerulus* è di Kg 107,6, pari al 91,5% del pescato complessivo.

Frequenti erano le catture dei grandi Squaliformi: *Galeocerdo cuvieri, Alopias vulpinus* e *Carcharhinus* spp.

Conclusioni

Complessivamente si sono catturate ton 22,5 tra pesci, crostacei macruri e molluschi Cefalopodi, che sono stati confezionati in 1917 casse, durante il periodo di imbarco sulla motopesca, i 14 giorni effettivi di pesca per le avverse condizioni meteomarine.

Sono state classificate ben 97 specie, altre sono ancora oggetto di studio.

I pesci costituiscono la percentuale maggiore del pescato; tuttavia, in rapporto al valore commerciale, l'attività economicamente più vantaggiosa è quella rivolta alla cattura dei crostacei.

Infatti le «aragostelle» hanno un valore commerciale cinque volte superiore a quello dei pesci; i gamberi, a seconda della taglia, raggiungono quotazioni anche dieci volte maggiori.

Questo spinge i comandanti delle unità a rivolgere la propria attenzione unicamente alle zone a crostacei, in particolare «aragostelle» e già si nota uno sfruttamento eccessivo della popolazione con conseguente diminuzione della resa (comunicazione personale dei comandanti) in quanto si tratta di aree poco estese dalle quali vengono sottratte anche molte femmine ovigere e moltissimi esemplari giovani.

Sarebbe opportuno ridurre la pesca ai crostacei, rivolgendosi maggiormente ai pesci considerando che vi sono molte specie, attualmente non raccolte dai nostri operatori, quali *Nemipterus japonicus, N. bleekleri, Platax orbicularis, Etelis carbunculus* ecc. nonchè la maggior parte delle specie appartenenti a siganidi, gerridi e carangidi, che già in passato sono state raccolte dagli equipaggi di altre nazioni. Le navi russe hanno raccolto 500 ton di *Nemipterus japonicus* in 14 giorni di pesca (rapporto del comandante ORFANOUDAKIS, 1976).

Tra gli stessi crostacei, all'epoca dell'indagine, veniva rigettato in mare lo scillaride *Thenus orientalis,* attivamento pescato in Australia.

È necessario altresì che i comandanti individuino altre zone di pesca dato che, a causa della natura accidentata dei fondali, da più anni si insiste sulle stesse aree.

Ringraziamenti

Si ringrazia la Ditta Meridional Pesca di Bari per l'ospitalità riservata agli AA. a bordo delle Sue navi e per aver messo a disposizione i dati sul pescato; in particolare si ringrazia il Dr. De Giosa Emanuele che ha attivamente collaborato durante la campagna di pesca e per il quale la presente ricerca ha costituito argomento di tesi di laurea.

Si ringrazia il Comandante Enio Ruggeri, gli ufficiali e l'equipaggio della motonave De Giosa Leonardo.

Summary

The oceanic fishing fleet of Apulia, mainly concentrated along the coast of Bari, in the years '80 - '83, has led some fishing campaigns in the Indian Ocean.

The catch in these areas is very different from those of the Mediterranean Sea and the Atlantic Ocean and because of the new and less known species found, it causes perplexity among the consumers and the health authorities. Furthermore, the fishermen themselves do not know the alimentary and therefore the commercial value of a lot of these species.

Our survey deals with the identification of all the fish species caught along the Somalian coasts by three motor-trawlers of the fishing fleet sector of Bari. Moreover, in November 1982 the Authors spent some weeks on the motor-trawler «De Giosa Leonardo», took over some fishing areas and collected samples of epifauna.

*Following this campaign we have been able to classify 97 species of Teleostei, including Sparidae (*Argyrops *spp. etc.), Lethrinidae (*Lethrinus *spp.), Serranidae (*Epinephelus *spp. etc.), Mullidae (*Parupeneus *spp. etc.), Bothidae (*Pseudorhombus *spp. etc.).*

In the years '80 - '83 the three motor-trawlers, having a net tonnage of 800 tons each, have fished in the Somalian Sea 4387 tonnes of which 62,65% is formed by fish and the remainder by mollusc and crustacean. The whole catch is deep-freezed on board and transported to Bari where most of it is sold: a small part is absorbed by the other Italian regions or exported to Greece.

Riassunto

La flotta di pesca oceanica pugliese, concentrata soprattutto nel compartimento di Bari, da alcuni anni ha intrapreso campagne di pesca nelle acque dell'Oceano Indiano lungo le coste del Kenya, della Somalia e dell'India.

Il pescato raccolto in queste aree si differenzia notevolmente da quello tradizionale, mediterraneo e atlantico, e a causa delle nuove specie, poco conosciute, crea perplessità nei consumatori nonchè nelle autorità sanitarie.

La nostra indagine verte sul riconoscimento delle specie ittiche catturate lungo le coste somale da n. 3 motopesca, iscritti al Compartimento di Bari.

Il pescato è costituito prevalentemente da: Sparidi *(Argyrops* spp., ecc.), Letrinidi *(Lethrinus* spp., Serranidi *(Epinephelus* spp.), Pomadasidi (*Plectorhynchus* spp., *Pomadasys* spp.) e Mullidi *(Parupeneus* spp., *Upeneus* spp.).

Sono state riconosciute n. 97 specie di teleostei tra Sparidi, Serranidi, Lutianidi, Letrinidi, Mullidi, Pamadasidi, Sfirenidi, Carangidi, Botidi ecc.

Negli anni 1980 - '83 i 3 motopesca di 800 tonn di stazza lorda, hanno pescato nelle acque somale 4387 tonn, di cui il 62,65% è costituito da pesci e la restante quota da crostacei e molluschi.

Bibliografia

CARCHASSON R.H. (1977) - Field Guide to the Coral Reef of the Indian and West Pacific Oceans. 1: 320.

FAO (1970) - Current Bibliography for Acquatic Sciences and Fisheries. Taxonomic Classification. *Fisheries Technical Paper,* 12 1: 1-175.

FAO (1972/74) - Species Identification Sheets for Fisheries Purposes. Eastern Indian Ocean (Fishing Area 57) and Western Central Pacific (Fishing Area 71). Roma (I, 1974; II, 1974; III, 1972; IV, 1974).

FAO (1981) - Species Identification Sheets for Fisheries Purposes. Eastern Central Atlantic Fishing Area 34 and Part of 47). Ottawa (I; III, IV; V; VI).

FAO (1984) - Species identification Sheets for Fisheries Purposes. Western Indian Ocean (Fishing Area 51) Roma.

FAR SEAS FISHERIES RESEARCH LABORATORY (1972) - Colored Illustrations of Bottomfishes Collected by Japanese Trawlers. Japan, 1-145.

FOURMANOIR P., LABOUTE P. (1976) - Poisson de Nouvelle Caledonie et des Nouvelles Hebrides. *Edition du Pacifique,* Tahiti: 1-376.

HARMELIN - VIVIEN M.L. (1979) - Ichtiofaune des Recifs Coralliens de Tulcar (Madagascar): Ecologie et Relation Trophiques. *Thèse de Doctorat Universitè d'Aix - Marseille,* II, IV: 1-165.

MARANO G. (1969) - La pesca Atlantica in Puglia, *«Terra di Bari»* III, 5: 5-10.

MARANO G. (1972) - Ricerche biologiche in Atlantico, fattori ecologici che influenzano la pesca. *Atti Soc. Peloritana Sc. Fis. Mat. e Nat.,* XVIII, 1-11: 35-48.

MATTA S. (1968) - Pesca e biologia di alcune specie ittiche atlantiche. *Memorie. Ministero della Marina Mercantile* 19: 1-126.

ORFANOUDAKIS A. (1976) - Report of Trawling Ground of the Somalian Coast, Gulf of Aden and South Coast of the Arabian Peninsula (Appendix 1: 23-43). *FAO Office Memorandum of Indian Ocean Programme.* Roma.

ROUGHLEY T.C. (1961) - Fish and Fisheries of Australia. *Angus & Robertson.* Sydney, 1: 156.

STOKES F.J. (1980) - Coral Reef Fishes of the Caribbean. *Collins* Ed. 1-160.

Tab. 1 - Denominazione commerciale, qualità delle carni e valore commerciale delle specie esaminate.

NOME SCIENTIFICO	DENOMINAZIONE COMMERCIALE	QUALITÀ	VALORE ECONOMICO LIRE/KG
OSTEICHTHYES			
Clupeiformes			
Elopidae			
Elops machnata (FORSSKÅL)	Pesce argentato	Carni mediocri	L. 1.200
Albulidae			
Albula vulpes (LINNAEUS)	Pesce argentato	Carni mediocri	L. 1.200
Chanidae			
Chanos chanos (FORSSKÅL)	Pesce argentato	Carni mediocri	L. 1.200
Engraulidae			
Engraulis sp.			
Zeiformes			
Zeidae			
Zenopsis conchifer (LOWE)	S. Pietro (zuppa)	Carni buone	L. 4.300
Mugiliformes			
Sphyraenidae			
Sphyraena acutipinnis DAY	Barracuda	Carni buone	L. 2.800
Sphyraena jello CUVIER	Barracuda	Carni buone	L. 2.800
Sphyraena obtusata CUVIER	Barracuda	Carni buone	L. 2.800
Sphyraena barracuda (WALBAUM)	Barracuda	Carni buone	L. 2.800
Perciformes			
Serranidae			
Cephalopholis argus (SCHNEIDER)	Cernia	Carni buone	L. 4.500
Cephalopholis miniata (FORSSKÅL)	Cernia	Carni buone	L. 4.500
Cephalopholis sonnerati (VALENCIENNES)	Cernia	Carni buone	L. 4.500
Epinephelus areolatus (FORSSKÅL)	Cernia	Carni buone	L. 5.000
Epinephelus awoara (TEMMINIK-SCHLEGEL)	Cernia	Carni buone	L. 5.000

(segue)

(seguito della Tab. 1)

NOME SCIENTIFICO	DENOMINAZIONE COMMERCIALE	QUALITÀ	VALORE ECONOMICO LIRE/KG
Epinephelus caeruleopuncatus (BLOCH)	Cernia	Carni buone	L. 5.000
Epinephelus chlorostigma (VALENCIENNES)	Cernia	Carni buone	L. 5.000
Epinephelus fasciatus (FORSSKÅL)	*Cernia*	*Carni buone*	*L. 5.000*
Epinephelus flavocoerules (LACEPÈDE)	Cernia	Carni buone	L. 5.000
Epinephelus morrhua (VALENCIENNES)	Cernia	Carni buone	L. 5.000
Epinephelus tauvina (FORSSKÅL)	Cernia	Carni buone	L. 5.000
Epinephelus undulatus (QUOY & GAIMARD)	Cernia	Carni buone	L. 5.000
Rachycentridae			
Rachycentron canadum (LINNAEUS)	Pesce castagna	Carni mediocri	L. 3.500
Carangidae			
Alectis indicus (RÜPPELL)		Carni mediocri	L. 2.200
Alepes vari (CUVIER)		Carni mediocri	L. 2.200
Carangoides malabaricus (BLOCH-SCHNEIDER)	Carango (pesce Africa)	Carni mediocri	L. 2.200
Carangoides sp.	Carango (pesce Africa)	Carni mediocri	L. 2.200
Caranx ignobilis (FORSSKÅL)	Carango (pesce Africa)	Carni mediocri	L. 2.200
Decapterus russelli (RÜPPELL)	Carango (pesce Africa)	Carni mediocri	L. 2.200
Decapterus tabe BERRY	Carango (pesce Africa)	Carni mediocri	L. 2.200
Decapterus macrosoma (BLEEKER)	Carango (pesce Africa)	Carni mediocri	L. 2.200
Scomberoides commersonnianus LACEPÈDE	Carango (pesce Africa)	Carni mediocri	L. 2.200
Gnathanodon speciosus (FORSSKÅL)	Carango (pesce Africa)	Carni mediocri	L. 2.200
Seriolina nigrofasciata (RÜPPELL)	Aricciola	Carni mediocri	L. 2.200
* *Trachinotus* sp.			
* *Trachurus* sp.			
Lutianidae			
Etelis carbunculus CUVIER		Carni buone	L. 3.800
Etelis marshi (JENKINS)		Carni buone	L. 3.800

(segue)

(seguito della Tab. 1)

NOME SCIENTIFICO	DENOMINAZIONE COMMERCIALE	QUALITÀ	VALORE ECONOMICO LIRE/KG
Lutjanus coccineus (CUVIER)	Dentice rosso	Carni buone	L. 4.300
Lutjanus gibbus (FORSSKÅL)	Trotta	Carni di scarso pregio	L. 3.800
Lutjanus kasmira (FORSSKÅL)	Trotta	Carni di scarso pregio	L. 3.800
Lutjanus malabaricus (BLOCH-SCHNEIDER)	Dentice rosso o picchiettato	Carni buone	L. 4.300
Lutjanus rivulatus (CUVIER)	Dentice marrone	Carni buone	L. 4.300
Lutjanus sebae (CUVIER-VALENCIENNES)	Dentice rosso	Carni buone	L. 4.300
Lethrinidae			
Lethrinus choerorynchus (BLOCH-SCHNEIDER)	Dentice verde	Carni mediocri	L. 3.000
Lethrinus enigmaticus SMITH	Dentice verde	Carni mediocri	L. 3.000
Lethrinus lentjan (LACEPÈDE)	Dentice verde	Carni mediocri	L. 3.000
Lethrinus mahsena (FORSSKÅL)	Dentice verde	Carni mediocri	L. 3.000
Lethrinus elongatus (VALENCIENNES)	Dentice verde	Carni mediocri	L. 3.000
Haemulidae			
Plectorhynchus gaterinus (FORSSKÅL)	Burro	Carni di scarso pregio	L. 2.500
Plectorhynchus flavomaculatus (EHREMBERG)	Burro	Carni di scarso pregio	L. 2.500
Plectorhynchus schotaf (FORSSKÅL)	Burro	Carni di scarso pregio	L. 2.500
Plectorhynchus pictus (TORTONESE)	Burro	Carni di scarso pregio	L. 2.500
Plectorhynchus sp.	Burro	Carni di scarso pregio	L. 2.500
Pomadasys argenteus (FORSSKÅL)	Spigola bastarda	Carni di scarso pregio	L. 3.000
Pomadasys commersoni (LACEPÈDE)	Spigol bastarda	Carni di scarso pregio	L. 2.500
Nemipteridae			
* *Nemipterus bleekeri* (DAY)		Carni buone	
* *Nemipterus japonicus* (BLOCH)		Carni buone	
* *Nemipterus metopias* (BLEEKER)		Carni buone	
* *Nemipterus peroni* (VALENÇIENNES)		Carni buone	
* *Scolopsis* sp.		Carni buone	
Leiognathidae			

(segue)

(seguito della Tab. 1)

NOME SCIENTIFICO	DENOMINAZIONE COMMERCIALE	QUALITÀ	VALORE ECONOMICO LIRE/KG
* *Leiognathus elongatus* (GÜNTHER)		Carni buone	
Sciaenidae			
Johnius dussumieri (VALLENÇIENNES)	Ombrina	Carni mediocri	L. 4.500
Johnieops sina (CUVIER)	Ombrina	Carni mediocri	L. 4.500
Otolithes ruber (SCHNEIDER)	Ombrina	Carni mediocri	L. 4.500
Umbrina canariensis VALENÇIENNES	Ombrina	Carni mediocri	L. 4.500
Sparidae			
Acanthopagrus bifasciatus (FORSSKÅL)	Orata somala	Carni ottime	L. 5.000
Argyrops spinifer (FORSSKÅL)	Dentice rosa	Carni ottime	L. 5.000
Cheimerius nufar (VALENÇIENNES)	Dentice rosa	Carni ottime	L. 5.000
Pagellus affinis BOULENGER	Pagello	Carni ottime	L. 5.000
Rabdosargus sarba (FORSSKÅL)	Sarago	Carni ottime	L. 5.000
Mullidae			
Mulloides flavolineatus (LACEPÈDE)	Triglia	Carni ottime	L. 3.300
Parupeneus rubescens (LACEPÈDE)	Triglia bastarda	Carni ottime	L. 3.300
Parupeneus bifasciatus (LACEPÈDE)	Triglia bastarda	Carni ottime	L. 3.300
Parupeneus indicus (SHAW)	Triglia bastarda	Carni ottime	L. 3.000
Upeneus tragula (RICHARDSON)	Triglia viola	Carni buone	L. 2.700
Upeneus sulphureus CUVIER	Triglia viola	Carni buone	L. 2.700
Upeneus sp.	Triglia viola	Carni buone	L. 2.700
Labridae			
Bodianus sp.	Dentale	Carni di scarso pregio	L. 1.500
Scaridae			
Scarus gibbus RÜPPELL	Pesce pappagallo	Carni di scarsissimo pregio	L. 1.500
Scarus frenatus LACEPÈDE	Pesce pappagallo	Carni di scarsissimo pregio	L. 1.500
Scarus scaber VALENÇIENNES	Pesce pappagallo	Carni di scarsissimo pregio	L. 1.500
Scarus sp.	Pesce pappagallo	Carni di scarsissimo pregio	L. 1.500

(segue)

(seguito della Tab. 1)

NOME SCIENTIFICO	DENOMINAZIONE COMMERCIALE	QUALITÀ	VALORE ECONOMICO LIRE/KG
Uranoscopidae			
Uranoscopus sp.		Carni mediocri	
Scomber japonicus HOUTTUYN	Scombro	Carni mediocri	L. 1.100
Scomberomoridae			
Scomberomorus commerson (LACEPÈDE)	Alalunga	Carni mediocri	L. 1.300
Scomberomorus guttatus (BLOCH-SCHNEIDER)	Alalunga	Carni mediocri	L. 1.300
Ariommidae			
Ariomma indica (DAY)	Rondinella	Carni di scarso pregio	L. 1.500
Thunnidae			
Euthynnus affinis (CANTOR)	Tonnetto	Carni buone	L. 2.500
Katsuwonus pelanis (LINNAEUS)	Tonnetto	Carni buone	L. 2.500
Rastrelliger kanagurta (CUVIER)	Tonnetto	Carni buone	L. 2.500
Thunnus albacares (BONNATERRE)	Tonnetto	Carni buone	L. 2.500
Scorpaenidae			
Pterois antennata (BLOCH)	Scorfano	Carni mediocri	L. 3.000
Pterois mombasae (SMITH)	Scorfano	Carni mediocri	L. 3.000
Pterois radiata (CUVIER)	Scorfano	Carni mediocri	L. 3.000
Pterois volitans LINNAEUS	Scorfano	Carni mediocri	L. 3.000
Scorpaena sp.	Scorfano	Carni mediocri	L. 3.000
Scorpaenopsis diabolus (CUVIER)	Scorfano	Carni mediocri	L. 3.000
Triglidae			
Peristedion cataphractum (LINNAEUS)	Testolina o mazzolina	Carni mediocri	L. 3.000
Trigla sp.	Testolina o mazzolina	Carni mediocri	L. 3.000
Pleuronectiformes			
Psettodidae			

(segue)

(seguito della Tab. 1)

NOME SCIENTIFICO	DENOMINAZIONE COMMERCIALE	QUALITÀ	VALORE ECONOMICO LIRE/KG
Psettodes erumei (SCHNEIDER)	Halibut	Carni buone	L. 3.500
Bothidae			
Bothus sp.	Soace	Carni buone	L. 2.800
Pseudorhombus arsius (HAMILTON)	Soace	Carni buone	L. 2.800
Pseudorhombus elevatus OGILBY	Soace	Carni buone	L. 2.800
Pseudorhombus javanicus (BLEEKER)	Soace	Carni buone	L. 2.800
Soleidae			
Solea ovata RICHARDSON	Sogliola	Carni buone	L. 2.800
Pardachirus marmoratus (LACEPÈDE)	Sogliola	Carni buone	L. 2.800
Cynoglossidae			
Cynoglossus sp.	Linguata	Carni buone	L. 2.500
Lophiphormes			
Lophidae			
Lophius sp.	Pescatrice	Carni buone	

* Specie commerciabili.

Tab. 2 - *Pescato annuale e complessivo del m/p De Giosa G.*

DENOMINAZIONE COMMERCIALE	CAMPAGNE DI PESCA		N° CASSE TOTALE	PERCENTUALE IN PESO
	1980 N° casse	1981 N° casse		
TRIGLIA	2.691	2.467	5.158	6,3
BURRO	114	—	9.059	11,2
BURRO DECAPITATO	4.144	4.801		
CERNIA	3.249	5.540	8.789	10,8
DENTICE ROSA	728	397	5.400	6.6
DENTICE ROSA DECAPITATO	1.563	2.712		
DENTICE VERDE	6.206	—	18.094	22,3
DENTICE VERDE DECAPITATO	—	11.888		
DENTICE ROSSO DECAPITATO	27	—	10.077	12,4
PAGELLO	345	15		
ORATA	—	2		
OMBRINA	7	—		
OMBRINA DECAPITATA	40	—		
CORVINA	4	—		
ALALUNGA	271	454		
ALALUNGA DECAPITATA	446	—		
TONNETTO	10	—		
SGOMBRO	672	15		
ALUZZO	891	213		
ALUZZO DECAPITATO	124	443		
SOACE	73	—		
HALIBUT	27	42		
TROTA	70	22		
TROTA DECAPITATA	43	—		
PESCE PAPPAGALLO	521	814		
PESCE PAPPAGALLO DECAPITATO	14	—		
PESCE CASTAGNA	36	120		
SCORFANO	43	78		
GALLINELLA	2	—		
RONDINELLA	1	—		
PRETE DECAPITATO	3	—		
ARICCIOLA	8	—		
TESTOLINA	216	42		
LECCIA	—	53		
MISTO I	91	251		
MISTO II	184	211		
ZUPPA	495	226		
PESCE AFRICA	—	2.366		
PESCECANE	604	1.247	1.963	2,4
SPINAROLO	3	35		
PALOMBO	32	37		
RAZZA/SQUADRO	4	1		
CALAMARO	160	643	1.890	2,8
SEPPIA	377	682		
POLPO	28	—		
ARAGOSTELLA	5.877	7.721	26.423	25,0
ARAGOSTA	5	—		
GAMBERO	7.756	5.064		

Tab. 3 - *Pescato annuale e complessivo del m/p De Giosa G. AM.*

DENOMINAZIONE COMMERCIALE	CAMPAGNE DI PESCA			N° CASSE TOTALE	PERCENTUALE IN PESO
	1980 N° casse	1982 N° casse	1983 N° casse		
TRIGLIA	1.505	3.829	2.683	8.017	5,5
CERNIA	1.796	3.890	3.570	9.256	6,4
DENTICE ROSA	2.460	861	1.051	8.701	6,0
DENTICE ROSA DECAPITATO	2.203	804	1.322		
DENTICE VERDE	—	4.772	1.794	16.999	11,8
DENTICE VERDE DECAPITATO	—	5.150	5.283		
DENTICE ROSSO	—	58	—	2.104	1,5
DENTICE ROSSO DECAPITATO	—	1.375	671		
DENTICE PICCHIETTATO	—	46	258	28.637	19,8
PAGELLO	489	200	407		
ORATA	—	23	30		
OMBRINA	7	4	4		
OMBRINA DECAPITATA	6	3.105	359		
BOCCADORO	—	137	1.009		
TROTTA	122	—	2		
TROTTA DECAPITATA	—	27	43		
BURRO	—	80	34		
BURRO DECAPITATO	458	2.704	1.447		
SPIGOLA	43	172	860		
SPIGOLA DECAPITATA	45	399	562		
ALALUNGA	555	375	306		
TONNETTO	8	—	—		
SGOMBRO	655	60	243		
SOACE	43	473	2.043		
HALIBUT	20	178	502		
LINGUATA	—	19	15		
ALUZZO	545	142	146		
ALUZZO DECAPITATO	153	538	602		
PESCE PAPPAGALLO	99	23	15		
PESCE PAPPAGALLO DECAPITATO	—	644	510		
PESCE CASTAGNA	18	97	118		
SCORFANO	19	112	42		
PRETE DECAPITATO	5	6	4		
ARICCIOLA	5	81	3		
TESTOLINA	202	166	520		
SARAGO	—	12	7		
SARAGO DECAPITATO	—	—	36		
MISTO I	50	153	262		
MISTO II	148	489	520		
ZUPPA	277	649	967		
PESCE STRANO	—	37	—		
PESCE GIALLO	—	5	2		
PESCE ROSSO	—	2	—		
PESCE MAMMUCCIO	—	1.064	519		
PESCE ARGENTATO	—	33	—		
PESCE S. PIETRO	—	—	4		
PESCE SPECIALE	—	—	19		
MERLUZZO	—	—	9		
CORVINA DECAPITATA	—	—	14		

(segue)

(seguito Tab. 3)

DENOMINAZIONE COMMERCIALE	CAMPAGNE DI PESCA			N° CASSE TOTALE	PERCENTUALE IN PESO
	1980 N° casse	1982 N° casse	1983 N° casse		
PESCECANE	34	—	55	1.729	1,2
PESCECANE DECAPITATO	—	317	590		
SPINAROLO	201	60	103		
PALOMBO	87	11	93		
RAZZA/SQUADRO	33	60	85		
CALAMARO	752	1.447	3.882	15.524	13,2
SEPPIA	1.928	1.454	5.913		
POLPO	89	31	28		
ARAGOSTELLA	25.152	4.943	5.581	64.921	34,6
ARAGOSTA	10	—	—		
GAMBERO	10.064	9.638	9.292		
SCAMPO	—	—	178		
CICALA	—	—	63		

Tab. 4 - *Pescato annuale e complessivo del m/p De Giosa L.*

DENOMINAZIONE COMMERCIALE	CAMPAGNE DI PESCA			N° CASSE TOTALE	PERCENTUALE IN PESO
	1980 N° casse	1982 N° casse	1983 N° casse		
TRIGLIA	765	6.220	1.383	8.368	7,5
CERNIA	2.197	8.495	1.832	12.524	11,2
DENTICE ROSA	5.546	5.624	837	17.073	15,3
DENTICE ROSA DECAPITATO	989	3.367	710		
DENTICE VERDE	247	4.192	82	11.666	10,4
DENTICE VERDE DECAPITATO		4.988	2.155		
DENTICE ROSSO	—	57	—	2.789	2,49
DENTICE ROSSO ECAPITATO	746	1.732	254		
DENTICE MARRONE	—	395	—		
DENTICE MARRONE DECAPITATO	—	299	39		
PAGELLO	309	770	348		
SARAGO	3	1	—		
ORATA	6	315	60		
OMBRINA	20	494	33		
OMBRINA DECAPITATA	195	1.492	1.529		
BOCCADORO	50	179	1		
CORVINA	1	1	—		
TROTTA	7	58	—		
TROTTA DECAPITATA	414	568	30		
BURRO	—	192	2		
BURRO DECAPITATO	889	4.362	399		
ALALUNGA	170	376	191		
ALALUNGA DECAPITATA	—	424	—		
SOACE	273	628	233		
HALIBUT	46	329	97		
ALUZZO	485	2.833	1	25.017	22,35
ALUZZO DECAPITATO	41	168	116		
PESCE PAPPAGALLO	76	346	—		
PESCE PAPPAGALLO DECAPITATO	—	590	146		
PESCE CASTAGNA	2	127	15		
GALLINELLA	—	2	13		
RONDINELLA	—	1	—		
PRETE DECAPITATO	1	10	9		
ARICCIOLA	—	35	—		
TESTOLINA	—	1	—		
LECCIA	—	431	147		
LUCCIO	—	211	—		
CEFALO	—	46	—		
MISTO I	—	102	129		
MISTO II	—	545	423		
ZUPPA	—	304	161		
PESCE AFRICA	30	147	—		
PESCECANE	307	549	—		
CANE DECAPITATO	—	276	369		
SPINAROLO	32	—	—	1.357	1,21
PALOMBO	6	214	—		
RAZZA/SQUADRO	13	234	2		
CALAMARO	113	1.172	204	8.047	8,85
SEPPIA	840	4.173	1.545		
ARAGOSTELLA	3.220	3.740	2.660		
ARAGOSTA	17	11	—	30.206	20.76
GAMBERO	1.230	9.650	10.678		

Tab. 5 - *Dati relativi alla pesca nelle tre zone.*

DATI	ZONE DI PESCA			
	ZONA PESCI	ZONA ARAGOSTELLE	ZONA GAMBERI	TOTALE
N° giorni di pesca	6	6	2	14
N° cale	41	46	9	96
Durata media della cala	2 h	2 h	2 h	—
N° delle ore effettive di pesca	72 h 15 m	46 h	16 h 15 m	—
N° medio dei Kg per ora effettiva di pesca	228,3	117,6	36,54	—
N° casse stivate	1.333	534	50	1.917
N° medio delle casse per ora effettiva di pesca	18,45	11,61	3,08	—

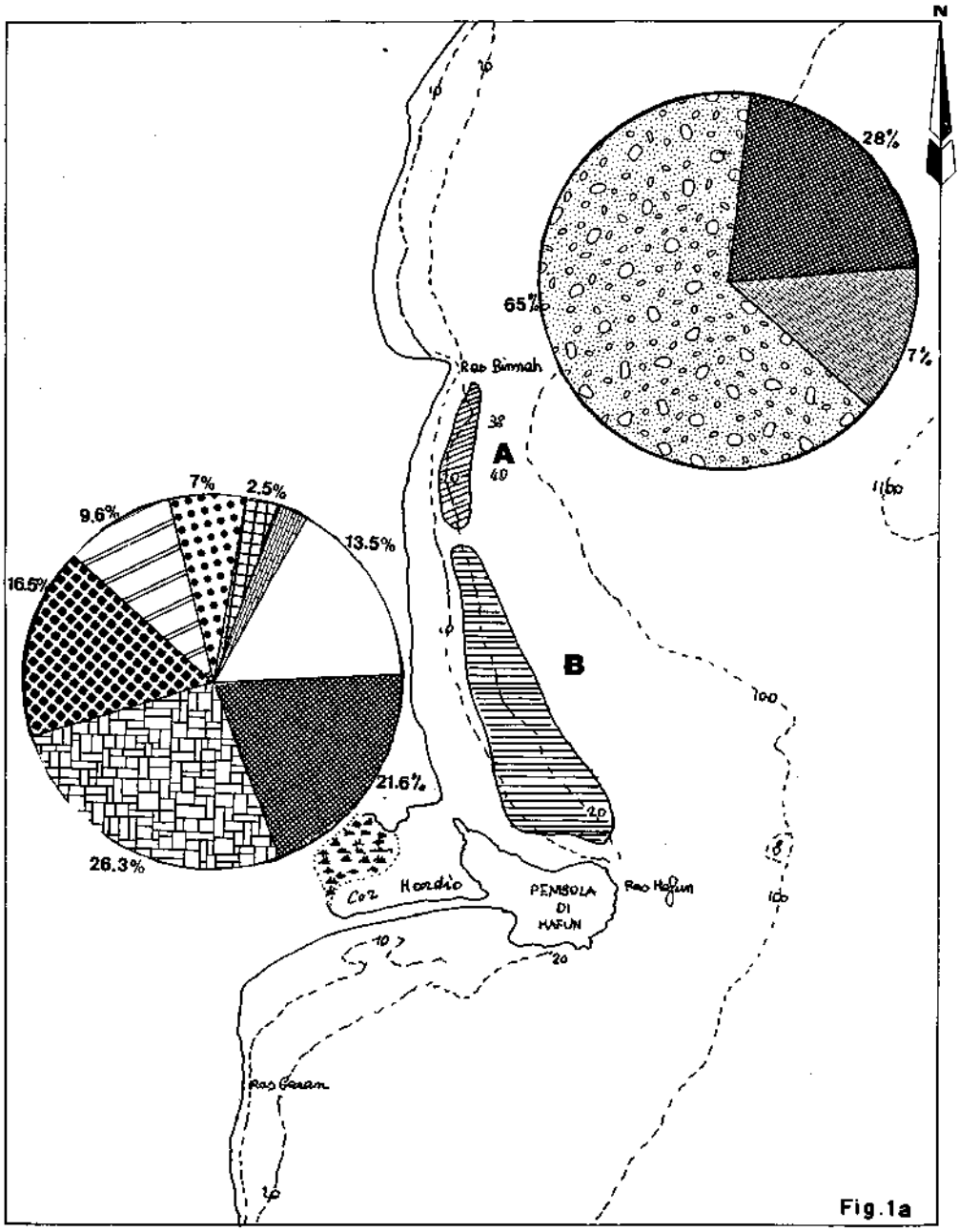
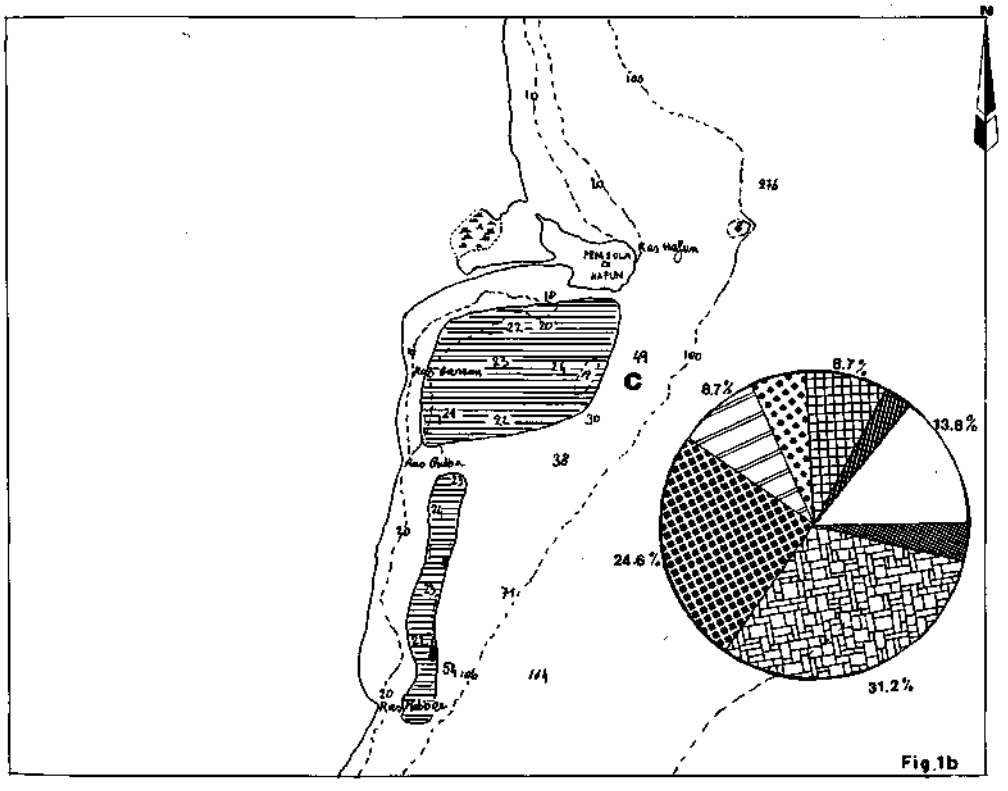


Fig. 1a - Ubicazione delle aree di pesca A e B e relativa composizione percentuale del pescato.



LEGENDA

CROSTACEI	SERRANIDI	SELACI	
CEFALOPODI	MULLIDI	LUTIANIDI	
PLEURONETTIDI	POMADASIDI	TRIGLIDI	
LETRINIDI	SPARIDI	ALTRE SPECIE	

Fig. 1b - Ubicazione dell'area di pesca C e relativa composizione percentuale del pescato.

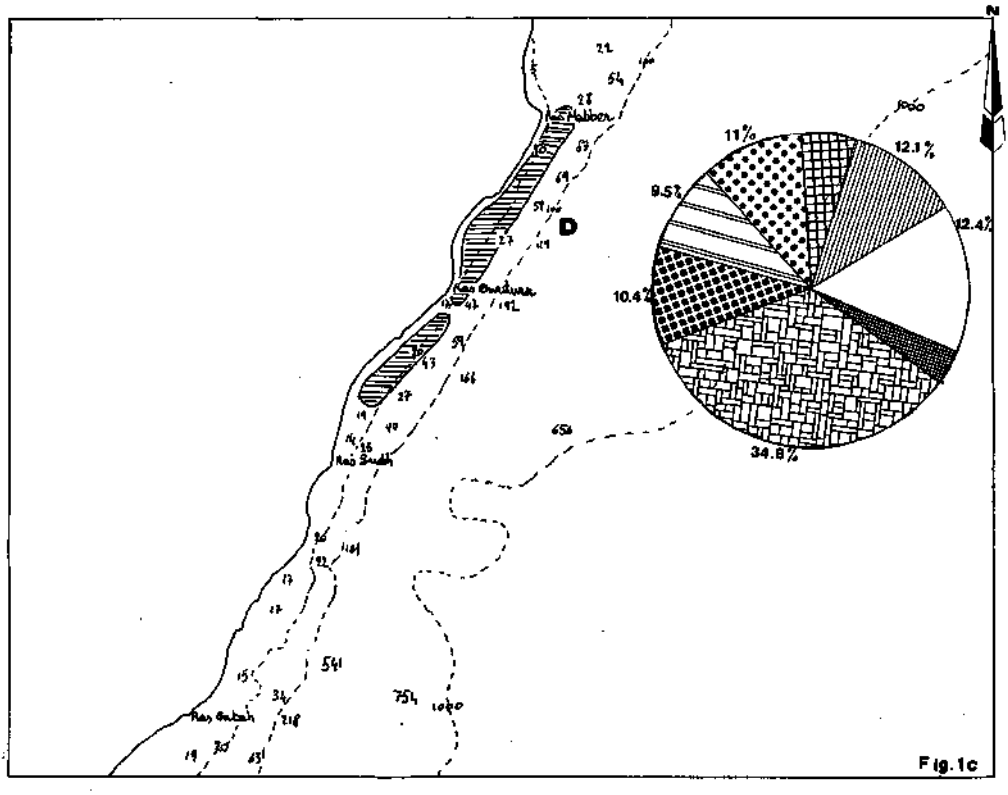
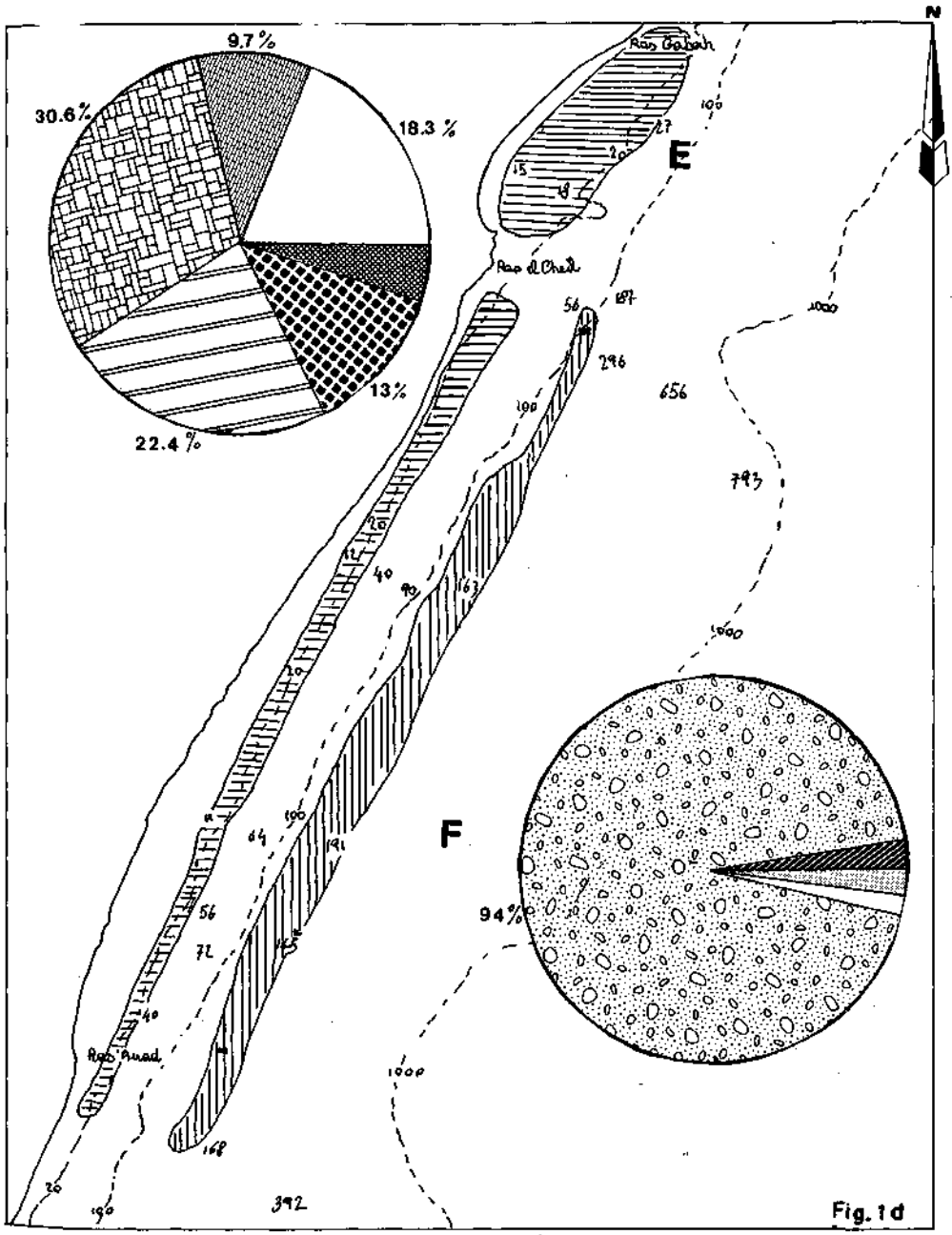


Fig. 1c - Ubicazione dell'area di pesca D e relativa composizione percentuale del pescato.



LEGENDA

CROSTACEI	SERRANIDI	SELACI	
CEFALOPODI	MULLIDI	LUTIANIDI	
PLEURONETTIDI	POMADASIDI	TRIGLIDI	
LETRINIDI	SPARIDI	ALTRE SPECIE	

Fig. 1d - Ubicazione delle aree di pesca E ed F e relativa composizione percentuale del pescato.

OEBALIA 1985, vol. XI - 2, N.S.: 655-667 ISSN 0392-6613

F. LUMARE
Istituto per lo Sfruttamento Biologico delle Lagune
Consiglio Nazionale delle Ricerche
Via Fraccacreta, 1 - 71010 Lesina - Italia

L'ACQUACOLTURA ITALIANA: STATO PRESENTE E PROSPETTIVE

Abstract

Italian aquaculture development is subject to constraints although there are favourable environmental conditions.

In these last years some technical and biological results were acquired to develop aquaculture production.

Research efforts have not produced the expected economic benefits because of deficiency in planning a national aquaculture programme.

Key-words: Aquacultura.

Introduzione

Sono particolarmente lieto di introdurre la mezza giornata dedicata all'acquacoltura, nell'ambito di questo XVI Convegno, in quanto da una parte viene sancito il pieno diritto di tale settore della scienza e della tecnica a figurare, nella sua globalità, tra le tematiche di interesse della Società Italiana di Biologia Marina; dall'altra perchè tale ufficializzazione avviene proprio a Lecce, e quindi in Puglia che rappresenta in tal senso riferimento imprescindibile per vocazione territoriale e per tradizione, anche culturale. Parlare di acquacoltura, oggi, in questo consesso, con rigore scientifico al di là di ogni trionfalismo, potrebbe farmi apparire agli occhi dei meno attenti in posizione di antagonismo ad essa, cosa assolutamente infondata dal momento che da sempre ne sono stato fautore per impegno di studio e sociale. D'altro canto, in quanto portato a sostenere certi indirizzi di sviluppo, mi si potrebbe accusare di non essere sufficientemente obiettivo nel tracciare tale panoramica sullo stato presente e sulle prospettive dell'acquacoltura nazionale. È un problema che mi si è già presentato in altre occasioni e che ritengo di poter superare, così come in passato, attenendomi strettamente ai fatti.

Mi tocca, in prima istanza, sfatare un luogo comune, oggi abbastanza diffuso — ed al quale non è estranea certa stampa interessata o male documentata — circa il fatto che l'acquacoltura sia la panacea a tutti i problemi in ordine all'approvvigionamento di proteine di origine acquatica. L'acquacoltura in senso generale può certamente svolgere in proposito un ruolo determinante e sempre in misura strettamente correlata alla situazione sociale, economica e culturale del Paese cui si riferisce; ma ciò non può che essere un contributo più o meno importante alla risoluzione del problema. Se accettiamo l'acquacoltura in questa sua funzione, avremo fatto giustizia ad una immagine non sempre veritiera di essa.

L'acquacoltura italiana sta vivendo oggi una crisi di identità; non a caso stiamo attraversando una fase di ripensamenti con stagnazione di molti scomparti produttivi cui si cerca di ovviare tentando nuovi indirizzi, più o meno probabili, di sviluppo.

L'attuale dimensione, per linee e produzione, del settore in Italia è la seguente:

Tipo di allevamento	*Produzione (qt.)*
mitilicoltura	700.000
troticoltura	200.000
anguillicoltura	20.000
piscigattocoltura	13.000
carpicoltura	3.000
vallicoltura e stagnicoltura	57.000

La miticoltura è uno scomparto particolarmente importante dell'acquacoltura marina nazionale con il suo volume di produzione che è valso a far assegnare all'Italia una sesta posizione tra i Paesi acquacoltori del mondo. Inoltre con il suo potere occupazionale (1.000 miticoltori) e con i riflessi sulle attività indotte coinvolge oltre 30.000 addetti (SLAVICH, 1984), svolgendo un ruolo socio-economico di notevole portata per l'economia nazionale. È attività di rilievo sul piano di una strategia di sviluppo e, se vogliamo, anche in termini di bilanci energetici dal momento che il costo di alimentazione, una delle voci di norma più onerose degli allevamenti, è praticamente assente in questo tipo di attività. Inoltre le strutture adibite all'allevamento appaiono semplici e ben lontane dai costi di investimento richiesti da altre colture marine. Fondamentale la mitilicoltura si configura, nel complesso, come attività a basso contenuto tecnologico e quindi con relativa semplicità di gestione e, conseguentemente, con margini di successo notevolmente ampi. L'allevamento dei mitili, inoltre, per il fatto che il prodotto è ampiamente richiesto dal mercato nazionale ed estero, ha notevoli possibilità di ulteriore sviluppo in Italia e nell'area mediterranea in genere, anche se alcuni parametri sono suscettibili di miglioramento come quelli relativi alla meccanizzazione dei processi produttivi. Tuttavia anche nella mitilicoltura esistono alcuni aspetti controversi; si richiede, infatti, una definizione organica della normativa che regoli sia l'attribuzione delle aree di allevamento e sia la commercializzazione del prodotto. Si pone la necessità di garantire il consumatore e la professionalità dell'operatore allo scopo di conferire piena dignità ad un settore meritevole di ben maggiore attenzione. Tuttavia una molluschicoltura basata su un'unica specie appare estremamente fragile e addirittura può divenire nefasta in concomitanza di particolari situazioni (inquinamenti, stati patologici a carattere diffusivo etc), per i riflessi sociali ed economici a livello delle categorie interessate (basti ricordare a tal proposito la triste esperienza del colera del 1973). Una molluschicoltura che sia articolata attraverso più specie può offrire maggiore sicurezza agli operatori ed al tempo stesso soddisfare una più ampia fetta di mercato, con indubbi vantaggi economici per la categoria.

Al presente sono in atto ricerche per trovare nuove linee alternative a questa impor-

tante attività. Interessanti sono alcuni tentativi, purtroppo ancora disaggregati, per riscoprire una ostricoltura basata su *Ostrea edulis,* che si stanno attuando in Puglia, in Sardegna e nel Nord Adriatico. In tal caso si tratta di adattare una tecnologia ben nota nelle sue linee generali alle molteplici situazioni ambientali e ad un contesto socio-economico ben diverso da quello di alcuni decenni fa quando tale attività era in pieno fulgore nel Mar Piccolo di Taranto ed in molte altre località italiane. L'esempio della Francia, grande consumatrice di ostriche, dovrebbe farci meditare in proposito e fornirci modelli che siano punti di riferimento a tale sforzo.

Importanti per le prospettive che aprono sono anche le ricerche in corso riguardanti la definizione di tecnologie sia per la produzione industriale di seme di vongola verace *(Tapes decussatus)* e della specie asiatica *Tapes semidecussatus* e sia per l'ingrasso. Le esperienze già svolte in Italia indicano quest'ultima particolarmente rapida nella crescita, rustica al punto tale da consentire l'allevamento ad alte densità (1.000-2.000 es/m2) e con percentuali di sopravvivenza molto elevate. La tecnologia per la riproduzione è già consolidata in Francia ed Inghilterra ed attualmente si sta passando anche in Italia dalla fase di laboratorio a quella industriale. È da ritenere, pertanto, che in tempi brevi la riproduzione e l'allevamento di queste specie possa costituire una realtà nazionale. Se le ricerche potranno allargarsi coerentemente alle aspettative, anche un altro Bivalve, particolarmente pregiato, potrebbe aggiungersi al gruppo dei Molluschi da impiegare in acquacoltura; si tratta di *Pecten jacobeus,* più comunemente noto come «pellegrina». Indagini sul bivalve sono in corso in Francia relativamente sia all'ingrasso e sia alla riproduzione artificiale. Esperienze su una specie affine *(Patinopecten yessoensis)* svolte in Giappone, ne hanno consentito l'impiego in allevamento con una capacità produttiva passata da 5.675 t nel 1970 a 83.1801 dopo appena 7 anni (UNO: comunicazione personale). Attualmente di questa specie si producono grandi quantità di seme; nel 1980 sono state ottenute 2.131.713.000 di unità di cui 1.525.330.000 seminati in mare per la ricostituzione degli stocks naturali; la rimanenza è stata impiegata per allevamento (dati relativi al 1980).

Nel panorama generale dell'acquacoltura nazionale non si può fare a meno di accennare, malgrado si tratti di attività in acqua dolce, ma pur tuttavia sviluppabile per la fase di ingrasso anche in acque salmastre e marine, alla troticoltura basata su *Salmo gairdneri* di origine americana. Fino a qualche anno fa la troticoltura italiana risultava la prima nel mondo; attualmente USA, Giappone e Francia hanno imparato a far meglio che in Italia in cui gravi problemi rischiano di soffocare questo importante settore produttivo. L'aspetto patologico è ritenuto uno dei maggiori responsabili della crisi della troticoltura nazionale; infatti la sola mortalità per Setticemia Emorragica Virale incide per un buon 30% sulla produzione totale, con un danno di circa 20 miliardi di lit/anno. La Necrosi Pancreatica Infettiva, altra malattia devastante, nell'annata 1982-1983 ha determinato direttamente o indirettamente una perdita di 450 milioni di avannotti, per una incidenza del 90% sulla produzione totale e per un danno calcolato pari a 5 miliardi di lit. L'elenco delle malattie è molto lungo e basterà rilevare ancora che solo per spese di mangimi curati in troticoltura ogni anno si spendono in Italia 1,3 miliardi.

Tali carenze sullo stato igienico e sulle malattie in troticoltura hanno determinato la chiusura al nostro prodotto di due frontiere europee; quelle della Danimarca che guarda

con più attenzione a tali aspetti e quelle della Francia, nostra tradizionale importatrice, che si è resa autonoma. In Italia stessa la trota non è così diffusamente consumata come sembrerebbe lasciar credere il volume della nostra produzione. La mancanza di sbocchi all'esportazione, il non sufficiente consumo interno e lo stato igienico-patologico del settore hanno creato una situazione di stallo che potrebbe essere la premessa ad una crisi vera e propria della nostra troticoltura.

Anche l'anguillicoltura si presenta con le sue luci ed ombre, forse soprattutto ombre, malgrado nel complesso la situazione sembri essere, oggi, migliore di qualche anno fa. Infatti nel periodo 1980-82 si è verificata una stagnazione dei prezzi di vendita all'ingrosso che ha ridotto enormemente i margini di profitto di questo interessante settore dell'allevamento in acque dolci, salmastre e marine; i prezzi sono rimasti, infatti, costanti malgrado siano enormemente aumentati i costi di mano d'opera, di mangime, di energia elettrica e del novellame. Nel periodo di vendita 1983-84 si è verificata invece una leggera risalita dei prezzi all'ingrosso, ma comunque sempre al di sotto della svalutazione della moneta.

Malgrado tali condizionamenti del mercato, il volume di produzione dell'anguillicoltura è aumentato in questi ultimi anni subendo un incremento, rispetto al 1980, intorno al 200%. Tale tendenza è attribuibile più che altro all'entrata in regime produttivo di strutture che quattro anni fa risultavano in costruzióne oppure erano appena entrate in funzione; non è certo da imputarsi a recenti scelte di indirizzo dal momento che l'anguillicoltura italiana sembra essere vicina ai limiti dello sviluppo. E ciò avviene non solo in relazione agli aumentati costi di gestione, ma anche all'approssimarsi della saturazione del mercato europeo ed alla forte concorrenza di altri Paesi. Un orientamento del settore, già in passato sostenuto (LUMARE, 1980) ed oggi più valido che mai, dovrebbe da una parte scoraggiare nuove iniziative di anguillicoltura e dall'altra cercare nuovi sbocchi commerciali, anche proponendo produzioni lavorate ad elevato contenuto di valore aggiunto (affumicatura, marinatura etc).

Certamente peggiori appaiono le prospettive per il settore dell'allevamento del pesce-gatto basato principalmente su due specie originarie degli USA e cioè *Ictalurus melas* (indicato impropriamente «italiano») e *I. nebulosus* (detto «slavo»). Recentemente, sempre proveniente dalla stessa area geografica, è stato introdotto in Italia il pesce-gatto «americano» (*I. punctatus)* che esteticamente si presenta meglio dei due precedenti e che potrebbe avere una più ampia diffusione di mercato. Il problema maggiore che condiziona lo sviluppo dell'allevamento della specie in Italia è la ridotta espansione del consumo che oggi si limita ad alcuni mercati dell'Emilia Romagna, della Lombardia e del Veneto già saturati dall'attuale produzione. Pertanto anche questo settore appare enormemente condizionato da un mercato scarsamente recettivo, per cui allo stato attuale ne appare realisticamente improponibile un indirizzo di sviluppo.

Anche la carpicoltura nazionale non offre un quadro meno pessimistico del precedente per il semplice motivo che il mercato di tale prodotto è quasi inesistente. La limitata produzione di carpe è legata più che altro all'attività dei pescasportivi che consumano tale pesce per motivi più amatoriali che non per un reale apprezzamento delle carni.

Altro indirizzo produttivo dell'acquacoltura, la cui denominazione fa riferimento più al sistema di allevamento che non alla specie, riguarda la vallicoltura e la stagnicoltura.

La vallicoltura, cioè la tecnica di allevamento di pesce marino e salmastro, all'interno di aree lagunari, opportunamente strutturate e gestite e recintate con argini - in latino «valium», da cui il termine omonimo - ha antica tradizione. La vallicoltura è nata nel Nord Adriatico intorno al XII secolo, ma la prima documentazione storica risale al XV secolo; oggi se ne contendono i natali sia Venezia che Comacchio. Non staremo qui a descrivere il criterio di funzionamento di tale sistema ma basterà accennare al fatto che le «valli da pesca» si estendono individualmente su vaste superfici, anche superiori ai 500 ha; il novellame proveniente dal mare entra nelle lagune e da qui nelle «valli». In questo ambiente, opportunamente dolcificato e ricco di componenti trofici, il novellame si accresce e, divenuto sessualmente maturo dopo qualche anno, cerca di migrare verso il mare per riprodursi. Nei canali di comunicazione della «valle» con l'ambiente esterno, attrezzati con ingegni di cattura detti «lavorieri» si effettua la pesca del pesce in migrazione genetica. Nel tempo la «valle da pesca» ha subito una lenta trasformazione che l'ha portata dal tipo rudimentale, delimitato da semplici argini in canne, fino a quello contraddistinto da più elaborati sistemi strutturali e quindi di gestione.

In passato le aree occupate dalle «valli da pesca» del Nord Adriatico erano ben più estese che allo stato attuale. In nome di una erronea politica di bonifica e di lotta all'anofelismo molte aree vennero prosciugate; attualmente tale spinta si è esaurita nel riconoscimento all'ambiente salmastro di un elevato potenziale produttivo e di un insostituibile ruolo di equilibrio sul territorio.

L'attuale superficie delle «valli da pesca» risulta di 31.750 ha di cui 800 ha appena nel centro-sud Italia e la rimanente parte nel Nord Adriatico.

La «valle da pesca» ha costituito da sempre un ambiente caratterizzato da alta produttività in grado di mantenere biomasse di origine ittica, in senso lato, prossime a 1,5-2 t/ha e di consentire prelievi annuali intorno ai 200-400 kg/ha.

In epoche più recenti (BULLO, 1955) la produzione media di una «valle» ben gestita si aggirava intorno ai 120 kg/ha/anno; tuttavia già a partire dal 1951 essa è andata progressivamente diminuendo (RAVAGNAN, 1978) soprattutto a carico dell'anguilla. La causa di tale fenomeno è stata attribuita per buona parte all'infestazione del Crostaceo Brachiuro del gen. A*rgulus*. Altri fattori si sono andati innestando su tale processo di degrado, come il crescente inquinamento delle acque, i fenomeni di subsidenza, i problemi di «over-fishing» etc. Tutti questi elementi, direttamente o indirettamente, hanno ridotto oggi la produzione media delle «valli» a valori di circa 50 kg/ha/anno, anche se non mancano situazioni estreme che spaziano dai 20 ai 150 kg/ha/anno. Per promuovere l'incremento produttivo delle «valli» ormai tradizionalmente si ricorre a semine sempre più massicce di giovani pesci raccolti in mare, laddove è possibile ancora trovarne. Per soddisfare le esigenze della sola vallicoltura occorrerebbero almeno 400 milioni di avannotti all'anno. A questi andrebbe, poi, aggiunta una quantità doppia per sostenere la produzione di lagune, stagni salmastri e vari corpi acquatici nonchè degli impianti di allevamento intensivo che ricorrono all'impesciamento. Tali cifre sono ben lontane dai 25-40 milioni di avannotti/anno che nei fatti vengono reperiti. Attualmente la vallicoltura sta sperimentando nuove vie per un suo rilancio produttivo e certamente l'indirizzo alla monocoltura, che eviti gli sprechi enormi dovuti alla predazione, costituisce un tentativo valido di razionalizzazione. Basti pensare, infatti, alle basse percen-

tuali di ricattura rilevabili in vallicoltura per le specie più rappresentative come il branzino con un 3%, i mugilidi con un 2-5%, l'anguilla con un 25% (RAVAGNAN, 1978) per rendersi conto delle perdite inutili oggi non più giustificabili. Soltanto l'orata, quando c'è, registra un apprezzabile 50%.

Tale punto nodale incide anche sulla produzione della stagnicoltura che, sostanzialmente, differisce dalla vallicoltura per prestarsi meno facilmente ad una qualsivoglia gestione programmata. Per essa è pensabile che, laddove risulti poco produttiva (20-50 kg/ha/anno di pesce per le Lagune di Lesina e Varano contro le produzioni di anche 300-400 kg/ha/anno per gli stagni sardi) per spinto degrado ambientale e per scarsa montata di novellame, si intervenga sia per consentire il ripristino di una situazione generale più favorevole e sia con semine di pesce novello. Nel complesso la reperibilità del novellame rappresenta, oggi, il maggiore dei problemi che, direttamente o indirettamente, deprime la capacità produttiva delle aree di allevamento, più o meno gestite, dal tipo estensivo a quello intensivo.

Da oltre quindici anni la ricerca pubblica e privata stanno compiendo in Italia sforzi per definire tecnologie adatte a produrre in cattività novellame di specie pregiate. Purtroppo non sempre è facile perseguire risultati trasferibili nella realtà produttiva per problemi non solo tecnici ma soprattutto biologici. In qualche caso, comunque, sono stati conseguiti risultati molto apprezzabili. Uno di questi riguarda certamente il branzino (*Dicentrarchus labrax)* la cui linea produttiva può considerarsi definita nei suoi aspetti essenziali anche se esistono problemi di varia natura che ne rallentano il suo decollo su scala industriale. Ancora oggi, infatti, il costo di produzione di un avannotto di branzino, ottenuto in condizioni artificiali, si colloca oltre le 500 lit. al pezzo, contro un prezzo di mercato che oscilla, a seconda dell'annata, dalle 150 alle 250 lit. Esistono per questa specie altri punti deboli relativi ai lunghi tempi necessari per il raggiungimento della taglia di mercato (25-36 mesi) che comportano alti rischi biologici; anche l'aspetto dell'alimentazione artificiale è oggi lacunoso nei necessari presupposti conoscitivi per pianificare questo indirizzo dell'acquacoltura. Malgrado tutto la branzinocoltura intensiva sta muovendosi, sia pure lentamente; significativa è l'attuale produzione che si colloca intorno ai 1.500 quintali. È auspicabile, pertanto, che presto possano essere superate tutte le incognite che si frappongono ad uno sviluppo organico del settore.

Una promessa - non una realtà - sperabilmente per un futuro vicino, ci auguriamo, è anche la risoluzione dei problemi connessi alla produzione del novellame di orata *(Sparus aurata);* questa specie è particolarmente interessante per i suoi elevati tassi di crescita (in pratica nella prima annata può raggiungere i 150-250 g ed in quella successiva anche i 500 g). Tuttavia allo stato attuale non sono state ancora ottenute produzioni significative di novellame malgrado l'interesse sia molto elevato anche per il ruolo di componente tradizionale che la specie svolge nella vallicoltura e stagnicoltura. Una volta risolti gli aspetti biologici bisognerà superare quelli relativi alla economicità dei costi di produzione del novellame; tale aspetto già al momento si prefigura molto più agevole che nel caso del branzino. E ciò in quanto la quotazione di mercato del novellame selvatico di orata è molto più elevata e quest'anno, caratterizzato da scarsissime catture della specie in mare, ha raggiunto valori di 1.500-1.800 lit. al pezzo. È proprio con l'orata che sono in atto interessanti esperienze di monocoltura estensiva in acque fertilizzate e non, sia al Nord che al Sud, con risultati molto interessanti.

Tra i pesci un terzo candidato si impone ed è la sogliola (*Solea solea)* le cui esperienze di produzione artificiale di novellame in Italia sono ancora scarse (BRASOLA, 1974). Tuttavia con le prime prove è stato evidenziato l'enorme potenziale che questo pesce riveste in ordine alla elevata sopravvivenza (75%) alla metamorfosi, con una fase larvale molto breve e quindi con costi di produzione molto contenuti. L'utilizzazione di questa specie si prefigura molto bene nella monocoltura estensiva, con acque più o meno fertilizzate, mentre per il momento non se ne ravvede la possibilità di utilizzazione in intensivo a causa di complessi problemi legati all'alimentazione artificiale. Il tasso di accrescimento della sogliola è molto simile a quello dell'orata per cui anche il rischio biologico per il raggiungimento della taglia commerciale appare contenuto.

Alcune poche altre specie ittiche sono al momento oggetto di studio, in particolare alcuni Spandi, allo scopo di pianificarne la riproduzione; tuttavia i risultati fino ad oggi raggiunti non consentono di prevedere a breve scadenza il superamento dei complessi problemi che ancora si frappongono ad una impostazione della produzione di novellame su scala commerciale.

Ben più interessanti, sotto il profilo commerciale, appaiono i risultati relativi alla produzione di novellame dei Crostacei Peneidi ed in particolare della specie asiatica *Penaeus japonicus,* introdotta in Italia fin dal 1979.

I vantaggi che questa specie offre sono:

a) controllo in cattività della maturazione sessuale, e quindi non più semplice induzione ma dissociazione del ciclo riproduttivo dagli andamenti stagionali;

b) producibilità del novellame su scala massiva e, soprattutto, in termini economici. Se volessimo trovare un riferimento di confronto per tale parametro dovremmo rivolgerci ai Salmonidi ed ai Molluschi;

c) raggiungimento della taglia commerciale in 3-5 mesi con enorme riduzione dei rischi biologici di norma legati ai lunghi tempi di ingrasso;

d) estrema polivalenza delle specie per allevamento in policoltura e monocoltura, in estensivo, semi-intensivo, per ripopolamento di acque costiere, di stagni salmastri e di lagune. Spiccata versatilità che ne consente l'adattamento alle più diverse situazioni non solo ambientali ma anche socio-economiche;

e) alta quotazione di mercato (LUMARE, 1984).

Le esperienze già consolidate, sulla produzione massiva di novellame svolte in Italia (con produzioni di oltre un milione di post-larve da semina per stagione, in una sola struttura di laboratorio) e quelle di ingrasso della specie in varie condizioni ambientali e di gestione, prefigurano per i prossimi anni la gambericoltura come il settore portante dell'acquacoltura nazionale e mediterranea. Non a caso l'attuale tecnologia italiana sulla riproduzione artificiale dei Peneidi è riconosciuta internazionalmente come la più avanzata in Europa.

Le attuali produzioni commerciali, a carattere sperimentale, svolte in Italia, hanno raggiunto entità significative superiori ai 100 qt/anno, con rese di 500 kg/ha in 4-5 mesi. Le ricerche in atto tendono a consolidare metodologie produttive in grado di rag-

giungere rese di 1.000 kg/ha in 4-5 mesi di allevamento estensivo ed oltre 3.000 kg/ha, nello stesso intervallo di tempo, ricorrendo ai mangimi artificiali.

Un'acquacoltura nazionale che riuscisse a risolvere sul piano biologico, tecnico ed economico l'aspetto della produzione del novellame, articolata secondo le principali specie indicate e riguardanti i settori dei Molluschi, Crostacei e Pesci, soprattutto marini, sarebbe nelle condizioni di svolgere una funzione trainante sull'economia italiana.

Tuttavia se la produzione artificiale di novellame rappresenta l'aspetto nodale maggiormente condizionante lo sviluppo dell'acquacoltura, non di meno altri fattori svolgono un ruolo importante per una pianificazione della zootecnia acquatica, e marina in particolare. La patologia è certamente uno di questi fattori, forse il secondo per importanza, per quanto è stato già detto a proposito della troticoltura e che è ribaltabile tal quale a qualsiasi altro indirizzo di produzione acquatica. Basti pensare che ben poco è noto circa la patologia dell'allevamento larvale di spigola sebbene essa sia oggetto di studio ormai da circa quindici anni. Solo recentemente si è prestata doverosa attenzione all'argomento, purtroppo ancora non sufficientemente sostenuto, con indagini su alcuni vaccini per avannotti e sugli effetti patologici indotti da diete per adulti non bilanciate. Al contrario ricerche avviate in Italia, in particolare sulla patologia delle larve e postlarve di Peneidi da oltre una decina di anni, hanno consentito di definire schemi di profilassi in grado di garantire, oggi, sopravvivenze delle post-larve da semina dal 50 al 70%, oltre ad aver creato una scuola specialistica nel settore di primario livello in Europa. Un tale orientamento dovrebbe essere seguito, in pratica, per ogni specie per la quale ci si appresti a studiarne i problemi legati alla riproduzione ed all'allevamento larvale nella piena consapevolezza che prima o poi le patogenesi legate a parassiti, batteri, funghi e virus non tarderanno a manifestarsi in forme a volte devastanti e tal'altra silenti, ma non per questo meno pericolose.

Un terzo capisaldo dell'acquacoltura è rappresentato dalla mangimistica che riveste un ruolo di basilare importanza nelle forme massive di allevamento, sia che si tratti degli stadi larvali e giovanili, sia dell'ingrasso fino alla taglia di mercato. I vantaggi dell'impiego di mangimi bilanciati autosufficienti sono palesi a livello della economia aziendale, della pianificazione del processo, della uniformità delle caratteristiche organolettiche delle carni.

È significativo quanto è avvenuto per l'anguilla che notoriamente richiede dai 5 ai 7 anni per raggiungere, in condizioni naturali, la taglia di mercato; con l'uso di diete artificiali tale tempo viene ridotto a circa 2 anni (con piccole oscillazioni a seconda della situazione meteo-climatica in cui si opera), con notevoli vantaggi di carattere economico. A questo proposito è bene sfatare anche il pregiudizio secondo il quale il mangime artificiale conferirebbe sapori «pesanti» o comunque sgradevoli alle carni delle specie ittiche allevate. Niente di più sbagliato in quanto i moderni mangimi, frutto in genere di attenti studi, mirano a fornire in via prioritaria caratteristiche organolettiche costanti e di livello superiore alle specie allevate, pena la dequalificazione quindi l'uscita dalla scena commerciale della casa produttrice. Attualmente la ricerca sta tentando di dare sempre più spazio a questo settore, di vitale importanza per l'allevamento intensivo, sia di larve che di adulti. Purtroppo la risoluzione dei problemi connessi alla messa a punto dei mangimi artificiali implica, di norma, tempi molto lunghi ed un adeguamen-

to continuo alla situazione merceologica dei componenti-base. Anche in tal senso abbiamo esempi clamorosi come quello avvenuto intorno al '76 che ha visto, sul mercato mondiale, lievitare enormemente il costo della farina di Clupeidi, componente base dei tradizionali mangimi per trota. Ciò ha messo in crisi la troticoltura nazionale, allora fiorente, ed ha attivato una serie convulsa di studi, ricerche e tentativi anche empirici per individuare prodotti in qualche modo sostitutivi della farina di pesce.

Un quarto capisaldo dell'acquacoltura è quello relativo alla genetica degli organismi acquatici da allevamento. A tutti è nota l'importanza che tale scienza ha assunto già da molti anni in agricoltura e nella zootecnia tradizionale. Sono anche risaputi i risultati di manipolazioni genetiche a carico della carpa, già allevata 2.000 anni a.C, e dei Ciprinidi in generale che hanno portato a razze con caratteristiche particolarmente interessanti sul piano, rispettivamente, della produzione di carne e dell'acquariofilia. Per la carpa si dispone oggi, a parte i ceppi con e senza squame, di linee caratterizzate da enorme sviluppo del filetto e con testa molto ridotta. Dei Ciprinidi ornamentali sono noti ceppi, contraddistinti da mostruosità anatomiche, selezionati appositamente e per questo estremamente apprezzati soprattutto su alcuni mercati orientali; in Giappone esemplari così ottenuti e muniti di regolare «pedigree» raggiungono quotazioni anche superiori al milione di lit. L'unico intervento, peraltro a carattere empirico, orientato al miglioramento delle razze ittiche da allevamento consiste, ancora oggi da noi, nella selezione effettuata per trote, carpe e pesci gatto a carico degli esemplari più robusti, a più rapida crescita, indenni da malattie, da adibire alla riproduzione. E pure una buona base di studio potrebbe creare le premesse per impostare su criteri completamente nuovi tutte le operazioni relative alla selezione dei riproduttori in ordine alla creazione di nuovi ceppi, almeno per le specie riproducibili artificialmente, con caratteristiche quanto più rispondenti alle esigenze sia della gestione dell'allevamento sia del mercato. Oggi un tale risveglio di interessi si sta sviluppando anche in Italia per le specie marine; perché tale scomparto possa esercitare una sua fattiva influenza a livello produttivo sarà necessario che esca dalla dimensione di ricerca di laboratorio e che si articoli su una gamma quanto più ampia di organismi acquatici di interesse per l'acquacoltura nazionale.

D'altra parte l'acquacoltura mondiale, e di riflesso quella nazionale, intesa in senso moderno è appena alla sua infanzia. L'acquacoltura italiana, in particolare, sente l'esigenza di un congruo supporto scientifico, che ancora oggi manca perché essa possa sia consolidarsi nelle linee produttive già attivate e sia creare quegli indirizzi alternativi necessari a dare stabilità al settore.

I primi timidi tentativi, alquanto isolati, per una svolta dell'acquacoltura risalgono a circa quindici anni fa; agli inizi degli anni '70 si sono determinate le premesse per stimolare iniziative nazionali ad ampio respiro. Al 1976 risale l'avvio del Progetto Finalizzato del Consiglio Nazionale delle Ricerche dal titolo «Consolidamento, sviluppo e conversione dell'acquacoltura nazionale» di durata quinquennale. Esso era articolato in due sottoprogetti riguardanti l'uno la piscicoltura e l'altro la gambericoltura. Al di là dei risultati scientifici, pur ragguardevoli, il PF ebbe il merito di aver coagulato attorno a delle linee di ricerca, in un clima di mutua cooperazione, se pure con problemi di convivenza, interessi del mondo produttivo e della ricerca pubblica a livello nazionale, regionale e provinciale; in poche parole venne tentata una formula estrema-

mente gratificante di far ricerca. In tale atmosfera sono maturati importanti risultati, anche sul piano applicativo, come quelli che hanno gettato le basi per una gambericoltura nazionale ed europea; di rilievo anche quelli nel campo dell'anguillicoltura e dell'alimentazione dei mugilidi e delle trote.

Tale retaggio è stato raccolto, successivamente, con la legge nº 984 del 1977, dal Ministero Agricoltura e Foreste che ha attivato nel 1981 il progetto, tutt'ora in atto, sullo «Sviluppo dell'acquacoltura nazionale». Esso si articola in 5 sottoprogetti: il sottoprogetto «Piscicoltura marina» prende in considerazione la produzione controllata di novellame di orata e di cefalo, l'allevamento dei saraghi e il perfezionamento di moduli produttivi di novellame di spigola. Inoltre ha avviato lo studio sui mangimi artificiali nell'allevamento della spigola e prende in considerazione gli aspetti patologici delle specie da allevamento.

Il sottoprogetto «Molluschicoltura» è orientato allo studio dell'allevamento delle ostriche, della bioecologia dei banchi naturali dell'Alto Adriatico, del bioaccumulo dei metalli pesanti e della patogenesi e depurazione. Esso prende in considerazione anche la produzione controllata di novellame di seppia ed il suo allevamento.

Un terzo sottoprogetto, «Piscicoltura d'acqua dolce», è stato mirato alla risoluzione di alcuni problemi connessi alla riproduzione artificiale ed all'allevamento larvale della carpa, alle tecniche di ingrasso di questo pesce e dei Ciprinidi, all'allevamento del pescegatto ed alla relative patologie più comuni.

Un quarto sottoprogetto, «Ecologia e produzione ittica degli ambienti acquatici», si propone di definire dei modelli interpretativi della dinamica dei processi ecologici interagenti sulla produttività ittica allo scopo di individuare i criteri per migliorare il rendimento piscicolo.

Nel 1982 è stato avviato, infine, un ultimo sottoprogetto «Gambericoltura» che si propone la messa a punto di metodologie di allevamento per gamberoni a basso contenuto tecnologico.

Ancora il Consiglio Nazionale delle Ricerche alla fine del 1983 ha attivato una serie di ricerche, nell'ambito del Progetto Finalizzato «Incremento della Produttività delle Risorse Agroalimentari» (IPRA), su problemi riguardanti l'acquacoltura. In particolare sono stati presi in considerazione soprattutto indagini di base nel settore:

a) della biologia delle macro e microalghe in relazione alla produzione ittica;

b) della fisiologia riproduttiva ed alimentare su alcune specie ittiche (anguilla, trota, luccio, tinca);

c) della genetica di alcuni organismi acquatici *(Mytilus galloprovincialis, Artemia salina, Penaeus japonicus, P. kerathurus, Cyprinus carpio, Lebistes reticulatus);*

d) dell'ecologia ed etologia di alcuni animali da allevamento quali l'ostrica, i mitili, l'orata e l'anguilla. Anche questa serie di ricerche prevede un'estensione su base quinquennale e si differenzia da quella di prima generazione del CNR e da quella del MAF per essere eminentemente indirizzata alla ricerca di base.

Infine, recentemente, il Ministero della Marina Mercantile con la legge nº 41 del 1982 sulla «Razionalizzazione della pesca marittima» ha previsto una serie di interventi finanziari a sostegno della ricerca anche in acquacoltura relativamente ai settori:

a) della riproduzione artificiale di Pesci (Sparidi e *Solea solea),* di Bivalvi *(Pecten jacobeus, Tapes semidecussatus)* e della produzione di cisti di *Artemia salina;*

b) dell'alimentazione artificiale per pesci (su alcuni aspetti della dietetica in *Dicentrarchus labrax)* e per Crostacei (relativamente alla sola fase di ingrasso del gamberone *Penaeus japonicus);*

c) della patologia dei Bivalvi (ostriche e mitili) e dei Crostacei da allevamento (solo per la fase larvale di *P. japonicus);*

d) dell'economia generale dell'acquacoltura.

Se tutti questi interventi di finanziamento straordinario hanno avuto ed hanno il merito di promuovere il progresso generalizzato della scienza in acquacoltura, non di meno essi presentano in misura più o meno marcata l'inconveniente di non riuscire a convogliare sufficientemente lo sforzo di gruppi di ricerca su specifiche tematiche, in tutti i loro molteplici aspetti; ciò allo scopo di portare entro tempi relativamente brevi a soluzioni applicative. Inoltre tali interventi non sembrano obbedire ad una logica di programmazione che sia riflesso di una strategia di azioni pianificate nell'ambito di accordi tra i vari Ministeri competenti; piuttosto sembra evidenziarsi una certa tendenza all'emulazione ed una logica di accaparramento di settori potenzialmente strategici per la futura economia del Paese. Tale azione scordinata inevitabilmente porta a conflittualità di competenze, a sovrapposizioni di iniziative con le inevitabili ripetitività e quindi alla polverizzazione delle risorse finanziarie spesso avare di risultati concreti.

Una programmazione di ricerca in acquacoltura che volesse promuovere realmente lo sviluppo del settore produttivo dovrebbe essere espressione di un piano concordato tra i vari Ministeri interessati ed a carattere nazionale. Tale piano dovrebbe articolarsi attraverso alcuni punti-cardine elementari che prevedono:

a) la realizzazione da parte dello Stato di strutture di ricerca conformate appositamente per poter gestire a tempo pieno tale attività in una dimensione diversa da quella esclusiva di laboratorio. In pratica dovrebbe prevedere anche la realizzazione di «impianti pilota» e la possibilità di svolgere ricerca su scala produttiva;

b) preparazione dei quadri di competenze ai vari livelli professionali;

c) finanziamenti adeguati per le attrezzature e la gestione delle strutture.

Il piano dovrebbe prevedere, pur nel coinvolgimento più ampio possibile, anche una precisa attribuzione dei compiti per competenze allo scopo di evitare inutili conflittualità, che certo non giovano al progresso del settore. In tale contesto un ruolo fondamentale spetterebbe all'Università che, data anche la disponibilità di materiale umano, potrebbe ben orientarsi soprattutto alla ricerca di base.

La ricerca finalizzata a soluzioni applicative troverebbe le condizioni più idonee per esprimersi nell'ambito di competenza dei Ministeri (da quello della Ricerca Scientifica e Tecnologica a quello dell'Agricoltura e Foreste, della Marina Mercantile ecc.) ed articolarsi attraverso strutture centralizzate e periferiche nel contesto di una pianificazione regionale, provinciale e comunale. La fase finale di tale processo dovrebbe, infine, risolversi a livello delle singole aziende e cooperative produttive; ivi uno o più tecnici (a seconda della dimensione dell'azienda) dovrebbero svolgere ricerca per ottimiz-

zare in termini produttivi il processo tecnologico in funzione delle caratteristiche sia della struttura e sia del territorio. Anche tale fase della ricerca potrebbe rientrare nell'ambito delle direttive ed, eventualmente, delle disponibilità finanziarie dei Ministeri afferenti (Ministero dell'Industria ecc.).

Un tale criterio, che trova già applicazione con successo in Paesi in cui l'acquacoltura rappresenta un punto di riferimento dell'economia, non è certo semplice da mettere in pratica. Esso richiede una visione unitaria del problema, un'interpretazione analitica lungimirante e criteri di programmazione adeguati. Necessita, inoltre, di congrui interventi finanziari che non siano quelli di semplice sussistenza, ma in qualche modo raffrontabili ad una seria politica di sviluppo. In Giappone, per esempio, nel 1975 l'investimento per l'aquacoltura si aggirava intorno ai 400 miliardi di lit/anno (ASANO, 1976). Occorre in sintesi una svolta nell'azione di gestione di questo settore per il quale l'opera del ricercatore, anche a tale livello, può essere determinante. Ciò soprattutto nello stimolare una nuova presa di coscienza da parte del potere politico che ignora pressocchè totalmente tal genere di problemi e mobilitarlo per un processo di recupero dell'acquacoltura nell'interesse dell'economia, della società e per il prestigio della scienza.

Summary

National aquaculture, in spite of the great possibilities of development due to the environmental situations and to the scientific and technical acquisitions, is passing through a crisis of identity. Nevertheless, there are important prospects of productive turns based on some species. The biological aspects connected with fry production have been solved even if problems connected with their economy still persist. In some cases this last aspect has been solved so that a development on a large national and Mediterranean scale is foreseeable.

Aquaculture research problems are numerous, though in these last ten years a lot of national enterprises have risen (Applied Program «Consolidation, Development and Conversion of National Aquaculture» by National Research Council; «Development of National Aquaculture» by the Agriculture and Forestry Ministry; financial efforts according to the 41/82 law by the Admiralty; program «Productive Increasing of Agriculture Resources» by the National Research Council).

These enterprises pulverized important financial resources but did not consider the necessity to carry out aquaculture facilities (pilot plants, laboratories, etc.) according to a programmed national plan. To increase aquaculture on scientific and productive basis, it is necessary to develop a new strategy to present demands.

Riassunto

L'acquacoltura nazionale, malgrado le enormi possibilità di sviluppo legate alle situazioni ambientali ed alle acquisizioni scientifiche e tecniche, sta vivendo per alcuni settori una crisi di identità.

Esistono, tuttavia, importanti prospettive di indirizzi basati su alcune specie per le quali sono stati risolti in buona parte gli aspetti biologici legati alla produzione del novellame anche se persistono ancora alcuni problemi di economicità. In qualche caso è stato risolto anche tale ultimo aspetto per cui è prevedibile per esso uno sviluppo su vasta scala produttivo a livello nazionale e mediterraneo. Tuttavia i problemi della ricerca legati all'acquacoltura rimangono pressochè nella loro interezza, malgrado in questo ultimo decennio siano stati attivati interventi a carattere nazionale (PF «Consolidamento, sviluppo e conversione dell'acquacoltura nazionale» del CNR; «Sviluppo dell'acquacoltura nazionale» del MAF; interventi finanziari della legge 41/82 del MMM; progetto «Incremento Produttività Risorse Agricole» del CNR). Tali interventi nel polverizzare interessanti risorse finanziarie hanno ignorato fino ad oggi la imprescindibilità di realizzare strutture «ad hoc» orientate all'acquacoltura, secondo programmi pianificati di intervento a carattere nazionale.

Per una crescita nel settore, a livello scientifico e conseguentemente anche a quello produttivo, occorre sviluppare una strategia di azioni che si muova secondo indirizzi diversi da quelli fino ad oggi adottati.

Bibliografia

ASANO I. (1976) - Strategy for future development of aquaculture in Japan. *FAO Tech. Conf. on Aquaculture,* Kyoto, Japan 26 May - 2 June 1976 FIR: AQ/Conf./76/E: 82.

BRASOLA V. (1974) - Riproduzione artificiale della sogliola (*Solea solea)* effettuata con successo presso la Laguna di Orbetello. *Riv. Ital. Piscic. Ittiopatol.,* 9 (4): 99-101.

BULLO A. (1955) - La vallicoltura che si esercita in zone lagunari lungo il litorale dell'Alto Adriatico. *Agricoltura delle Venezie* 10 Ott. 1955: 13-25.

LUMARE F. (1980) - L'acquacoltura italiana: problemi e prospettive. In: Contributo della pesca alla soluzione del problema alimentare. *Atti Conf. Naz. Pesca,* 20-21 marzo 1980 Roma: 90-110.

LUMARE F. (1984) - Orientamenti ed aspetti della crostaceicoltura nel mondo. *XII Conv. Naz. «Ambiente e risorse».* Università Studi Padova 3 - 8 settembre 1984, Bressanone: 1-20.

RAVAGNAN G. (1978) - Coastal aquaculture systems for fish and Crustacea in the Mediterranean. *FAO, UNEP/WG - 15/4.* Athens 14-18 March, 1978: 1-46.

RAVAGNAN G. (1978) - Vallicoltura moderna. *Ed. Edagricole:* 1-283.

SLAVICH. P. (1984) - L'acquacoltura è al 70% molluschicoltura. *Il pesce* 1: 33-34.

UNO U. (1983) - Comunicazione personale.

OEBALIA 1985, vol. XI - 2, N.S.: 669-674 ISSN 0392-6613

P. TROTTA
Istituto per lo Sfruttamento Biologico delle Lagune - C.N.R.
Largo Fraccacreta - Lesina (Foggia) - Italy

LE MICROALGHE IN ACQUACOLTURA: IMPIEGHI ATTUALI E PROSPETTIVE FUTURE

Abstract

Microalgae in aquaculture.
The fundamental role played by micro-algae as promising food and feed sources for human beings is treated in this paper.

Key-words: microalgae biomass, phytodepuration, protein foodstuff.

Introduzione

Tra la fine del XIX secolo e gli inizi dell'attuale, si sono registrati i primi successi nella identificazione ed uso delle microalghe accreditate essere responsabili di una grossa parte della organicazione dei sali minerali in materia vivente, sia nelle acque sia nei terreni umidi. La loro catalogazione in categorie sistematiche definitive è tuttora un compito arduo per via della molteplicità delle specie e della loro identificazione sulla semplice base delle caratteristiche morfologiche.

I tentativi empirici di MIQUEL e BEIJERINCK di coltivare, alla fine del secolo scorso, microalghe, costituiscono un contributo basilare allo sviluppo dei substrati chimicamente definiti attualmente in uso. Con il progredire delle conoscenze sul meccanismo fotosintetico dei vegetali Eucarioti e del ruolo biologico dei microvegetali in natura si è approdati all'ipotesi affascinante della loro coltivazione per la produzione di biomasse di notevole valore commerciale. Dietro questo orientamento è celata la recondita speranza della «scienza» di dotare il genere umano di una fonte di proteine alimentari a basso costo e rinnovabile.

Impieghi attuali delle microalghe

WARBURG agli inizi del Novecento ha usato *Clorella* per studi del processo fotosintetico dotandosi dei mezzi necessari per coltivare questo vegetale in condizione mono-

xenica e con il fiorire degli studi idrobiologici nacque la necessità di coltivare in laboratorio varie altre specie algali per studiare il ciclo biologico di zooplanctonti filtratori. In mancanza di disponibilità continua di microalghe ARTOM, nel 1910, tentò l'allevamento del Crostaceo Fillopode *Artemia salina* su estratto di carne. Nel 1938 BARIGOZZI studiò il ciclo completo della vita di questo piccolo crostaceo, tipico di ambienti iperalini, alimentandolo con *Clamidomonas* coltivata in laboratorio. Analoghi tentativi, coronati da successo, furono fatti da altri autori con *Daphnia.* A seguito della scoperta di sostanze antibiotiche prodotte da funghi e batteri, furono saggiate anche le microalghe nell'ipotesi di trovare sostanze analoghe da esse prodotte. Attualmente le conoscenze acquisite, sulla fisiologia dei microrganismi fotosintetici, danno accesso alla possibilità del loro impiego in svariati campi applicativi in accordo alla tendenza, accreditata presso la società industrializzata, per soluzioni biotecnologiche dei problemi ad essa connaturati.

SHELEF nel 1980, in un convegno sulla produzione ed uso delle microalghe tenutosi a Truijllo (Perù), ha così sintetizzato la versatilità dei microrganismi fotosintetici:

— utilizzano una fonte a costo zero di energia, cioè il sole;
— producono ossigeno;
— sono in grado di assimilare dall'ambiente ingenti quantità di sali minerali ed anidride carbonica.
— la biomassa prodotta, coltivandoli massivamente, è suscettibile di essere utilizzata per svariati scopi (alimentazione umana ed animale), estrazione di prodotti chimici puri e fermentazione per la produzione di composti energetici.

In tempi di ristrettezza di risorse energetiche ha notevole valore l'utilizzazione di sistemi produttivi che si basano sulla cattura dell'energia solare. I microvegetali fotosintetici compiono egregiamente questo ruolo. In confronto alle coltivazioni agricole tradizionali, capaci di fissare dallo 0,1 a 2% dell'energia solare incidente, è stato valutato che una coltura microalgale massiva può catturare dal 3 al 5% di energia (SHELEF 1980, MATERASSI 1983). Inoltre la coltivazione di questi organismi che non sono organizzati in radici, fusto e foglie, può essere fatta utilizzando terre che sono considerate marginali per gli scopi agricoli. SHELEF (1980) ha dimostrato che è possibile produrre biomasse di alghe miste a batteri per usi mangimistici, con punte di 161 t/ha/anno. In laboratorio è stato possibile produrre biomasse algali con indice di conversione del 20% dell'energia luminosa (WASSINK, 1953). In adempienza al mutualismo esistente tra mondo animale e vegetale, le microalghe producono ossigeno consumando anidride carbonica. Questa proprietà è altamente utilizzata impiegando micro e macroalghe per la depurazione di reflui urbani ed industriali, per il trattamento dei quali, la domanda di ossigeno è molto elevata. OSWALD (1980) afferma che basterebbe una frazione insignificante delle terre impegnate dalla società statunitense per le attività produttive alimentari e non, per riciclare i reflui attraverso di esse prodotti. SHELEF (1980) ha sperimentato per parecchi anni, in Israele, un sistema di depurazione delle acque reflue urbane, attraverso l'uso di bacini a due stadi, per la digestione accelerata della sostanza organica e lo sviluppo contemporaneo di popolazioni microalgali naturali. Negli USA sono in funzione alcuni impianti congegnati in tal modo e realizzati con criteri commerciali.

Le biomasse prodotte con microrganismi fotosintetici, hanno notevole valore per l'elevato tenore proteico (40-70% in peso secco), pertanto la loro coltivazione su scala industriale, consente di raggiungere livelli di produzione di proteine, cinquanta volte superiore a quelle ottenute con la soia in agricoltura. *Spirulina* (Sosa Texcoco S.A. Messico) e *Clorella* (Giappone e Formosa) sono prodotte su base industriale e commercializzate in forma di pillole aventi virtù salutari per l'uomo; SHELEF (1980) ha utilizzato con successo biomasse microalgali, prodotte su reflui urbani, per l'alimentazione di pesci e polli. HEUSLER (1980) in Perù ha sperimentato su scala semindustriale la produzione di *Scenedesmus* destinato all'alimentazione umana; analoghi progetti sono in corso di sperimentazione in India e Tailandia. LINCOLN (USA, 1980) in una azienda suinicola ha riciclato la biomassa algale, prodotta sui reflui costituiti dalle deiezioni suine, nell'alimentazione animale, ottenendo un risparmio del 15% dell'alimento, a base di soia, impiegato giornalmente. La produzione di biomasse microalgali ottenute in impianti sperimentali sia di acqua dolce che marina, si attesta su valori di 20-45 g/m^2/giorno di materia secca (HEUSLER, 1980, MATERASSI, 1983). Al di là della componente proteica estraibile dalla biomassa di ceppi specifici di microalghe e batteri fotosintetici anossigenici, è realistico pensare di ricavare, in un futuro più o meno prossimo, altre componenti: carotenoidi, glicerolo (BEN AMOTZ, 1980), fotopigmenti, composti steroidei, acidi grassi polinsaturi, vitamine (MATERASSI, 1980, SHIFRIN, 1980); idrogeno, ammoniaca, idrocarburi (MATERASSI, 1983); metano, metanolo, etanolo per fermentazione delle biomasse (MATERASSI, 1983).

Un discorso a parte merita l'utilizzazione delle biomasse algali prodotte, sia in acqua dolce che marina, per l'attivazione diretta di catene trofiche con organismi filtratori (zooplanctonti e bivalvi). Una via già percorsa in questo senso è la produzione in mare di mitili, ostriche, vongole, etc. Per l'allevamento larvale di pesci e crostacei è necessario produrre prede vive (Rotiferi, Copepodi, *Artemia salina)* atte all'alimentazione degli stadi zoofagi delle specie ittiche considerate, ed ingenti quantità di fitoplancton selezionato per la nutrizione di bivalvi adulti e stadi larvali di bivalvi e crostacei. Attualmente sono impiegati vari sistemi per la produzione massiva di fito-zooplancton. Essi si discostano da quelli impiegati per la coltivazione di microalghe finalizzata alla raccolta diretta della biomassa. La differenza sostanziale consiste nell'utilizzazione immediata delle microalghe da parte dei filtratori. Ciò solleva lo studioso dal compito di separare i vegetali dal mezzo di coltura e di ottenere risultati energeticamente più convenienti di quanto è conosciuto ed accettato per le catene trofiche in natura. *Artemia* assimila biomassa algale con indice di conversione 2-3 a 1 (TROTTA, dati non pubblicati). Una simile concezione ha portato PRUDER (1976) a congegnare un sistema integrato di produzione di ostriche, con riciclo completo dell'acqua che costituisce sia il mezzo di coltura algale che l'ambiente per l'accrescimento delle ostriche. Per questo campo specifico occorre produrre microalghe adatte alla specie di filtratore da allevare manipolando i parametri ambientali al fine di avere colture algali monospecifiche (DE PAW, 1980). Anche nell'attivazione di catene trofiche, la convenienza economica del processo pro-

duttivo condiziona molto l'adozione della coltura massiva di microalghe finalizzata alla produzione di proteine animali per uso umano, al punto che PERSOONE (1980) definisce questo anello come fattore limitante per l'allevamento controllato di bivalvi filtratori.

Limiti attuali della coltivazione massiva di microrganismi fotosintetici

I successi ottenuti nella produzione massiva, su scala pilota ed industriale, di microrganismi fotosintetici autotrofi ed auxotrofi, non sono attualmente accompagnati da una prospettiva di convenienza economica e breve scadenza per molteplici motivi, almeno se il riferimento è la produzione di proteine vegetali derivate dalla soia. SHELEF (1980) giustifica la convenienza di biomasse algali prodotte in acque reflue come bene aggiunto al processo di depurazione delle acque stesse, ciononostante il suo successo nel settore è di fondamentale importanza. Per rendere convenienti le produzioni di biomasse microalgali occorre lavorare parecchio e con continuità su vari aspetti del processo. È necessario: far luce sulla discrepanza tra la produzione in vitro e quella su scala industriale che attualmente si diversifica con rapporto di 5 a 1 (WASSINK, 1953); identificare fonti economiche di fertilizzanti (sali minerali e fonti di carbonio); indagare sui modelli ingegneristici di progettazione dei bacini e sugli accorgimenti tecnici atti a consentire una più efficiente cattura dell'energia solare; mettere a punto validi sistemi di raccolta e trattamento delle biomasse prodotte per vari scopi (MORAINE, 1980); curare gli aspetti tossicologi e nutrizionali perché le biomasse possano essere utilizzate per l'alimentazione umana ed animale (SOEDER, 1980; HEUSLER, 1980; VAN DER WALL, 1980); indagare sulla profilassi da adottare, nella coltivazione, contro parassiti e filtratori non voluti delle microalghe (HEUSLER, 1980); far considerazioni sull'economia di scala del processo produttivo.

Queste ed altre considerazioni ad esse conseguenti, significano essenzialmente devolvere maggiore attenzione e sforzo finanziario (OSWALD, 1980) a questo attualissimo argomento di studio che si candida come legittima soluzione alla carenza proteica ed energetica per il genere umano.

A sintesi di tutto va rimarcato il notevole interesse che gli enti spaziali statunitense e russo rivolgono alla creazione di microcosmi con l'uso di *Clorella*, nelle navi spaziali destinate a missioni di lunga durata.

Summary

Recent trends in applied aquaculture research show the fundamental role played by microalgae as promising food and feed sources for human beings. Beside the use of their biomass as a novel supply of foodstuff to fight the shortage of protein that the

XXI Century World Society will be facing with, new applications are perspected as a consequence of recent findings emerged from applied science field. Phytodepuration of sewage, production of natural chemicals, non fossil fuels by fermentation, activation of living food chain to rear larval stages of fish, crustaceans and bivalve molluscs.

Riassunto

Le microalghe costituiscono una tappa basilare nel campo dell'acquacoltura sia per l'attivazione di catene trofiche con zooplanctonti filtratori, a loro volta comunemente impiegati per l'allevamento larvale di specie ittiche riprodotte artificialmente, sia per l'allevamento di molluschi bivalvi nella fase larvale e adulta. Le prospettive sono ancora più dense di promesse quando si guardi al loro uso nel campo della fitodepurazione e in quello della produzione di biomasse vegetali ad alto contenuto proteico e più in generale per la estrazione di sostanze specifiche di notevole interesse applicativo.

Bibliografia

BARIGOZZI C. (1939) - La biologia di *Artemia salina* in acquario. *Atti Soc. It. Sc. Nat.,* 78 (2): 136-164.

WASSINK E.C., KOK B., VAN OORSHOT J.P.L. (1953) - The efficiency of light. Energy conversion in *Chlorella* cultures as compared with higher plants. In: Algal culture from laboratory to pilot plant. Publ. 600 *Carneige Institution of Washington.*

PRUDER G., BOLTON E.T. (1976) - Oyster growth and nutrient nitrogen cost in bivalve molluscan mariculture. *Delaware Sea Grant Rep.:* 11-76.

BEN AMOTZ A., AVRON M. (1980) - Glycerol, ß carotene and dry algal meal production by commercial cultivation of Dunaliella. In: Algae Biomass Production and Use, G. Shelef and C.J. Soeder Eds, *Elsevier N. Holland Biomedical Press.*

DE PAW N., VERLET H., DE LEENHEER L. Jr. (1980) - Heated and unheated outdoor cultures of marine algae with animal manure. In: Algae Biomass Production and Use, G. Shelef and C.J. Soeder Eds, *Elsevier N. Holland Biomedical Press.*

HEUSLER P. (1980) - Advance and prospects of microalgae culture experiences of the Peruvian German microalgae project. *Proc. of the 2th Egyptian Algae Symposium,* M.M. El Fouly Ed.

LINCOLN A.P., HILL D.F. (1980) - An integrated microalgae system. In: Algae Biomass Production and Use, G. Shelef and C.J. Soeder Eds, *Elsevier N. Holland Biomedical Press.*

MATERASSI R. (1980) - Atti del Convegno: Prospettive della coltura di Spirulina in Italia. *Accad. dei Georgofili.*

MORAINE R., SHELEF G., SANDBANK E., BAR-MOSHE Z., SHWARTZBURD L. (1980) - Recovery of sewage - born algae: flocculation and centrifugation techniques. In: Algae Biomass Production and Use, G. Shelef and C.J. Soeder Eds, *Elsevier N. Holland Biomedical Press.*

OSWALD W.J. (1980) - Algal Production. Problems, achievements and potential. In: Algae Biomass Production and Use, G. Shelef and C.J. Soeder Eds, *Elsevier N. Holland Biomedical Press.*

PERSOONE G., CLAUS C. (1980) - Mass culture of algae: a bottle-neck in the nursery culturing of molluscs. In: Algae Biomass Production and Use, G. Shelef and C.J. Soeder Eds, *Elsevier N. Holland Biomedical Press.*

SHELEF G., AZOV Y., MORAINE R., ORON G. (1980) - Algal mass production as an integral part of a wastewater treatment and reclamation system. In: Algae Biomass Production and Use, G. Shelef and C.J. Soeder Eds, *Elsevier N. Holland, Biomedical Press.*

SHIFRIN N.S., CHISOLM S.W. (1980) - Phytoplankton lipids: environmental influence on production and possible commercial applications. In: Algae Biomass Production and Use, G. Shelef and C.J. Soeder Eds, *Elsevier N. Holland, Biomedical Press.*

SOEDER C.J. (1980) - The scope of microalgae for food and feed. In: Algae Biomass Production and Use, G. Shelef and C.J. Soeder Eds, *Elsevier N. Holland, Biomedical Press.*

VAN DER WALL P. (1980) - Toxicological and nutritional considerations in evaluating new feed ingredients. In: Algae Biomass Production and Use, G. Shelef and C.J. Soeder Eds, *Elsevier N. Holland, Biomedical Press.*

MATERASSI R., BALLONI W., FLORENZANO G. (1983) - Prospettive della coltura massiva di microalghe e batteri fotosintetici. *Riv. Acqua Aria,* giugno 1983.

OEBALIA 1985, vol. XI - 2, N.S.: 675-680 ISSN 0392-6613

P. BREBER

Centro Ricerche del Consorzio per lo Sviluppo della Pesca e dell'Acquacoltura
del Veneto - Istituto per lo Sfruttamento Biologico delle Lagune
C.N.R., Lesina - Italy

L'INTRODUZIONE E L'ALLEVAMENTO IN ITALIA DELL'ARSELLA DEL PACIFICO, *TAPES SEMIDECUSSATUS* REEVE (BIVALVIA; VENERIDAE)

Abstract

Introduction and rearing of Manila clam in Italy; Tapes semidecussatus *Reeve (Bivalvia; Veneridae).*

This papers deals with the introduction and commercial rearing in Italy of Manila clam, Tapes. semidecussatus *Reeve (Bivalvia; Veneridae).*

Key-words: Aquaculture, *Tapes semidecusstaus,* rearing.

Introduzione

L'allevamento dei molluschi bivalvi è una attività che, per diversi aspetti, merita di essere incoraggiata. Il Centro Ricerche del Co.S.P.A.V. ha voluto indirizzare la propria attività verso l'individuazione di specie suscettibili di allevamento onde superare la situazione attuale di monocoltura della cozza, *Mytilus galloprovincialis.* Sebbene molte specie di bivalvi siano commestibili, si possono prendere in considerazione solo quelle che posseggono i seguenti requisiti:

1) il loro prezzo di vendita deve essere sufficientemente elevato da coprire i costi di allevamento;
2) la biologia e l'ecologia delle specie devono essere adattabili alle condizioni di allevamento.

L'arsella (*Tapes decussatus),* detta anche vongola verace, vongola cornuta, caparozzolo, etc., è ovviamente tra le prime specie da candidare. Per due anni il Centro Ricerche ha condotto prove d'acquacoltura sia con l'arsella nostrana (BREBER, 1985)

sia con la specie esotica *T. semidecussatus.* Si è voluto osservare il tempo richiesto per il raggiungimento della taglia commerciale, l'incremento ponderale dello stock, e la mortalità; si è voluto anche definire un metodo d'allevamento pratico ed economico. Qui vengono riportati i risultati ottenuti con la specie esotica.

T. semidecussatus, originario dell'Oceano Pacifico occidentale, si sta rapidamente diffondendo in acquacoltura e si è arrivati a produrre industrialmente il seme in schiuditoio (LUCAS, 1977). Commercialmente, questa arsella del Pacifico è identica a quella nostrana poichè a livello di consumatore presenta lo stesso aspetto e la stessa qualità gastronomica.

Materiali e Metodi

Il seme è stato acquistato da uno schiuditoio in G. Bretagna. Nel 1983 sono state importate 200.000 unità e nel 1984 2.500.000. Il seme è stato messo a dimora in natura immediatamente all'arrivo. Il primo anno l'allevamento si è svolto in Laguna di Venezia (bacino di Chioggia), nel secondo anno il seme è stato ripartito in due località: una in Laguna di Venezia (Pellestrina) e una in Sacca di Caleri (Rosolina). La tecnica di allevamento adottata è stata quella di disporre gli animali sul fondo con l'intenzione di ricreare il più possibile le loro condizioni naturali (DRENO, 1979; ANDERSON & CHEW, 1980). Il sito per gli allevamenti era dato da un tratto aperto di superficie lagunare caratterizzato da circa 60 cm d'acqua a medio mare, un buon movimento d'acqua, e un fondale di sabbia e fango, piano e pulito.

Il seme mostrava una taglia compresa tra 2 e 3 mm. Bivalvi così piccoli sono soggetti a dispersione e a intensa predazione da parte del granchio comune *(Carcinus aestuarii)* per cui fino alla taglia di 10 mm sono stati tenuti in contenitori chiusi di rete alla densità di 1 arsella/cm^2 (DRENO, 1979). Raggiunta la taglia media di 10 mm, le arselle sono state trasferite nel sedimento naturale del fondo ad una densità di 1 unità/10 cm^2 (DRENO, 1979; ANDERSON & CHEW, 1980). Per protezione contro i granchi ed altri eventuali predatori, sui lotti seminati sono state tese delle reti, mantenute sino a che gli animali non hanno raggiunto i 20 mm di media (DRENO, 1979; ANDERSON & CHEW, 1980).

Ogni mese circa venivano prelevati 50 bivalvi di cui si misuravano peso e lunghezza individuali. La lunghezza dell'animale considerata era quella del suo asse maggiore che da un punto di vista biologico non è la misura più corretta ma che è stata nondimeno preferita essendo quella usata in commercio per determinare il prezzo della merce. La mortalità è stata stimata dal numero di individui morti nei campioni mensili.

Risultati

Il seme (3 mm) posto in vivaio a marzo, ha raggiunto la taglia legale di consumo (25 mm) a settembre. La taglia commerciale più ricercata (40 mm) è stata raggiunta ad agosto dell'anno successivo a quello di semina, dopo 17 mesi (Fig. 1).

La mortalità totale durante l'intero ciclo di produzione (18 mesi) è stata stimata non superiore a 20% del numero di individui costituenti lo stock al momento della semina.

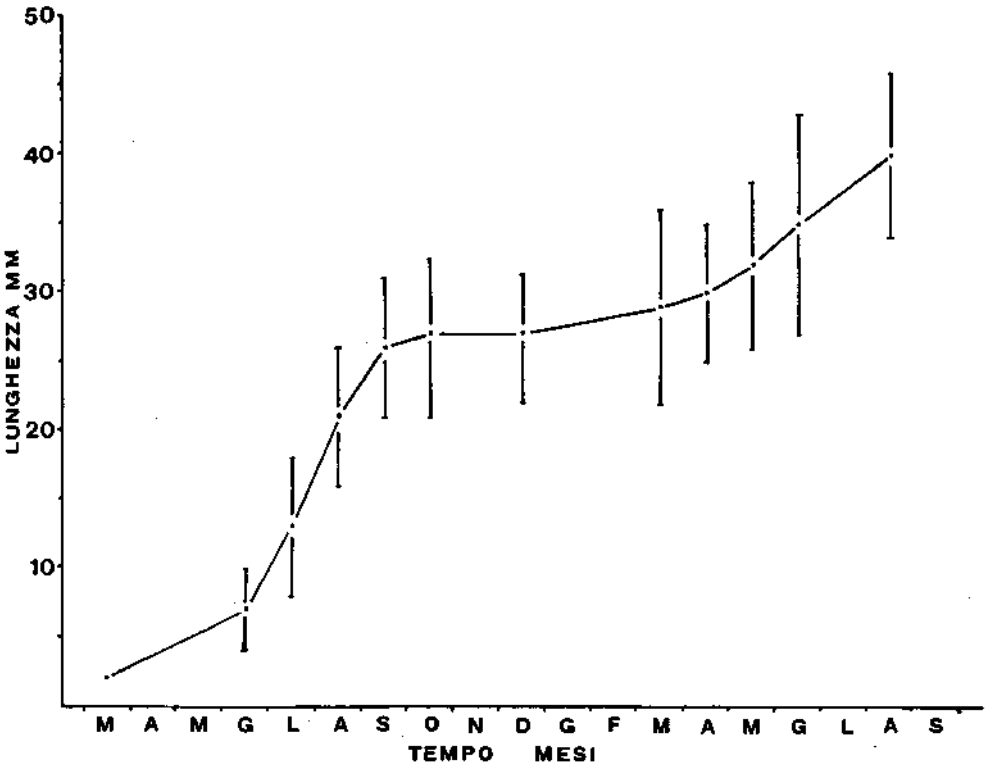


Fig. 1 - Accrescimento in lunghezza di *T. semidecussatus* durante il ciclo d'allevamento in Laguna di Venezia. (Intervallo fiduciario della media; P = 0,05).

Buona parte della perdita (15%) si è avuta per predazione sugli animali ancora piccoli, sotto la taglia di 20 mm.

Tenendo conto della densità di semina (1000 arselle/m^2) e della mortalità, la resa del vivaio è stata stimata in 3 kg/m^2 al raggiungimento della taglia di 25 mm, e di 11,5 kg/m^2 con arselle da 40 mm (Fig. 2).

Discussione

Dai risultati appare evidente che, volendo programmare una iniziativa d'acquacoltura, il periodo utile per l'incremento è dato dai mesi da giugno a settembre.

Facendo un confronto con il ciclo d'allevamento dell'arsella nostrana (T. *decussatus)* (BREBER, 1985), si evince che, seminando nello stesso periodo, la specie del Pacifico raggiunge i 40 mm almeno 4 mesi prima. A parità di lunghezza, inoltre, *T. semidecussatus* pesa di più: a 40 mm la specie nostrana pesa mediamente 11,4 g mentre la specie esotica alla stessa lunghezza pesa 12,5 g (Fig. 3). C'è, infine, da considerare la minore mortalità durante il ciclo di produzione nella specie esotica (20%) rispetto alla specie nostrana (35%).

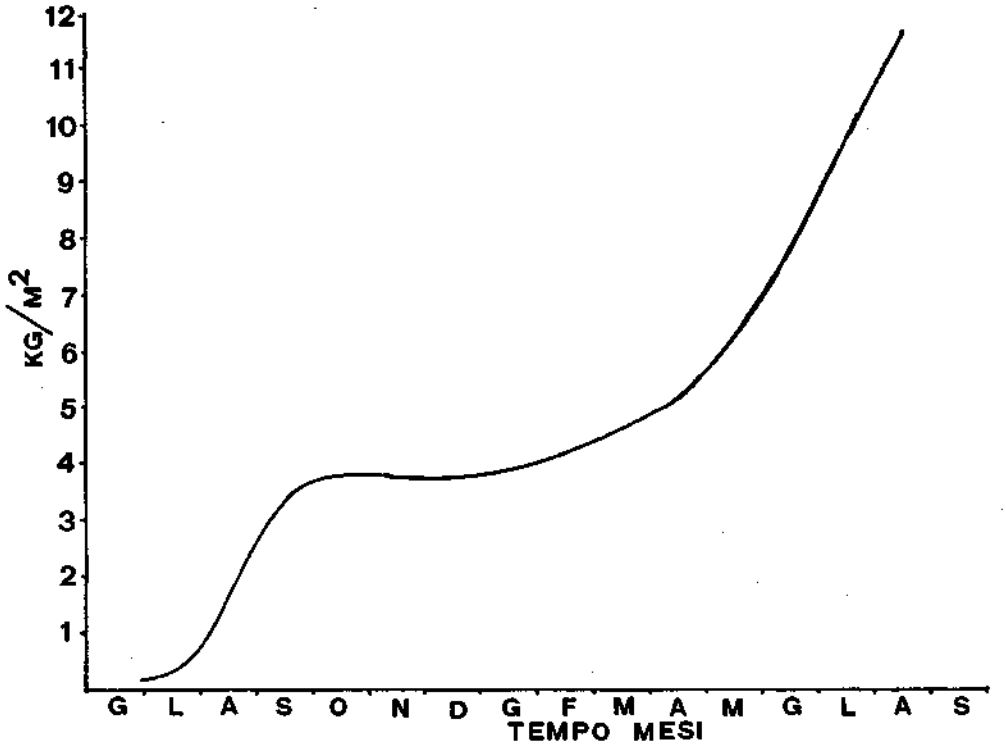


Fig. 2 - Incremento nel peso vivo di *T. semidecussatus* durante 18 mesi espresso come kg/1 m^2 di vivaio seminato inizialmente con 1000 arselle da 3 mm.

Esprimendo la comparazione tra le due specie in termini economici, il valore monetario dello stock iniziale di *T. semidecussatus* è aumentato 10 X in 16 mesi, mentre in *T. decussatus* è stato 11 X in 19 mesi.

Summary

The introduction and commercial rearing in Italy of Manila clam Tapes semidecussatus *Reeve (Bivalvia; Veneridae).*

In the years 1983 and 1984 two lots of T. semidecussatus *seed were imported for the first time in Italy for the purpose of aquaculture. This Pacific bivalve is very similar to the native* T. decussatus *and has all the same attractive commercial qualities.*

The on-growing trials took place in the Venice Lagoon and Sacca di Caleri. The 3 mm seed was acquired from a hatchery and placed right away in the natural environment. The parks were situated in shallows with clean, sandy silt bottoms. The rearing cycle was divided in three technical phases, determined by three subsequent size intervals of the animals. The parameters observed were those of commercial relevance: increase in length, increase in weight, mortality. Legal size (25 mm) was reached in 7 months

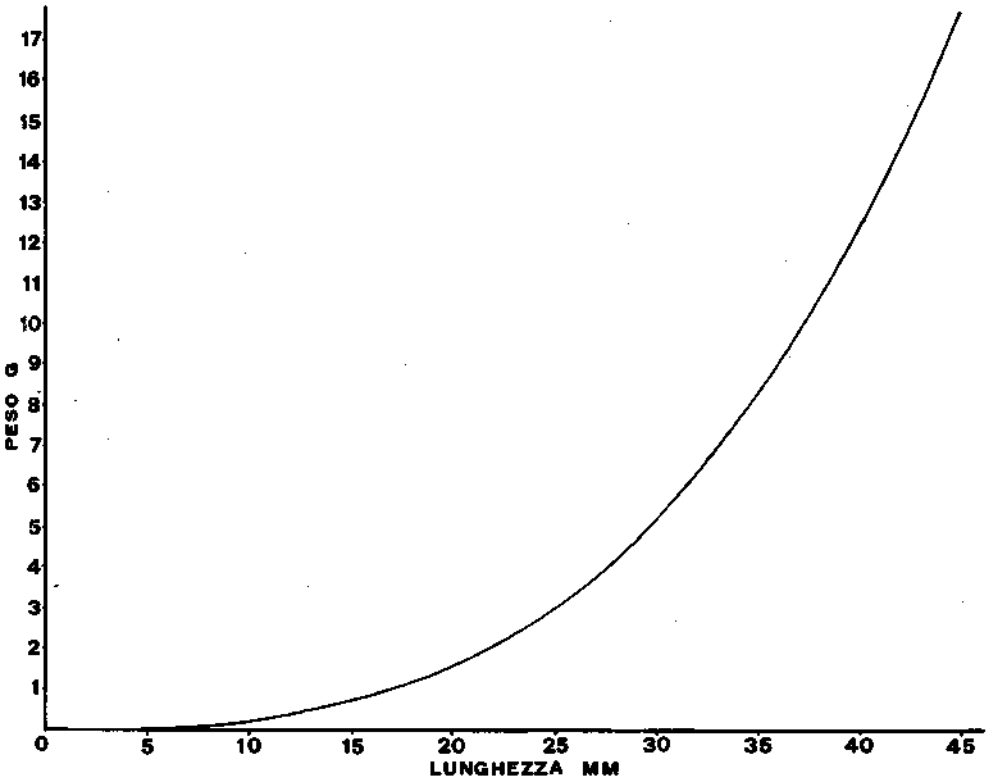


Fig. 3 - Correlazione lunghezza-peso in *T. semidecussatus* basata su 939 individui.
$P = (2{,}17043 \times 10^{-4}) L^{2{,}97192}$ (RICKER, 1975).

but the highest-priced commercial size category (40 mm) was reached after 18 months. Total mortality was less than 20%, most of which (15%) occurred in the first 6 months.

Riassunto

Nel 1983 e nel 1984 sono stati importati per la prima volta in Italia dei quantitativi si seme di *T. semidecussatus* allo scopo di allevamento. La specie originaria del Pacifico occidentale è molto simile alla specie nostrana *T. decussatus* (L.) e presenta tutti gli aspetti più attraenti per lo stimatore della «vongola verace».

Le prove di allevamento si sono svolte in Laguna di Venezia ed in Sacca di Caleri (Rovigo). La cria di circa 3 mm è stata acquistata da uno schiuditoio ed appena arrivata è stata subito messa a dimora in natura. Gli animali sono stati allevati sul fondo in zone di fondali bassi, puliti, e costituiti da fango misto a sabbia. L'allevamento si è svolto in tre fasi tecniche in funzione delle taglie successive di crescita degli animali. I parametri rilevati nel corso delle prove sono stati quelli di rilevanza commerciale: incremento della taglia, incremento ponderale, mortalità. Seminando in primavera, la taglia mini-

ma legale di consumo si raggiunge in settembre. La taglia commerciale di lusso si raggiunge in agosto dell'anno successivo a quello di semina. La mortalità totale nel periodo tra la semina ed il raggiungimento della taglia di lusso è inferiore al 20%.

Bibliografia

BREBER P. (1985) - On growing of the carpet-shell clam *(Tapes decussatus)* (L.): two years experience in Venice Lagoon. *Aquaculture,* 44: 51-56.

ANDERSON G.J. and CHEW K.K. (1980) - Culture sur littoral de la Palourde de Manille, *Tapes japonica,* utilisant des établissements de pisciculture pour produire les naissains et des filets pour protection. *International Council for the Exploration of the Sea,* C.M. 1980/F: 16.

DRENO J. P. (1979) - French test clam culture in oyster beds. *Fish Farming International,* December.

LUCAS A. (1977) - La culture de la palourde: tradition et voies nouvelles. *Pêche Maritime,* 20 aout.

RICKER W.E. (1975) - Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. *Fisheries Research Board of Canada,* Bulletin 191.

OEBALIA 1985, vol. XI - 2, N.S.: 681-692 ISSN 0392-6613

G. FABI L. FIORENTINI S. GIANNINI
Istituto di Ricerche sulla Pesca Marittima - C.N.R. Ancona - Italy

OSSERVAZIONI SULL'INSEDIAMENTO E SULL'ACCRESCIMENTO DI *MYTILUS GALLOPROVINCIALIS* LAMK. SU DI UN MODULO SPERIMENTALE PER MITILICOLTURA IMMERSO NELLA BAIA DI PORTONOVO (PROMONTORIO DEL CONERO, MEDIO ADRIATICO)

Abstract

Settlement and growth of Mytilus galloprovincialis *on an experimental submersed structure for mussels farming in the Bay of Portonovo (Central Adriatic).*

To test possibilities of a mussels culture in open sea, experiments on seed settlement and mussels growth in cylindrical nylon nettings immersed at 8 m depth were carried out in an artificial reef created in the Bay of Portonovo.

Among the materials tested, ropes of polyamide fibres proved to be the best collectors for seed. After 15 months from settlement farmed mussels reached an average size of 68 mm.

Key-words: Mussel culture; Artificial reef; Mediterranean, Adriatic.

Introduzione

Nell'intendimento di contenere il depauperamento delle risorse costiere da un lato e, dall'altro, di valorizzare la fascia costiera, l'Istituto di Ricerche sulla Pesca Marittima (I.R.Pe.M.) del C.N.R. di Ancona è venuto realizzando, in questo ultimo decennio, sia in Medio Adriatico (S.E. del Conero), sia in Medio Tirreno (Fregene), degli impianti di «barriere artificiali» a fini multipli (BOMBACE, 1982; ARDIZZONE & BOMBACE, 1983) dove le condizioni ecologiche lo consentivano.

Seguendo una tecnologia evolutiva tesa a specializzare le barriere artificiali verso forme di miticoltura sospesa e sommersa, nel 1983, nella Baia di Portonovo (Promontorio del Conero, Medio Adriatico) (Fig. 1) è stato sperimentato un «modulo» di strutture artificiali che, oltre a consentire gli effetti eco-biologici delle barriere, permettesse il reclutamento di seme di mitili (*Mytilus galloprovincialis)* e forme semplici di allevamento in mare aperto in una zona in cui, allo stato attuale, non è possibile una miticoltura di tipo tradizionale.

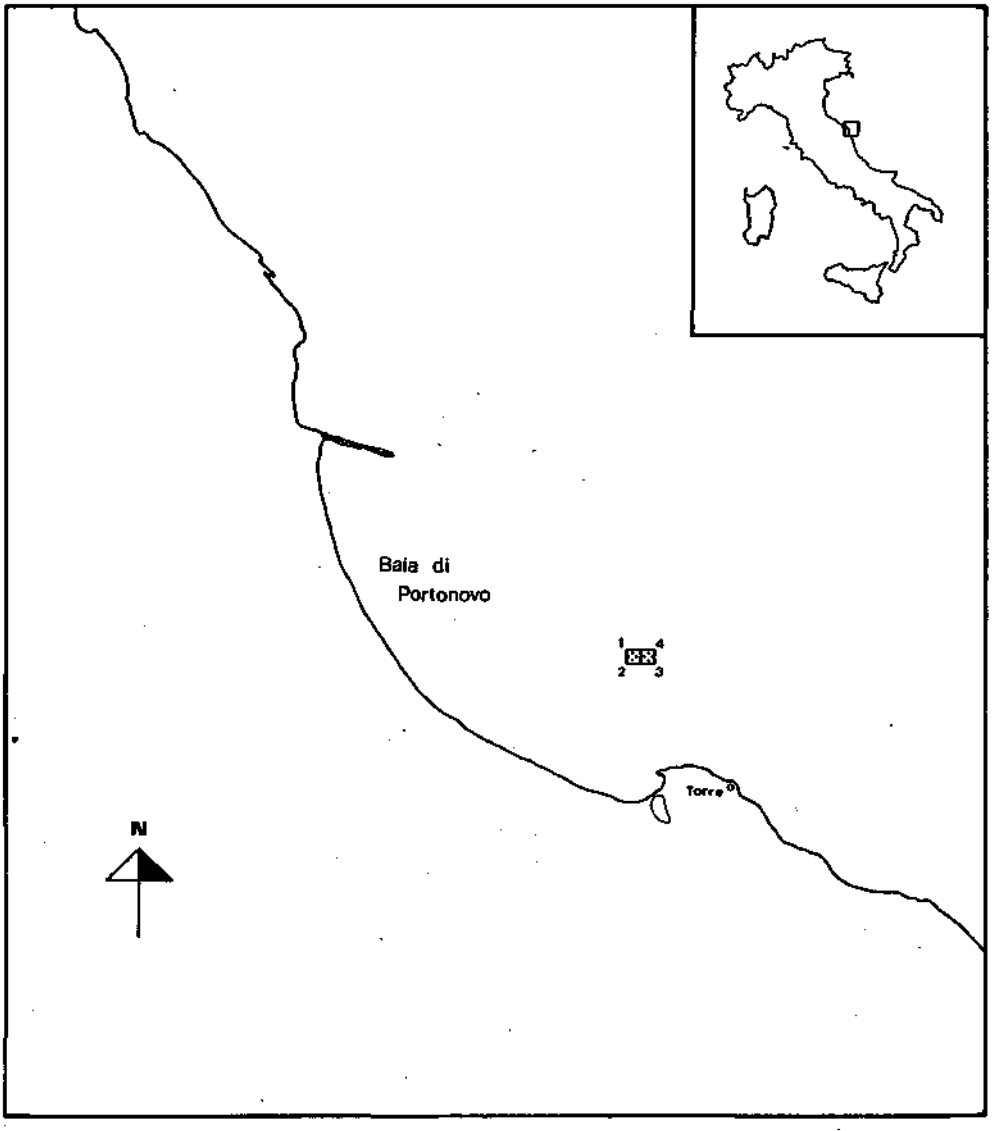


Fig. 1 - Ubicazione del modulo sperimentale nella baia di Portonovo (Medio Adriatico).

La Baia di Portonovo è stata scelta sia per la presenza di banchi naturali di mitili (coste rocciose del Conero), sia per la ricchezza planctonica (e quindi abbondanza di larve di mitili, soprattutto nel periodo tardo invernale-primaverile), sia per la salubrità dell'acqua nella Baia stessa.

Materiali e metodi

Il modulo sperimentale, immerso nell'aprile 1983, alla distanza di circa 1 miglio dalla costa, alla profondità di circa 10 m, su fondale sabbioso, era costituito da un «gabbione» in ferro, avente altezza di 5 m e lati di 8 × 4 m, protetto esternamente da quattro piramidi a cinque elementi cubici, di calcestruzzo, aventi ciascuno 2 m di lato. Il blocco di vertice di ogni piramide era munito di un asse porta-cavi (ARDIZZONE & BOMBACE, 1983). Al gabbione centrale, come collettori, erano fissate corde di 28 mm di diametro e di tre materiali diversi: polietilene (PE), poliammide (PA) e manilla (M), al fine di valutarne la differente capacità di reclutamento.

La colonna d'acqua interessata andava da 5 a 10 m di profondità. Durante l'estate 1983 sono stati effettuati due campionamenti, in giugno e in agosto, consistenti nel prelievo, tramite subacqueo, di una corda per ogni materiale usato.

In laboratorio, dopo averne rilevato il peso totale, da ogni corda sono stati scelti dei subcampioni corrispondenti a varie quote, in modo da poter individuare eventuali differenze in funzione della profondità. Per ogni subcampione sono state rilevate la densità degli individui, la distribuzione di frequenze delle lunghezze e il peso fresco individuale; nei mitili di taglia > 9 mm sono state effettuate anche misure del peso fresco sgocciolato e del peso delle valve.

I dati riguardanti densità e biomassa dei mitili, riportati nella Tab. 1, sono riferiti ad un segmento di corda (0,1 m) di lunghezza unitaria.

A novembre 1983, per seguire l'accrescimento dei mitili, parte del seme insediato sui collettori è stato immesso in calze-reti di plastica, con maglie di 23 mm di lato. Sono state così confezionate 10 reste, del peso medio di 8,4 kg (min 7,5 kg - max 9,5 kg) e di lunghezza compresa tra 2 e 2,5 m, che sono state immerse e fissate a cavi tesi orizzontalmente tra gli elementi di vertice delle piramidi. L'estremità inferiore delle reste distava circa 1 m dal fondo.

Durante il periodo invernale, con periodicità bimestrale, fino a maggio 1984, è stata prelevata una resta per gli esami di laboratorio.

Alla fine del mese di maggio, le reste rimaste sono state recuperate e la popolazione di mitili ripulita, diradata dal seme reclutato nel periodo fine inverno — inizio primavera e reincalzata in nuove reste, confezionate con rete di nylon avente maglie di 25 mm di lato. Le nuove reste, lunghe 1,50 m, pesavano circa 6 kg l'una.

Nei successivi mesi estivi, fino a settembre 1984, sono proseguiti prelievi mensili.

Ad ogni campionamento sono stati rilevati il peso totale della resta, il peso fresco dei soli mitili e la distribuzione di frequenza delle lunghezze; inoltre, ogni volta, un subcampione di circa 50 individui, appartenenti alle diverse classi di lunghezza, è stato utilizzato per rilevare: lunghezza, peso fresco, peso fresco sgocciolato, peso delle valve.

I dati raccolti sono stati trasferiti su supporto magnetico presso il Centro di Calcolo dell'I.R.Pe.M. ed elaborati utilizzando programmi di libreria.

Volendo evidenziare eventuali differenze sulla densità media di impianto e sulla taglia media dei giovani mitili in funzione del materiale usato per i collettori e avendo notato una differenza di impianto anche alle diverse profondità, si è usata l'analisi di covarianza tramite il programma «One-way analysis of variance and covariance» (DI-

Tab. 1 - *Numero totale di individui (riferito a 0,1 m) e lunghezze medie, con relativa deviazione standard, nei campioni prelevati dai tre diversi tipi di corde (PA, PE, M) a livelli diversi di profondità.*

	Materiale / Prof. m.	PA		PE		M	
GIUGNO '83	Profondità m	N°	$\bar{L} \pm \sigma$	N°	$\bar{L} \pm \sigma$	N°	$\bar{L} \pm \sigma$
	5,6	3277	4,2 ± 1,3	2547	3,8 ± 1,1	3041	3,7 ± 1,1
	6,6	3323	4,1 ± 1,3	1779	3,7 ± 1,5	2604	4,2 ± 1,3
	7,7	2642	4,9 ± 1,5	1370	4,8 ± 1,7	3015	4,7 ± 1,6
	8,2	1609	5,0 ± 1,4	997	4,5 ± 1,6	2093	4,7 ± 1,4
	8,7	1246	4,9 ± 1,3	782	4,6 ± 1,2	1178	4,7 ± 1,4
AGOSTO '83	Profondità m	N°	$\bar{L} \pm \sigma$	N°	$\bar{L} \pm \sigma$	N°	$\bar{L} \pm \sigma$
	5,6	658	23,7 ± 3,4	578	23,5 ± 3,2	558	23,8 ± 2,7
	6,6	687	23,0 ± 3,9	539	24,6 ± 3,0	579	23,7 ± 3,2
	7,7	527	24,9 ± 3,1	475	25,0 ± 3,2	664	24,4 ± 3,6
	8,7	348	24,6 ± 2,1	422	24,2 ± 2,9	517	24,0 ± 3,0

XON & BROWN, 1979) usando come covariata la profondità a cui sono stati prelevati i vari campioni rispetto alla superficie.

Le distribuzioni di frequenza delle lunghezze dei mitili, ottenute nei vari mesi, sono state analizzate e scomposte nelle singole componenti gaussiane con il metodo proposto da HASSELBLAD (1966) per mezzo del programma NORMSEP (ABRAMSON, 1971), in modo da ottenere, per ciascuna componente, il valore medio, la deviazione standard e la percentuale di individui rispetto all'intera popolazione.

Per le relazioni lunghezza/peso è stata utilizzata la «GM Functional Regression» (RICKER, 1973), mentre i parametri dell'equazione di accrescimento in lunghezza di VON BERTALANFFY sono stati calcolati per mezzo del programma BCG 3 (ABRAMSON, 1971).

Risultati

Mentre nei campioni prelevati a giugno 1983, a due mesi dall'immersione dei collet-

tori, i mitili presentavano un intervallo di taglie abbastanza ristretto (min. < 1 mm - max =10 mm) da poter ritenere che derivassero tutti da un unico «settlement», quelli insediati sulle corde prelevate ad agosto 1983 appartenevano ad un range di taglie molto più ampio (min. = 1 mm - max = 33 mm) segno evidente che, nella zona, il reclutamento si era prolungato fino al periodo giugno-luglio (Fig. 2).

Ciò sarebbe in accordo con quanto riportato da PASTORE (1980) per i Mari di Taranto e da HRS BRENKO (1980) per il Nord Adriatico e con le osservazioni effettuate da ARDIZZONE & CHIMENZ (1981) sulla barriera artificiale di Fregene (Medio Tirreno).

Volendo seguire esclusivamente l'accrescimento della popolazione di mitili che riteniamo derivata dal «settlement» primario, si è utilizzato il programma NORMSEP per depurare, nel campionamento di agosto, la frazione ad esso corrispondente da quelle derivate dai reclutamenti successivi.

Dal confronto delle lunghezze medie dei mitili (Tab. 1) si riscontra come, per tutti i tipi di corde, i campioni prelevati a quote inferiori a 7 m di profondità abbiano una taglia media superiore a quella dei campioni provenienti dai livelli più superficiali.

L'analisi di covarianza indica come tale dipendenza della taglia media dalla profondità sia statisticamente significativa ($P < 0,01$) nel mese di giugno mentre non lo è più ad agosto ($P = 0,09$).

Viceversa il confronto della taglia media dell'intera popolazione presente su ciascuna corda non ha messo in evidenza differenza statisticamente significative nè in giugno ($P = 0,08$) nè in agosto ($P = 0,69$).

L'analisi di covarianza condotta sull'intensità di impianto dei giovani di *M. galloprovincialis* mostra, in primo luogo, che a giugno 1983 la densità degli individui (individui/ 0,1 m di corda) diminuisce significativamente ($P < 0,01$; $b = - 574$) con l'aumentare della profondità; tale riduzione viene confermata ad agosto, anche se in maniera più attenuata ($P = 0,03$; $b = - 53$).

In entrambi i mesi, l'andamento di questo fenomeno non risulta statisticamente diverso quando si confrontano i tre materiali usati (giugno: $P = 0,66$; agosto $P = 0,09$).

Tali differenze delle densità con la profondità sono in accordo con quanto osservato da RENZONI (1963) e PASTORE (1980) rispettivamente nel Golfo di Napoli e nei Mari di Taranto, secondo i quali le larve di *M. galloprovincialis* sono molto abbondanti nei primi 3 m di acqua e diminuiscono gradualmente verso i 10-12 m, diventando rarissime a profondità superiori.

A giugno risultano invece significative ($P < 0,01$) le differenze tra le densità medie dei mitili insediati sui tre tipi di materiali; con l'ulteriore analisi di covarianza a coppie si riscontra che l'intensità di impianto è statisticamente differente tra le corde di PE (1495 ind/0,1 m) e quelle di M (2384 ind/0,1 m) ($P < 0,01$) e tra quelle di PE e di PA (2419 ind/0,1 m) ($P < 0,01$), mentre la differenza non è significativa ($P = 0,90$) se si confrontano PA e M.

Nei campioni prelevati ad agosto 1983, dopo quattro mesi dall'inizio dell'esperimento, le densità medie relative ai tre tipi di corde tendono ad eguagliarsi, se si considera unicamente la popolazione derivata dal «settlement» primario: M 579 ind/0,1 m, PA 555 ind/0,1 m, PE 503 ind/0, 1 m, tanto che tra di esse non si rilevano più differenze significative ($P = 0,44$).

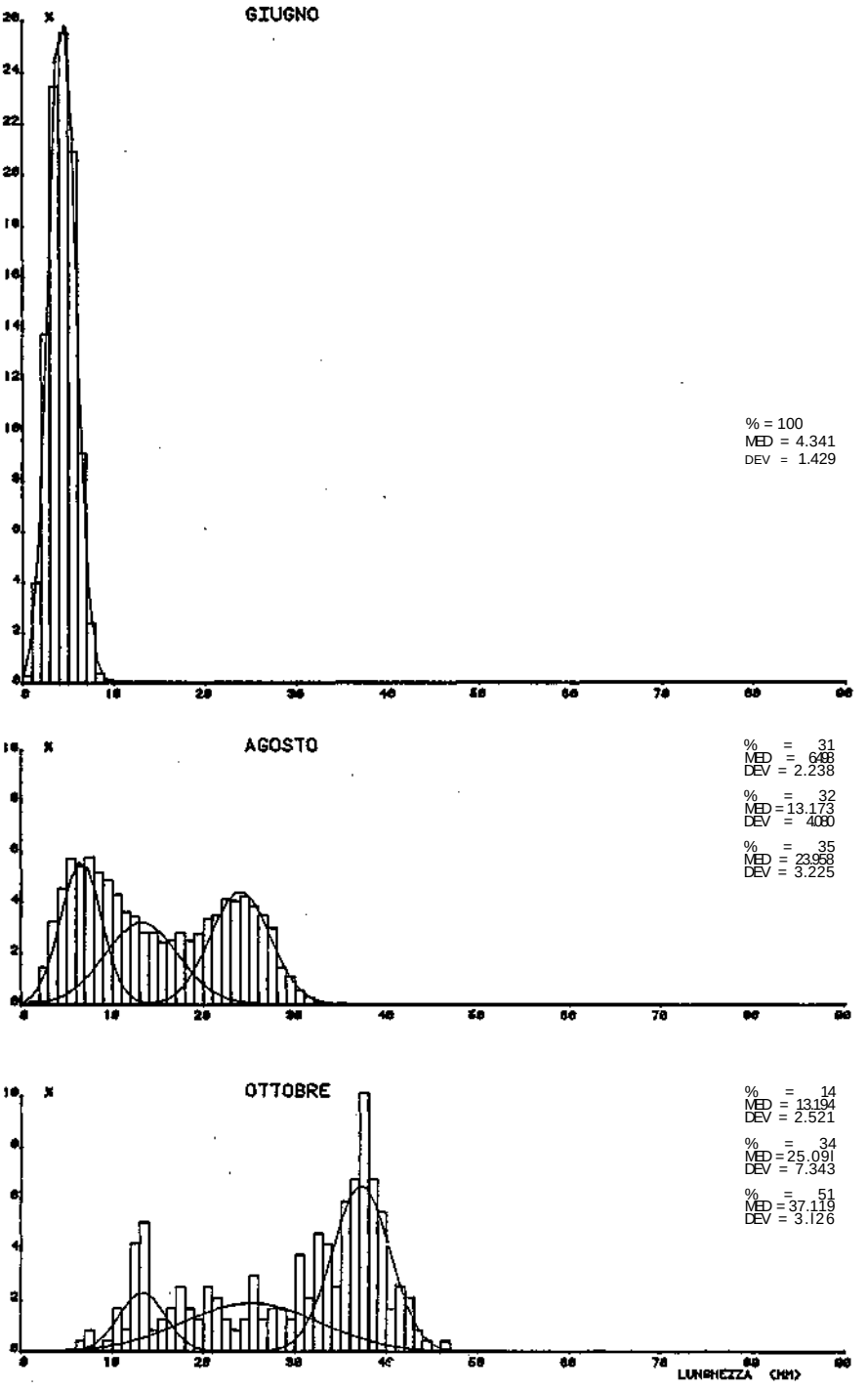


Fig. 2 - Distribuzioni di frequenza delle lunghezze rilevate sulle popolazioni di *Mytilus gallo-provincialis* presenti sui collettori nel periodo Giugno-Ottobre 1983.

La parte successiva dell'esperimento da noi condotto, ha preso in considerazione la possibilità di proseguire l'allevamento immettendo parte del seme raccolto in reste immerse a circa 5 m di profondità, in modo da non risentire degli effetti del moto ondoso.

L'accrescimento dei mitili è stato così seguito attraverso le distribuzioni di frequenza delle lunghezze derivate da tutti i campionamenti effettuati per un periodo di circa 1 anno.

A causa della presenza quasi continua di nuove reclute non solo sui collettori ma anche sulle reste, nella maggior parte dei campionamenti, si è reso necessario separare la popolazione da noi considerata come derivata dal «settlement» primario da quelle dovute agli insediamenti successivi. Tale operazione è stata fatta in parte durante le operazioni di laboratorio, eliminando direttamente gli individui più piccoli e, in parte, tramite l'applicazione alle distribuzioni di frequenza delle lunghezze ottenute dalle reste campionate del programma NORMSEP.

I valori delle lunghezze medie mensili sono stati utilizzati per il calcolo dei parametri dell'equazione di accrescimento in lunghezza di VON BERTALANFFY (Fig. 3a), per gli individui di lunghezza compresa tra 1 e 90 mm e per il periodo giugno 1983 - settembre 1984.

$$L\ (mm) = 81{,}93$$
$$K = 0{,}10$$
$$t_0(y) = 4{,}81$$

Risulta evidente che il seme reclutato sui collettori presenta una rapida crescita (7,3 mm/mese) durante il periodo giugno-ottobre 1983, passando da una L di mm 4,3 + 1,4 in giugno a mm 37,1 + 3,1 in ottobre.

In dodici mesi la taglia media della popolazione è passata da mm 24,00 + 3,2 in agosto 1983 a mm 65,8 + 6,3 nell'agosto 1984, con un incremento medio mensile di circa 3,5 mm.

Questi valori sono comparabili con i dati di crescita per *M. galloprovincialis* allevato in reste nella Sacca di Scardovari (Delta del Po) (CECCHERELLI & BARBONI, 1983) e nelle Lagune di Grado e Marano (VALLI, 1980).

Diversamente da quanto riportato da questi AA., nella popolazione da noi studiata non si è notato un marcato rallentamento di crescita invernale, forse in relazione al fatto che, nella Baia di Portonovo, nel periodo interessato dalla ricerca, la temperatura dell'acqua, alla profondità di 8 m, non è scesa mai al di sotto dei 5°C (Fig. 3b).

Una diminuzione del tasso di accrescimento è stata invece riscontrata in concomitanza con le due operazioni di innesto dei mitili nelle calze-reti.

Infine, per la popolazione in esame, sono state calcolate le seguenti regressioni:

Lunghezza / Peso fresco sgocciolato $W_s = 0{,}000082035 \cdot L^{2.858}$ $(r = 0{,}99 \quad n = 477)$

Lunghezza / Peso valve $W_v = 0{,}000050466 \cdot L^{2.805}$ $(r = 0{,}99 \quad n = 474)$

dove il peso *è* espresso in grammi e la lunghezza in millimetri.

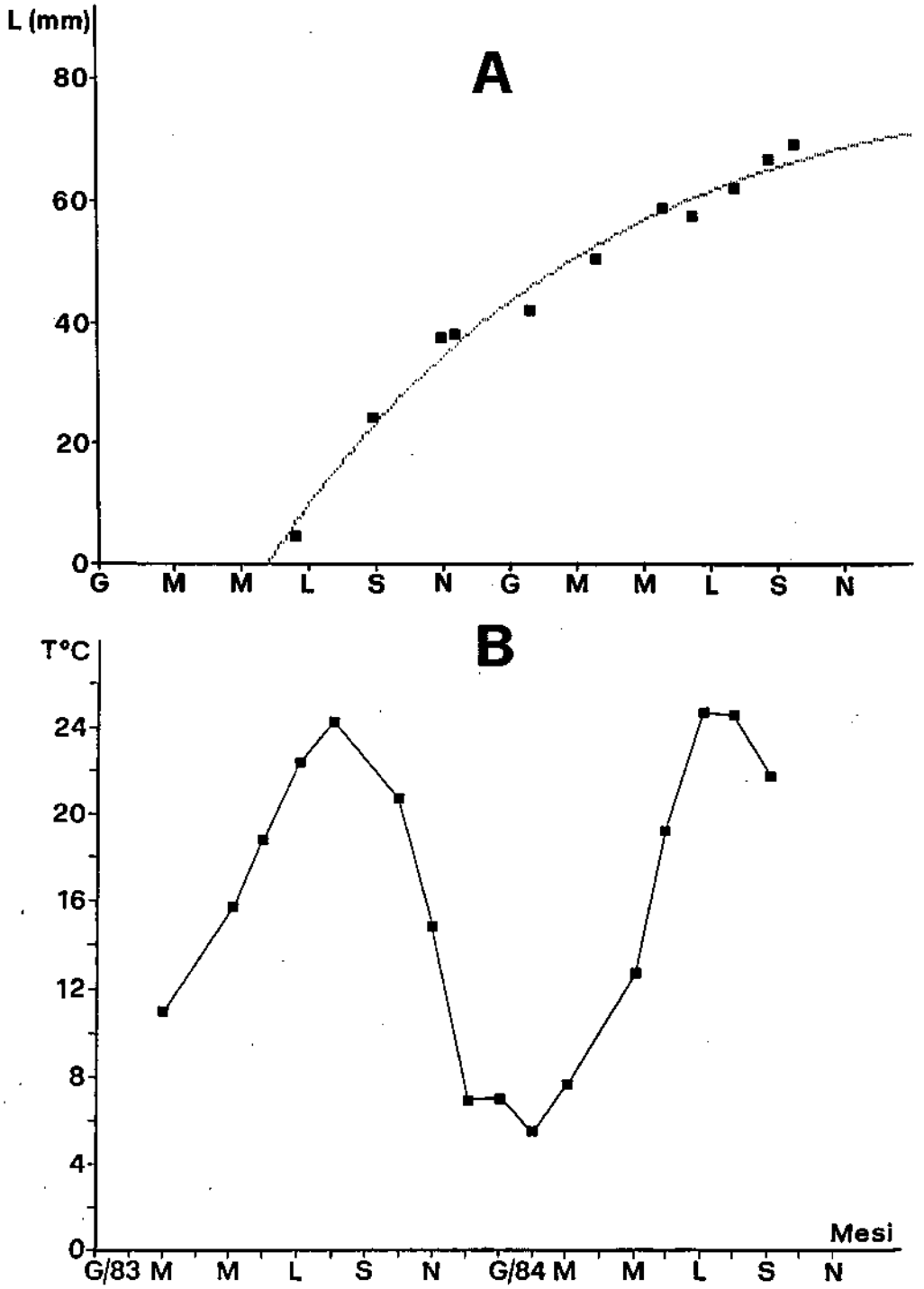


Fig. 3 - Curva di accrescimento in lunghezza per *Mytilus galloprovincialis* (A) e valori mensili della temperatura registrati a 8 m di profondità nella baia di Portonovo. (ARTEGIANI, com. pers.) (B).

Conclusioni

Dalle nostre osservazioni è risultato, in primo luogo, che esiste realmente la possibilità di effettuare impianti di mitilicoltura sospesa e sommersa in aree di mare aperto, mediante moduli del tipo di quello da noi sperimentato, che permettano la massiccia raccolta del seme tramite collettori e il successivo allevamento dei mitili su reste confezionate secondo i sistemi tradizionali.

Restano comunque da definire le migliori caratteristiche tecnologiche di una struttura idonea ad ospitare un elevato numero di corde, sufficientemente robusta da resistere in zone di mare aperto e, contemporaneamente, abbastanza maneggevole.

Dei tre materiali da noi utilizzati per i collettori, il poliammide si è rivelato il più indicato anche se, inizialmente, le larve di *M. galloprovincialis* sembravano attratte maggiormente dalla fibra vegetale (manilla), probabilmente in relazione al fatto che, anche sui banchi naturali, i mitili appena metamorfosati non si impiantano su superfici liscie, ma hanno bisogno della presenza di abbondanti materiali filamentosi come idroidi e alghe (PASTORE, 1980; HRS BRENKO, 1980; ARDIZZONE & BOMBACE, 1983). Infatti, benchè all'inizio si sia osservato un impianto massiccio sulle corde vegetali, dopo alcuni mesi (agosto 1983) la densità media riscontrata su di esse ha assunto valori molto vicini a quelli rilevati sugli altri materiali sintetici i quali, d'altra parte, hanno il vantaggio di non essere soggetti a processi di decomposizione come invece accade per le fibre vegetali. Le corde di polietilene sono risultate le meno indicate per la raccolta del seme dei mitili.

Nella colonna d'acqua interessata (5-10 m di profondità) l'intensità di impianto dei giovani di *M. galloprovincialis* tende a diminuire con l'aumentare della profondità: i valori più elevati si sono riscontrati a quote comprese tra 5 e 7 m.

Nei campioni osservati la taglia media del seme raggiunge i valori più elevati tra 7 e 8 m di profondità, valori che vengono poi mantenuti anche a quote inferiori.

Durante la successiva fase di allevamento in reste si è osservato un rallentamento nei ritmi di crescita in seguito alle operazioni di innesto e di reincalzamento dei mitili nelle reste, come se tali manipolazioni provocassero uno stress negli animali, influenzandone negativamente la crescita.

Ciò non è però stato riscontrato da CECCHERELLI & BARBONI (1983) nel corso di un esperimento condotto per individuare gli effetti di tre differenti frequenze di diradamento su mitili allevati in reste nella Sacca di Scardovari.

Per ciò che attiene agli aspetti produttivi dell'impianto, possiamo dire che, a 15 mesi dall'inizio dell'esperimento, i mitili avevano raggiunto una taglia media di mm 68,4 + 5,0 corrispondente ad un peso medio di 24,2 gr, con una produzione di circa 6 kg/m di resta.

Summary

Within the artificial reef constructed by I.R.Pe.M. in the Bay of Portonovo (depth about 10 m) new techniques for open sea mussel culture have been experimented.

In April 1983 an iron frame 5 m high was immersed in an area defined by four pyramids, each made of 5 concrete blocks.

Ropes of 3 different materials (polyethylene, polyamide, manila) were fixed to the cage to test settlement intensity and growth of mussel seed against depth and material characteristics.

Ropes were sampled in June and August; in November 1983 part of the remaining seed was transferred to cylindrical plastic nettings «pergolari», about 2 m long and suspended to a steel rope strained between two pyramids. The end of the ropes was at about 1 m from the bottom.

Growth of mussels formed in this way was investigated by two months samplings until May 1984 when «pergolari» were cleaned of the new settlement and mussels were transferred to cylindrical nylon nettings with wider meshes.

In the summer, samplings were done monthly.

Analysis of covariance was applied to data on settlement and average size of seed; it came out that PA was the most suitable material for the collection of seed and that for the depths range tested (5-10 m) settlement decreased with increment of the depth.

In November 1983, when seed was used to make the «pergolari», average shell length was 37 mm; in May, when the thinning operation became necessary, the average length was 58 mm.

It seems that thinning operations cause a stress in mussels influencing negatively their growth.

After 15 months from the beginning of the experiment, mussels reached an average shell length of 68 mm, corresponding to an average weight of 24 grams.

Production per meter of «pergolare» was estimated in about 6 kg of commercial mussels.

The average lengths of mussels originated from the first settlement and obtained for each sample from the size frequency distributions were used to compute a VON BERTALANFFY growth equation for the species farmed under these experimental conditions.

Riassunto

Nell'aprile 1983, nella Baia di Portonovo, a 10 m di profondità, è stato immerso un modulo di barriera artificiale che consentisse di effettuare una mitilicoltura sospesa e sommersa in zone di mare aperto.

Il modulo era formato da una struttura in ferro alta 5 m protetta esternamente da quattro piramidi, ciascuna costituita da cinque blocchi di calcestruzzo.

Alla struttura centrale sono state fissate, come collettori, corde di tre materiali diversi: poliammide, polietilene e manilla, per individuare eventuali differenze nell'intensità di impianto e nell'accrescimento del seme dei mitili in funzione sia della profondità sia del materiale usato.

Campioni sono stati prelevati in giugno e in agosto.

Nel novembre 1983 parte del seme è stato trasferito in calze-reti di plastica immerse e sospese a cavi orizzontali tesi tra due piramidi.

L'accrescimento della popolazione è stato seguito tramite campionamenti bimestrali fino al maggio 1984, data in cui le reste sono state ripulite dal seme proveniente dal nuovo impianto e i mitili trasferiti in calze-reti di nylon con maglie più grandi. Durante l'estate sono proseguiti campionamenti mensili. L'analisi di covarianza applicata ai dati relativi alla densità di impianto e alla taglia media del seme dei mitili ha messo in evidenza come PA sia il materiale più adatto per la raccolta del seme e che, nella colonna d'acqua interessata (5-10 m), la densità d'impianto tende a diminuire con l'aumentare della profondità. I valori delle lunghezze medie ottenute dalle distribuzioni di frequenza delle lunghezze relative a tutti i campioni sono stati utilizzati per il calcolo della curva di accrescimento in lunghezza di VON BERTALANFFY per la popolazione di mitili da noi seguita dall'aprile 1983 al settembre 1984.

Sembra che le operazioni di innesto e di smistamento delle reste provochino uno stress negli animali influenzandone negativamente la crescita.

A 15 mesi dall'inizio dell'esperimento, i mitili avevano raggiunto la taglia media di 68 mm corrispondente ad un peso medio di 24 gr.

È stata stimata una produzione di circa 6 kg per metro di resta.

Ringraziamenti

Si ringraziano i Dr. G. Bombace e C. Froglia per i preziosi consigli e suggerimenti forniti nel corso della ricerca ed i Sigg. B. Antolini e G. Gaetani per la fattiva collaborazione prestata, in particolare per l'attività subacquea.

Bibliografia

ABRAMSON N. J. (1971) - Computer programs for fish stock assessment. *FAO Fish. Tech. Pap.*, 101.

ARDIZZONE G.D., CHIMENZ C. (1981) - Primi insediamenti bentonici della barriera artificiale di Fregene. *Atti del Convegno delle UU.OO. afferenti ai sottoprogetti «Risorse Biologiche e Inquinamento Marino».* Roma, 10-11 nov. 1981: 165-181.

ARDIZZONE G. D., BOMBACE G. (1983) - La barriera artificiale di Fregene. *Rapporto Tecnico Scientifico* per M.M.M.: 30.

BOMBACE G. (1982) - Il punto sulle barriere artificiali: problemi e prospettive. *Naturalista Sici-Hano,* S. 4, 6 (suppl.), 573-591.

CECCHERELLI V. U., BARBONI A. (1983) - Growth, survival and yield of *Mytilus galloprovincialis* Lamk. on fixed suspended culture in a Bay of Po river delta. *Aquaculture,* 34: 101-114.

DIXON W. J., BROWN M.B. (Ed.) (1979) - BMDP - 79 Biomedical computer program P - series. *Berkeley University of California Press:* 880.

HASSELBLAD V. (1966) - Estimation of parameters for a mixture of normal distributions. *Technometrics,* 8 (3): 431-444.

HRS BRENKO M. (1980) - The settlement of mussels and oysters in the Northern Adriatic sea. *Nova Thalassia,* 4 (suppl.): 67-85.

PASTORE M. (1980) - Riproduzione di *Mytilus galloprovincialis* Lmk. ed *Ostrea edulis* L. nei mari di Taranto: collettori usuali e collettori sperimentali per l'attecchimento delle larve. 1. Nota preliminare. *Mem. Biol. Mar. e Oceanogr.,* Suppl. 10: 247-254.

RENZONI A. (1963) - Ricerche ecologiche ed idrobiologiche su *Mytilus galloprovincialis* Lam. nel Golfo di Napoli. *Boll. Pesca Pisc. Idrobiol.,* 18 (2): 187-238.

RICKER W. E. (1973) - Linear regression in fishery research. *J. Fish. Board Can.,* 30: 409-434.

VALLI G. (1980) - Riproduzione ed accrescimento di alcune specie di Molluschi eduli nelle lagune di Grado e Marano. *Nova Thalassia,* 4 (suppl.): 49-65.

OEBALIA 1985, vol. XI - 2, N.S.: 693-703 ISSN 0392-6613

F. LUMARE* T. SCOVACRICCHI* G. PISCITELLI** M. GRASSO***
* C.N.R. Istituto per lo Sfruttamento Biologico delle Lagune - Lesina (Italy)
** Istituto di Zoologia e Anatomia Comparata - University of Bari (Italy)
*** Istituto di Zoologia - University of Lecce (Italy)

FIRST COMMERCIAL FARMING EXPERIMENT OF *PENAEUS JAPONICUS* BATE IN AN EARTHEN POND IN THE VENICE LAGOON

Abstract

P. japonicus farming experiment.

The Authors report an experience carried out in one hectare pond in a «valle da pesca» of the Venice Lagoon.

Key-words: *Penaeus japonicus*, pond, rearing, fertilization, nutrition.

Introduction

Penaeus japonicus Bate is a crustacean decapod from Asia, which was introduced in Italy in 1979 (LUMARE & PALMEGIANO, 1983). It is morphologically similar to the Mediterranean species *P. kerathurus* but has a better tolerance to environmental changes especially as far as temperature variations concern (LUMARE, 1983). It also has a faster growth rate and can put up with rough handling and stress. Mass production of fry can be supported at low cost by a technology based on unilateral eyestalk ablation and environmental conditioning (LUMARE, 1982).

With special reference to the extensive rearing methods it has been pointed out that *P. japonicus* needs only one summer period to reach marketable size, thus eliminating risks caused by cold winter spells, which affect quite all the other farmed species in the north eastern coast of Italy (BULLO, 1940; RAVAGNAN, 1978). The present experiment is a step in the improvement on the extensive fish farming («valliculture») in the Venice lagoon.

Materials and methods

The experiment took place in an earthen pond of an extensive fish farm called «Valle Fosse» in the Venice Lagoon (Fig. 1). A one hectare area was prepared inside the «valle» itself. The pond was structured, dried out and treated with sodium hyperchloride (1.2 liters/100 m^2) to eliminate preyers (eel, gilthead bream, sea-bass, etc). 20 days before sowing about 400 kg of dried chicken manure (15% moisture) was spread over the



Fig. 1 - Map of Italy; in the circle the Venice Lagoon in which shrimp-farming experiment took place.

area which then was flooded with a few centimeters of water. A few days later, 50 kg of NPK 16-20-0 were added and the level of the water was risen to 60 cm and then 18,000 24 day old post-larvae were released. Then at 15 to 20 day intervals water level was lowered, inorganic fertilizer was spread over the area (25 kg/hectare) and then the pond was refilled by new brackishwater. The average water level in the pond was maintained at 60 cm. Two small openings, protected by a net (500 micron mesh) separated the pond from the rest of the extensive fish-farm. The tide would have had little effect on water changes. A mobile pump with an output of 5,000 liters/min was used at critical situations when low levels of oxygen were found in the pond. The pump operated for 1 to 3 hours at a time usually between one and six o'clock in the morning. Data concerning temperature, salinity, pH, oxygen, ammonia, nitrites, nitrates and phosphates were recorded. During the farming experiment, shrimp samples were checked up for health controls. Shrimps were caught every fortnight for biometric analysis. The length was considered as the distance between the tip of the rostrum and the end of thelson. The weight, the sex, the maturity of the gonads and, in the case of females, the ovary development stage according to RAO (1967) were also recorded. Because of the small size of the shrimps in the first batch it was not possible to distinguish the sex of all the Penaeids. The stomach contents of 89 specimens from catches on the 14-9 and the 3-10-1983, were considered. They were put into a 4% formaline solution immediately after being caught. Once in the laboratory the stomachs and guts were placed in a solution of 70° alcohol with 1% glycerine. The contents were examined under a dissection stereomicroscope and each element in the Penaeid's diet was recorded. The study of the stomach contents was made on a qualitative basis, to analyse the elements in the diet and on a quantitative basis to determine their relative importance. This was done considering the following points:

a) prey frequency (Fp) as the relationship expressed in percentage between the number of stomachs in which some types of prey have been found and the total of stomachs examined;

b) numerical frequency (Fn) of a food category compared to the number of preys eaten.

The different types of prey fall into three categories in relation to their Fp:

1) Fp > 50% favourite prey which indicates the energy requirements and eating habits of their preyers;

2) 10% < Fp < 50% secondary prey which is a sustenance food;

3) Fp < 10% accidental prey.

The releasing of 18,000 24 day old post-larvae took place on the 7-6-83. Their average weight was 0.063 g with an average length of 2.07 cm (n = 100).

Results and discussion

Figure 2 represents the length/weight linear regressions for values which have been transformed into natural logarithms. They cover the overall population as well as the **male** and the female population respectively.

The relevant information was provided by each seineful. The different coefficients of regression in the male and female population were compared using the t of Student (SCOSSIROLI & PALENZONA, 1971).

$$t = \frac{b_1 - b_2}{\sqrt{\frac{[(Sy_1^2 - Sxy_1^2/Sx_1^2) + (Sy_2^2 - Sxy_2^2/Sx_2^2)] \bullet (Sx_1^2 + Sx_2^2)}{[(n_1 - 2) + (n_2 - 2)] \bullet Sx_1^2 \bullet Sx_2^2}}} = 1.35$$

where,

b_1 = coefficient of regression of the male population
b_2 = coefficient of regression of the female population
Sx_1^2 and Sy_1^2 = x_1 and y_1 deviance (male population)
Sx_2^2 and Sy_2^2 = x_2 and y_2 deviance (female population)
Sxy_1 = co-deviance for b_1 between x_1 and y_1
Sxy_2 = co-deviance for b_2 between x_2 and y_2
Degrees of freedom = $(n_1 - 2) + (n_2 - 2) = 111$
for 111 degrees of freedom $t_{0.05} = 1.98$

This comparison has not brought out any significant difference. Tab. 1 provides the results for the t test for each batch. These results were obtained by comparing the relative weight and length of males and females. The average values for each batch were taken into account. Differences between sexes only became significant ($P < 0.01$) from the 12-7-83 onwards (67 days after sowing). Tab. 2 provides the main statistical data about the various samples.

Figs. 3 and 4 refer to the growth rate of the Penaeid population and to the development of gonads in the female population. Fig. 5 and Tab. 3 report the main physical and chemical records of brackishwater during the Penaeids ingrowing period. The large and often rapid variations of the water temperature and salinity is a further proof of the resilience of this extremely eurialinic and eurithermic shrimp. The pH varied around 8, within physiological limits. Dissolved oxygen followed a characteristic pattern, reaching maximum values - often near oversaturation - during late afternoon with minimum values (around 2.5-4.0 mg/liter) between 1 and 6 o'clock in the morning. Nitrogenous nutrients did not fluctuate too much and there were plenty of phosphates;

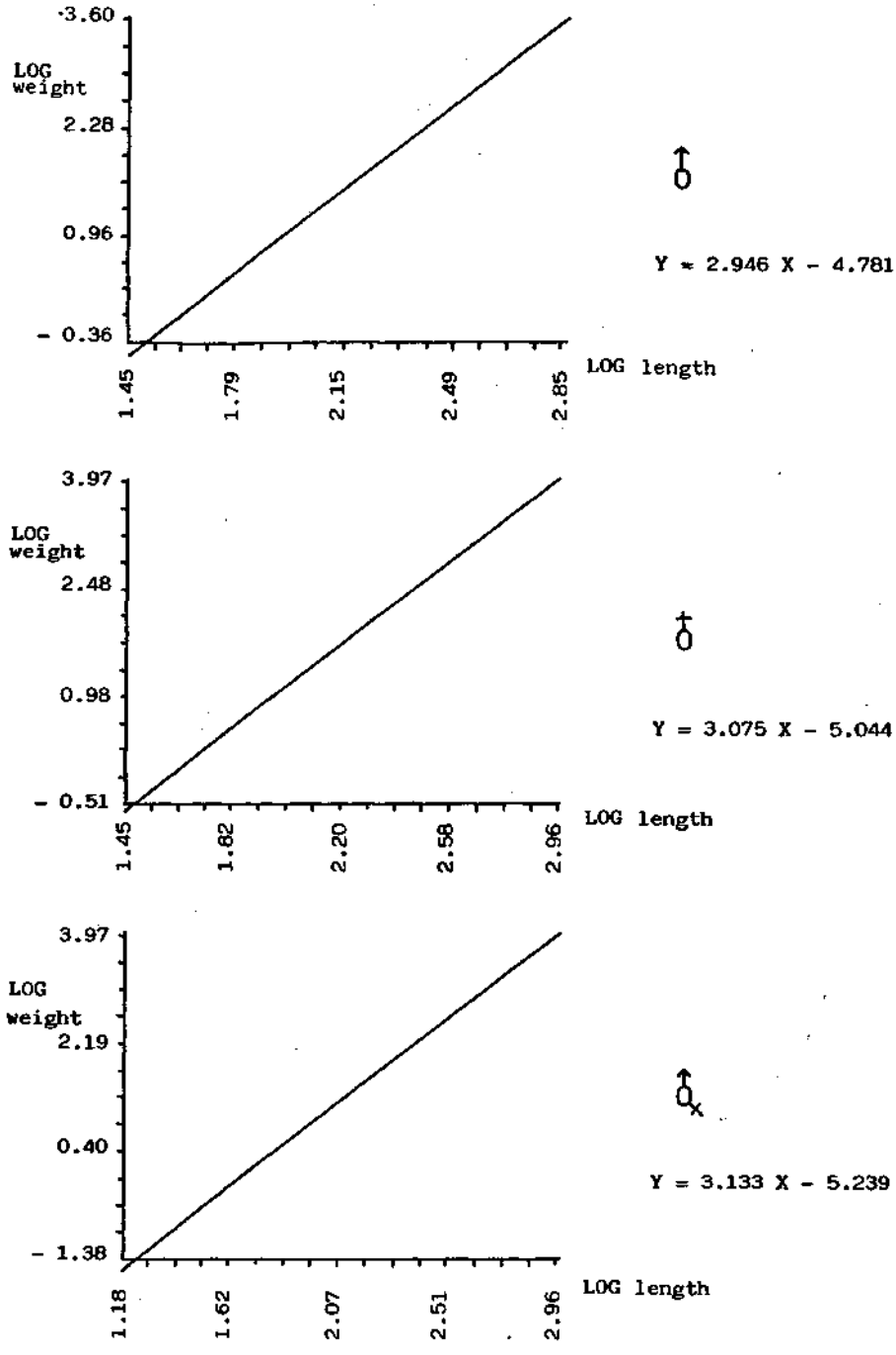


Fig. 2 - Linear regressions length/weight of data changed into natural logarithms; Top graph: male population; middle graph: female population; bottom graph: male and female population.

Tab. 1 - *Results of t test comparing male and female population in relation to the means of weight and length from batches.*

days after sowing		18	35	50	67	86	100	113	119	149
degrees of freedom		35	40	53	64	44	61	146	40	160
weight	t	1.22	0.82	0.71	4.45**	5.72**	12.12**	19.26**	8.27 **	16.22 **
length	t	1.31	0.81	0.42	3.54**	4.87**	10.36**	15.37**	7.16**	13.64**

** Highly significant differences (P<0,01)

Tab. 2 - *Data concerning the weight and length of the Penaeid population.*

days after sowing		18	35	50	67	86	100	113	119	149
n° of animals tested	♂	20	26	30	42	25	32	92	16	75
	♂	17	16	25	24	21	31	56	26	87
	♀	58	42	55	66	46	63	148	42	162
mean ± variance (g)	♂	1.3±0.4	6.1±5.9	14.2±4.1	18.2±4.1	23.3±5.5	25.9±6.7	28.3±5.2	27.9±5.9	30.7±11.1
	♂	1.1±0.2	6.7±2.3	14.6±4.5	21.1±11.0	29.3±20.7	36.3±18.2	38.6±17.9	37.9±19.5	42.4±29.3
	♀	1.0±0.3	6.3±4.5	14.4±4.2	19.2±8.5	26.0±21.0	31.0±39.4	32.2±35.2	34.0±39.6	36.9±54.9
mean ± variance (cm)	♂	5.6±0.7	9.3±2.0	12.2±0.4	13.3±0.3	14.3±0.2	14.9±0.2	15.4±0.2	15.6±0.2	15.7±0.4
	♂	5.2±0.4	9.6±0.6	12.3±0.4	13.8±0.6	15.3±0.6	16.5±0.5	16.7±0.4	17.1±0.5	17.3±0.6
	♀	5.0±0.8	9.4±1.5	12.3±0.4	13.5±0.4	14.8±0.6	15.7±0.9	15.9±0.7	16.5±0.9	16.5±1.1

this is a positive element since phosphorus is often considered a limiting factor. Fig. 6 shows the results of the study of the stomach contents of the animals dissected. The feeding pattern of the *Penaeus japonicus* in the pond is based on preferential groups: Molluscs (Fn = 52.7%), Crustaceans (Fn = 32.1%), Annelids (Fn = 6.6%) and Insects (Fn = 8.1%). Other taxa occur in smaller quantities such as Foraminifera, Acarina, Teleostei, as well as vegetable matter. Most of the Molluscs were *Peringia ulvae, Cerastoderma lamarcki* and *Abra* sp.; the Insects were Chironomid larvae; the Annelids were *Nereis diversicolor* and other Nereids; the Crustaceans were *Corophium insidiosum* and *Gammarus aequicauda.* Between the 27-9 and the 11-11-1983 the shrimps were harvested; 294.2 kg of shrimps were caught in the one hectare pond. By the 3-10-1983, 55.75% (156.6 kg) of the total catch had been landed.

The inefficiency of the fishing implements should be pointed out (there were only 10 bag nets available to non-professional fishermen). The catch was not completely or rapidly landed. Despite all precautions a few predators were also caught (eel, sea-bass etc.). These may have contributed to the lowering of the total catch. Based on the total catch and the average weight of the shrimps on the 3-10-83 (34 g) the recovery rate was 48.02%. No diseases were recorded; sexually mature male shrimps were found during the experimental period (except in the first sample) and there were equally large quantities of fecundated females having reached maturity (84.6% of the females on the 14-9-83 had gonads at the third and fourth stage). All these factors point to a successful acclimatization (LUMARE & PALMEGIANO, 1980; LUMARE, 1984). The study of the stomach contents confirm the typical feeding pattern of the Penaeid's natural diet, even in the light of similar studies in different environments (PISCITELLI & SCALERA-LIACI, 1983).

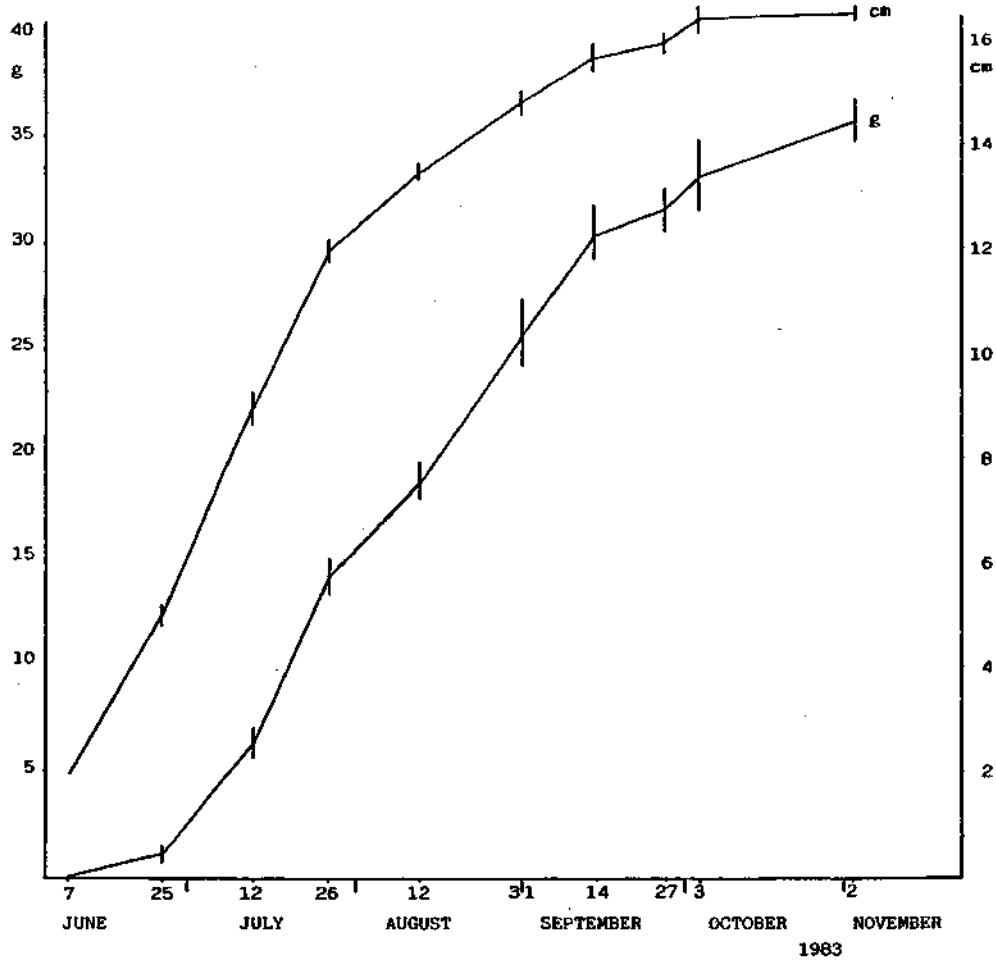


Fig. 3 - Weight and length increase of the Penaeid population taken from the means of the batches examined (the vertical lines represent the confidence interval for each mean for a confidence coefficient of 95%).

Tab. 3 - *Variations of nitrogenous nutrients and phosphates during the experiment (number on top left corresponds to the number of samples tested and used to calculate average value in the relative decade of month).*

means during period from/to		JUNE			JULY			AUGUST			SEPTEMBER		
		1/10	11/20	21/30	1/10	11/20	21/31	1/10	11/20	21/31	1/10	11/20	21/31
ammonium (mg/l)	$N\text{-}NH_4^+$	3 0.05	2 0.09	2 0.05	2 0.01	5 0.04	2 0.17	1 0.10	2 0.05	2 0.21	6 0.73	4 0.19	2 0.04
nitrites (mg/l)	$N\text{-}NO_2^-$	3 0.02	2 0.02	2 0.001	2 0.002	5 0.03	2 0.004	4 0.09	~	2 0.005	6 0.04	4 0.02	2 0.003
nitrates (mg/l)	$N\text{-}NO_3^-$	3 5.00	2 5.00	2 5.00	2 5.00	5 0.18	2 0.004	5 0.27	2 0.24	3 0.09	6 0.13	4 0.01	2 0.01
phosphates (mg/l)	$P\text{-}PO_4^{3-}$	3 0.70	2 0.45	2 0.60	2 0.60	5 0.45	2 0.83	5 3.20	2 2.50	2 0.17	6 2.04	4 0.27	2 0.26

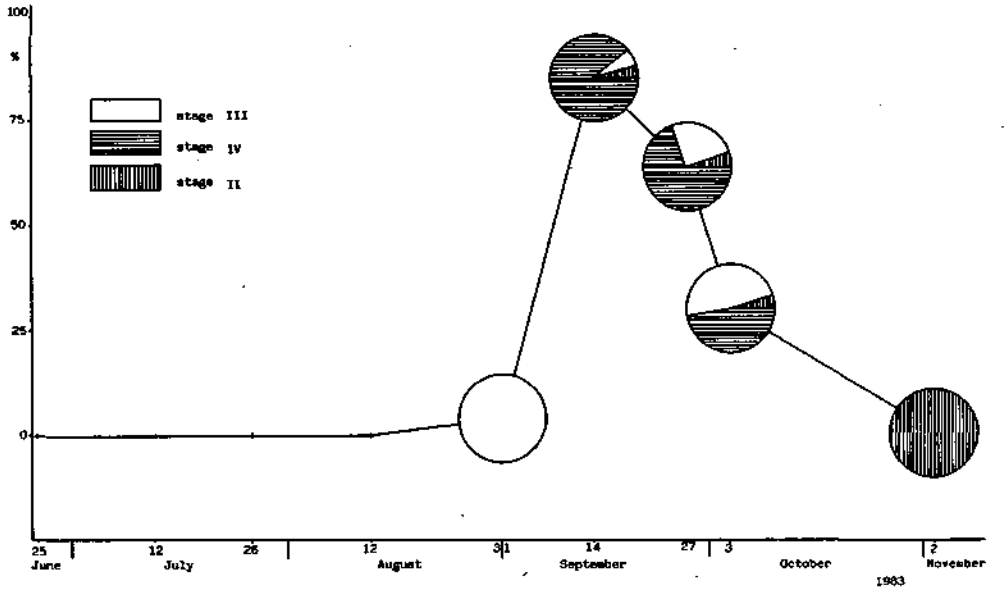


Fig. 4 - Percentage of fecundated mature females found in each batch.

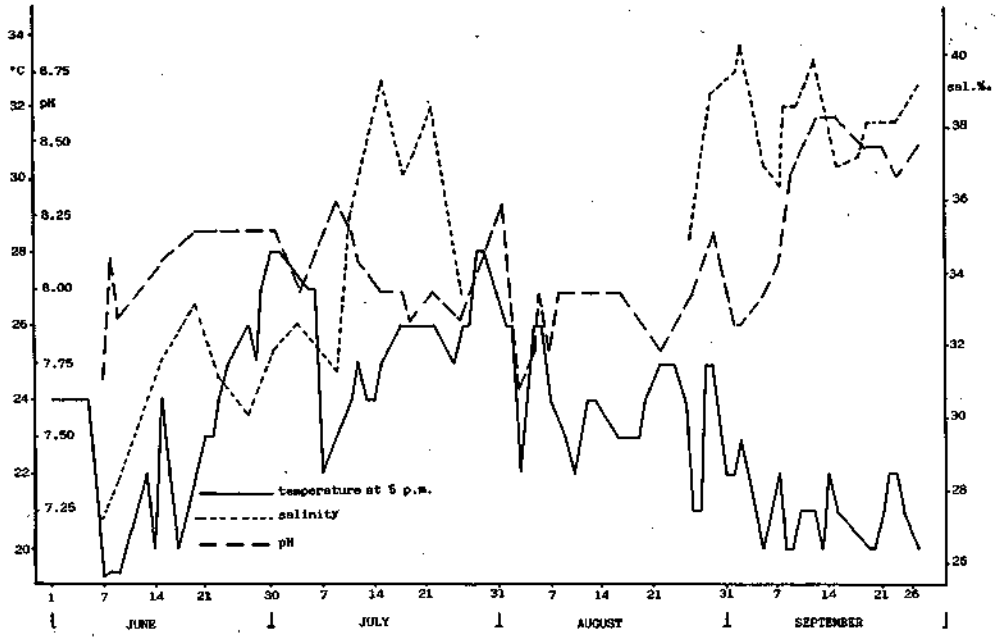


Fig. 5 - Variations of temperature, salinity and pH during the experiment.

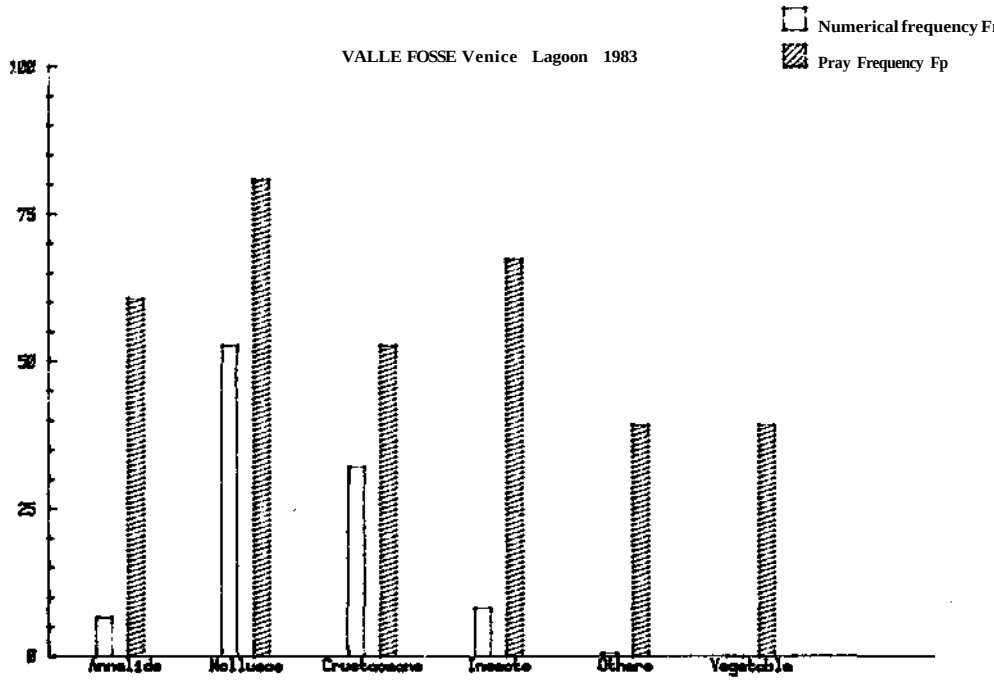


Fig. 6 - Stomach contents expressed in terms of numerical and prey frequencies.

Conclusions

These results are very similar to those obtained from the experiment made in the Grado Lagoon (LANARI, 1982). They confirm once more the adaptability of the Asiatic shrimp to the Adriatic Lagoons and the possibility to improve extensive fish farming in the North of Italy.

Acknowledgements

The authors would like to thank the «Amministrazione Provinciale di Venezia - Assessorato Ecologia/Ambiente/Pesca» - for the pond availability and for its useful collaboration during the experiment. They are also grateful to the Istituto Zooprofilattico in Basaldella di Campoformido for health controls on shrimps.

Summary

First commercial farming experiment of Penaeus japonicus *Bate in an earthen pond in the Venice Lagoon.*

The authors report an experience carried out in an one hectare pond in a «valle da pesca» of the Venice Lagoon.

The pond was initially fertilized by dried chicken manure and then by inorganic compost.

18,000 Penaeus japonicus *post-larvae (P_{24}) were sowed and periodically inorganic fertilizer was added in the brackishwater.*

After about five months 294.2 kg of market size product were harvested with a recovery rate of 48.02%.

During trial animals were periodically sampled, and weight, length sexual maturity and stomach contents examined.

Riassunto

Il lavoro fa riferimento ad una prova condotta in un bacino in terra di 1 ettaro — ricavato all'interno di una «valle da pesca» della Laguna di Venezia - in cui sono state seminate 18.000 post-larvae (P_{24}) di *Penaeus japonicus* Bate.

L'ambiente è stato fertilizzato inizialmente con pollina disidratata e in seguito con concime inorganico.

A distanza di circa 5 mesi le operazioni di pesca hanno consentito di recuperare 294,2 kg di prodotto, con una percentuale di ricattura pari al 48,02%.

Nel corso della prova sono stati effettuati dei campionamenti periodici di animali; di questi ultimi sono stati rilevati péso, lunghezza, stato di maturità sessuale.

Lo studio dell'andamento della crescita e del rapporto tra questo ed il sesso sono accompagnati da brevi considerazioni statistiche.

Sono stati inoltre condotti rilevamenti sul regime alimentare della specie.

Bibliography

BULLO G. (1940) - Le valli salse da pesca e la vallicultura. Venezia: 1-186.

LANARI D. (1982) - Allevamento del *Penaeus japonicus* in «valle da pesca» del nord Italia (Laguna di Grado). Relazione finale Progetto Finalizzato MAF «Sviluppo Acquacoltura Nazionale», Sottoprogetto «Gambericoltura», Università di Udine, Facoltà di Agraria, Istituto di Produzione Animale: 1-27.

LUMARE F., PALMEGIANO G.M. (1980) - Acclimazione di *Penaeus japonicus* Bate nella Laguna di Lesina (Italia Sud-Orientale). *Riv. Ital. Pise. Ittiop.*, A. XV, 2: 53-58.

LUMARE F. (1982) - Studio comparativo di induzione alla riproduzione in *Penaeus japonicus* Bate mediante ablazione unilaterale del peduncolo oculare e condizionamento ambientale. *Boll. Infor. Document. Ist. Sfrutt. Biol. Lagune* - CNR, Lesina 2: 1-28.

LUMARE F. (1983) - L'allevamento della mazzancolla: una svolta emergente dell'acquacoltura nella Laguna di Venezia. Amministrazione Provinciale Venezia, Assessorato Ecologia/Ambiente/Pesca: 1-16.

LUMARE F. (1984) - Spontaneous sexual maturation of *Penaeus japonicus* Bate in a southeast Italian sandy pond. *La mer* 22, 2: 43-47, Société franco-japonaise d'océanographie, Tokyo.

PISCITELLI G., SCALERA-LIACI L. (1983) - Preliminary findings about feeding patterns of *Penaeus japonicus* Bate in the lagoon of Lesina (Southern Italy). *Oebalia,* IX, N.S.: 55-64.

RAO V.P. (1967) - Maturation and spawning of the penaeid prawns of the southwest coast of India. Proc. of the W. Scient. Conf. on the Biol. and Culture of Shrimps and Prawns. Mexico City, Mexico, 12-21 June 1967. *FAO Fish. Rep.* n. 57, 2, E/7: 285-302.

RAVAGNAN G. (1978) - Vallicoltura moderna. Edagricole: 1-283.

SCOSSIROLI R.E., PALENZONA D.L. (1971) - Manuale di biometria. Zanichelli: 1-259.

OEBALIA 1985, vol. XI - 2, N.S.: 705-711 ISSN 0392-6613

F. LUMARE* M.A. MASELLI** M. GRASSO*** R. SCHIAVONE* G. CASOLINO*
* Istituto per lo Sfruttamento Biologico delle Lagune - C.N.R. - Lesina - Italy
** Corso Vittorio Emanuele, 87 - Lesina - Italy
*** Laboratorio di Biologia Animale - Università di Lecce - Italy

PRELIMINARY STUDY OF THE ARTIFICIAL FEEDING OF *PENAEUS JAPONICUS* BATE POST-LARVA (P_1-P_{21} SUB-STAGES)

Abstract

Preliminary study of the artificial feeding of Penaeus japonicus *Bate post-larva (P_1 - P_{21} sub-stages).*

The growth and survival rates of P. japonicus *Bate from sub-stage P_1 to P_{21} were studied in a controlled environment.*

Key-words: *Penaeus japonicus,* post-larval stage, artificial diet.

Introduction

Penaeus japonicus Bate post-larvae mass production was almost planned in Italy (LUMARE, 1983). This technology is the basis of a national shrimp farming strategy which is nearing commercialization. At present post-larvae production (P_{1-21}) depends, as far as nutrition is concerned, almost exclusively on mussel meat. This is feasible for small scale production of fry (a few hundred thousand at a time) in terms of manual labour involved in opening mussels by hand. This becomes a problem with a large scale commercial production (tens of millions at a time).

To solve this problem, studies are carried out either to produce proper quantities of fresh mussel meat mechanically, or to develop artificial food. This study involves preliminary research to develop a complete artificial diet.

Materials and methods

Two series of tests were made using two experimental artificial diets marked as B and BK. These were compared with fresh mussel meat that is considered the best food.

In comparing the efficiency of the three diets, two points were taken into account: the survival rate and the final size reached by the post-larvae seed. In each series of

tests, each diet was tried out in a set of three cylindrical plexiglass aquariums with a flat bottom. Each set consisted of two 15 liter units (25 cm diameter; 35 cm height; total surface 2,433.5 cm^2) and one 30 liter unit (40 cm diameter; 24 cm height; total surface: 3,014.5 cm^2). Two types of aquarium were used to control if the different volume surface ratio of the aquariums had any effect of the survival rate of the young animals as well as on their size; there were in fact no substantial differences. Each cylinder was fitted with a central filter (500 - 1000 μ) depending on the size of the post-larvae; two thirds of the water were changed every day by a valve through the filter. The central filling system was connected to a reservoir, where the water temperature and salinity were controlled to reduce stress on the fry. The batches of post-larvae in the cylinder were randomly caught samples from large scale outdoor rearing (3.5 to 7 m^3). The post-larvae were produced by spawners in captivity; they belonged to the F_6 generation whose original stock was imported from Japan. The post-larvae were accustomed gradually to the new artificial diet over a period of about three days. After this period they were only fed with the new food in fixed quantities, which were increased every time as the residue had disappeared after 24 hours. The mussel meat diet was given to the post-larvae *ad libitum*. They were fed 2 or 3 times a day, at proper intervals depending on the sub-stage of the fry. The particle size of the artificial feed ranged from 300μ in the first 5 days to 500 μ thereafter.

The following data were recorded daily: temperature, salinity and pH. Nutrients were tested during the first series of experiments in the 30 liter aquariums only; they were tested in all the aquariums during the following series. To evaluate the diet effectiveness morphological and biometric test were carried out on one post-larvae sample at the very start. At the end of the test, in each cylinder the number of surviving animals was counted; 40 animals were weighed and their length measured. The length was measured from the tip of the rostrum to the end of the telson. The experiment was tried out in a thermic controlled room with artificial light (light 10/dark 14 hours; 2500 lux on average).

Results and discussion

The raw data of the chemical analysis can be found in Tab. 1. Tab. 2 shows their amino-acid composition. Along with the analysis of the diets, Tab. 1 also shows a high percentage value of protids which, in the case of the B diet is very close to the diet considered the best (mussel meat).

DESHIMARU (1981) has found that a 52.4% protein diet was the best for the young *Penaeus japonicus* (0.8 to 1.59). With higher percentage of 57.0%, 61.6% and 66.2% as well as lower percentage of 47.8%, 38.7% and 29.5% and beyond, lower growth rates were obtained. The mussel meat diet and the B diet fulfill the high protein requirement of young animals, such as those in the experiment (0.0004-0.029 g). Cholesterol values are rather lower than those which DESHIMARU (1981) & TESHIMA *et al.* (1983) found best (1.0 to 2.1%).

The amino-acid contents necessary for the shrimps (DESHIMARU, 1981; KANAZAWA & TESHIMA, 1981) are at the levels required for a proper growth.

Tab. 1 - *Percentage raw analysis of the dry material of the diets.*

	DRY MUSSEL MEAT	B	BK
Moisture (105°C)	9.71	10.87	13.13
Protids (N×6.25)	64.94	68.57	46.97
Ash	8.00	15.39	16.11
Lipids	5.54	9.50	11.75
Fatty acids	55.88	64.55	58.67
Unsoapable	34.78	14.72	13.93
Cholesterol	0.33	0.65	0.81
Non azotic material and crude fiber	21.52	6.54	25.17

Tab. 2 - *Percentage amino-acid composition of the dry material of the diets.*

AMINO-ACIDS	MUSSEL MEAT	B	BK
Asp	9.89	17.93	17.73
Thr	4.64	4.39	3.80
Ser	5.48	5.30	4.90
Glu	12.17	19.26	17.05
Pro	3.93	2.51	2.55
Gly	9.85	4.52	7.46
Ala	5.05	4.99	5.51
Val	6.02	5.58	5.61
Cys	0,62	—	—
Met	3.12	1.29	1.25
Iso	4.32	4.73	4.60
Leu	6.15	8.20	7.78
Tyr	4.60	3.53	3.45
Phe	4.24	4.73	5.50
Lys	9.48	6.13	5.52
His	1.98	1.40	1.45
Arg	8.43	5.49	5.91

Tab. 3 and 4 provide data on the post-larvae batches which underwent feeding trials in the two series of experiments. In the first experiment, the best results were obtained in the case of animals fed with the B diet with an average survival rate of 88.9% and an average final weight of 0,028 g; the mussel meat diet produced a lower survival rate

Tab. 3 - *Biologic and biometric data on the* Penaeus japonicus *post-larvae batches in the first feeding test.*

DIET	MUSSEL MEAT	MUSSEL MEAT	MUSSEL MEAT	B_1	B_2	B_3	BK_1	BK_2	BK_3
Initial number of specimens	105	105	210	105	105	210	105	105	210
Initial density (spec/l)	7	7	7	7	7	7	7	7	7
Initial stage	P_4	P_4	P_4	P_4	P_4	P_4	P_4	P_4	P_4
Average initial weight (g)	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
Average initial length (mm)	7.5 ± 0.6	7.5 ± 0.6	7.5 ± 0.6	7.5 ± 0.6	7.5 ± 0.6	7.5 ± 0.6	7.5 ± 0.6	7.5 ± 0.6	7.5 ± 0.6
Experimental period (days)	17	17	17	17	17	17	17	17	17
Survival rate (%)	81.9	75.2	81.9	86.7	90.5	89.5	84.8	72.4	79.5
Final density (spec/l)	5.7	5.3	5.7	6.1	6.3	6.3	5.9	5.1	5.6
Final stage	P_{21}	P_{21}	P_{21}	P_{21}	P_{21}	P_{21}	P_{21}	P_{21}	P_{21}
Average final weight (g)	0.017	0.023	0.012	0.027	0.029	0.027	0.010	0.024	0.015
Average final length (mm)	—	—	12.6 ± 0.15	—	—	15.6 ± 0.12	—	—	13.8 ± 0.16
Food conversion index	40.0	32.2	44.8	2.0	1.8	1.6	6.3	3.1	3.7

Tab. 4 - *Biologic and biometric data on the* Penaeus japonicus *post-larvae batches in the second feeding test.*

DIET		MUSSEL MEAT	MUSSEL MEAT	MUSSEL MEAT	B_1	B_2	B_3	BK_1	BK_2	BK_3
Initial number of specimens		150	150	300	150	150	300	150	150	300
Initial density	(spec/l)	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Initial stage M_3	(%)	50	50	50	50	50	50	50	50	50
Initial stage P_1	(%)	50	50	50	50	50	50	50	50	50
Average initial weight	(g)	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004
Experimental period	(days)	21	21	21	21	21	21	21	21	21
Survival rate	(%)	72.7	70.7	80.3	63.3	65.3	70.3	61.3	63.3	70.0
Final density	(spec/l)	7.3	7.1	8.0	6.3	6.5	7.0	6.1	6.3	7.0
Final stage		P_{21}	P_{21}	P_{21}	P_{21}	P_{21}	P_{21}	P_{21}	P_{21}	P_{21}
Average final weight	(g)	0.020	0.018	0.017	0.021	0.017	0.020	0.010	0.005	0.007
Average final length	(mm)	13.2 ± 0.2	12.9 ± 0.2	13.1 ± 0.1	13.9 ± 0.2	13.1 ± 0.1	13.6 ± 0.1	11.2 ± 0.1	10.2 ± 0.1	9.1 ± 0.1
Food conversion index		66.5	75.9	55.4	3.4	4.1	2.3	6.1	11.8	4.9

(79.7%) and a lower final weight (0.017 g). Worse results were as far as the BK diet was concerned with a 78.9% survival rate and an average weight of 0.016 g.

In the second series of tests, the survival rate was higher for the fresh mussel diet (74.6%) compared to B (66.3%) which was slightly better than the BK diet (64.9%). The average final weight was 0,019 g for the B diet, higher than the mussel meat diet (0.018 g) and much higher than the BK diet (0.007 g).

During the experimental period water temperature varied from 25 to 27°C; salinity from 32 to 34‰, pH from 7.5 to 8.3. $N\text{-}NH^{+}$, $N\text{-}NO_2^{-}$, $N\text{-}N0_3^{-}$ and $P\text{-}PO_4^{-}$ ranges were respectively 148-4800 µg/l, 4-45 µg/l, 194-479 µg/l and 3-308 µg/l. Higher nutrient values were reported in the second series of batches fed with fresh food; it was probably related to the *ad libitum* feeding.

Conclusion

Feeding trial have shown in general that the B diet fulfills the nutritional requirements of *Penaeus japonicus* post-larvae from the sub-stage P_{1-4} to P_{21}. This diet has generally given better results than mussel meat which had been considered the best; this result opens new interesting perspectives. The food conversion rate of the B diet was 2.5 on average for both series of test. This suggests it needs about 53 kg of feed (at a purposely exaggerated price of Lit. 10,000/kg) to obtain 1,000,000 post-larvae seeds. This basically means a cost of Lit. 0.5 per P_{21} larva raised from sub-stage P_{1-4} to P_{21}. The estimated cost of the preceding stages and sub-stages based on a phyto — and zooplankton diet is about 1.5 Italian Lire per post-larva; it justifies the low production cost of «kuruma» prawn post-larval. This is an important support in *P. japonicus* post-larvae mass-production based on low operating costs, while the feeding cost might be an economic stumbling-block for fish fry.

Acknowledgements

We would like to thank prof. M. Gattuso of the Istituto di Chimica Organica of the University of Messina, dr. C. Sarra and dr. C. Sarra and dr. G. Forneris of the Istituto Scienza degli Allevamenti of the University of Torino for analysing the diets.

Our thanks to V. Marolla and G.L. Troiano of the Istituto per lo Sfruttamento Biologico delle Lagune CNR Lesina for the physico-chemical analyses of the water.

Summary

The growth and survival rates of Penaeus japonicus *bate from sub-stage P_{1-4} to P_{21} were studied in a controlled environment. Three diets were used in two series of experiments. Two artificial diets B and BK were compared to a fresh diet based on mussel meat, which is considered the best. After a period of about 19 days artificial diet B gave*

survival rates of 88.9% and 66.3% compared to a fresh diet survival rate of 79.7% and 74.6%.

Growth rate using diet B was better (average weights were 0.028 g and 0.019 g in the two series of experiments) than the growth rate using fresh mussel meat (0.017 g and 0.018 g).

The survival and growth rates of post-larvae fed on diet BK were not so good as the two preceding feedings.

Riassunto

È stato studiato l'accrescimento e la sopravvivenza delle post-larve di *Penaeus japonicus* Bate, dal sub-stadio P_{1-4} fino alla taglia alla quale normalmente esse vengono poste all'ingrasso (P_{21}). Allo scopo sono state impiegate due diete artificiali sperimentali, B e BK, poste a confronto con carne di mitilo, che costituisce un alimento ottimale.

Sono stati eseguiti due cicli di esperimenti e ciascuna dieta è stata impiegata in una triplice serie di acquari.

I risultati hanno evidenziato la validità della dieta B per la quale è stata registrata una sopravvivenza media dell'88,9%, nella prima prova e del 66,3% nella seconda in confronto al bianco rispettivamente del 79,7% e 74,6%. Anche l'accrescimento con la dieta B è risultato molto interessante con valori del peso medio finale relativamente al primo e secondo ciclo di tests di 0,028 g e 0,019 g rispetto al bianco di 0,017 g e 0,018 g. La dieta BK ha fornito, invece, nelle due prove risultati meno validi in termini sia di sopravvivenza che di accrescimento.

Bibliography

DESHIMARU O. (1981) - Studies on nutrition and diet for prawn *Penaeus japonicus. Mem. Kagoshima Prefect. Fisheries,* Exp. Stat. Kagoshima, 12, 1-118.

KANAZAWA A., TESHIMA S.I. (1981) - Essential Amino Acids of the Prawn. *Jap. Soc. Scie. Fisheries,* 47 (10), 1375-1377.

LUMARE F. (1983) - Directrices seguidas en Italia para la cria de langostino peneidos. *Inf. Técn. Inst. Pesq.,* 109, 3-16.

LUMARE F. (1983 a) - L'allevamento della mazzancolla *Penaeus japonicus:* una realtà emergente dell'acquacoltura nazionale. Amm. Prov. Venezia, Assessorato Ecologia-Ambiente-Pesca, 1-18.

LUMARE F. - SCOVACRICCHI T. - PISCITELLI G. - GRASSO M. (1984) - First commercial *Penaeus japonicus* Bate farming experiment in an earthen pond of the Venice Lagoon. *XVI Congresso SIBM,* 25-30 settembre, Lecce, 1-19.

TESHIMA S.I. - KANAZAWA A. - SASADA H. (1983) - Nutritional value of dietary cholesterol and other sterols to larval prawn *Penaeus japonicus* Bate. *Aquaculture,* 31, 159-167.

OEBALIA 1985, vol. XI - 2, N.S.: 713-727 ISSN 0392-6613

A. MAZZOLA
Istituto di Zoologia dell'Università - Via Archirafi, 18 - 90128 Palermo - Italy

TECNICHE DI ALLEVAMENTO LARVALE IN *SPARUS AURATA* L.

Abstract

Sparus aurata: *larval rearing techniques.*

This paper reports the results of researches carried out from 1980 to 1983 into the rearing of the first larval and post larval phases in gilthead bream (Sparus aurata) reproduced in controlled *conditions.*

Key-words: Aquaculture, Fish nutrition, *Sparus aurata* L.

Introduzione

L'orata *(Sparus aurata* L.) è un pesce marino molto apprezzato in tutti i paesi mediterranei, con un valore commerciale notoriamente elevato che in alcune regioni, soprattutto dell'Italia, sfruttando periodi stagionali favorevoli, supera di gran lunga quello di altre specie pregiate come la spigola *(Dicentrarchus labrax* L.) o il sarago *(Diplodus sargus* L.)

In considerazione di ciò l'orata viene da sempre allevata nelle lagune dove gli individui crescono molto più rapidamente che in mare (HELDT, 1943) e con i sistemi estensivi tradizionali della vallicoltura italiana, dopo due anni, raggiunge la pezzatura commerciabile di 250 gr, con un tasso di sopravvivenza del 50% (RAVAGNAN, 1978).

Ma lo sviluppo dell'allevamento di questa specie è stato frenato dalla scarsa disponibilità del novellame proveniente dall'ambiente naturale e dalla mancanza di una massiva produzione con sistemi controllati.

Malgrado siano passati più di dieci anni dalle esperienze di BARNABÈ e RENÈ (1973) in Francia e di LUMARE & VILLANI (1970) e di ALESSIO (1975) in Italia, l'allevamento larvale dell'orata comporta ancora delle difficoltà (VILLANI, 1976; RAMOS, 1978; PERSON LE RUYET & VERILLAUD, 1979) e le rese, in termini di sopravvivenza, molto modeste se paragonate a quelle ottenute per la spigola (GIRIN, 1978; BARNABÈ, 1980).

La poca conoscenza e la difficoltà di studio della biologia delle larve in ambiente naturale ha portato i ricercatori ad applicare all'orata le tecnologie dell'allevamento intensivo messe a punto soprattutto per la spigola. Ma a differenza di questa specie,

nei primi tre mesi di vita l'orata è molto delicata e sensibile alle condizioni di allevamento e fa registrare massive mortalità dopo il riassorbimento delle risorse lipidiche (10°-15° giorno) e durante il preingrasso su alimento composto.

Per comprendere alcune ragioni di questi problemi, tra il 1980 e il 1983, cioè durante tre cicli di produzione, sono state condotte delle esperienze di allevamento larvale, utilizzando metodiche intensive ed estensive, saggiando diverse sequenze alimentari e valutando l'influenza di alcuni parametri ambientali.

Materiali e Metodi

Le larve utilizzate provenivano da uova deposte spontaneamente o in seguito ad induzione ormonale (GORDIN & ZOHAR, 1978), di uno stesso lotto di riproduttori in stabulazione già dal 1979 (MAZZOLA & RALLO, 1981).

Per l'incubazione e la schiusa sono stati utilizzati dei bacini circolari da 5 mc, leggermente areati ed alimentati con acqua al 36-37 ‰ di salinità, con una temperatura termoregolata a 15 + 1°C, ricambiata per un volume nelle 24 ore.

Le larve sono state messe in allevamento in bacini cilindroconici di 500 litri all'indomani della schiusa e sottoposte alle prove sperimentali secondo quanto riportato in Tab. 1. L'illuminazione delle vasche durante le ore diurne è stata assicurata da una serie di lampade al mercurio di potenza tale da garantire una luminosità alla superficie di 2500 lux; l'areazione è stata regolata, secondo il ricambio dell'acqua, in modo da mantenere l'ossigeno ad un livello di saturazione compreso tra il 70% e il 100%. La salinità è stata di 36-37 ‰, il pH ha oscillato tra 8,10 e 8,22.

Nella già citata Tab. n. 1 vengono riportate le condizioni trofiche assicurate alle larve per lotto di esperimenti, mentre in Tab. n. 2 viene dettagliatamente descritta l'offerta alimentare in termini di numero di prede per litro d'acqua d'allevamento.

La prima alimentazione è stata fornita dal rotifero *Brachionus plicatilis* prodotto massivamente sulle microalghe *Tetraselmis suecica* e/o *Chlamidomonas* sp. secondo la tecnica suggerita da FLASSCH (1978) modificata da TROTTA (1983) e sul lievito *Saccaromyces cervisiae* secondo la tecnica descritta da YUFERA & PASCUAL (1980) modificata da MAZZOLA *et al.* (1982) e somministrato in acqua verde in due razioni giornaliere aggiustate alla domanda (PERSON - LE RUYET, 1975).

Il ciliato *Euplotes* sp. introdotto nell'alimentazione iniziale dall'11° esperimento è stato allevato su *Chlamidomonas* sp. secondo quanto riportato da MAZZOLA *et al.* (in pubbl.) e distribuito in acqua verde; i metanauplius di *Artemia salina* ceppo californiano, sono stati allevati su pula di riso (SORGELOOS *et al.* 1979) e distribuiti come preda viva di 2 giorni o di 5 giorni congelata (KENTURI *et al.*, 1981) al fine di abituare le larve alle prede inerti prima di iniziare la distribuzione in continuo del granulato secco (GIRIN, 1978).

La velocità di riassorbimento delle riserve vitelline e la crescita sono state seguite rispettivamente con la misura del diametro del sacco e della lunghezza totale della larva.

L'evoluzione delle scelte alimentari delle larve è stata seguita per stime quantitative con prelievi quotidiani di 50 ml dalle acque di allevamento e di spurgo delle vasche ed analizzando al binoculare il contenuto stomacale di qualche individuo. La sopravviven-

Tab. 1 - *Bilancio dei primi 70 giorni dell'allevamento e condizioni trofiche assicurate alle larve dei tre lotti sperimentali.*

Data	Esperim. n°	T °C	Ricambi V/g	Densità larve / litro 1 g.	30 gg.	70 gg.	Sopravv. % a 70 gg.	CONDIZIONI TROFICHE 1 5 10 15 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70° giorno
20-11-80	1	18	4	30	15	0,9	3	——————— *B. plicatilis*
01-12-80	2	18	6	60	0	0	0	——————————— *A. salina* (nauplius)
05-12-80	3	20	4	40	0	0	0	————————————— *A. salina* (2 gg.)
18-12-80	4	22	6	30	2,4	0,6	2	———————— mangime g.s.
05-01-81	5	20	4	25	4,4	0,9	3,6	
25-11-81	6	18	4	25	6,5	0,7	2,8	——— *T. suecica*
05-12-81	7	20	6	40	0	0	0	———————— *B. plicatilis*
06-12-81	8	20	3	20	1,6	0,8	4	———————— *A. salina* (nauplius)
07-01-82	9	20	3	10	3	0,9	9	———————— *A. salina* (metanauplius 2 gg.)
10-01-82	10	20	2	10	3,5	1,1	11	———————— *A.s. (5 gg. congel.)*
								————————————— mangime g.s.
18-11-82	11	20	2	10	2,5	1,2	12	—— *Chlamidomonas* sp.
20-12-82	12	20	1	10	3,4	1,8	18	——— *Euplotes* sp.
04-01-83	13	20	1	5	2,8	1,5	30	———————— *B. plicatilis*
18-01-83	14	20	2	5	1,3	0,8	16	———————— *A. salina* (nauplius)
19-01-83	15	20	1	7	2,8	1,8	26	——— *A. salina* (metanauplius 2 gg.)
22-01-83	16	20	0,5	7	4,3	1,7	25	————————— *A.s.* (5 gg. cong.)
28-01-83	17	20	0,7	4	2,2	1,5	38	————————————— mangime g.s.
30-01-83	18	20	0,5	4	2,3	1,6	40	

Tab. 2 - *Quantità totale di nutrimento offerto quotidianamente alle larve dei tre lotti sperimentali.*

Esperimento n°	OFFERTA ALIMENTARE PER GIORNO						
	T. suecica (*)	*Chlamidomonas* sp. (*)	*Euplotes* sp. (**)	*B. plicatilis* (**)	*Artemia salina* (**) nauplius	metanauplius (2 gg.)	congelato (5 gg.)
1				5	2	1,5	
4				8	1,5	2	
5				8	1,8	2	
6	2			9	2,2	1,5	1
8	2			7,5	2	1,5	1,6
9	2,5			8	1,5	2	2
10	2,5			8	1,5	2	2
11		2	6	5	2	1,2	3
12		2,5	6,5	5,2	2,8	1,8	3,2
13		2,2	8	4,6	2,8	1,5	3,5
14		1,9	7,5	4	2	2,5	3
15		2	8,8	5,4	2,2	1,9	3,5
16		2	8,4	6	3	1,2	3,5
17	1,5	1,5	8,4	7	2,4	1,2	3,5
18	1,5	1,5	9,4	7	2	1,4	3,5

* Cellule per litro d'acqua di allevamento × 10^6
** N° di prede per litro d'acqua di allevamento × 10^3

za è stata stimata per conta giornaliera delle larve morte recuperate nelle acque di spurgo e precisato da un bilancio totale alla fine dell'esperimento.

Risultati

Durante il primo ciclo (5-11-80 - 5-1-81) sono state effettuate 5 prove sperimentali che puntavano soprattutto a verificare la possibilità di allevare le larve ad elevate densità, con ricambio d'acqua accelerato e con temperature di 20 + 2°C.

In queste condizioni l'apertura della bocca è avvenuta al 4° giorno ma l'alimentazione attiva con l'ingestione dei rotiferi più piccoli (90 - 100 µ) è iniziata non prima del 6° - 7° giorno (Fig. 1a), per l'influenza della taglia della preda sulla capacità di cattura della larva (HUNTER, 1980).

I nauplius di *Artemia salina* sono stati somministrati a partire dal 15° giorno, ma la sicurezza che le larve si alimentavano con tale preda si è avuta solo al 22° giorno, mentre il massimo del consumo si è registrato intorno al 27° giorno, in ritardo rispetto a quanto riportato da BARNABÈ & RENÈ, (1973). Per quanto riguarda il consumo della *Artemia* di 2 giorni anche se la somministrazione è iniziata al 30° giorno, solo verso il 40° giorno si è avuto il massimo della richiesta.

La sopravvivenza è stata inversamente proporzionale alla densità delle larve tenute in allevamento, a prescindere dalle temperature adottate e dai ricambi somministrati (Fig. 2a).

A partire dal 18° giorno le larve fino ad allora uniformemente distribuite su tutto il volume, si sono spostate in superficie con i sintomi della «malattia da bolla gassosa» (HOUDE, 1973), che è durata all'incirca fino al 35° giorno e che ha influito notevolmente sul decremento del numero delle larve. Gli animali si presentavano con la vescica natatoria dilatata e con in atto un emorragia della rete di capillari che rivestono la stessa, (punto rosso).

Molte larve in questa fase sono risultate malnutrite ed in ritardo nella crescita tanto da accentuare l'eterogeneità della popolazione (Fig. 3a), che ha portato a comportamenti di aggressività. Dal 40° giorno in poi i fenomeni di cannibalismo hanno decimato gli allevamenti soprattutto nelle vasche a più alta concentrazione larvale (esperimento n. 5).

L'introduzione del mangime granulato secco a partire dal 50° giorno e la graduale riduzione dell'*Artemia* di 2 giorni, ha provocato delle improvvise mortalità intorno al 60° giorno, che però si arrestavano non appena si risomministrava il crostaceo.

Nel secondo ciclo (25-11-81 - 10-1-82, lotto n. 6-10), con l'impianto modificato nel riscaldamento e nell'ossigenazione dell'acqua (NASH *et al.,* 1977), la temperatura è stata regolata costantemente sui 20°C e la densità larvale è stata tenuta più bassa; la distribuzione giornaliera dell'alimento, riportata in figura lb è stata modificata con l'introduzione dei fitoflagellati prima o contemporaneamente al *Brachionus* e dell'*Artemia* di 5 giorni congelata a partire dal 42° giorno.

Per quanto riguarda i rotiferi, il loro massimo consumo si è avuto in anticipo rispetto al lotto precedente (esperimenti 9 e 10), per la presenza in vasca di brachionidi appena nati, ma il loro numero non è stato sufficiente ad impedire fenomeni di malnutrizione

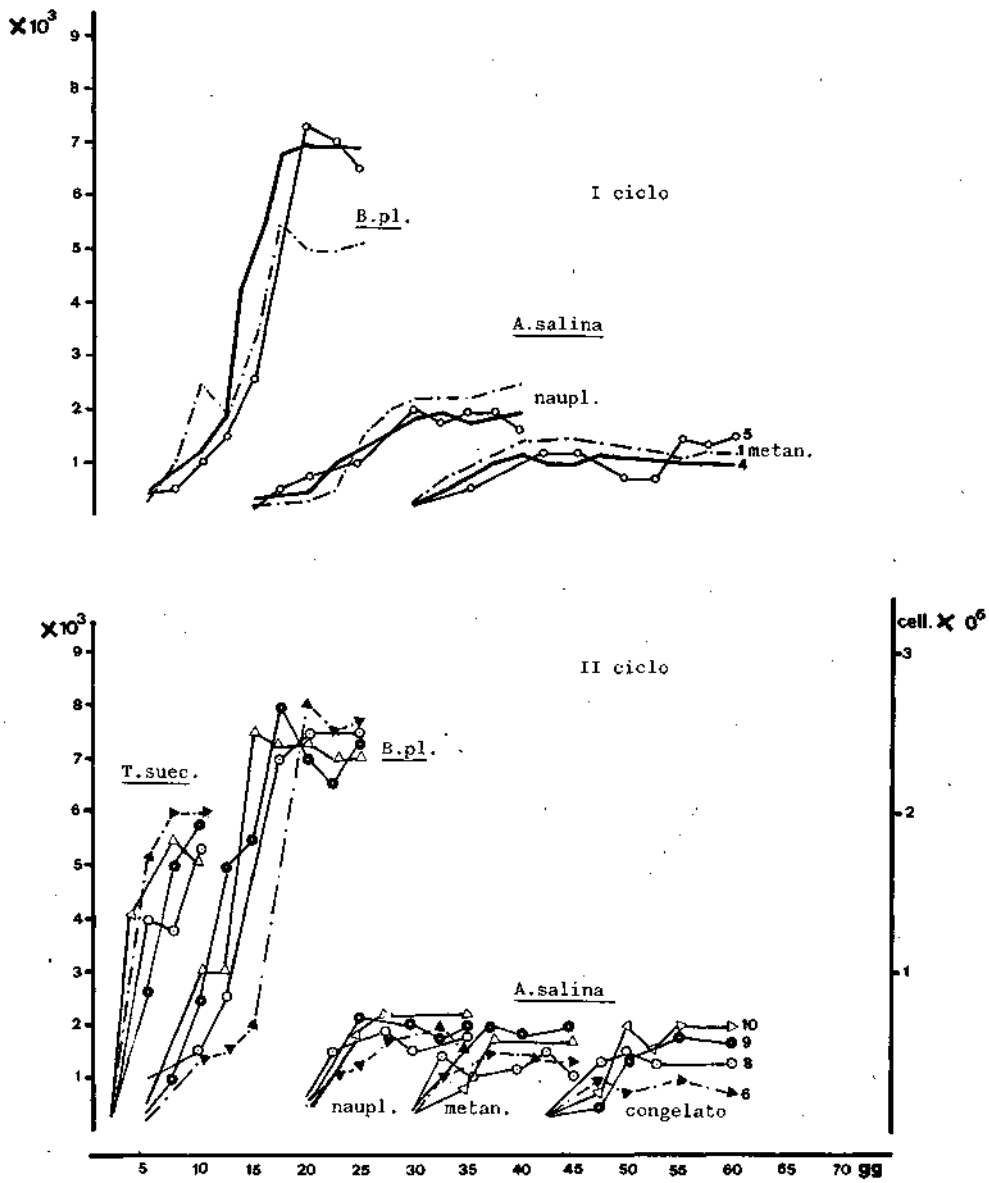


Fig. 1 - Integrazione giornaliera dell'alimento: esperimenti del I e del II ciclo.

larvale che hanno fatto abbassare la curva di sopravvivenza, come nell'esprimento n. 7, o hanno fatto registrare ritardi nella crescita come nell'esperimento n. 8. A nulla è valso elevare la densità delle prede fino ad un massimo di 9×10^3 rotiferi in un litro d'acqua d'allevamento: le larve, esaurite le riserve lipidiche e trovando difficoltà a cat-

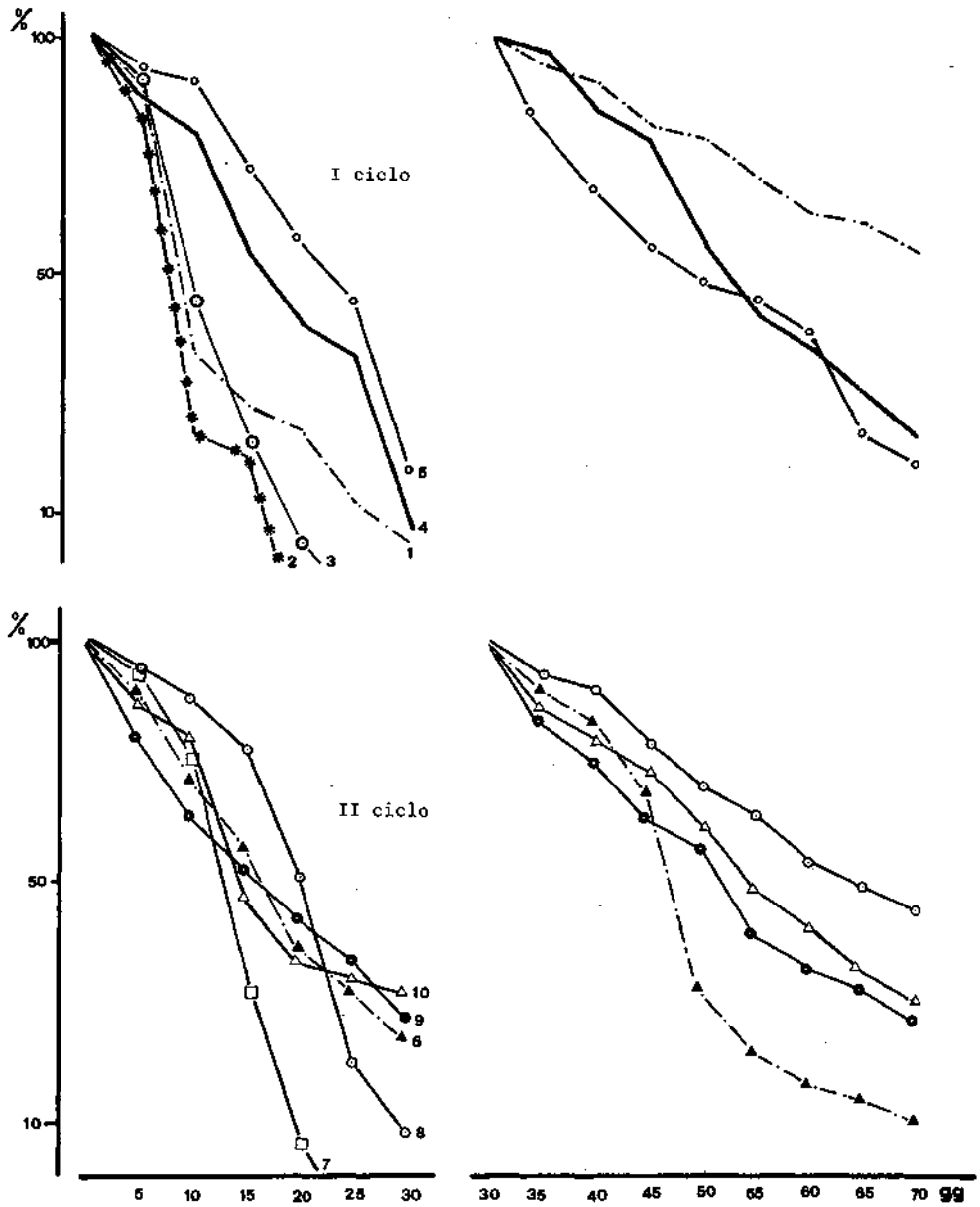


Fig. 2 - Percentuale di sopravvivenza: esperimenti del I e del II ciclo.

turare le prede più grosse, salivano in superficie, si distribuivano tutt'intorno alle pareti della vasca con evidenti sintomi di crisi alimentare.

La sopravvivenza riportata in Fig. 2b ha comunque fatto registrare una media complessiva più elevata del primo lotto, per la riduzione della mortalità legata alla «bolla gassosa», nel segmento di crescita che va dal 18° al 40° giorno.

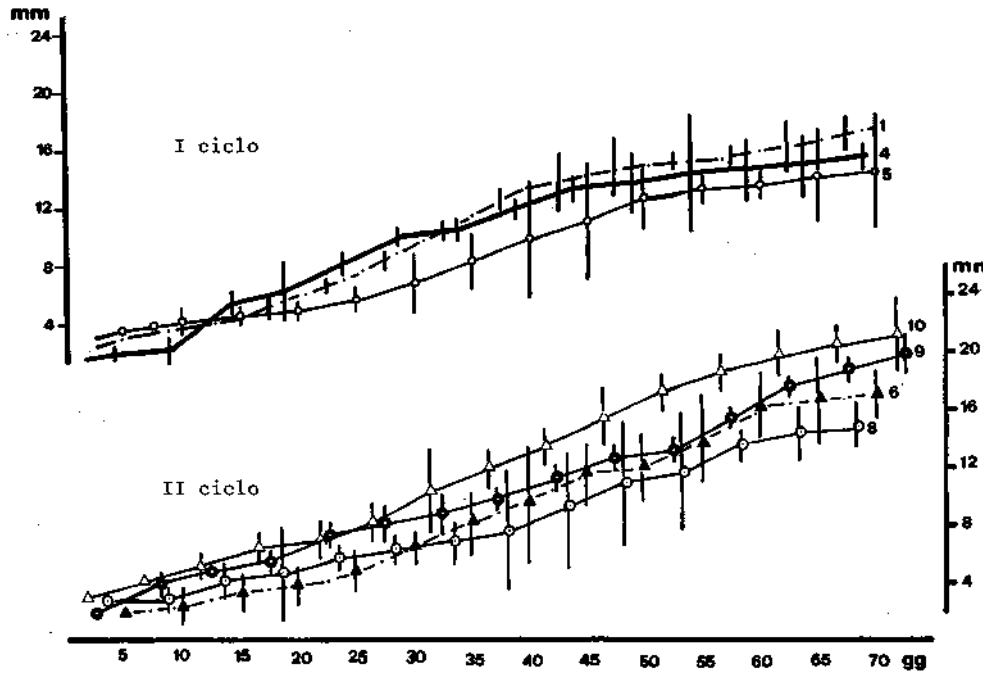


Fig. 3 - Crescita in lunghezza: esperimenti del I e del II ciclo.

Un'ulteriore riduzione della mortalità si è avuta anche durante il periodo dello svezzamento e cioè tra il 45° ed il 70° giorno, in concomitanza con una alimentazione mista di *Artemia* congelata e di granulato secco. Il congelato oltre a limitare notevolmente il consumo complessivo di *Artemia,* ha abituato gradatamente gli animali alla preda inerte, consentendo di raggiungere, tra il 30° ed il 70° giorno sopravvivenze di oltre il 60%.

Le curve di crescita (Fig. 3b) sono risultate più omogenee delle precedenti anche se è ancora riscontrabile una notevole eterogeneità nella popolazione; i fenomeni di cannibalismo sono stati meno frequenti soprattutto nell'esperimento n. 8 con minore densità larvale.

Le 8 prove sperimentali del terzo ciclo (18/11/82 - 22/1/83), condotte a 20°C, con densità larvale iniziale tra 10 e 4 individui per litro e con flussi di acqua regolati in modo da rallentare i ricambi, sono state orientate verso l'individuazione di un alimento che potesse precedere i brachionidi nella primissima fase dell'alimentazione.

L'influenza della taglia della preda sulla capacità di prensione larvale è stata saggiata con l'introduzione al 4° giorno del ciliato *Euplotes* nell'acqua di allevamento che già dal 2° giorno veniva arricchita con *Chlamidomonas* e/o *Tetraselmis* (Fig. 4a e b).

Le larve hanno iniziato ad alimentarsi già dal 6° giorno, con un consumo di prede *(Euplotes)* che ha oscillato tra 4 e 6 unità/ml. L'inizio della somministrazione del *Brachionus* è stata fatta slittare di qualche giorno ed il numero delle prede fornite non ha mai superato le 7 unità/ml; i nauplius di *Artemia* hanno fatto registrare un massimo di consumo intorno al 30° giorno con circa 3 individui/ml, mentre i metanauplius, som-

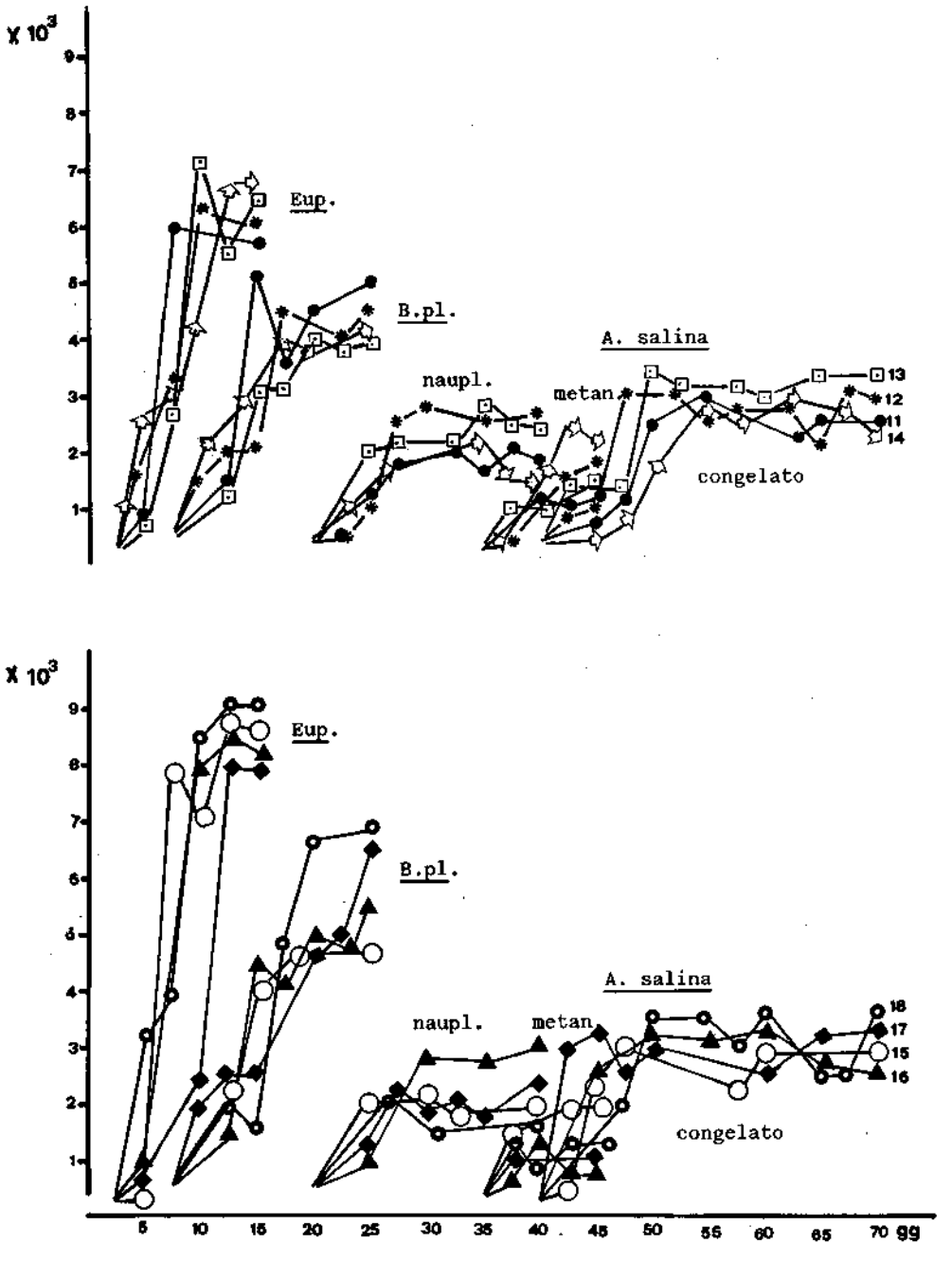


Fig. 4 - *Integrazione giornaliera dell'alimento: esperimenti del III ciclo.*

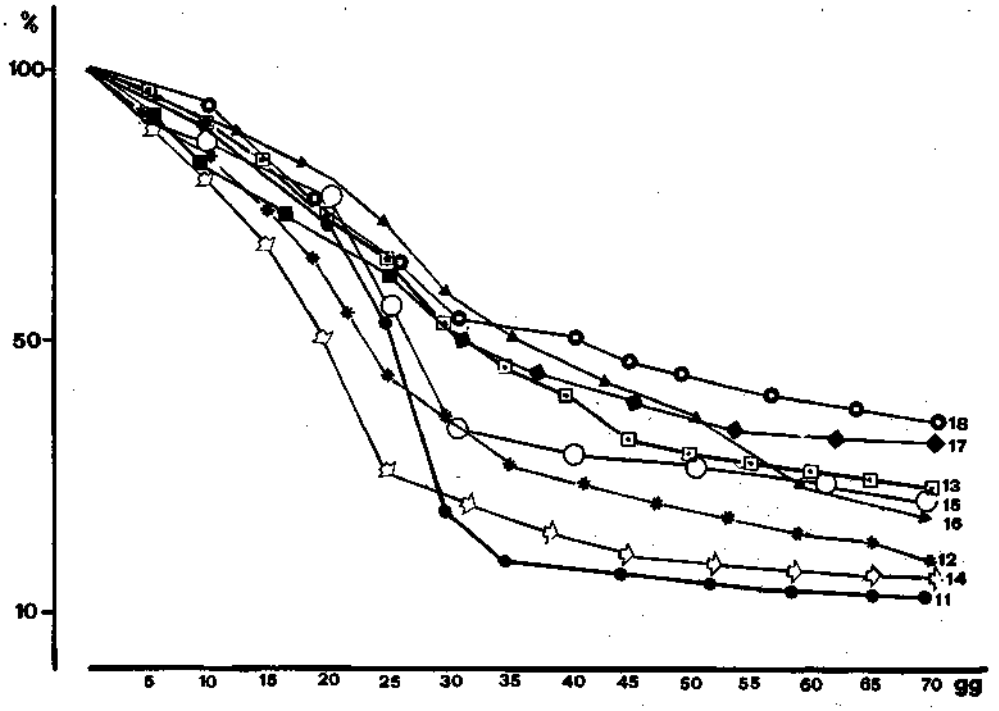


Fig. 5 - Percentuale di sopravvivenza: esperimenti del III ciclo.

ministrati in parziale sovrapposizione con il congelato di 5 giorni, hanno subito un consumo giornaliero di 1,5 prede/ml.

Il congelato che in questo ciclo ha praticamente legato l' alimentazione a nauplius con lo svezzamento a granulato, ha subito una richiesta giornaliera oscillante intorno a 3,5 individui/ml.

La sopravvivenza registrata (Fig. 5) in qualche prova è stata anche superiore al 40%, i picchi di mortalità si sono avuti intorno al 5° e al 18° giorno, ma in maniera meno marcata delle prove precedenti e dal 30° al 40° giorno per rari casi di cannibalismo, in cui però, data l'omogeneità di taglia nella popolazione, morivano preda e predatore.

La figura 6 da una rappresentazione grafica della crescita in lunghezza delle larve: i maggiori incrementi si sono avuti tra il 15° ed il 25° giorno e tra il 40° ed il 60° giorno, in concomitanza rispettivamente con il picco di alimentazione a rotiferi e l'integrazione del congelato di *Artemia* con il mangime bilanciato.

Discussione e conclusioni

I dati acquisiti in questi tre cicli sperimentali forniscono un quadro sulle possibilità di allevamento dell'orata, nei primi 70 giorni di vita, notoriamente i più critici e difficili di tutto l'allevamento.

Si è visto che i fattori trofici iniziali hanno avuto un ruolo preponderante sulla riusci-

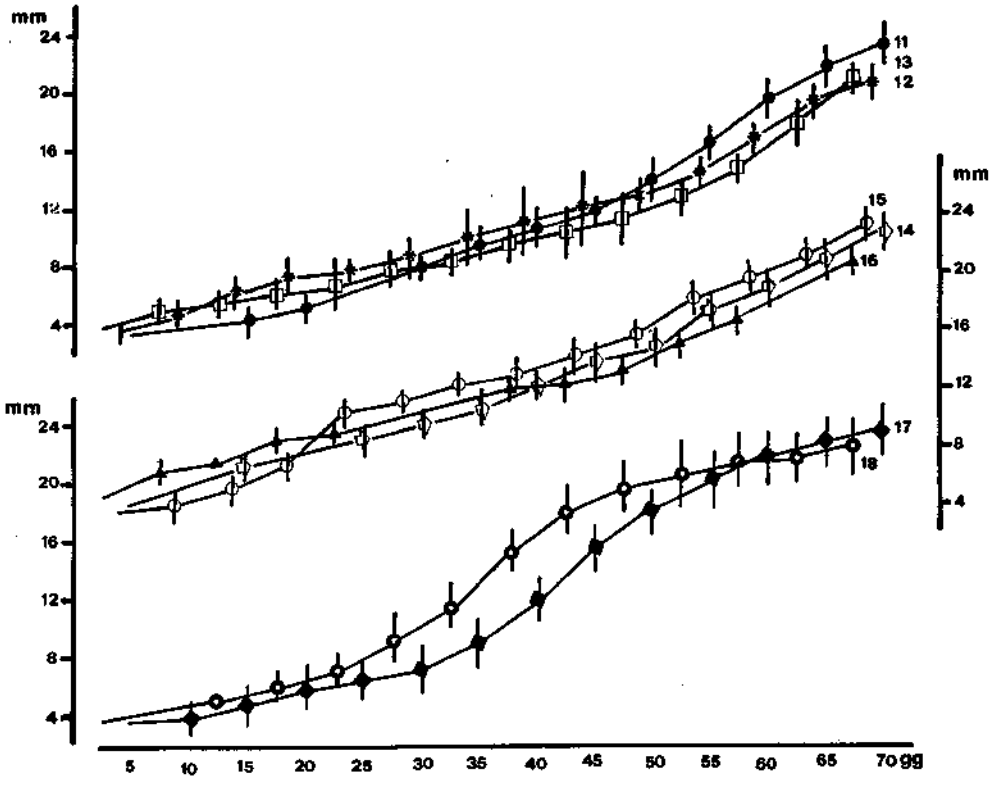


Fig. 6 - Crescita in lunghezza: esperimenti del III ciclo.

ta della produzione sia in termini di sopravvivenza che di crescita larvale.

Già dalle prime osservazioni si è avuta la conferma della esistenza di una soglia minima di densità delle prede nelle vasche di allevamento larvale (KENTURI & DIVANACH, 1982b) che per le prove condotte in intensivo è stata di 2-5 individui/ml, mentre per gli esperimenti condotti nel terzo ciclo è stata di 0,5 - 1,5 individui/ml.

Ma una influenza ancora maggiore della densità l'ha avuta la taglia delle prede sulle capacità di cattura delle larve.

Il *Brachionus plicatilis* somministrato da solo nelle prime prove comportava in genere un ritardo nell'inizio dell'alimentazione larvale e per quella componente della popolazione meno sviluppata la totale esclusione alla via trofica. Solo la frazione più piccola della coltura di rotiferi, di taglia compatibile con l'apertura boccale delle larve, riusciva a partecipare al bolo alimentare iniziale.

La conseguenza di tutto ciò è stata la comparsa nelle vasche di sintomi di malnutrizione, che hanno prodotto una elevata mortalità nei primi 20 giorni di vita (esperimenti 2-3-7), o l'istaurarsi di una disomogeneità nella taglia sfociata in tutti quei fenomeni di competizione alimentare, aggressività ed infine di cannibalismo che hanno contribuito ad abbassare la curva di sopravvivenza intorno al 40° giorno (esperimenti 4-6-11 e 15).

Tra le prede aventi una taglia compatibile con l'apertura della bocca, il ciliato *Euplo-*

tes sp. (~ 40 µ) pare sia risultato particolarmente indicato per l'orata di 5 giorni. Esso infatti è stato voracemente consumato, ben digerito e con il suo caratteristico movimento, sembra abbia favorito nelle larve l'apprendimento della predazione.

L'allevamento in acqua verde, semistagnante per il basso numero dei ricambi e condotto a densità di 4-7 larve per litro, ha favorito l'esplosione di un bloom planctonico che è risultato determinante per i soddisfacenti incrementi di crescita ottenuti e per la omogeneità della taglia degli animali, tanto da far ipotizzare, per questa specie, un sistema di allevamento estensivo, in accordo con quanto riportato da DIVANACH & KENTOURI (1983), anche se limitatamente ai primi due mesi.

Il congelato di *Artemia salina* di 5 giorni distribuito in modo da legare il periodo di alimentazione a nauplius con lo svezzamento a mangime granulato secco (40° - 70° giorno), oltre a rappresentare un notevole risparmio economico per l'eliminazione quasi totale della fase metanauplius ha contribuito ad abituare le post larve alla cattura di una preda inerte di 1,7 mm, favorendone lo svezzamento con la prima età del granulato secco (300 - 400 µ).

Riferendoci infine ai tassi di sopravvivenza, i dati raccolti ci hanno permesso di focalizzare i periodi più critici per l'allevamento delle larve.

— Il primo interviene subito dopo la schiusa a spese delle larve più deboli e malformate, può portare ad un decremento del 10-15% e può essere prevenuto agendo sui parametri ambientali dell'incubazione e della schiusa (principalmente luce, temperatura e salinità).

— Il secondo periodo si colloca subito dopo il riassorbimento del sacco vitellino, porta ad una mortalità alle volte anche dell'80%; è legato esclusivamente ad errate scelte alimentari e può essere combattuto introducendo nella dieta quei zooplanctonti che per taglia, potere nutritivo e mobilità soddisfino le esigenze di una larva in quella fase molto fragile.

— Il terzo periodo va dal 18° al 30° giorno con perdite stimabili tra il 20 e il 40% e si manifesta prevalentemente con la «malattia della bolla gassosa»: la terapia oltre che di natura tecnologica (riscaldamento, ossigenazione) è prevalentemente trofica, essendo legata alla somministrazione di microalghe alla larva attraverso i zooplanctonti.

— Il quarto periodo che va dal 30° al 45° giorno è caratterizzato da fenomeni di aggressività le cui cause sono da attribuire ad errori nella nutrizione, a densità di lancio elevate ed a patologie che hanno ritardato la crescita delle post larve; i metodi di lotta sono di natura preventiva anche se si è visto che l'orata è particolarmente predisposta per il cannibalismo.

— Un'ultima fase si ha durante lo svezzamento, periodo in cui una errata somministrazione dell'alimento può portare a catastrofiche conseguenze, ma una distribuzione continua del granulato secco (mangiatoie temporizzate), accompagnata dalle prede naturali inerti (congelato), riduce la mortalità a valori tra il 2 e il 5%, facendo annoverare l'orata tra le specie più facili da condizionare con l'alimento composto, più di quanto non avvenga, ad esempio, con la spigola.

In conclusione le esperienze qui descritte, anche se non forniscono una soluzione definitiva alla produzione massiva dell'orata, mettono in evidenza delle tecniche molto semplici che consentono di limitare in parte la mortalità, soprattutto durante il primo

ed il terzo mese di vita, portando la sopravvivenza finale su valori di 15-30%, cioè vicina a quella di altre specie ritenute più «facili» come ad esempio la spigola o la sogliola.

Ringraziamenti

Si ringrazia il Prof. B. Rallo ed il Dr. G. Barbera per la collaborazione prestata nella raccolta dei dati; il sig. G. Parrinello per l'insostituibile contributo offerto alla conduzione degli esperimenti; e la Italittica Spa di Marsala per aver messo a disposizione gli impianti.

Summary

*This paper reports the results of researches carried out from 1980 to 1983 into the rearing of the first larval and post larval phases in gilthead bream (*Sparus aurata), *reproduced in controlled conditions.*

In such trials, the influence of different alimentary sequences on the growth and survival rate at various development stages was evaluated by means of oil globule reabsorption at 70 days.

The best results in terms of growth and low mortality rate were obtained when the ciliate Euplotes *sp., together with* Chlamidomonas *sp., were substituted by the rotifer* Brachionus plicatilis *for the first few days.*

The different weaning trials live nauplius of Artemia salina *frozen metanauplius of the same species and pellet feed are also described.*

On the basis of the survival rate the most critical points in rearing are eventually distinguished, and any necessary remedy to limit, rate even if only partially, are suggested.

Riassunto

In questo lavoro vengono riferiti i risultati di ricerche condotte tra il 1980 e il 1983 sull'allevamento delle prime fasi larvali e post larvali di Orata *(Sparus aurata* L.), riprodotta in condizioni controllate.

Nelle prove di allevamento effettuate, dal riassorbimento delle riserve vitelline, all'età di 70 giorni, è stato possibile valutare l'influenza delle diverse sequenze alimentari saggiate sulla crescita e sui tassi di sopravvivenza ai vari stati di sviluppo. I migliori risultati in termini di buona crescita e mortalità contenuta, si sono avuti con l'introduzione del ciliato *Euplotes* sp. contemporaneamente alla somministrazione delle colture concentrate di *Chlamidomonas* sp. che hanno sostituito per i primi giorni il rotifero *Brachionus plicatilis.*

Vengono descritte anche le prove differenziate di svezzamento con nauplius vivi di *A. salina*, metanauplius congelati della stessa specie e mangimi bilanciati pellettati.

In base ai tassi di sopravvivenza vengono focalizzati infine i periodi più critici per l'allevamento larvale e suggeriti gli eventuali rimedi per limitare, anche se parzialmente, la mortalità.

Bibliografia

ALESSIO G., GANDOLFI G. (1975) - Riproduzione artificiale di orata *Sparus aurata* L. (Osteichthyes, Sparidae). IV - Sviluppo embrionale e postdatale. *Istit. Lombardo* (Mem. Sc. Mat.), XXVI: 95-132.

BARNABE G. (1976) - Rapport technique sur la ponte induite et l'élevage des larves de loup *Dicentrarchus labrax* L. et de la dorade *Sparus aurata* L. *Stud. Rev. GFCM*, 55: 63-116.

BARNABE G. (1980) - Expose synoptique des données biologiques sur le loup ou bar, *Dicentrarchus labrax* (Linné, 1758). *Synop. FAO Pêches* 126: 70.

BARNABE G., RENE G. (1973) - Reproduction contrôlée et production d'alevins chez la dorade *Sparus aurata* L. *C.R. Hebth. Séances Acad. Sci.*, Paris (D) 276: 1621-4.

DIVANACH P., KENTOURI M. (1983) - Influence des conditions trophiques initiales sur la resorption des reserves lipidiques, la croissance et la survie des larves de daurades, *Sparus auratus*, en elevage extensif. *Aquaculture*, 35: 43-55.

GIRIN M. (1978) - Méthodes de production de juvéniles chez trois poissons marins: le bar *(Dicentrarchus labrax)* la sole *(Solea solea)* et le turbot *(Scophthalmus maximus). Thèse de Doctorat d'Etat, Faculté des Sciences de Paris:* 202.

GORDIN H., ZOHAR Y. (1978) - Induced spawning of *Sparus aurata* L. by means of hormonal treatments. *Ann. Biol. Anim. Bioch. Biophys.*, 18 (4): 985-990.

HELDT H. (1943) - Etudes sur le Thon, la Daurade et les Muges. *Broch. Stat. Océan. Salambô*, 1: 75-123.

HOUDE E.D. (1973) - Some recent advances and unsolved problems in the culture of marine fish larvae. *Proc. World Maricult. Soc*, 3: 84-112.

HUNTER J.R. (1980) - The feeding behaviour and ecology of marine fish larvae. In *J.E. Bardach, J.J. Magnuson, C. May et J.M. Reinmart (Editeurs), Fish behaviour and its use in the capture and culture of fishes. International center for living aquatic resources management, ICLAM, conf. process.*, 5: 287-329.

KENTOURI M., DIVANACH P. (1982 b) - Sèlective alimentaire et besoins journaliers de la larve de daurade *Sparus auratus* en èlevage extensif *Rapport interne, S.B.M.L.:* 45.

KENTOURI M., DIVANACH P., PARIS J. (1981) - Préférences alimentaires et comportement de la larve de daurade *Sparus auratus* face à du zooplancton congelé. *Ann. Zootech.*, 30 (4): 391-410.

YUFERA M., PASCUAL Y.E. (1980) - Estudio del rendimiento de cultivos del rotifero *Brachionus plicatilis* O.F. Muller alimentados con levadura de panificacion. *Inv. Pesq.* 44 (2): 361-368.

LUMARE F., VILLANI P. (1970) - Contributo alla conoscenza delle uova e dei primi stadi larvali di *Sparus aurata* L. *Pubbl. Staz. Zool. Napoli,* 38: 346-369.

MAZZOLA A., RALLO B. (1981) - Allevamento intensivo su scala preindustriale di avannotti di orata *(Sparus aurata* L.), riprodotti in condizioni di laboratorio. Nota 1°: riproduzione artificiale ed allevamento larvale. *Mem. Biol. Mar. e Oceanograf.* XI (III): 99-115.

MAZZOLA A., CECCARELLI R., GILIBERTO S. (1982) - Sistemi di allevamento massivo di *Brachionus plicatilis* (Muller) con *Tetraselmis suecica* e *Saccaromyces cerevisiae. Naturalista Sicil. S. IV. VI (suppl.),* 1: 116-117.

MAZZOLA A., BARBERA G., RALLO B. (in stampa) - Mass cultivation of Hypotrichous ciliate *Euplotes* sp. as food organism in mariculture. *Aquacultural Engineering.*

RAMOS J. (1978) - Experiencias de cultivo de dorada *Sparus auratus* en tanques. *Informes Tecnicos del Instituto de Investigaetiones Pesqueras,* N. 55: 20.

RAVAGNAN G. (1978) - Systèmes d'acquaculture côtière des poissons et des crustacés en Méditerranée. *Document UNEP/WG,* 15/4: 47.

SORGELOS P., BOSSUYT E., BAEZA - MESA M., BRUGGEMAN E., DOBBELEIR J., VERSICHELE D. (1979) - The culture of *Artemia salina* on ricebran in air-water-lift operated raceways: the conversion of a vaste product into highly nutritive animai protein. 10*th Annual Meeting of the W.M.S. Honolulu* (Hawaii - USA), January 20-26, 1979: 18.

TROTTA P. (1983) - An indoor solution for mass production of the marine rotifer *Brachionus plicatilis* Muller fed on the marine microalga *Tetraselmis suecica* Butcher, *Aquacultural Engineering,* 2: 93-100.

VILLANI P. (1976) - Allevamento larvale di orata *(Sparus aurata* L.) riprodotta in condizioni di laboratorio. *Archo. Oceanograf. Limnol., 18,* suppl. 3: 295-302.

OEBALIA 1985, vol. XI - 2, N.S.: 729-736 ISSN 0392-6613

R. SALVATORI* M. ANGELINI* M. LENZI*
F. FOMMEI* A. PONTICELLI**
* C.G.P.C.O. - Laboratorio Ittiogenico S. Liberata - Italy
** E.N.E.A. - Divisione Tecnologie Biologiche ed Agrarie - C.R.E., Casaccia - Roma - Italy

ALLEVAMENTI LARVALI DI *DICENTRARCHUS LABRAX* (L.) MEDIANTE UTILIZZAZIONE DI ACQUE IPOTERMALI SALSE. TRE ANNI DI ESPERIENZE

Abstract

Larval rearings Dicentrarchus labrax *(L.) by using hypothermal salt-pits. Three years of experience.*

The expedience offered by an hypothermal salt-pit (37 ‰) is exploited by «Laboratorio IttiogenicoS. Liberata» for larval breeding of ichthyological marine species, i.e. Dicentrarchus labrax.

Key-words: Aquaculture, *Dicentrarchus labrax,* larval rearing, geothermics.

Introduzione

La laguna di Orbetello, ambiente salmastro tra i più tipici della costa tirrenica, ha una estensione di circa 2700 ha, una profondità media di 1 m ed è suddivisa nei due bacini di Levante e di Ponente, che con i suoi 1500 ha è il più esteso. Tre canali assicurano la comunicazione con il mare: quelli di Fibbia e di Nassa per la laguna di Ponente e quello di Ansedonia per la Laguna di Levante (Fig. 1).

Il Laboratorio Ittiogenico di S. Liberata si affaccia sul canale di Nassa di fronte ai lavorieri, le tipiche strutture di pesca della vallicoltura, di cui sono provvisti anche gli altri due canali.

La principale attività del Laboratorio è la riproduzione artificiale di specie ittiche euriece; il prodotto è destinato sia al ripopolamento della laguna, sia all'ingrasso in impianti intensivi.

Le prime esperienze di riproduzione artificiale risalgono al 1974 e furono naturalmente condotte su scala ridotta; attualmente l'impianto conta su 630 mq di vasche coperte rifornite con una quantità d'acqua variabile tra i 25 ed i 45 l/s prelevata direttamente dal canale di Nassa.

Le specie ittiche riprodotte artificialmente sono: la spigola, *Dicentrarchus labrax* (L.), la sogliola, *Solea solea* (Fowler), il cefalo, *Mugil cephalus* (L.), l'orata, *Sparus auratus*

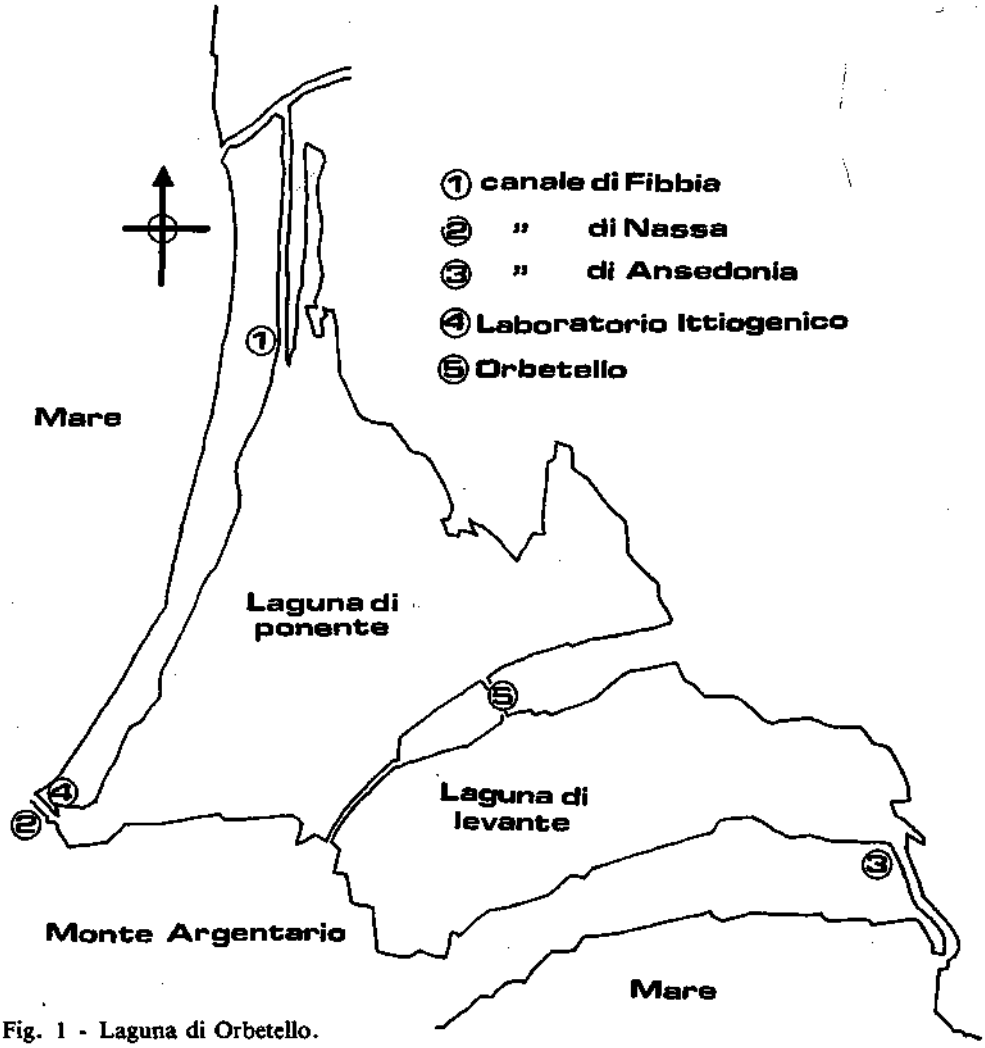


Fig. 1 - Laguna di Orbetello.

(L.); a queste va poi aggiunto il Crostaceo Peneide *Penaeus japonicus* Bate.

In questo lavoro vengono riportate le esperienze di tre anni, 1982-1983-1984, sulla riproduzione della spigola con particolare riguardo alla possibilità di condizionare termicamente l'allevamento offerta dalla presenza di un pozzo della profondità di 70 m dal quale viene prelevata acqua eualina che, per un fenomeno di geotermia di faglia, presenta una temperatura costante di 25,5°C.

Materiali e metodi

I riproduttori sono stati prelevati dai lavorieri del canale di Nassa durante la migrazione genetica che per la spigola, ad Orbetello, avviene nel periodo Dicembre-Marzo

(ALESSIO 1976). La stabulazione è avvenuta in vasche da 16 mc dopo che alle sole femmine, previa anestesia con acetoncloroformio e pesatura, sono state inoculate 1000 U.I./kg. di gonadotropine corioniche in un'unica dose di 1 ml.; il rapporto tra i sessi è stato di una femmina e tre maschi.

Le vasche di allevamento sono state 6 ed in esse è stato compiuto l'intero ciclo dalla schiusa alla taglia da semina: tali vasche avevano una superficie di 18 mq ed un volume variabile tra i 14,5 e i 21,5 mc grazie ad uno scarico per troppo-pieno schermato all'interno della vasca con una rete da 215 micron.

In Tab. 1 sono riportati i valori del programma di alimentazione per l'intero ciclo di allevamento.

Le colture di Rotiferi sono state effettuate in tre bacini da 80 mc fertilizzati con concime di tipo agrario in ragione di 100 p.p.m. di N e 50 p.p.m. di P ed inoculati con colture di *Chlorella* sp. del volume di 4 mc alla concentrazione di $2\text{-}3 \times 10^5$ cellule/ml; per questi volumi si è adottata una fertilizzazione in accordo con la formula di WALNE (1966).

Nei bacini da 80 mc, raggiunta una concentrazione algale di $2\text{-}15 \times 10^3$ cell./ml si è poi avviata una coltura di Rotiferi inoculando volumi di 4 mc con una concentrazione di 20-30 individui/ml.

La raccolta dei Rotiferi in tali vasche è avvenuta manualmente effettuando pescate con retini da plancton con maglia da 60 micron; nel 1984 si è adottato un sistema auto-

Tab. 1 - *Programma di alimentazione.*

INDIVIDUI (ml)	ALIMENTO	DAL GIORNO	AL GIORNO
5-15	Rotiferi	7°	23°
1	Nauplii *Artemia*	16°	22°
1	*Artemia* 3-6-9 giorni	20°	40°
5	Copepodi nauplii e adulti	20°	40°
—	Prede surgerlate	30°	50°
—	Mangimi industriali	40°	120°-150°

matico realizzato mediante due aer-lift per vasca in grado di filtrare circa 27 l/minuto.

I Copepodi sono stati allevati in un bacino esterno in terra delle superficie di 450 mq, ad una salinità tra 1 e 6‰, fertilizzato in ragione di 25 p.p.m. di N e di 12,5 p.p.m. di P.

Le uova di *Artemia salina,* previa decapsulazione (BRUGGEMAN *et al.* 1980) sono state incubate alla temperatura di 27°C in vasche cilindro-coniche del volume di 1,5 mc; la schiusa è avvenuta mediamente dopo 25 ore.

Le Artemie di 3, 6, 9 giorni sono state allevate in vasche di vetroresina del volume di 2 mc ed alimentate con *Chlorella* sp. alla temperatura di 21°C; tale valore è stato ottenuto grazie ad uno scambiatore di calore realizzato con tubo di PVC flessibile, della lunghezza di 50 m e del diametro di 20 mm all' interno del quale circolava acqua calda del pozzo ad un regime di 0,3 litri/secondo.

La fase di svezzamento (Tab. 1 dal 30° al 50° giorno) si è svolta in due periodi: per i primi 10 giorni si è somministrato Artemia, Copepodi ed altri planctonti surgelati, dal 40° giorno sono stati introdotti sfarinati di produzione industriale in percentuale via via crescente, contemporaneamente ad una progressiva diminuzione della frazione di plancton surgelato. Nel 1984 il plancton utilizzato per la fase di svezzamento è stato raccolto, in aree lagunari eutrofizzate, con una apparecchiatura automatica (PONTICELLI *et al.,* 1984), (BARNABÈ, 1984).

L'Artemia surgelata somministrata in fase di svezzamento è stata prodotta in un bacino esterno in terra della superficie di 35 mq, profondo 0,4 m. Tale allevamento viene condotto annualmente nel periodo estivo, previa fertilizzazione con concime agrario (50 p.p.m. di N e 15 p.p.m. di P), semplicemente seminando nauplii in ragione di 500 ind./litro.

I ricambi giornalieri effettuati per ogni vasca sono stati 1,5-2 per il I mese di allevamento, 2,5-3 per il II e 4-5 per il III. L'acqua prelavata dal canale di Nassa prima di raggiungere le vasche viene convogliata in una camera di filtraggio-miscelazione unitamente all'acqua «calda»; un sistema di valvole permette di variare le proporzioni dei due tipi di acqua.

In Tab. 2 e 3 vengono riportate le analisi fisico-chimiche dell'acqua del pozzo e del residuo ottenuto filtrando a 5 micron: la considerevole quantità di rame rende conto della necessità di miscelare con acque marine quella del pozzo.

Al fine di elevare la temperatura di allevamento e soprattutto di attenuare l'escursione termica nictemerale (valore massimo registrale 3,5°C) senza alterare le caratteristiche chimiche dell'acqua di allevamento, nel corso del 1984 è stata sperimentata, per una sola vasca, una serpentina realizzata con tubi di PVC «leggero», del diametro di 32 mm e della lunghezza di circa 50 m, posta sul fondo. Nello scambiatore di calore veniva convogliata l'acqua del pozzo ipotermale ad un regime di 0,5 l/sec in circuito aperto.

Risultati

Si è riscontrata ovulazione da parte dei soggetti trattati in media dopo 57 ore dal trattamento; in Tab. 4 vengono riportati, per i tre anni presi in considerazione, i grammi di uova deposti per Kg e la percentuale di fecondazione.

Tab. 2 - *Caratteristiche fisico-chimiche dell'acqua del pozzo.*

Temperatura	°C	25,5
Salinità	°/₀₀	37 ± 2
Ossigeno	p.p.m.	0-1
pH		7,88
Residuo fisso a 180°	g/l	38,90
Durezza totale	°F	777
Durezza permanente	°F	722,5
Durezza temporanea	°F	54,5
Cloruri (ione cloridrico)	p.p.m.	20,166
Calcio	p.p.m.	1,069
Magnesio	p.p.m.	1,239
Sodio	p.p.m.	12,000
Potassio	p.p.m.	359
Ferro	p.p.m.	0,400
Manganese	p.p.m.	0,390

Nei bacini da 80 mc, nel periodo invernale con temperature intorno agli 11 °C, si sono registrate concentrazioni di Rotiferi variabili tra i 5 ed i 50 individui/ml.

Nel bacino esterno in terra, dove sono stati allevati i Copepodi, si sono osservate concentrazioni di 3-6 nauplii/ml e di 0,5-1,5 adulti/ml.

Il bacino di allevamento dell' Artemia ha fornito un prodotto annuo di 4-5 Kg; il raccolto, che comprendeva nauplii, adulti e fasi intermedie, è stato ottenuto con pescate periodiche ed una a fine allevamento ad Ottobre.

Il numero di prede vive fornite (Tab. 1) è in linea con quanto riportato da IIZAWA (1984).

Le temperature medie registrate nelle vasche di allevamento nei tre anni sono state

Tab. 3 - *Analisi del residuo dopo filtraggio a 5 micron.*

Sostanza secca	%	24,56
Sodio	p.p.m./s.s.	75.000
Potassio	p.p.m./s.s.	6.600
Ferro	p.p.m./s.s.	91.000
Manganese	p.p.m./s.s.	41.600
Rame	p.p.m./s.s.	166

Tab. 4 - *Grammi di uova emesse per Kg e percentuale di fecondazione.*

ANNO	gr. UOVA kg	% UOVA FECONDATE
1982	300	81,5
1983	215	61
1984	163	54

13,5°C, 16,5°C e 19°C rispettivamente per il I, II e III mese di allevamento. Tali valori sono stati ottenuti miscelando acqua «calda» a quella di provenienza marina nelle proporzioni del 28, 34 e 16% rispettivamente per il I, II e III mese di allevamento.

In Tab. 5 vengono riportati i valori termici relativi al mese di Febbraio 1984 della vasca equipaggiata con lo scambiatore di calore.

La produzione di avannotti di spigola di età compresa tra i 120 ed i 150 giorni, con taglie comprese tra i 4 ed i 6 cm, è stata di 40.000, 120.000 e 110.000 rispettivamente per gli anni 1982, '83 e '84.

Tab. 5 - *Valori termici registrati nella vasca equipaggiata con scambiatore di calore e in una vasca di controllo*

ΔT° ingresso-uscita	**2°**
ΔT° vasca-vasca controllo	**1,5°**
ΔT° giorno-notte (media)	**2°**
ΔT° giorno-notte vasca controllo (media)	**3°**

Discussione

I risultati ottenuti nei tre anni presi in considerazione consentono alcune riflessioni sulla sperimentazione fin qui svolta.

Per quanto riguarda i riproduttori la Tab. 4 sembra indicare un progressivo decadimento della loro qualità nel corso dei tre anni: tale decadimento è espresso sia dalla quantità di uova deposte che dalla percentuale di fecondazione. L'andamento e la portata di questo fenomeno potranno essere chiariti con ulteriori osservazioni condotte sulle prossime stagioni riproduttive; va comunque notato che, per motivi di ordine gestionale, solo il 66% dei riproduttori utilizzati nel 1984 proveniva dalla pesca ai lavorieri, mentre il resto era stato pescato in laguna al tramaglio.

Le colture di Rotiferi hanno presentato rese unitarie piuttosto modeste se confrontate a quelle ottenute in analoghi allevamenti (TECH, 1981), ma comunque largamente sufficienti a coprire il fabbisogno giornaliero.

Circa lo scambiatore di calore adottato nel 1984 va notato che, anche se il risultato fornito può essere migliorato ottimizzando sia il materiale che la configurazione e disposizione in vasca della serpentina, la modesta differenza di temperatura tra l'acqua dello scambiatore e quello della vasca di allevamento consiglia, per un impianto che lavori in circuito aperto, di accantonare questa tecnica in favore di un sistema di controllo a monte della rete di distribuzione. Verrà difatti sperimentato un sistema di valvole per la miscelazione automatica in funzione della temperatura finale programmata.

Per quanto attiene la composizione chimica dell'acqua ipotermale va rilevato che l'esperienza d'allevamento condotta presso il Laboratorio Ittiogenico di Santa Liberata è unica nel suo genere e che non sono disponibili dati di raffronto in letteratura.

Al termine di questa prima fase di sperimentazione è tuttavia possibile affermare che gli allevamenti sono tecnicamente possibili nelle proporzioni di miscelazione (tra acqua marina ed acqua ipotermale) riportate nel presente lavoro.

La fase di sperimentazione attualmente in corso di allestimento, che prevede un sistema di controllo della temperatura dell'acqua di ricambio, sarà preceduta da una serie di prove tese a stabilire la tolleranza delle varie specie riprodotte a percentuali crescenti di acqua «calda».

I dati produttivi dei tre anni considerati dimostrano inoltre come il patrimonio di manifestazioni geotermiche presenti in Italia possa essere con successo utilizzato nel ciclo produttivo di avannotteria consentendo, da un lato, un considerevole risparmio energetico e dall'altro una notevole semplificazione in termini di impiantistica e di gestione.

Segnaliamo infine la totale assenza di fenomeni patologici a carico degli stocks in allevamento, probabilmente anch'essa riferibile alla possibilità di operare in circuito aperto anche nei mesi invernali.

Summary

The expedience offered by an hypothermal salt-pit (37‰) is exploited by the Laboratorio Ittiogenico «S. Liberata» for larval breeding of ichthyological marine species, i.e. Dicentrarchus labrax *(L.).*

The breedings take place in opened circuit mingling the salt-pit with sea water «cold» in cement basins of 18 cubic metres. The operative temperatures change between 11°C and 19°C. The seabass reproducers are taken from the near Nassa's fishery at the moment of the genetic migration toward the sea. To synchronise and stimulate the latest stage of the ovary maturity hormonal treatments are effected (1000 U.I./Kg H.C.G.).

For the alimentation of the first larval stages is utilised living zooplancton produced in basins, inside the laboratory of 80 square metres, suitably eutrophied with the addition of common agricultural fertilizers. The zooplancton production in these cultures presents unitary moderate yields (10-15 planctonti/ml) but it offers remarkable ad-

vantages of economic and simple management. During the last season there has been utilized, with good results, zooplancton produced in lagoon eutrophied places.

The production of seabass fingerlings 4-5 months old in the last three years has been of 40000, 120000, 110000 specimens.

Riassunto

Vengono riportate le esperienze di tre anni di riproduzione artificiale della spigola, *Dicentrarchus labrax* (L.), con particolare riguardo alla possibilità di condizionare termicamente gli allevamenti offerta dalla presenza di un pozzo di acqua eualina con una temperatura costante di 25,5°C. La possibilità di operare con riproduttori di provenienza lagunare in migrazione genetica, le colture di fito e zooplancton in bacini di notevoli dimensioni, la raccolta in aree lagunari eutrofiche di ingenti quantità di zooplancton da somministrare in fase di svezzamento, il rifornimento delle vasche in circuito aperto con acqua «calda» conferiscono al Laboratorio Ittiogenico di S. Liberata economicità di esercizio e semplicità di gestione.

La produzione finale per i tre anni presi in considerazione è stata di 40000, 120000 e 110000 avannotti di età compresa tra i 120 ed i 150 giorni, con taglie tra i 4 ed i 6 cm.

Bibliografia

ALESSIO G. (1976) - Riproduzione artificiale e piscicoltura intensiva di specie ittiche marine come possibilità di sfruttamento della Laguna di Orbetello (GR). *Ateneo Parmense Acta Nat.,* 12: 315-332.

BARNABE' G. (1976) - Rapport technique sur la ponte induite et l'élevage des larves du Loup *Dicentrarchus labrax* (L.) et de la Dorade *Sparus aurata* (L.). *Stud. Rev.* GFCM, (55): 63-116.

BARNABE' G. (1984) - Utilisation de plancton collecté pour l'élevage de poissons marins. In BARNABE' G. et BILLARD R. Ed., *L'aquaculture du Bar et des Sparidés,* INRA Publ., Paris, 185-207.

BRUGGEMAN E., SORGELOOS P., VANHAECKE P. (1980) - Improvements in the decapsulation technique of *Artemia* cysts. *The brine Shrimp Artemia* 3: 261-269.

IIZAWA M. (1984) - Correlations entre la densité de proies et la quantité consommée per les larves du loup *Dicentrarchus labrax* (L.). In BARNABE' G. et BILLARD R. Ed. *L'aquaculture du Bar et des Sparidés,* INRA Publ., Paris, 1984: 161-173.

PONTICELLI A., ANGELINI M., LENZI M., SALVATORI R. (in stampa) - Raccolte di zooplancton in ambienti eutrofici a mezzo di un'apparecchiatura automatica. XVI Convegno SIBM - Lecce. *Oebalia,* XI.

TEACH E. (1981) - Culture of zooplancton (*Brachionus* and *Moina).* FAO-SCF/GFO/81: WP-3: 35-51.

WALNE P.R. (1966) - Experiments in the large-scale culture of the larvae of *Ostrea edulis* (L.). *Fishery Invest.,* Lond. (Ser. II), 25 (4): 1-45.

OEBALIA 1985, vol. XI - 2, N.S.: 737-744 ISSN 0392-6613

R. SALVATORI M. LENZI F. FOMMEI M. ANGELINI
Laboratorio Ittiogenico S. Liberata C.G.P.O. - S. Liberata - Italy

ESPERIENZE DI RIPRODUZIONE ARTIFICIALE E ALLEVAMENTO LARVALE DELLA SOGLIOLA *(SOLEA SOLEA* FOWLER)

Abstract

Experiences of artificial reproduction and larval rearing of sole (Solea solea Fowler).
For the artificial reproduction males and females have been utilised. They have been collected in the lagoon of Orbetello and a little stock has been reared in the «Laboratorio Ittiogenico» in S. Liberata (Italy).

Key-words: *Solea solea,* aquaculture, reproduction.

Introduzione

Il Laboratorio Ittiogenico di S. Liberata ha condotto uno studio sulla riproduzione artificiale e sull'allevamento larvale della sogliola (*Solea solea* Fowler), al fine di produrre avannotti da semina. Questa ricerca è stata intesa alla individuazione di una metodologia sufficientemente economica, che sia riproducibile su vasta scala, ed è avvenuta con il contributo del Ministero della Marina Mercantile (legge 41/82).

Una prima esperienza condotta ad Orbetello (BRASOLA, 1974) aveva dimostrato la possibilità di adattare a questa specie tecniche di riproduzione indotta già consolidate per altre specie ittiche (SHELBOURNE 1964). In questa prima esperienza l'allevamento fu condotto su 6.000 larve e portò, dopo 40 giorni, con una sopravvivenza del 75%, ad avannotti di circa 2 cm.

Nel periodo 1981-84, il Laboratorio Ittiogenico di S. Liberata ha ripreso l'attività di ricerca di riproduzione artificiale su questa specie, sulla base di questa esperienza preliminare.

Nelle stagioni riproduttive 1981 e 1982 non sono stati reperiti in laguna riproduttori con una maturazione gonadica sufficientemente avanzata; nel 1983 i dosaggi ormonali riportati da Brasola, condotti su un numero ristretto di esemplari, si erano dimostrati insufficienti per ottenere ovulazione. Nel 1984 si è deciso di allargare questa esperienza di riproduzione anche a soggetti di provenienza marina e di adottare diversi dosaggi ormonali.

Materiali e metodi

All'inizio dell'esperienza il parco dei riproduttori aveva la seguente origine: uno stock proveniva da una stabulazione di circa 2 anni in vasca (allestita sul modello descritto da RAMOS, 1977); un altro stock era di provenienza lagunare; infine altri soggetti sono stati catturati in mare in marzo e in aprile. Dei primi due stock sono stati trattati 45 maschi (154 g, σn 46; 23,6 cm) e 28 femmine (240 g, σn 20; 24,9 cm). Le catture in mare sono state effettuate con un motopeschereccio mediante reti a strascico, con traini di un'ora al massimo; le catture in laguna sono avvenute ai lavorieri, oppure mediante i bertovelli.

I trattamenti sono consistiti in tre iniezioni per ogni soggetto, maschio o femmina, di gonadotropine serica e corionica nelle dosi di 500, 1000 e 1500 UI/kg, secondo quanto descritto da RAMOS (1977).

Il prodotto usato conteneva PMSG e HCG nel rapporto di 2 a 1 UL

La temperatura alla quale si è lavorato in marzo-aprile con i riproduttori è stata di 17-18°C, contro i 14-16ºC registrati nello stesso periodo nel tratto di mare prospicente il Laboratorio.

Tale temperatura è stata ottenuta miscelando all'acqua marina proveniente dal canale di comunicazione con la laguna, acqua eualina a 25°C, proveniente dal sottosuolo.

Le uova raccolte sono state poste in un incubatore realizzato secondo un modello descritto da BARNABÈ (1976). L'incubatore ha la funzione di tenere le uova in continuo e lento movimento, di lavarle, impedire fioriture batteriche, e di lasciare decantare sul fondo quelle immature e quelle non fecondate. Le uova hanno sostato per 10 h circa in questo ambiente, quindi sono state trasferite in vasca. Le tre vasche utilizzate nell'esperienza avevano un volume di 18, 16, 96 m^3 (rispettivamente 1 m, 1 m, 1,20 m di profondità), e in esse sono state trasferite le uova, ad intervalli di 10 giorni secondo l'ordine riportato. La densità larvale è stata al termine della schiusa di 11,6, 8,3 e 3,3 larve/l rispettivamente per la vasca da 18, 16 e 96 m^3.

La scelta di queste densità larvali è stata effettuata sulla base dei risultati ottenuti da GATESOUPE *et al.* (1977).

Per le vasche più piccole si è proceduto ad un ricambio idrico al giorno in assenza di aerazione, a partire dalla fase di incubazione; per la vasca da 96 m^3 il ricambio è stato effettuato a partire dal 12° giorno dalla schiusa fornendo aerazione fin dall'inizio. La temperatura, per i primi 25 giorni di allevamento, ha oscillato tra i 16 e i 18°C.

L'alimentazione nelle vasche da 16 a 18 m^3 si è basata su somministrazioni giornaliere di *Chlorella* sp., ciliati, rotiferi e copepodi. I rotiferi sono stati mantenuti alla concentrazione di 5 individui/ml, mentre i copepodi a quella di 20 individui/ml.

Per la vasca da 96 m^3 si è usato un procedimento più semplice, poiché questa vasca, al momento di introdurre le uova, ospitava una coltura di fito-zooplancton molto varia per specie. In tale coltura si sono osservati, oltre ai rotiferi (5-15 ind./ml) e ai copepodi (1-5 ind./ml, tra nauplii e adulti), *Chlorella* sp., *Chaetoceros* sp., altri fitoplanctonti, e tra lo zooplancton ciliati, larve di policheti e trocofore di molluschi in concentrazioni non calcolate. L'alimentazione pertanto non è stata fornita fino al 20° giorno.

Tra il 20° ed il 25° giorno, per tutti gli stock sono stati introdotti plancton surgelato, in prevalenza copepodi, e nauplii e metanauplii di *Artemia salina,* per due volte al giorno. La frazione surgelata è stata ottenuta da raccolte effettuate in ambienti lagunari mediante un sistema automatico di raccolta (PONTICELLI *et al.,* 1984).

All'età di 30 giorni si è introdotto il mangime artificiale a base di farine di pesce e carne di mitili triturata e setacciata con reti di maglia variabile tra 300 e 1000 micron.

In Fig. 1 viene riportato lo schema dell'alimentazione.

Esperienze di svezzamento condotte da GIRIN *et al.* (1977) su alcuni stock di soglioline di 30 giorni composti ognuno da 150 soggetti provenienti da riproduzione artificiale, consigliavano, per le elevate percentuali di sopravvivenza ottenute, l'utilizzo di farine

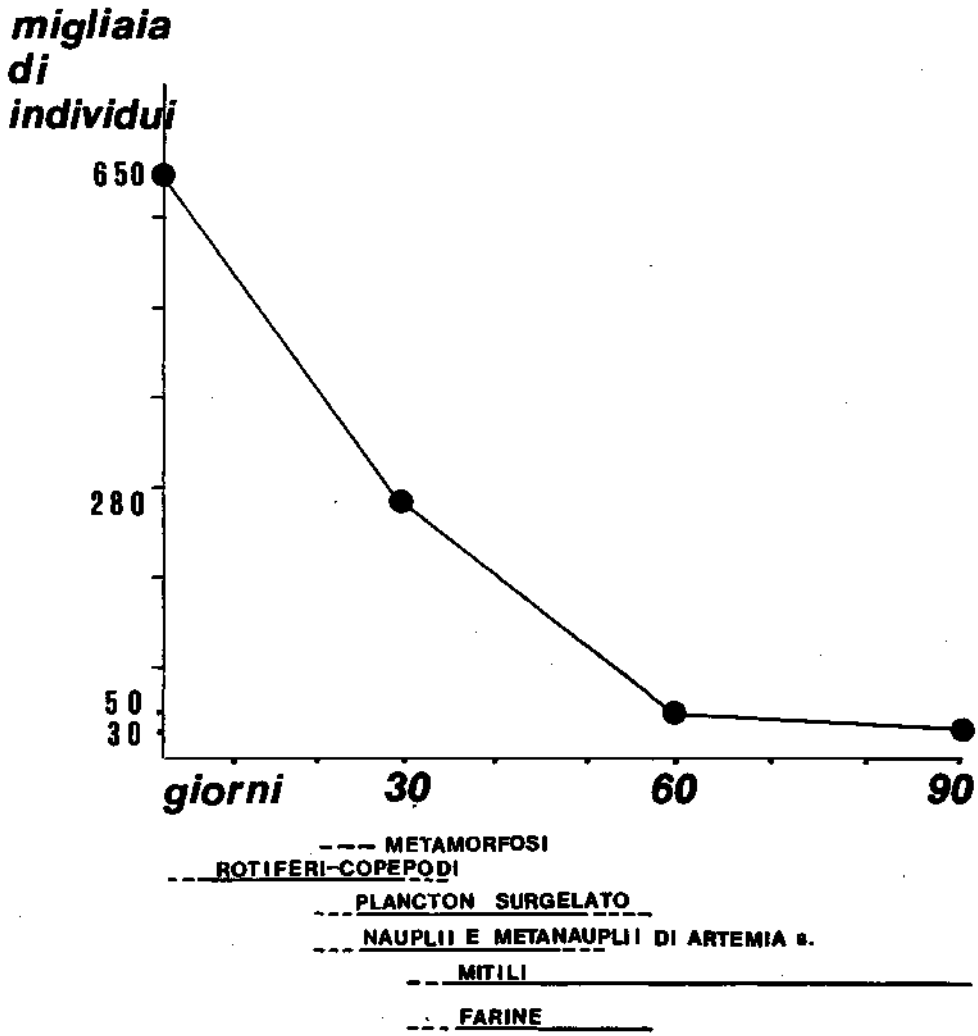


Fig. 1 - Curva di sopravvivenza complessiva di tutto l'allevamento e schema del programma di alimentazione.

prodotte da polpa liofilizzata di *Laevicardium crassum* (sopravvivenza del 70%) e dal polichete *Nephthys hombergii* (sopravvivenza del 53%).

Le difficoltà di realizzare una simile alimentazione, sottolineata dagli stessi Autori, ci hanno indotto ad utilizzare, come prima esperienza, le farine di pesce reperibili in commercio e la polpa fresca dei mitili.

Risultati

Degli esemplari catturati in mare è sopravvissuto agli stress della cattura e del trasferimento il 25% circa, pari a 65 individui. In questi soggetti la risposta ai trattamenti ormonali è risultata completamente negativa.

Risposta positiva ai trattamenti ormonali si è ottenuta, invece, sia dagli esemplari stabulati in vasca, sia dai soggetti provenienti dalla pesca in laguna durante il mese di aprile.

Va riferito che 4 soggetti di provenienza lagunare hanno emesso spontaneamente uova entro 24 ore dalla cattura e che le uova sono state fecondate da maschi non trattati.

Nel complesso si sono ottenuti 880 g di uova, di cui il 54%, pari a 480 g, è risultato maturo e fecondato. Le dimensioni delle uova fecondate hanno avuto valori compresi tra 0,95 e 1 mm e un peso medio di 0,574 mg.

Il 18-20% delle uova fecondate è degenerato nel corso della incubazione.

L'ovulazione è avvenuta per il 79% delle femmine (la percentuale non include gli individui di provenienza marina): ogni femmina ha emesso uova a più riprese nel corso di 3-5 giorni, per un valore medio complessivo di 40 g/individuo.

Il tempo di incubazione delle uova ha avuto una durata di 45-65 h, per temperature oscillanti tra 16 e 18°C.

L'apertura della bocca è avvenuta tra il 4° ed il 5° giorno.

Già in questo periodo si sono notati molti individui albini: nella vasca da 16 m^3 tali individui raggiungevano il 50%.

I processi di metamorfosi sono stati osservati a partire dal 13°-15° giorno, alla temperatura di 18-19ºC.

In tabella 1 vengono riportate le medie dimensionali e le relative deviazioni standard, effettuate per le tre vasche al 30°, al 50°, al 65° e al 90° giorno.

In Fig. 1 si riporta la curva di sopravvivenza relativa a tutto lo stock allevato.

Dalla figura si osserva che da circa 650.000 larve l'allevamento è passato a 30 giorni a circa 280.000, con una sopravvivenza del 43%. La sopravvivenza è scesa al 7,8% a 60 giorni e al 4,6% a 90 giorni con 30.000 soggetti seminati.

La mortalità più alta, quindi si registra tra il 30° ed il 60° giorno.

In tabella 2 si riportano le percentuali di sopravvivenza relative alle tre vasche calcolate a 30, 60 e 90 giorni.

Al momento della semina le soglioline presentavano percentualmente le seguenti taglie: 1 cm, 30%; 2 cm, 45%; 3 cm, 15%; 5 cm, 10%.

Lo stock nella vasca da 18 m^3 ha manifestato intorno al 50° giorno per circa il 70% degli individui, un esteso fenomeno di depigmentazione e, per alcuni soggetti, un vistoso sfaldamento della cute.

Un campione di soggetti che presentavano tale sintomatologia è stato inviato all'Istituto Zooprofilattico Sperimentale delle Venezie, per gli esami del caso. In attesa dei risultati di tali analisi si è proceduto a trattamenti combinati con ossitetraciclina (10 ppm per 6h) e verde malachite (0,1 ppm per 6 h), e alla soppressione della frazione alimentare costituita dalle farine, supponendo tale sintomatologia attribuibile ad un disagio di tipo ambientale.

Il fatto che le analisi dell'Istituto Zooprofilattico non evidenziarono alcun elemento patogeno, consigliò di continuare l'allevamento con una dieta priva di farine.

L'attribuzione di questo fenomeno ad uno stress di tipo ambientale, derivante da un inquinamento da residui delle farine, è stata suffragata dall'assenza di un fenomeno analogo nelle altre vasche, nelle quali le farine o non sono mai state somministrate (vasca 96 m^3) o lo sono state solo per pochi giorni (vasca 16 m^3).

Conclusioni

Per quanto riguarda i riproduttori di provenienza marina, la risposta negativa va attribuita a due fenomeni: il tipo di pesca che consente margini di sopravvivenza molto bassi, ed è causa di stress che possono riflettersi sulla maturazione delle gonadi, e il periodo di deposizione, che sulla base dei soggetti esaminati non ha coinciso nel 1984, con quello dei riproduttori di origine lagunare. D'altra parte TORTONESE (1975) per la regione italiana riporta come periodo riproduttivo di questa specie l'ampio intervallo compreso tra dicembre e maggio.

Pertanto, nell'arco di questo periodo, saranno effettuate indagini sullo stato di maturazione delle gonadi che potranno fornire una più esatta indicazione sul periodo di deposizione della popolazione marina prossima alla nostra costa, ed indicare il periodo in cui effettuare le pescate con la tecnica del tramaglio, che, rispetto allo strascico, consente di limitare i traumi da cattura.

All'interno della popolazione lagunare sono stati catturati individui che hanno ovulato spontaneamente, altri per i quali è stato necessario intervenire con diverse tecniche di induzione ormonale, e altri ancora che non hanno risposto ad alcun trattamento; queste diverse risposte si sono riscontrate in proporzioni variabili nel corso dei vari anni. Allo stato attuale, soltanto grossi quantitativi di questi riproduttori possono quindi permettere di intraprendere le attività di riproduzione artificiale su scala industriale.

Per una tale prospettiva, sulla base dei risultati del 1984, la stabulazione dei riproduttori in vasca offre interessanti indicazioni, soprattutto perché trasferibile ad altri ambienti, anche se necessita di una verifica nel corso dei prossimi anni.

L'allevamento ha avuto, sia in termini di accrescimento (Tab. 1) che di sopravvivenza (Tab. 2), un andamento migliore nella vasca di maggiori dimensioni. La vasca da 96 m^3 ha presentato inoltre una crescita più omogenea dei soggetti allevati.

È probabile che in tale ambiente, alla densità di circa 3 larve/l, la mole d'acqua abbia costituita una sorta di tampone verso ogni stress, e che si siano inoltre costituiti insediamenti bentonici, i cui componenti abbiano permesso alle soglioline di variare la dieta (ad esempio, in questa vasca sono stati osservati policheti del genere *Polydora* e il lamellibranco *Cerastoderma glaucum).*

Tab. 1

A		B		C		E
$\bar{X}$	σn	$\bar{X}$	σn	$\bar{X}$	σn	
0,70	0,24	0,70	0,21	0,70	0,40	30
1,70	0,42	1,66	0,82	1,65	0,63	50
1,70	0,67	1,60	0,80	1,50	0,78	65
2,25	1,11	2,20	2,42	2,00	2,07	90

E: età (giorni).
A: vasca da 96 m^3
B: vasca da 18 m^3
C: vasca da 16 m^3
$\bar{X}$: valore medio, espresso in cm, ddella dimensione delle soglioline
σn: deviazione standard.

Le differenze riscontrate nei tre lotti allevati è probabile debbano essere attribuite alla diversità nella qualità dell'ambiente, anche se alla luce di queste considerazioni, non è possibile spiegare le differenze riscontrate tra la vasca da 16 e quella da 18 m^3.

Nel corso dell'allevamento, la fase che ha inciso maggiormente sulla sopravvivenza, è stata quella dello svezzamento, infatti dal 30° al 60° giorno si è avuta una sopravvivenza del 17,8%.

Tab. 2

E	A		B		C		Tot.	
	N	S	N	S	N	S	N	S
0	3100		2100		1300		6500	
30	1550	50	795	27,8	455	35	2800	43
60	368	11,7	103	4,9	29	2,2	500	7,8
90	260	8,4	37	1,8	3	0,2	300	4,6

E: età (giorni)
A: vasca da 96 m^3
B: vasca da 18 m^3
C: vasca da 16 m^3
N: numero individui × 100
S: % sopravvivenza

Dal 60° al 90° giorno, a svezzamento ormai ultimato, si è registrata invece una sopravvivenza del 60%, la più elevata dei tre intervalli presi in considerazione, a significare un adattamento dei soggetti alla dieta imposta.

L'utilizzo di farine di pesce ha presentato scarsa appetibilità e problemi di inquinamento del fondo. METAILLER *et al.* (1983) hanno realizzato esperienze positive di svezzamento, con soglioline provenienti da riproduzione artificiale, intese a rendere maggiormente appetibili le farine industriali, mediante l'uso di diversi additivi, con sopravvivenze fino all'80%.

Per quanto tale esperienza dovrà essere indubbiamente presa in considerazione per il prossimo futuro, la mortalità registrata in fase di svezzamento induce per i prossimi anni ad allungare la fase di alimentazione naturale e ad anticipare il periodo di semina.

Quest'ultima operazione sarà condotta in ambienti controllati, che possono essere svuotati all'occorrenza per eliminare ogni possibile predatore eagevolare le operazioni di semina di raccolta, nei quali saranno avviate, previa fertilizzazione, colture di fito e zooplancton.

Summary

For the artificial reproduction males and females have been utilized. They have been collected in the lagoon of Orbetello and a little stock has been reared in the «Lab. Ittiogenico». Ripe sole eggs have been obtained after maturation-inducing hormone treatments, carried out with human chorionic and seric gonadotropin, only from lagoon and breeding subjects. Hatching of eggs occurred after 45-65 h (between 16-18°C). The basins of 16,18, 96 m^3 have been used. Notes on the metamorphosis and larval growth are reported.

The larvae have be originally fed with rotifers and copepods. As far as weaning is concerned we have used frozen plancton and mussel pulp. For one stock we have observed a wide phenomenon of depigmentation and skin scaling, but no pathogenous agent has been separated. We have observed the greatest mortality from 30th to 60th day, due to the reduction of living preys.

At the end of June 30,000 soles of 90 days: (2.1 cm) have been spread in the lagoon of Orbetello.

The research has been realized with contribution by «Ministero della Marina Mercantile». A work plan for the next biennium is mentioned.

Riassunto

Sono stati utilizzati riproduttori di provenienza marina, lagunare, oltre ad uno stock stabulato da due anni. Sia i maschi che le femmine hanno subito trattamenti ormonali con gonadotropine serica e corionica in dose e proporzioni variabili; per alcuni soggetti di provenienza lagunare si sono ottenute uova fecondate senza alcun trattamento. La schiusa è avvenuta in un tempo compreso tra le 45 e le 65 ore, per temperature tra i

16 e i 18°C. Si sono utilizzate vasche da 16, 18 e 96 m^3. Vengono riportate alcune note circa lo sviluppo larvale e la metamorfosi.

Ad una alimentazione naturale basata su rotiferi e copepodi si è fatta seguire una fase di svezzamento con plancton surgelato ed una alimentazione artificiale a base di polpa di mitili finemente tritata. Nel corso dell'allevamento si sono manifestati per uno stock di depigmentazione e, per alcuni soggetti, sfaldamento della cute; tuttavia non è stato isolato alcun agente patogeno. Curve di sopravvivenza relative all'allevamento manifestano una caduta del numero dei soggetti in concomitanza di una dieta prevalentemente artificiale.

L'allevamento si è concluso con una semina nella laguna di Orbetello di circa 30.000 soggetti dell'età di circa 90 giorni e delle dimensioni comprese tra 1 e 5 cm (valore medio 2,1 cm). La ricerca per la messa a punto di una tecnica sufficientemente economica di riproduzione e allevamento avrà una durata triennale, ed avviene con il contributo del ministero della Marina Mercantile. Si prospetta nel testo il piano di lavoro per il prossimo biennio.

Bibliografia

BARNABE' G. (1976) - Rapport tecnique sur la ponte induite et l'elevage des larves du loup *Dicentrarchus labrax* (L) et de la dorade *Sparus aurata* (L). *Etud. Rev. CGPM/GFCM.*

BRASOLA V. (1974) - Riproduzione artificiale della sogliola *(Solea solea)* effettuata con successo presso la laguna di Orbetello. *Riv. It. Piscic. Ittiop.* A IX n. 4:, 99-101.

GATESOUPE F.J., GIRIN M., LUQUET P. (1977) - Richerche d'une alimentation artificielle adaptée a l'élevage des stades larvaires des poissons. II. Application a l'élevage larvaire du bar et de la sole. *Actes de colloques du C.N.E.X.O.,* 4: 59-66.

GIRIN M., METAILLER R., NEDELEC J. (1977) - Accountumance de jeunes soles *(Solea solea) à* differents aliments inertes après achevement de la metamorphose. *Actes de colloques du C.N.E.X.O.,* 4: 35-50.

METAILLER R., CADENA - ROA M., PERSON - LE RUYET J. (1983) - Attractive chemical substances for the weaning of Dover sole *(Solea vulgaris):* qualitative and quantitative approach. *J. World Maricul. Soc.* 14: 679-684.

PONTICELLI A. - ANGELINI M. - LENZI M. - SALVATORI R. (1984) - Raccolte di zooplancton in ambienti eutrofici a mezzo di un'apparecchiatura automatica. Atti del XVI Congresso SIBM. Oebalia, N.S. XI.

RAMOS J. (1977) - Primeras experiencias de cria de lenguado *(Solea solea* L.). *Inf. Tecn. Inst. Inv. Pesq.* 48: 1-13.

SHELBOURNE J.E. (1964) - The artificial propagation of marine fish. *Adv. Marine Biol.,* 2: 1-83.

TORTONESE E. (1975) - Osteichtyes, Fauna d'Italia. *Officine Grafiche Calderini,* IX: 508-509.

OEBALIA 1985, vol. XI - 2, N.S.: 745-752 ISSN 0392-6613

A. BARBARO A. FRANCESCON
Istituto di Biologia del Mare, CNR, Venezia, Italy

PARASSITOSI DA *AMYLOODINIUM OCELLATUM* (DINOPHYCEAE) SU LARVE DI *SPARUS AURATA* ALLEVATE IN UN IMPIANTO DI RIPRODUZIONE ARTIFICIALE

Abstract

Amyloodinium *infection in cultured gilthead.*

Amyloodinium ocellatum *infection in hatchery-reared larval* Sparus aurata *was recognized as a major cause of fish mortality. The continuous treatment of copper sulphate (0.5 ppm) for six days is the only successful method to eradicate the parasitic infection.*

Key-words: parassitic disease, *Amyloodinium,* larvae, *Sparus aurata.*

Introduzione

Amyloodinium ocellatum (Brown) è noto da tempo quale parassita di numerose specie ittiche allevate in acquario, dove può causare estese mortalità (BROWN 1934, NIGRELLI 1936, LAWLER 1977); la sua presenza è stata osservata anche su pesci catturati in ambiente naturale (DEMPSTER 1955, LAWLER 1980). Nell'ultimo decennio, con lo sviluppo dell'acquacoltura marina, questo parassita è segnalato anche negli impianti di allevamento ittico intensivo (PAPERNA & BAUDIN LAURENCIN 1979, PAPERNA 1980, PAPERNA *et al.* 1981). In Italia, per la prima volta, una grave oodiniasi è stata segnalata su giovani branzini, *Dicentrarchus labrax* (L.), allevati in impianti della costa tirrenica ed adriatica (GHITTINO *et al.* 1980). Recentemente (febbraio 1984) in un impianto ittico dell'Adriatico settentrionale larve di *Sparus aurata* L., ottenute per riproduzione artificiale, venivano colpite da una Parassitosi (ARCARESE, comunicazione personale), il cui agente eziologico era successivamente identificato *in A. ocellatum.* Il presente lavoro riporta le prime osservazioni e prove effettuate presso quest'ultimo impianto nell'intento di controllare e debellare la Parassitosi.

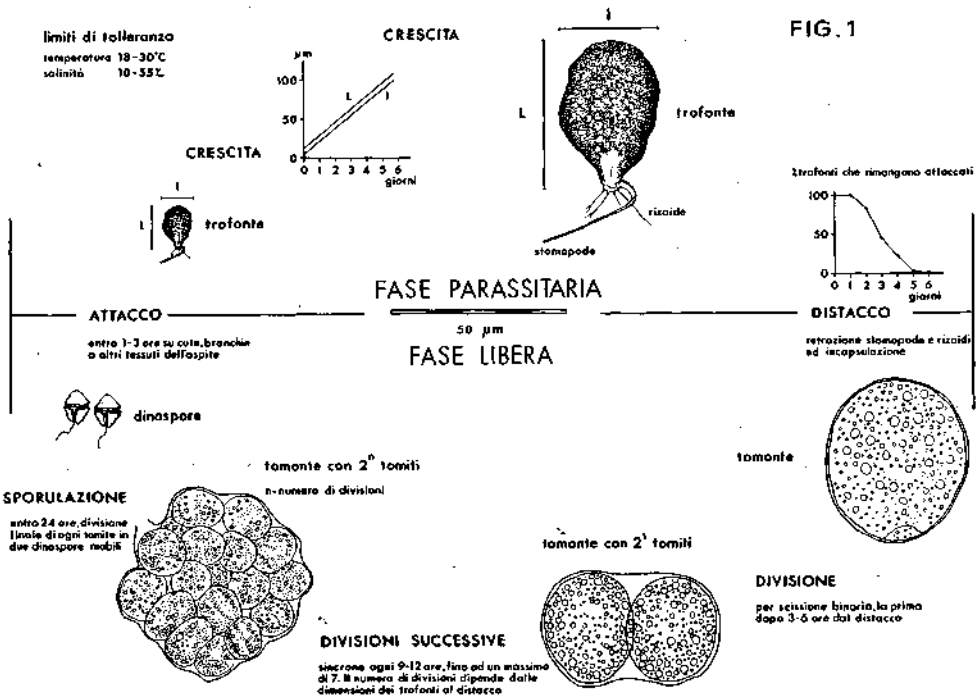
Materiali e Metodi

L'impianto ittico di riproduzione artificiale è dotato di un sistema a ricircolo con rab-

bocco giornaliero di acqua di mare, filtrazione biologica e trattamento mediante lampade ad irradiazione ultravioletta. Le normali condizioni di allevamento sono: temperatura 21 + 1°C e salinità 34 + 1 ‰... La presenza di *Amyloodinium ocellatum* è stata rilevata come stadio parassitario (trofonte) mediante indagine microscopica, su cute e branchie di dieci larve per ciascun campionamento. Per insorgenza della Parassitosi si intende la presenza di un trofonte almeno su una delle larve esaminate e per scoppio la presenza di più di 5 trofonti sul 100 ‰ dei pesci, seguito in pochi giorni da una quasi totale mortalità. Per controllare la Parassitosi si sono compiute prove su larve di 19 giorni già infettate riducendo la temperatura di allevamento a 16 ± 1°*C* (a salinità costante: 34 ‰) e variando la salinità da 34 a 16 ‰ e nuovamente a 34 ‰ (a temperatura costante: 21°C). Parte delle larve sono state inoltre allevate fin dallo stadio di uovo a salinità del 16 + 1 ‰. Larve infette di 26 giorni sono state trattate con solfato di rame pentaidrato ad una concentrazione di 0,5 ppm in continuo per sei giorni. Si riporta il ciclo biologico di *A. ocellatum* a temperatura di 19-24ºC e salinità 30-40 ‰, elaborato dai lavori di NIGRELLI 1936, BROWN & HOVASSE 1946, PAPERNA 1984a (Fig. 1).

Risultati e **Discussione**

Sugli stadi larvali di *Sparus aurata*, similmente a quanto rilevato in un impianto ittico israeliano (PAPERNA 1980), i trofonti di *Amyloodinium ocellatum* si sono insediati



sulla superficie cutanea; per gli stadi post-larvali, giovanili ed adulti, invece, e per la maggior parte delle altre specie ittiche colpite da oodiniasi i trofonti sono segnalati principalmente sulle branchie (LAWLER 1980, PAPERNA 1980) e talvolta in tessuti ed organi interni (CHEUNG *et al.* 1981). Alle normali condizioni di allevamento, il trofonte è stato rinvenuto sulle larve di orata già al primo giorno dopo la schiusa, in vasche collegate ad un settore dell'impianto dove la Parassitosi era ampiamente diffusa; l'insorgenza era, invece, posticipata (14-21 giorni) per larve allevate nelle stesse condizioni in un settore appena entrato in funzione. L'insorgenza della Parassitosi risulta, dunque, in relazione al tempo trascorso dall'entrata in funzione dell'impianto, probabilmente a causa dell'accumularsi delle dinospore che non sono completamente eliminate nelle attuali condizioni di esercizio. La diminuzione della temperatura di allevamento larvale (da 21 a 16°C; Fig. 2A) e i ripetuti sbalzi di salinità (34-16-34 ‰; Fig. 2B) non sono stati sufficienti a contenere la Parassitosi una volta che questa si sia diffusa. Sembra, invece, avere avuto qualche influenza nel ritardare lo scoppio dell'infezione l'allevamento larvale a bassa salinità, in quanto sulle larve allevate al 16 ‰ fin dallo stadio di uovo lo scoppio veniva ritardato di circa 13 giorni rispetto a larve mantenute nelle normali condizioni di allevamento (Fig. 3). L'influenza della salinità sul ciclo biologico di *A. ocellatum*, parassita su post-larve di orata, è stata rilevata anche in Israele: mentre al 20 ‰ l'infezione veniva evitata solo in qualche caso, salinità inferiori a 12 ‰ o superiori a 50 ‰ ne assicuravano sempre l'eliminazione (PAPERNA 1984a). Inoltre lo stesso Autore, in

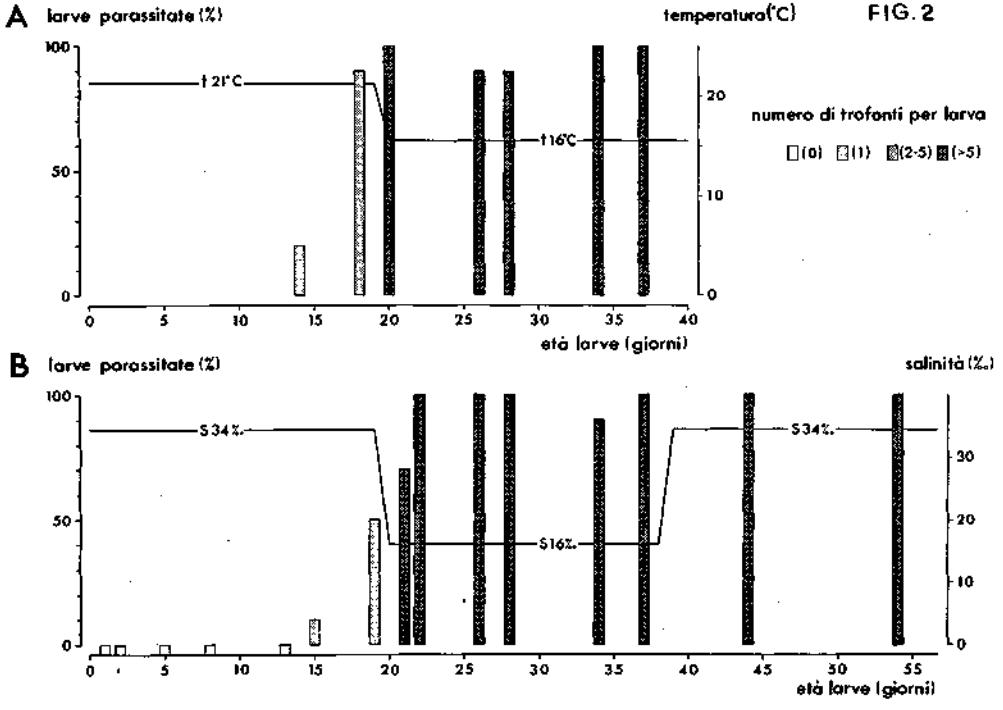
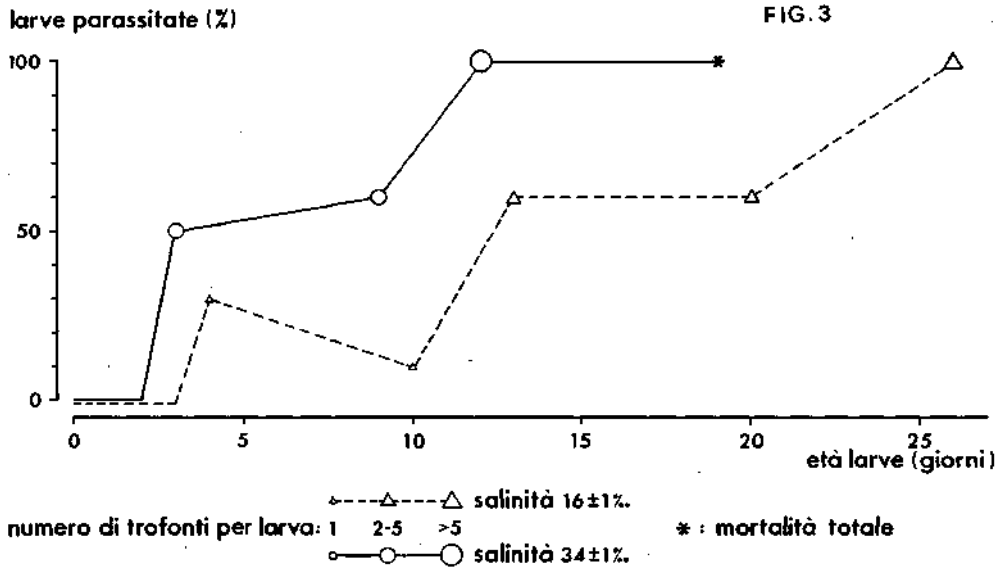
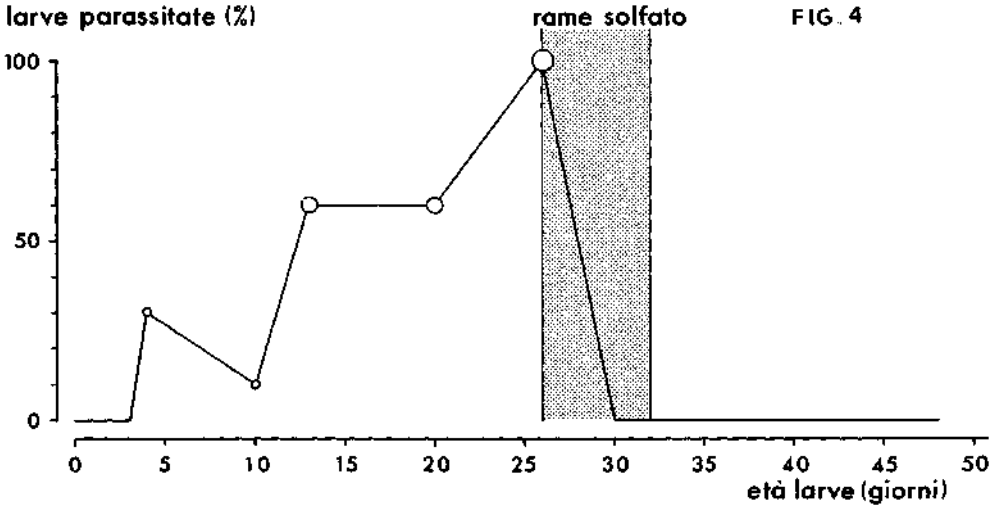


FIG. 2



esperienze condotte in vitro su trofonti rimossi da orate infette, ha trovato che per provocare degli effetti irreversibili sul ciclo di *A. ocellatum* la temperatura doveva essere al di fuori del range 8-35ºC e la salinità 0,5-80 ‰. Anche se in un impianto di allevamento industriale sembra economicamente meno dispendioso e più efficace agire sulla salinità rispetto alla temperatura, i valori salini richiesti per bloccare il ciclo vitale del parassita risultano ancora al di fuori del range ottimale segnalato per una miglior sopravvivenza ed un normale sviluppo delle larve di orata (FREDDI *et al.* 1981).

Soltanto il trattamento con solfato di rame sembra essere un metodo efficace per debellare la Parassitosi, in quanto ha provocato il distacco dei trofonti dalle larve di orata e ne ha evitato successive infezioni (Fig. 4). La terapia a base di sali di rame è quella da tempo più usata con successo contro l'oodiniasi in pesci allevati in acquario, generalmente adulti (DEMPSTER 1955). Recente, invece, è l'impiego del solfato di rame in impianti industriali di allevamento larvale a circuito aperto, dove la sua completa efficacia, anche a basse concentrazioni (0,75 ppm), è stata ottenuta soltanto con trattamenti continui per due settimane in modo da colpire la fase di sporulazione che risulta essere l'unica sensibile a questo trattamento chimico (PAPERNA 1984b). Negli impianti a ricircolo, comunque, l'impiego del solfato di rame dovrà avvenire con particolari precauzioni e controlli nei sistemi a circuito chiuso, infatti, il suo prolungato uso può impedire l'ossidazione dell'ammoniaca e dei nitriti provocandone accumuli dannosi per i pesci; inoltre il dosaggio risulta particolarmente difficile in quanto il rame può essere rimosso dall'acqua in vario modo (BOWER & TURNER 1982).



Conclusioni

Contro la Parassitosi da *Amyloodinium ocellatum* su larve di *Sparus aurata,* il sistema più efficace risulta essere la somministrazione in continuo di solfato di rame. Inoltre il trattamento chimico potrebbe essere proficuamente associato con l'allevamento larvale a bassa salinità che, ritardando lo scoppio della Parassitosi, permette la somministrazione del prodotto a larve più sviluppate e quindi verosimilmente più resistenti. Tuttavia, a causa del difficile impiego del solfato di rame negli impianti a ricircolo, si ritiene opportuno individuare ulteriori metodi per l'eliminazione dell'infezione ed inoltre ricercare le possibili vie di ingresso del parassita nell'impianto.

Ringraziamenti

Gli autori ringraziano per l'identificazione sistematica del parassita il Dr. Ceschia dell'Istituto Zooprofilattico Sperimentale delle Venezie di Udine, il Dr. Giavenni dell Società Industriale per la Riproduzione Artificiale del Pesce di Pellestrina Venezia e la Prof. Paggi dell'Istituto di Parassitologia di Roma. Un particolare ringraziamento al Dr. Colorni della Israel Oceanographic & Limnological Research LTD, Elat Israele, per i preziosi suggerimenti. Gli autori sono grati, inoltre, al personale della SIRAP per la costante disponibilità. Lavoro eseguito con un contributo del CNR nell'ambito del P.F. IPRA Sottoprogetto 1. Pubblicazione N. 414.

Summary

First observations and attempts to control Amyloodinium ocellatum *infection in hatchery-reared larval* Sparus aurata *are reported. Trophont stages of A.* ocellatum *have already settled on one-day hatched larvae. The parasite infection is related to the time taken up by the starting of plant functioning, probably due to accumulation of dinospores that are not completely eliminated in the actual exercise conditions of the recirculation system employed. The lowered rearing temperature of* S. aurata *larvae (21-16 °C) and continued salinity variations (34-16-34 ‰) are not enough to check the infection once it has spread; on the contrary, the rearing of larvae at low salinity has a certain influence in delaying the outbreak of infection. The continuous treatment of copper sulphate for six days (0.5 ppm) is the only successful method since it causes the loss of trophonts from the larvae and further infection is avoided. Besides, chemical treatment could be profitably coupled with rearing at low salinity, that, by delaying the parasitic outbreak, allows the treatment on more developed larvae and therefore more resistant. However, owing to the difficulty of utilizing copper sulphate in recirculation systems, it is thought necessary to find further ways for eliminating infection, as also to identify how the parasite gets into the plant.*

Riassunto

Si riportano le prime osservazioni e prove effettuate per controllare una Parassitosi da *Amyloodinium ocellatum* manifestatasi su larve di *Sparus aurata* allevate in un impianto industriale di riproduzione artificiale. I trofonti di *A. ocellatum* sono presenti sulla cute di *S. aurata* già al primo giorno dalla schiusa larvale.

L'insorgenza della Parassitosi risulta in relazione al tempo trascorso dall'entrata in funzione dell'impianto, probabilmente a causa dell'accumularsi delle dinospore che non sono completamente eliminate nelle attuali condizioni di esercizio. La diminuzione della temperatura di allevamento delle larve di orata (da 21 a 16°C) e i ripetuti sbalzi di salinità (34-16-34 ‰) non sono sufficienti a contenere la Parassitosi una volta che questa si sia diffusa; sembra, invece, avere qualche influenza nel ritardare lo scoppio dell'infezione l'allevamento a bassa salinità (16 ‰). Soltanto il trattamento in continuo con solfato di rame (0,5 ppm) per sei giorni risulta essere un metodo efficace in quanto provoca il distacco dei trofonti dalle larve e ne evita successive infezioni. Inoltre il trattamento chimico potrebbe essere proficuamente associato con l'allevamento a bassa salinità che, ritardando lo scoppio della Parassitosi, permette la somministrazione del prodotto a larve più sviluppate e quindi verosimilmente più resistenti. Tuttavia, a causa del difficile impiego del solfato di rame negli impianti a ricircolo, si ritiene opportuno individuare ulteriori metodi per l'eliminazione dell'infezione ed inoltre ricercare le possibili vie di ingresso del parassita nell'impianto.

Bibliografia

BOWER C.E., TURNER D.T. (1982) - Effects of seven chemotherapeutic agents on nitrification in closed seawater culture systems. *Aquaculture,* 29 (3/4): 331-345.

BROWN E.M. (1934) - On *Oodinium ocellatum* Brown, a parasitic dinoflagellate causing epidemic disease in marine fish. *Proc. zool. Soc. Lond.,* Part 3: 583-607.

BROWN E.M., HOVASSE R. (1946) - *Amyloodinium ocellatum* (Brown), a peridinian parasitic on marine fishes. A complementary study. *Proc. zool. Soc. Lond.,* 116: 33-46.

CHEUNG P.J., NIGRELLI R.F., RUGGIERI G.D. (1981) - *Oodinium ocellatum* (Brown, 1931) (Dinoflagellata) in the kidney and other internal tissues of pork fish, *Anisostremus virginicus* (L.). *J. Fish Diseases,* 4: 523-525.

DEMPSTER R.P. (1955) - The use of copper sulfate as a cure for fish diseases caused by parasitic dinoflagellates of the genus *Oodinium. Zoologica N.Y.,* 40 (12): 133-138.

FREDDI A., BERG L., BILIO M. (1981) - Optimal salinity-temperature combinations for the early life stages of gilthead bream, *Sparus auratus* L. *J. World Maricul. Soc.,* 12 (2): 130-136.

GHITTINO P., BIGNAMI S., ANNIBALI A., BONI L. (1980) - Prima segnalazione di grave Oodiniasi in branzini *(Dicentrarchus labrax)* allevati intensivamente in acqua salmastra. *Riv. It. Pisci. Ittiop.,* 15 (4): 122-127.

LAWLER A.R. (1977) - The parasitic dinoflagellate *Amyloodinium ocellatum* in marine aquaria. *Drum and Croaker,* 17 (2): 17-20.

LAWLER A.R. (1980) - Studies on *Amyloodinium ocellatum* (Dinoflagellata) in Mississippi sound: natural and experimental hosts. *Gulf Res. Rep.,* 6 (4): 403-413.

NIGRELLI R.F. (1936) - The morphology, cytology and life-history of *Oodinium ocellatum* Brown, a dinoflagellate parasite on marine fishes. *Zoologica N.Y.,* 21 (3): 129-164.

PAPERNA I. (1980) - *Amyloodinium ocellatum* (Brown, 1931) (Dinoflagellida) infestations in cultured marine fish at Eilat, Red Sea: epizootiology and pathology. *J. Fish Diseases,* 3: 363-372.

PAPERNA I. (1984a) - Reproduction cycle and tolerance to temperature and salinity of *Amyloodinium ocellatum* (Brown, 1931) (Dinoflagellida). *Ann. Parasitol. Hum. Comp.,* 59 (1): 7-30.

PAPERNA I. (1984b) - Chemical control of *Amyloodinium ocellatum* (Brown 1931) (Dinoflagellida) infections: in vitro tests and treatment trials with infected fishes. *Aquaculture,* 38 (1): 1-18.

PAPERNA I., BAUDIN LAURENCIN F. (1979) - Parasitic infections of sea bass, *Dicentrarchus labrax,* and gilthead sea bream, *Sparus aurata,* in mariculture facilities in France. *Aquaculture,* 16 (2): 173-175.

PAPERNA I., COLORNI A., ROSS B., COLORNI B. (1981) - Diseases of marine fish cultured in Eilat mariculture project based at the gulf of Aqaba, Red Sea. In: Intensive Aquaculture ed. by Rosenthal H. e Oren O.H. 277 pp. *European Mariculture Society,* Special Publication n. 6: 81-92.

OEBALIA 1985, vol. XI-3, N.S.: 753 *ISSN 0392-6613*

G. CORRIERO* R. PRONZATO**

• Istituto di Zoologia dell'Università - Via Archirafi 18 - 90123 Palermo - Italy

•• Istituto di Zoologia dell'Università - Via Balbi, 5 - 16126 Genova - Italy

I PORIFERI EPIBIONTI DI PINNA NOBILIS (MOLLUSCA)

Key-words: Poriphera, epibiosis, *Pinna nobilis.*

Riassunto

Lungo le coste dell'isola di Montecristo sono stati raccolti numerosi esemplari del Mollusco bivalve *Pinna nobilis* (L.). Tutte le conchiglie ospitavano abbondanti popolamenti epibionti, di cui i Poriferi costituivano uno degli elementi più importanti.

Su un campione di 15 individui, sono state rinvenute 35 specie di spugne.

Sei specie sono presenti sul 30% e oltre delle Pinne esaminate, le altre specie hanno presenze sporadiche. Il ricoprimento percentuale varia dallo 0,7% al 68%. Il numero di specie, per esemplare esaminato, varia da 2 a 11.

Solo la Pinna di dimensioni minori (età stimata 41 mesi) non presentava insediamento di Poriferi.

L'età dei Molluschi ha un'elevata correlazione con il numero di individui e di specie fissati.

Il substrato non sembra particolarmente selettivo, in quanto la maggior parte delle specie è comune a substrati duri naturali.

Summary

Numerous specimens of the bivalve Mollusc* Pinna nobilis *were collected along the coast of Montecristo island.

In a sample of 15 individuals, a rich epibiontic population was found, where the Porifera constituted one of the most important components.

Six species were found on more than 30% of the examined* Pinna nobilis*. The other species were sporadic. The covering varied from 0,7% to 68%. The number of species per specimen of P.* nobilis*, varied from 2 to 11. Only the smallest* Pinna nobilis *(which was about 41 months old) did not show settlement of Porifera.

The age of the Mollusca is highly correlated with the number of individuals and the number of species.

The substratum is not particularly selective, since most species are commonly recorded from hard natural substrata too.

OEBALIA 1985, vol. XI-3, N.S.: 755-757 *ISSN 0392-6613*

C. CHIMENZ F. SCALETTA

Dipartimento di Biologia animale e dell'uomo
Viale dell'Università, 32-00185 Roma - Italy

BRIOZOI EPIFITI NEL CANALE DI SICILIA

Key-words: Sicily Channel, Bryozoans, Epiphytes, zoarial forms, Biogeography.

Introduzione

Questo lavoro porta un contributo alla conoscenza del popolamento a Briozoi epifiti nel Canale di Sicilia, nei suoi aspetti tassonomici, ecologici e biogeografici. GIACCONE *et al.* (1972) e CINELLI *et al.* (1979) hanno rilevato in quest'area la presenza della subassociazione ASCr (Alghe sciafile del circalitorale in presenza di correnti di fondo), caratterizzata da specie algali reofile e con nette affinità atlantiche. I due campioni da noi esaminati (CHIMENZ C. *et al.,* 1981) provengono dai Banchi Talbot e Terribile, ambedue a profondità di 43 m, su fondo sedimentario (Fig. 1). Sono state rinvenute 64 specie, delle quali 48 Cheilostomata, 11 Cyclostomata e 5 Ctenostomata. Nella Tab. 1 sono indicate la distribuzione dei Briozoi sui diversi tipi di substrato algale (laminare, arborescente, filamentoso), la forma zoariale (secondo STACK, 1936, con modifiche di altri Aa). e l'appartenenza biogeografica (basata sui dati disponibili in letteratura).

Le specie più diffuse ed abbondanti sono *Haplopoma impressum, Chorizopora brongniartii, Puellina gattyae* e *P. setosa* (considerate insieme, per via dell'incerta distinzione tassonomica), *Scrupocellaria delilii, Aetea truncata, Escharoides coccinea, Fenestrulina malusii, Celleporina hassallii.*

Le alghe più ricche di epifiti sono *Laminaria rodriguezii, Cystoseira selaginoides* e *Acrodiscus vidovichii,* che è caratterizzata anche dall'abbondanza di *Haplopoma bimucronatum,* esclusivo di questa specie.

Il tipo zoariale dominante (Fig. 2) è il «membraniporiforme» (60%, incrostante, unilaminare, diffuso in ambienti con idrodinamismo da medio a forte), che si associa preferibilmente alle Alghe a tallo laminare. Sulle alghe a tallo arborescente e filamentoso sono più frequenti il tipo «cellulariiforme» (14%, eretto, flessibile) ed il «Cellariiforme» (4%, eretto, flessibile, con giunti ed internodi più o meno lunghi), ambedue tipici di ambienti con idrodinamismo medio-forte, oltre al «celleporiforme» (10%, incrostante, globoso, plurilaminare) ed allo «Scrupariiforme» (con base strisciante e delicate porzioni erette), che hanno esigenze idrodinamiche meno precise. L'associazione forma zoariale-forma algale sembra determinata sia dalla maggiore o minore ampiezza e consistenza della superficie algale sia dalle condizioni idrodinamiche a livello macro e microambientale.

Quanto alla composizione biogeografica (Fig. 3), l'elevata percentuale di specie Atlantiche (32%) e la modesta rappresentanza di specie indopacifiche e Circumtropicali (ri-

TABELLA 1

LEGENDA

FORME ZOARIALI	DISTR. BIOGEOGRAFICA
CL Cellulariiforme	C Ampia distribuzione
CP Celleporiforme	CT Circumtropicali
CR Cellariiforme	EM Endemiche - Mediterranee
Flustriforme	IP Indo-Pacifiche
Membraniporiforme	TAB Temp. Atlant. Boreali
Petraliiforme	TAC Terap. Atlant. Calde
Scrupariiforme	

• Presente • Abbondante Molto abbondante

ALGHE LAMINARI ERETTE

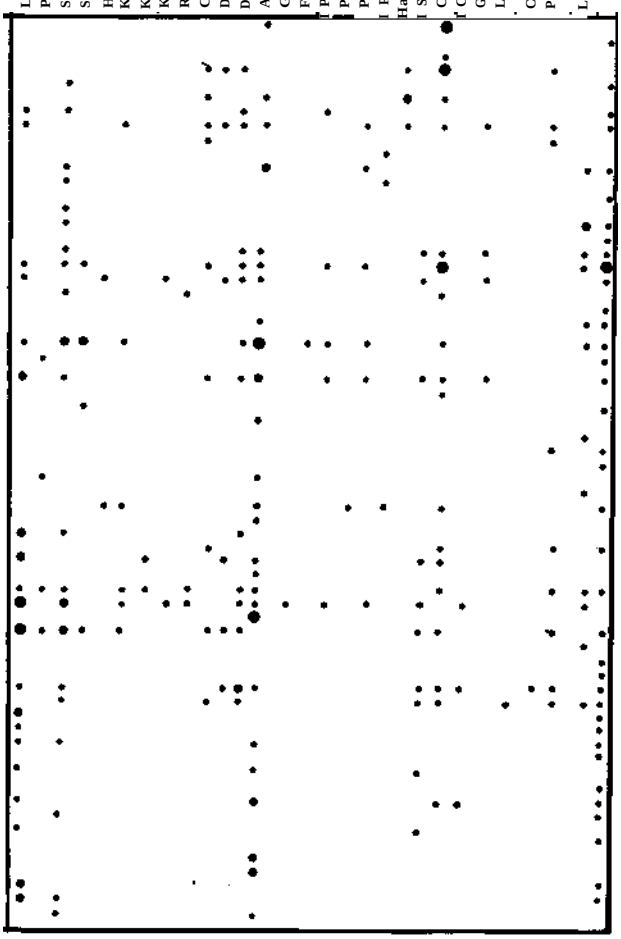
ALGHE ARBORESCENTI INCROSTANTI COMPATTE RADE

A. FILAMENTOSE

RIZOIDI

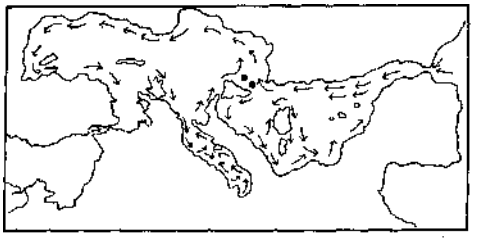
DETRITO

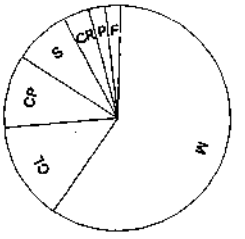
	FORME ZOARIALI	DISTRIBUZIONE BIOGEOGRAFICA
Pherusella tubulosa (ELLIS e SOLANDER, 1786)	F	C
Walkeria tuberosa (HELLER, 1867)	S	IP
Mimosella gracilis HINCKS, 1851	CL	TAB
Mimosella verticillata (HELLER, 1867)	CL	C
Amathia lendigera (LINNEO, 1761)	CL	C
Aetea anguina (LINNEO, 1758)	S	C
Aetea sica (COUCH, 1844)	S C	
Aetea truncata (LANDSBOROUGH, 1852)	S	C
Scruparia ambigua (d'ORBIGNY, 1841)	S	C
Callopora lineata (LINNEO, 1766)	M	C
Crassimarginatella maderensis (WATERS, 1898)	M	EM
Copidozoum pianura (HINCKS, 1880)	M	CT
Amphiblestrum minax (BUSK, 1860)	M	TAB
Membraniporella nitida (JOHNSTON, 1838)	M	TAB
Micropora coriacea (ESPER. 1791)	M	C
Molila patellaria (MOLL. 1803)	F	TAC
Caberea boryi (AUDOUIN, 1826)	ICL I	C
Scrupocellaria delilii (AUDOUIN, 1826)	CL	EM
Scrupocellaria reptans (LINNEO, 1758)	CL	TAB
Beania magellanica (BUSK, 1852)	P	C
Bugula fulva RYLAND, 1963	CL	C
Cribrilaria innominata (COUCH, 1844)	M	C
Puellina gattyae (LANDSBOROUGH, 1852)	M	I TAB
"Puellina" setosa (WATERS, 1899)]	M	EM
Umbonula ovicellata (HASTINGS, 1944)	M	TAB
Escharoides coccinea (ABILDGAARD, 1806)	M	TAB
Pentapora ottomulleriana (MOLL, 1803)	M	EM
Smittina landsborovii (JOHNSTON, 1847)	M	C
Smittoidea reticulata (MC GILLIVRAY, 1842)	M	C
Smittoidea marmorea (HINCKS, 1877)	M	TAC
Parasmittina rouvillei (CALVET, 1903)	M	I EM
Porella cervicornis (PALLAS, 1766)	A	I EM
Metroperiella lepralioides (CALVET, 1903)	M	I EM
Escharella variolosa (JOHNSTON, 1838)	M	I TAB
Schizomavella auriculata (HASSAL, 1842)	M	I TAB
Schizomavella discoidea (BUSK, 1859)	M	I TAB
Escharina vulgaris (MOLL, 1803)	M	TAB
Savignyella lafontii (AUDOUIN, 1826)	CL	CT
Microporella ciliata (PALLAS, 1766)	M	C
Microporella marsupiata (BUSK, 1860)	M	I TAC
Fenestrulina malusii (AUDOUIN, 1826)	M	C
Haplopoma impressum (AUDOUIN, 1826)	M	C
Haplopoma bimucronatum (MOLL, 1803)	M	TAB
Chorizopora brongniartii (AUDOUIN, 1826)	M	C
Trypostega sp.		
Margaretta cereoides (ELLIS e SOLANDER, 1786)	CR I	IP
Sertella septentrionalis HARMER, 1933	R	TAB
Celleporina hassallii (JOHNSTON, 1847)	CP	TAB
Celleporina caminata (WATERS, 1879)	CP	EM
Celleporina lucida (HINCKS, 1880)	CP	EM
Turbicellepora avicularis (HINCKS, 1862)	CP	TAB
Turbicellepora coronopus (WOOD, 1844)	CP	I TAB
Turbicellepora coronopusoida (CALVET, 1931)	CP	EM
Crisia fistulosa (HELLER, 1867)	CR I	
Crisia sp.		
Diaperoecia sp.gr.major (JOHNSTON, 1847)		C
Entalophoroecia deflexa (COUCH, 1844)		TAB
Plagioecia sarniensis (NORMAN, 1864)	M	le
Diplosolen obelium (JOHNSTON, 1838)	M	C
Mecynoecia delicatula (BUSK, 1875)		C
Platonea stoechas (HARMELIN, 1976)		C
Tubulipora liliacea (PALLAS, 1766)		C
Tubulipora piumosa (HARMER, 1898)	M	C
Dlsporella sp.		



spettivamente 1,9 e 3,8%) evidenziano — come già osservato per il popolamento algale — l'influsso preponderante della corrente atlantica superficiale che da Gibilterra scorre verso Est (Fig. 1). La percentuale di specie endemiche (15%) è meno elevata di quanto osservato nel Mediterraneo per altri gruppi (PÉRÈS, 1967).

L'alta percentuale del gruppo «ad ampia distribuzione» (oltre il 47%) potrebbe venire ridimensionata dallo studio più approfondito di alcuni gruppi di specie affini, da eventuali revisioni sistematiche, da informazioni più precise sulla distribuzione delle singole specie.





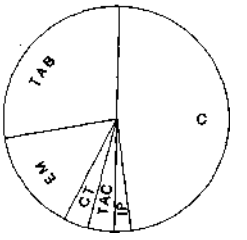


Fig. 1 - Ubicazione delle stazioni ed andamento della corrente superficiale.
Fig. 2 - Forme zoariali.
Fig. 3 - Distribuzione biogeografica.

Summary

64 species of epiphytic Bryozoans have been collected in the Sicily Channel, at a depth of 43 m. The results indicate a high percentage of species of Atlantic origin and widely distributed and endemic elements. From the ecological stand point the dominance of «membraniporiform», «cellariiform» and «cellulariiform» zoaria accounts for turbulent water conditions.

Bibliografia

CHIMENZ C, CINELLI F., SCALETTA F. (1981) - Ecologie et biogeographie du Canal de Sicile: II Bryozoaires epiphytes. *Rapp. Comm. int. Mer Médit.* 27, 2, 167-168.

CINELLI F., FRESI E., MAZZELLA L., PONTICELLI M.P. (1979) - Deep algal vegetation of the western Mediterranean. *Giorn. Bot. Ital.,* **113,** 3, 173-188.

GIACCONE G., SCAMMACCA B., CINELLI F., SARTONI G, FURNARI G. (1972) - Studio preliminare sulla vegetazione sommersa del Canale di Sicilia e isole vicine. *Giorn. Bot. Ital.,* 106,4,211-229.

PÉRÈS J.M. (1967) - The Mediterranean Benthos. *Oceanogr. Mar. Biol.,* 5, 449-533.

STACK L.W. (1936) - Correlation of zoarial form with habitat. *Journ. Geol.,* 44, 60-65.

OEBALIA 1985, vol. XI-3, N.S.: 759-762 *ISSN 0392-6613*

G. BONOMI C. ERSÈUS
C.N.R. - Istituto Italiano di Idrobiologia - Largo V. Tonolli, 50/52
28048 Pallanza - Italy
Department of Zoology - University of Goteborg - Goteborg - Sweden

ON RECENT ADVANCES IN MARINE OLIGOCHAETOLOGY, WITH SOME NOTES ON MEDITERRANEAN MARINE TUBIFICIDAE

Key-words: Oligochaetes, Tubificidae, Biogeography.

Introduction

In recent years it has become evident that oligochaetes play an important role in marine ecosystems around the world (see GIERE O. & PFANNKUCHE O., 1982), and marine oligochaete biology was one of the main topics at the Second International Symposium on Aquatic Oligochaete Biology, which was held at Pallanza (Italy) in 1982 (see BONOMI G. & ERSEUS C , 1984 a). The aim of our ongoing project on the distribution of Italian marine Tubificidae and Enchytraeidae is to add information on the relevance of oligochaetes in the Mediterranean Sea. The present account summarizes some recent discoveries and provides comparisons with results from other areas.

Tubificoides **Lastockin is one of the most common tubificid genera in the North Atlantic and the Arctic, with several species occurring in high numbers in organically enriched sediments. DIAZ (1984) has recently shown that *Tubificoides* spp. are the most stable and characteristic members of the Annelid assemblage in a polyhaline estuary at the U.S. Atlantic coast. We discovered a new species of *Tubificoides* in a bottom of muddy silt, at about 10 m depth off Pesaro (North Adriatic coast of Italy). Semiquantitative sampling showed that it occurs in densities of up to 1,000-2,000 ind./m^2. The species is now being cultured in the laboratory at the «Istituto di Zoologia, University di Bologna», in order to obtain cocoon laying and to measure the duration of the different life stages.**

High densities of *Tubificoides* sp. (most probably the same species as the one at Pesaro) and *Limnodriloides* spp. were recently found in poorly oxygenated, organically polluted sands and muds in the old harbour at Bari (South Adriatic).

A diverse, but apparently monophyletic group of interstitial tubificids, all characterized by their complete lack of a normal alimentary system, has been found to occur in high numbers in the poorly oxygenated layers of subtropical and tropical marine sands

(largely coral sands) all around the world. These gutless worms are capable of taking up dissolved organic matter directly through their body walls, probably by means of the symbiotic bacteria that are present in very high numbers under the worms cuticle. The biology of the most studied species, *Inanidrilus leukodermatus* (GIERE) (Fig. 1) was recently reviewed by GIERE *et al.* (1984). The taxonomy and phylogeny of all 38 known species are revised by ERSEUS (in press a). Among the 22 new species described in that work, one is from the Strait of Messina (Italy) and is thus the first known Mediterranean member of the group. A second gutless tubificid species has also been collected at Messina, but the material is not sufficient for its description.

To date 27 species of Italian marine Tibificidae have been reported (BONOMI G. & ERSÈUS C., 1984 b), but several additional species are present in material collected more recently. Due to the present scarcity of records from other parts of the Mediterranean and adjacent seas, it is difficult to make conclusions as to the degree of endemism in the Mediterranean marine tubificid fauna. It is, however, clear that some species occurring in Italy (Tab. 1) are also widely distributed in other parts of the world, whereas the majority appears to be restricted to Europe.

Tab. 1 - *Some widely distributed species of marine Tubificidae occurring in Italy.*

SPECIES	DISTRIBUTION	SOURCE
Bathydrilus adriaticus (HRABE)	Caribbean Mediterranean Persian Gulf	ERSÈUS C. (in press b)
Phallodrillus rectisetosus ERSEUS	Caribbean Atlantic coast of France Mediterranean Persian Gulf Great Barrier Reef	ERSEUS C. (in press b)
Thalassodrilides gurwitschi (HRABE)	Caribbean Mediterranean Black Sea Persian Gulf Southern China	ERSEUS C. (in press b)
Limnodriloides agnes HRABE	Mediterranean Black Sea Southern China (E coast of U.SA.)*	ERSEUS C. (1984)
Limnodriloides monothecus COOK	Pacific coast of North America Caribbean E coast of U.SA. Mediterranean**	ERSEUS C. (1982)

* As *L. agnes virginiae* ERSEUS (possibly a separate species).
** Not found in Italy, but recorded from Jugoslavia.

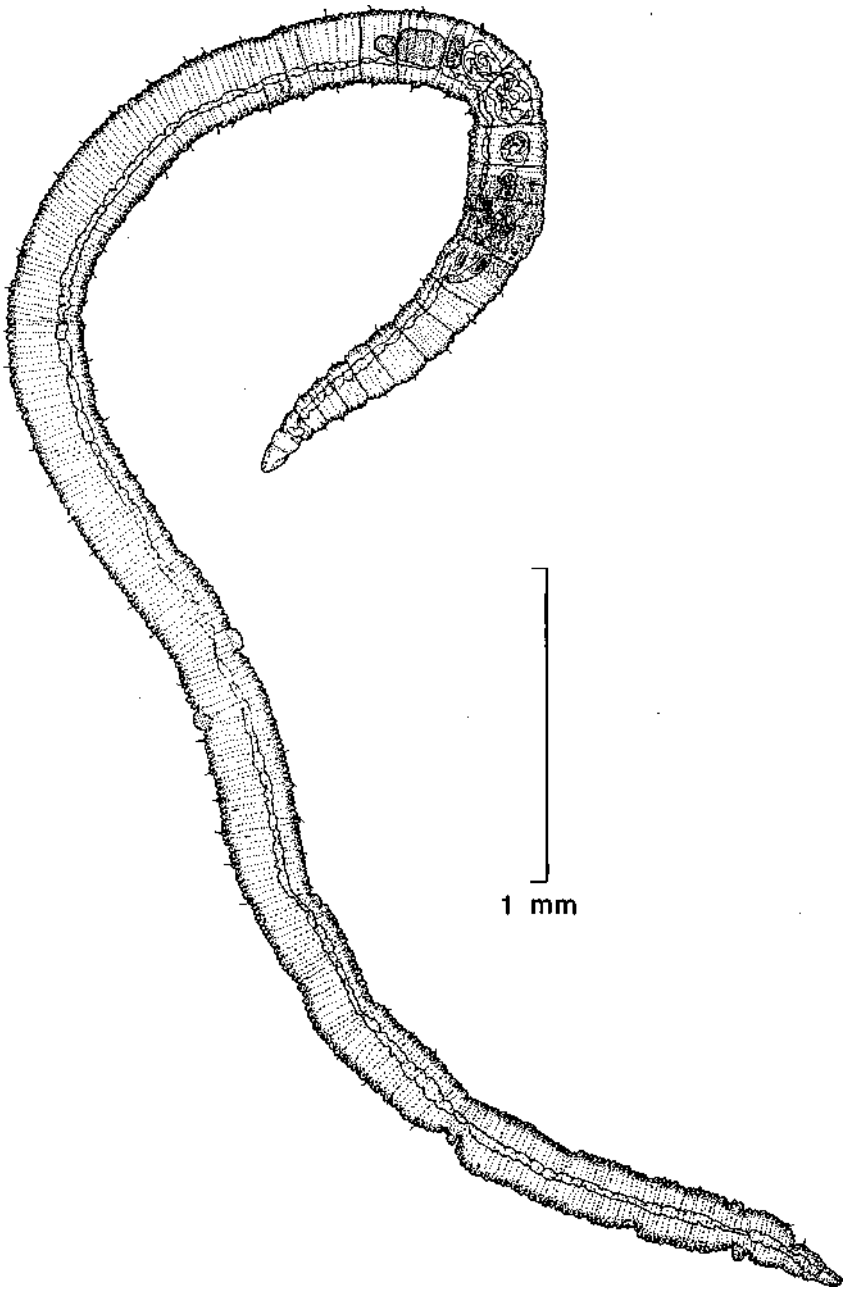


Fig. 1 - The gutless tubificid *Inanidrilus leukodermatus* (GIERE); generic position according to Ersèus C. (in press a). Specimen from Belize (Caribbean Sea). The structure running through the entire length of the worm is the nerve cord.

Summary

The biology of some Italian marine Tubificidae are reviewed in relation to recent studies in other parts of the world. A new ecologically important, Adriatic species of Tubificoides, *a record of gutless Tubificidae from the Strait of Messina, and some biogeographical considerations on the Mediterranean tubificid fauna are accounted for.*

Bibliography

BONOMI G., ERSEUS C. (eds) (1984 a) - Aquatic Oligochaeta. Proceedings of the Second International Symposium on Aquatic Oligochaete Biology, held in Pallanza, Italy, September 21-24, 1982. *Hydrobiologia* **115:** I-XIV, 1-240.

BONOMI G. & ERSEUS C. (1984 b) - A taxonomic and faunistic survey of the marine Tubificidae and Enchytraeidae (Oligochaeta) of Italy. Introduction and preliminary results. *Hydrobiologia* **115:** 207-210.

DIAZ R.J. (1984) - Short term dynamics of the dominant annelids in a polyhaline temperate estuary. *Hydrobiologia* 115: 153-158.

ERSEUS C. (1982) - Taxonomic revision of the marine genus *Limnodriloides* (Oligochaeta: Tubificidae). *Verh. naturwiss. Ver. Hamburg* (NF) 25: 207-277.

ERSEUS C. (1984) - The marine Tibificidae of Hong Kong and Southern China. *Asian mar. Biol.* 1: 135-175.

ERSEUS C. (in press a) - Taxonomy and phylogeny of the gutless Phallodrilinae (Oligochaeta, Tubificidae), with descriptions of one new genus and twenty-two new species. *Zool. Scr.* 13.

ERSEUS C. (in press b) - Marine Tubificidae (Oligochaeta) of the Arabian Gulf coast of Saudi Arabia. *Fauna Saudi Arabia* 6.

GIERE O., FELBECK H., DAWSON R., LEIBEZEIT G. (1984) - The gutless oligochaete *Phallodrilus leukodermatus* Giere, a tubificid of structural, ecological and physiological relevance. *Hydrobiologia* 115: 83-89.

GIERE O., PFANNKUCHE O. (1982) - Biology and ecology of marine Oligochaeta. A review. *Oceanogr. mar. Biol. ann. Rev.* 20: 173-308.

OEBALIA 1985, vol. XI-3, N.S.: 763-766 *ISSN 0392-6613*

A. CASTELLI* C. LARDICCI**

* Istituto di Zoologia - Via dell'Università 4-41100 Modena - Italy

** Istituto di Biologia Marina - Via Volta 6-56100 Pisa - Italy

NOTE PRELIMINARI ALLO STUDIO DEI POLICHETI DELLA BAIA DI PORTOFERRAIO (ISOLA D'ELBA)

Key-words: Polychaeta.

Introduzione

Sono state studiate le comunità a Policheti di fondi molli di varia natura della Baia di Portoferraio.

La ricerca, che si inserisce nel programma MPI 40% relativo alla valorizzazione e gestione delle risorse ecologiche dell'Arcipelago Toscano, ha lo scopo di mettere in evidenza la composizione della comunità a Policheti di un'area ristretta, in relazione alle modificazioni del substrato e delle condizioni ambientali che si verificano addentrandosi nella Baia, nella zona più interna della quale sono situate le attrezzature portuali di Portoferraio.

I prelievi sono stati effettuati con una benna a chiusura oleodinamica avente un'area di presa di cm^2 650 (per ogni stazione sono stati effettuati quattro prelievi, tre repliche per il benthos e una per l'analisi granulometrica del substrato) nelle seguenti stazioni (Fig. 1):

MG - situata nella parte esterna della Baia, in località Magazzini, su substrato costituito da sabbia fine alla profondità di 8 m;

CB - situata nella zona centrale della Baia, su substrato fangoso alla profondità di 12 m;

CN - situata nei pressi del porto, di fronte ad un piccolo cantiere nella parte occidentale della Baia, su substrato fangoso alla profondità di 8 m;

PO - situata nel porto all'interno della darsena, su substrato fangoso alla profondità di 8 m;

Dall'esame della Tab. 1 si può notare una netta diversificazione tra MG e le altre tre stazioni. Nella stazione MG la specie dominante è *Lumbrineris impatiens*, tipica

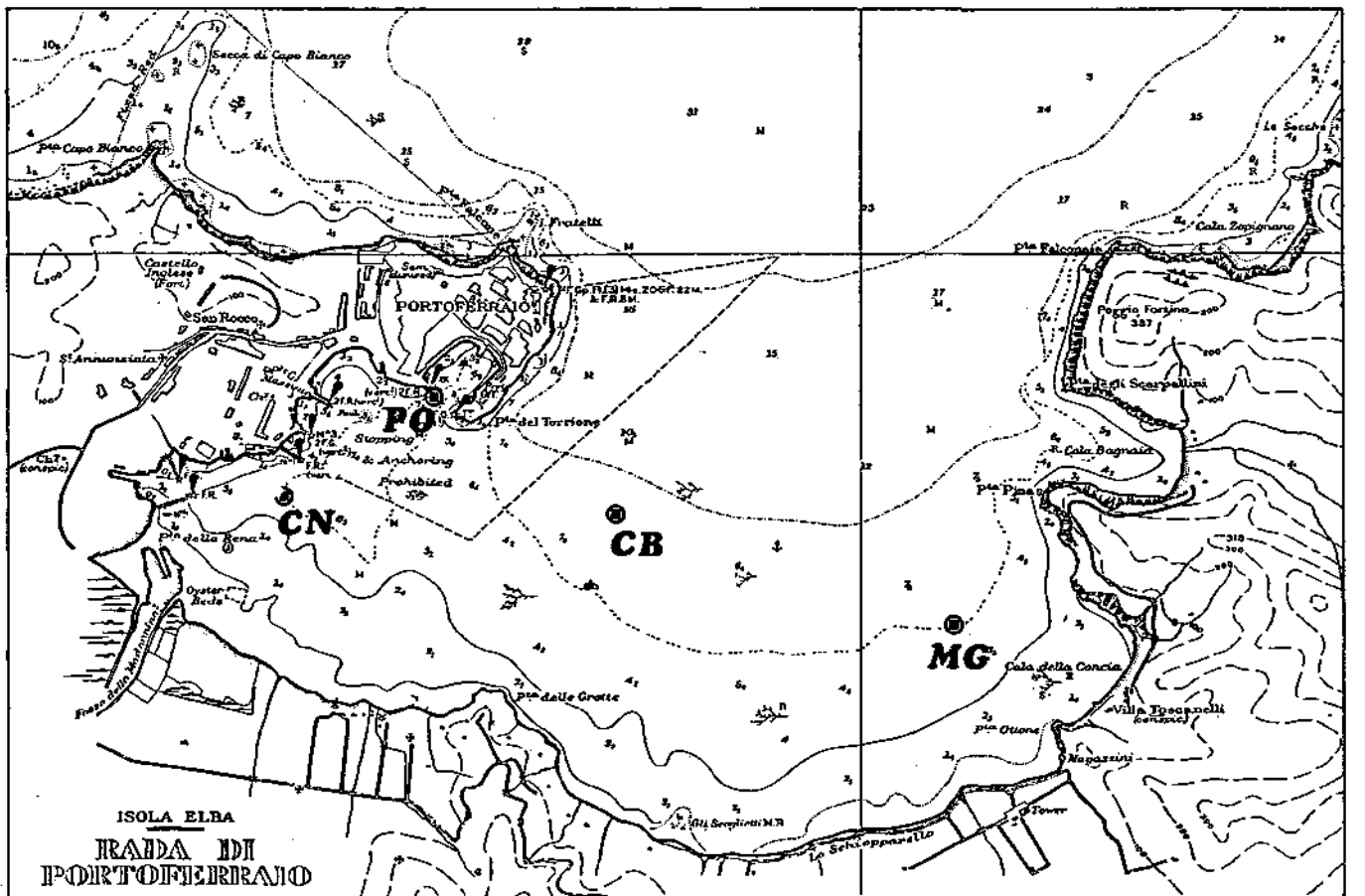


Fig. 1 - Stazioni di prelievo nella Rada di Portoferraio.

Tab. 1 - *Policheti rinvenuti nelle quattro stazioni di prelievo.*

	MG	CB	CN	PO
POLICHETI				
Harmothoe longisetis (Grube)				1
Phyllodoce pusilla (Claparede)				2
Phyllodoce sp.			3	
Eulalia sp.				2
Syllis prolifera Krohn			1	
Langerhansia ferrugina (Langerhans)		1	16	3
Langerhansia sp.	1		1	6
Pionosyllis pulligera (Krohn)			1	6
Parapionosyllis elegans (Pierantoni)	4		2	12
Exogone gemmifera (Pagenstecher)			20	
Exogone verugera (Claparède)				6
Sphaerosyllis hystrix Claparede			1	
Sphaerosyllis pirifera Claparede			1	
Sphaerosyllis tetralix Eliason			102	68
Nereis caudata (Delle Chiaje)		5	1	
Perinereis cultrifera (Grube)	3			2
Nephthys hombergii Audouin e Milne-Edwards	1	3		
Nephthys cirrosa Ehlers	1		6	2
Nephthys sphaerocirrata Wesemberg-Lund		2	1	7
Glycera alba Rathke	15		3	
Eunice vittata (Delle Chiaje)				1
Marphysa bellii (Audouin e Milne-Edwards)				1
Nematonereis unicornis (Grube)		49	17	3
Hyalinoecia bilineata Baird		9	3	4
Lumbrineris impatiens Claparede			2	
Lumbrineris latreilli Audouin e Milne-Edwards			25	11
Lumbrineris gracilis Ehlers		3	29	101
Dorvillea rubrovittata (Grube)	1	1		
Schistomeringos rudolphii (Delle Chiaje)	1			
Protodorvillea kefersteini (Mc Intosh)				8
Aricia foetida Claparede	4			1
Scoloplos armiger (O.F. Miiller)	1	10	4	12
Levinsenia gracilis (Tauber)	1	2		7
Paradoneis harpagonea (Storch)	1			
Paradoneis sp.			1	59
Aricidea catherinae Laubier	4		2	3
Aricidea cerrutii Laubier	3	1	3	
Cirrophorus furcatus (Hartman)		55	2	9
Caulleriella bioculata (Keferstein)		1		
Caulleriella caput-esocis (Saint-Joseph)		1		
Tharyx heterochaeta (Laubier)		27		1
Tharyx marioni (Saint-Joseph)		1		
Chaetozone setosa Malmgren		1		5
Cossura soyeri Laubier		1	1	
Spio filicornis (O.F. Miiller)		4	7	11
Nerinides cantabra Rioja			1	
Microspio mecznikowianus (Claparede)		19	4	
Aonides oxycephala (Sars)			1	
Polydora antennata (Claparede)	3			
Prionospio malmgreni (Claparede)				
Prionospio caspersi (Laubier)				
Magelona papillicornis (F. Miiller)				
Magelona rossa (Moore)				
Armandia polyophtalma (Kiikenthal)				
Notomastus (sp.)				
Heteromastus filiformis (Claparede)				
Mastobranchus (Eisig)				

di sabbie fini. Questa specie viene sostituita all'interno della Baia da *Lumbrineris latreilli,* tipica invece di substrati fangosi. Accanto a quest'ultima, nella stazione CB sono **presenti come specie dominanti *Capitomastus minimus, Cossura soyeri* e *Tharyx heterochaeta.*** Passando alla zona più interna della Baia queste specie tendono a diminuire mentre aumenta l'importanza di altre, alcune delle quali tipicamente opportuniste come: ***Nereis caudata, Schistomeringos rudolphii, Heteromastus filiformis;*** **accanto a queste** sono presenti tuttavia numerose altre specie tra cui *Cirrophorus furcatus* rappresentato da un alto numero di individui.

Nella Baia di Portoferraio sono presenti comunità ben distinguibili in rapporto al tipo di substrato. Nell'area portuale la fauna è costituita da elementi di acque pure e da altri caratteristici di ambienti tipicamente portuali. La presenza di alcune specie opportuniste non è necessariamente da mettere in relazione a sostanze inquinanti ma piuttosto ad un certo grado di eutrofizzazione, trattandosi infatti di specie tipicamente saprobie.

Di particolare interesse è l'alta densità di *Cirrophorus furcatus* nel porto. Si tratta di una specie mai raccolta in questo tipo di ambienti. Il caso è analogo a molti altri studiati sia in ambienti inquinati sia in aree salmastre (COGNETTI, 1982). Evidentemente alcuni individui di tale specie sono riusciti ad adattarsi a questo ambiente, dando luogo ad una popolazione che si comporta come se appartenesse ad una specie opportunista.

Summary

Different Polychaeta communities are distributed, in the Bay of Portoferraio, accordingly to the kind of substrate.

In particular the existence in the inner part of the harbour of a community constituted by opportunistic and more generalized species is worthy of mention.

This community seems to be related to a medium level of eutrophysation of the water of the harbour.

Bibliography

COGNETTI G. (1982) - Adaptive strategy of brackish-water fauna in pure and polluted waters. *Mar. Pollut. Bull.,* vol. 13 (7): 247-250.

OEBALIA 1985, vol. XI-3, N.S.: 767-769 *ISSN 0392-6613*

P. PANETTA B. DELL'ANGELO F. FIORDIPONTI
Istituto Sperimentale Talassografico C.N.R. di Taranto
Via Roma, 3 - 74100 Taranto - Italy

I POLIPLACOFORI DEL BANCO DELL'AMENDOLARA (GOLFO DI TARANTO)

Key-words: Mollusca, systematics, Polyplacophora

Introduzione

L'Istituto Sperimentale Talassografico di Taranto ha effettuato negli anni 1981-82 cinque campagne stagionali di dragaggi sulla secca dell'Amendolara, che è situata a circa dieci miglia dalla costa calabra (16°44'30" N, 39°52'40" E). La secca è costituita da una montagna sottomarina ed è situata tra i —25 e gli —80 m. Sulla cima presenta un coralligeno Infralitorale e per il resto è interamente ricoperta da un detrito organogeno, inframezzato da picchi e da spuntoni di roccia.

Materiali e metodi

La motobarca «Cerniti» dell'Istituto Talassografico ha effettuato sulla secca con draga triangolare, n. 217 Stazioni lungo le otto rotte preferenziali (N, S, E, O, NE, NO, SE, SO). Il materiale raccolto veniva setacciato e conservato in formalina.. In laboratorio si procedeva alla cernita degli organismi viventi ed alla separazione secondo i vari gruppi sistematici.

Risultati

Delle 180 specie di Molluschi raccolti, 7 appartengono ai Poliplacofori:

Lepidopleurus africanus Nierstrasz, 1906
Sono stati raccolti due individui nel mese di febbraio nella Staz. 141 (55-65 m di prof.).

Lepidopleurus cancellatus (Sowerby, 1840)
Otto individui in 8 Stazioni, tra i 30-60 m.

Hanleya hanleyi (Bean in Thorpe, 1844)
4 esemplari in 4 Stazioni tra i 40-80 m.

Ischnochiton rissoi **(Payraudeau, 1826)**
22 individui in 16 Stazioni tra i 30-40 m. Il maggior numero di individui raccolti si è avuto nel mese di agosto.

Callochiton achatinus **(Brown, 1823)**
27 esemplari in 23 Stazioni tra i 30-70 m.

Chiton corallinus **(Risso, 1826)**
18 individui raccolti in 11 Stazioni, sulla cima della secca tra i 30-50 m.

Achantochitona communis **(Risso, 1826)**
È la specie di Poliplacofori più diffusa sulla secca, con 51 individui raccolti in 34 Stazioni tra i 30-60 m.

Conclusioni

Le specie di Poliplacofori raccolte hanno una discreta importanza nella definizione biocenotica della secca, perchè si rinvengono nel 30% delle Stazioni, talvolta con 4-5 individui per dragaggio, come è il caso di *Achantochitona communis*. Questa specie si presenta in associazione con *Callochiton achatinus* come nella Stazione 141 (55-65 m di profondità), con *Lepidopleurus cancellatus, Lepidopleurus africanus* e *Hanleya hanleyi*. La maggior parte delle specie sono state raccolte tra i 30-60 m lungo il versante sud della secca. Ad eccezione di *A. communis* che si rinviene anche nel coralligeno Infralitorale, la maggior parte delle specie vive su fondali detritici, tenacemente attaccate alle valve di grosse conchigle di *Glycimeris* e di *Circomphalus cosina*. *A. communis, C. corallinus, C. achatinus* e I. *rissoi* vivono nella parte superiore della secca. Interessante quest'ultima specie che mostra un ecotipo con scultura delle piastre poco pronunciata. *H. hanleyi* e *L. africanus* si possono considerare specie circalitorali tipiche dei fondi detritici soggetti a correnti di fondo.

Summary

The Istituto Sperimentale Talassografico in Taranto has carried out 5 seasonal dredgings during the years 1981/82 at the Amendolara seamount, which is located at about 10 miles from Calabria coasts (latitude North 16°44'30", longitude East 39°52'40"). The seamount is made of a submarine mountain and is located between —25 and —80 m. On the top it has an infralittoral coralligenous and for the remaining part it is completely covered by an organogenous debris intermixed by rock peaks and pikes. The motor-boat «Cerruti» belonging to the Istituto Talassografico, has used a triangular dredge for No. 217 Stations in the seamount area, along the eight preferred routes (N, S, E, W, NE, NW, SE, SW, NE). The material collected has been sieved and put into a formalin solution. In the laboratory there has been a choice of the living organisms, separating them according to the various systematic groups.

Among the 180 species of Mollusca collected, 7 belong to Polyplacophora: **Lepido**pleurus africanus *Nierstrasz, 1906;* Lepidopleurus cancellatus *(Sowerby, 1840);* Hanleya hanleyi *(Bean in Thorpe, 1844);* Ischnochiton rissoi *(Payraudeau, 1826);* Callochiton achatinus *(Brown, 1823);* Chiton corallinus *(Risso, 1826);* Achantochitona communis ***(Risso, 1826).***

The species of Polyplacophora collected are quite important for the biocenotic aspect of the seamount, as they are found in 30% of the Stations, sometimes with 4/5 specimens for each dredging, as it is the case of **Achantochitona communis.** ***This species*** appears together with Callochiton achatinus *as in Station 141 (55/65 m. of depth), with* Lepidopleurus cancellatus, Lepidopleurus africanus *and* Hanleya hanleyi. *Most of the* ***species have been collected between 30 and 60 m along the South side of the seamount. Except for*** **A. communis** ***which is also found in the infralittoral coralligenous, most of the species live on detritic bottoms, tenaciously attached to the valves of big shells*** o/Glycimeris and of Circomphalus casina. A. communis, C. corallinus, C. achatinus ***and*** **I. rissoi** ***live in the upper part of the seamount. This latter species is quite interesting, as it shows an ecotype with a sculpture of the plates not very much marked.***

H. hanleyi ***and*** **L. africanus** ***can be considered as circalittoral species which are typical of the detritic bottoms, subject to bottom currents.***

Bibliografia

BARASH A.L., DANIN A. Z. (1977) - Polyplacophora (Mollusca) from the eastern Mediterranean. *Journ. Conch.,* **CXIV,** 1-2:1-28.

KAAS P. (1977) - Notes on Loricata. 9. On the rediscovery of *Lepidopleurus africanus* Nierstrasz, 1906, *Basteria,* 41: 81-86.

SABELLI B.A. (1974) - Origine e distribuzione dei Polyplacophora viventi in Mediterraneo. *Quad. Civ. Staz. Idrob.* **5: 71-78.**

OEBALIA 1985, vol. Xl-3, N.S.: 771-774 *ISSN 0392-6613*

G. RELINI C. FASCIANA
Istituto di Anatomia Comparata dell'Università di Genova
Laboratori di Biologia Marina ed Ecologia Animale
Via Balbi, 5 - 16126 Genova - Italy

BALANIDI DI UN'AREA DELTIZIA PADANA*

Key-words: Brackish environment, Cirripeds, Adriatic sea.

Introduzione

Nell'ambito delle ricerche svolte fin dal 1977 (RELINI *et al.*, 1981) sugli organismi di substrato duro della Sacca del Canarin (posta a sud del Po di Pila), sono stati studiati con particolare attenzione i Balanidi in quanto rappresentano una delle principali componenti del macrobenthos sessile.

I Balanidi, che sono gli unici Cirripedi Toracici presenti nell'area deltizia considerata mancando anche gli Chthamalidi, sono rappresentati nella Sacca del Canarin, nelle lagune salmastre limitrofe e nelle zone di mare antistanti, da tre specie *Balanus improvisus* Darw., *B. eburneus* Gould e *B. amphitrite* Darw., ques'ultima è la meno diffusa perché a minore eurialinità soprattutto nei riguardi della dissalazione e si rinviene quasi esclusivamente nel mesolitorale (RELINI *et al.* 1983).

Variazioni del regime idrico tra il 1979 e 1980 hanno consentito di seguire le modificazioni nella distribuzione delle tre specie (Fig. 1) e nella composizione dei popolamenti nelle diverse aree della Sacca del Canarin (Fig. 2). In particolare la chiusura della principale via di arrivo dell'acqua dolce proveniente dal Po di Pila ha portato ad un aumento dei valori di salinità nella parte settentrionale della Sacca ed ha avuto come conseguenza una maggiore diffusione in Sacca di *B. eburneus* e l'introduzione di *B. amphitrite* (Fig. 1). *B. eburneus* nel 1980 è risultato comporre per il 13% i popolamenti di Balani in zone ove era assente mentre in altre la sua presenza è più che raddoppiata, tanto che è risultata la specie dominante in 4 stazioni su 6, mentre nel 1979 era soltanto in una (Fig. 2).

Dal confronto delle percentuali dei morti nei due anni 1979-80 risulta una discreta diminuzione della mortalità nel 1980. Sono variati anche la durata della riproduzione ed i tempi necessari per il raggiungimento della maturità sessuale (RELINI & FASCIANA, 1982).

* Ricerca eseguita in parte nell'ambito di un contratto tra Università di Genova e l'ENEL-CRTN ed in parte con fondi M.P.I. 40%.

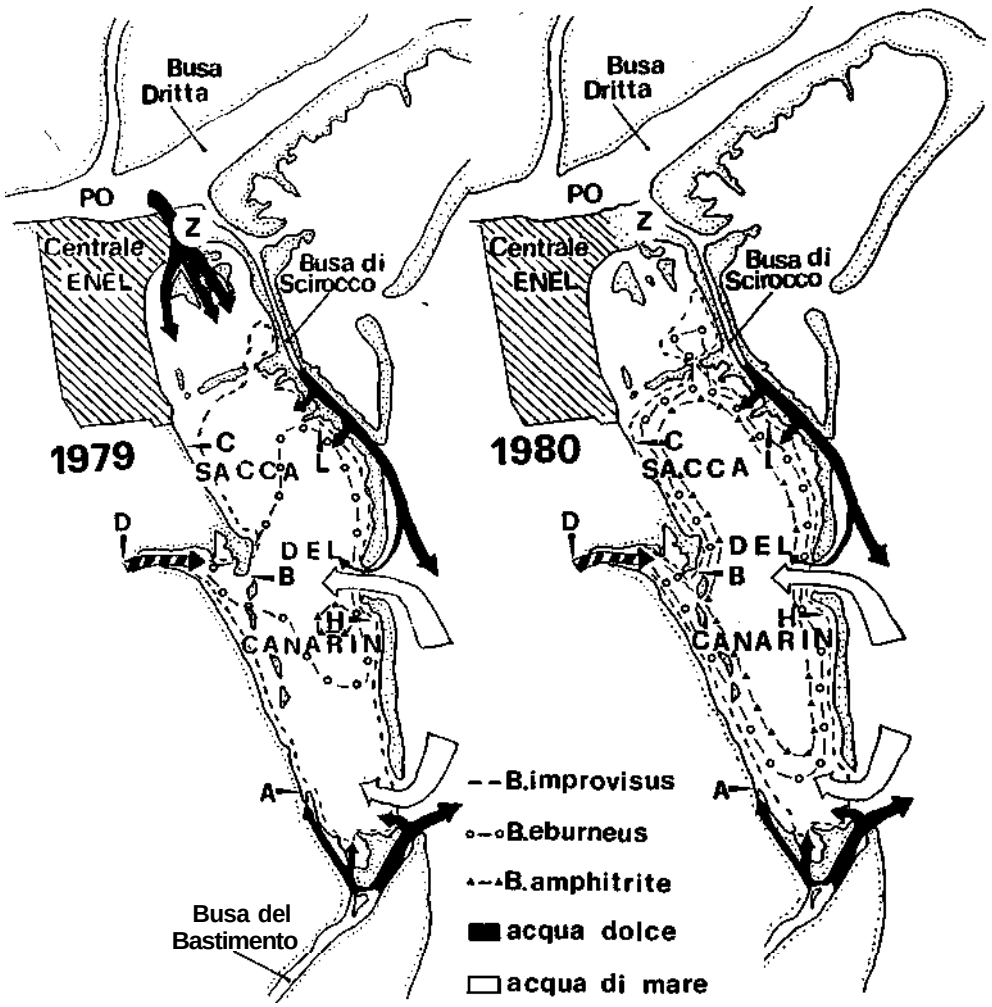


Fig. 1 - Distribuzione nella Sacca del Canarin delle tre specie di Balani prima (1979) e dopo (1980) la chiusura della Busa Bonifazi (Z).

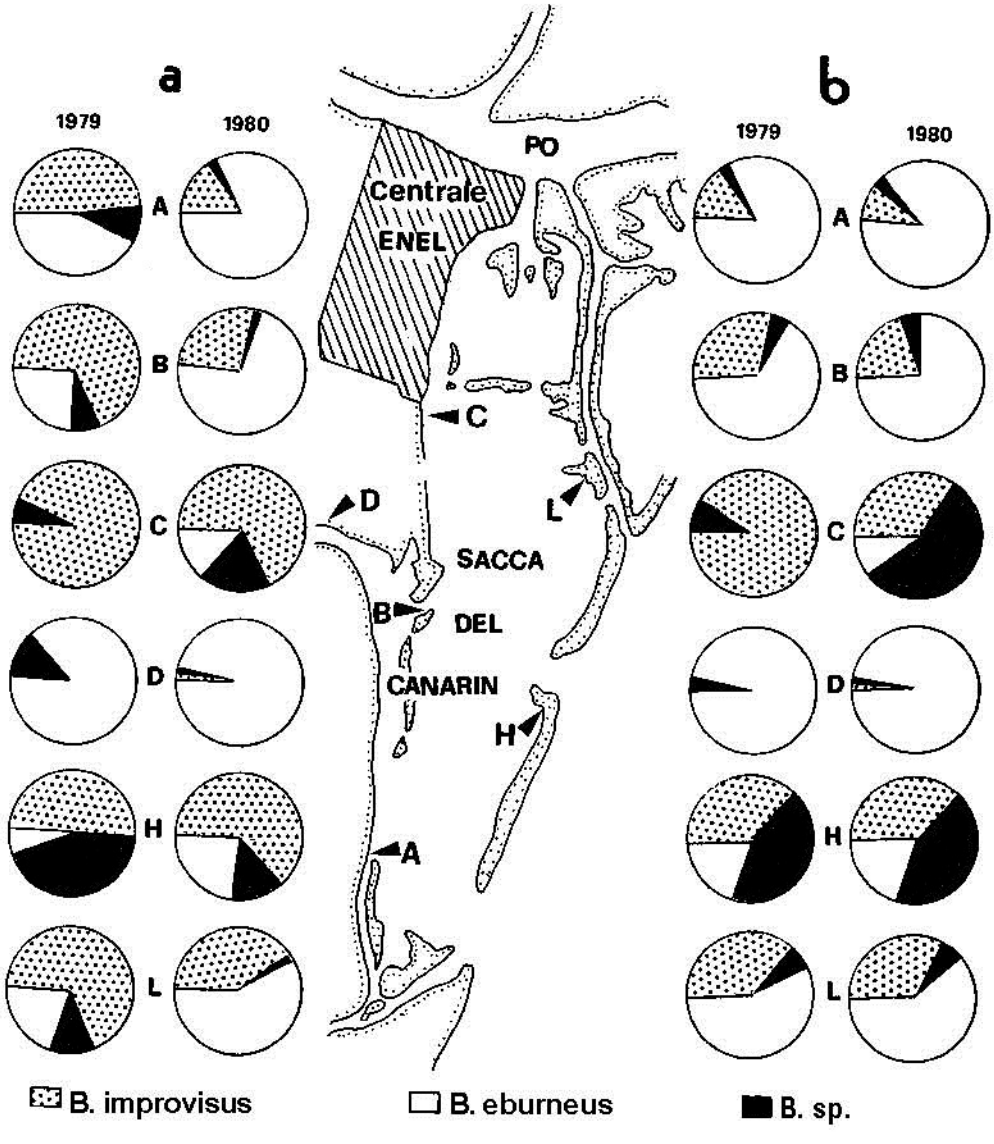


Fig. 2 - Composizione dei popolamenti a Balani nel 1979 e 1980. In a) composizione percentuale nelle singole stazioni, in b) distribuzione percentuale nelle specie tra le sei stazioni.

Summary

Three species of Barnacles, Balanus amphitrite Darw., B. eburneus *Gould and* B. improvisus *Darw. are found in brackish lagoon and inshore waters in the Delta of Po River. Their distribution and abundance are described in relation to changes of fresh water influence.*

Bibliografia

RELINI G., FASCIANA C. (1982) - Riproduzione del gen. *Balanus* (Crustacea Cirripedia) in differenti condizioni ambientali dell'area deltizia padana. *Boll. Mus. Ist. Biol. Università di Genova,* 50 suppl.: 306-312.

RELINI G., MATRICARDI G., BIANCHI C.N. (1981) - Organismi di substrato duro in un ambiente salmastro padano. Comunicazione al X Congresso S.I.B.M., Ancona, maggio 1978, *Quad. Lab. Tecnol. Pesca,* 3 (suppl. 1): 293-303.

RELINI G., MATRICARDI G., FIODI C. (1983) - Distribuzione verticale degli organismi di substrato duro in una laguna salmastra padana. Comunicazione al XV Convegno della S.I.B.M., Trieste, Nova Thalassia, in press.

OEBALIA 1985, vol. XI-3, N.S.: 775-777 *ISSN 0392-6613*

F. MAGGIORE C. CHIMENZ

Dipartimento di Biologia animale e dell'Uomo
Viale dell'Università, 32 - 00185 Roma - Italy

OSSERVAZIONI SUI TANAIDACEI DEL PORTO D'ISCHIA

Key-words: Tanaids, Sedimentation.

Introduzione

Viene analizzato il complesso di variazioni che si riscontrano in un popolamento a Tanaidacei dall'esterno all'interno del porto d'Ischia lungo un gradiente idrodinamico.

I campionamenti sono stati effettuati, tramite grattaggio totale di una superficie di 400 cm^2, nel febbraio e nel luglio del 1976, in 5 stazioni disposte dall'esterno all'interno del porto, con esposizione Sud; in ogni stazione sono stati condotti transetti verticali dallo «zero biologico» fino alla massima profondità esistente.

Il popolamento è rappresentato da 6 specie appartenenti a 4 famiglie per un totale di 35251 individui.

Analizzando la ripartizione di queste specie (Fig. 1) sia lungo i transetti orizzontali, sia lungo quelli verticali, si osserva che:

1) il popolamento appare costituito prevalentemente da *Anatanais robustus*, *Tanais dulongii (=T. cavolinii)* e *Leptochelia savignyi*, che si ripartiscono lungo tutto il transetto, **mentre sporadica è la presenza di *Apseudes latreillii, Parapseudes latifrons* e *Pseudoparatanais batei (= Paratanais batei).***
2) *T. dulongii* compare con uno scarso numero di individui al I e al II livello; abbastanza consistente è invece la popolazione primaverile al II e al III livello della stazione 3;
3) sono *L. savignyi* e *A. robustus* in realtà che determinano le grosse variazioni del popolamento globale. Al loro riguardo notiamo che:
   A) si osservano fenomeni di inversione di dominanza dal I livello, in cui è dominante *A. robustus*, ai successivi, in cui la dominanza si inverte a favore di *L. savignyi;*
   B) procedendo dall'esterno all'interno del porto entrambe mostrano, nell'insieme, un incremento. Lungo i transetti verticali *A. robustus* tende a decrescere (ad ec-

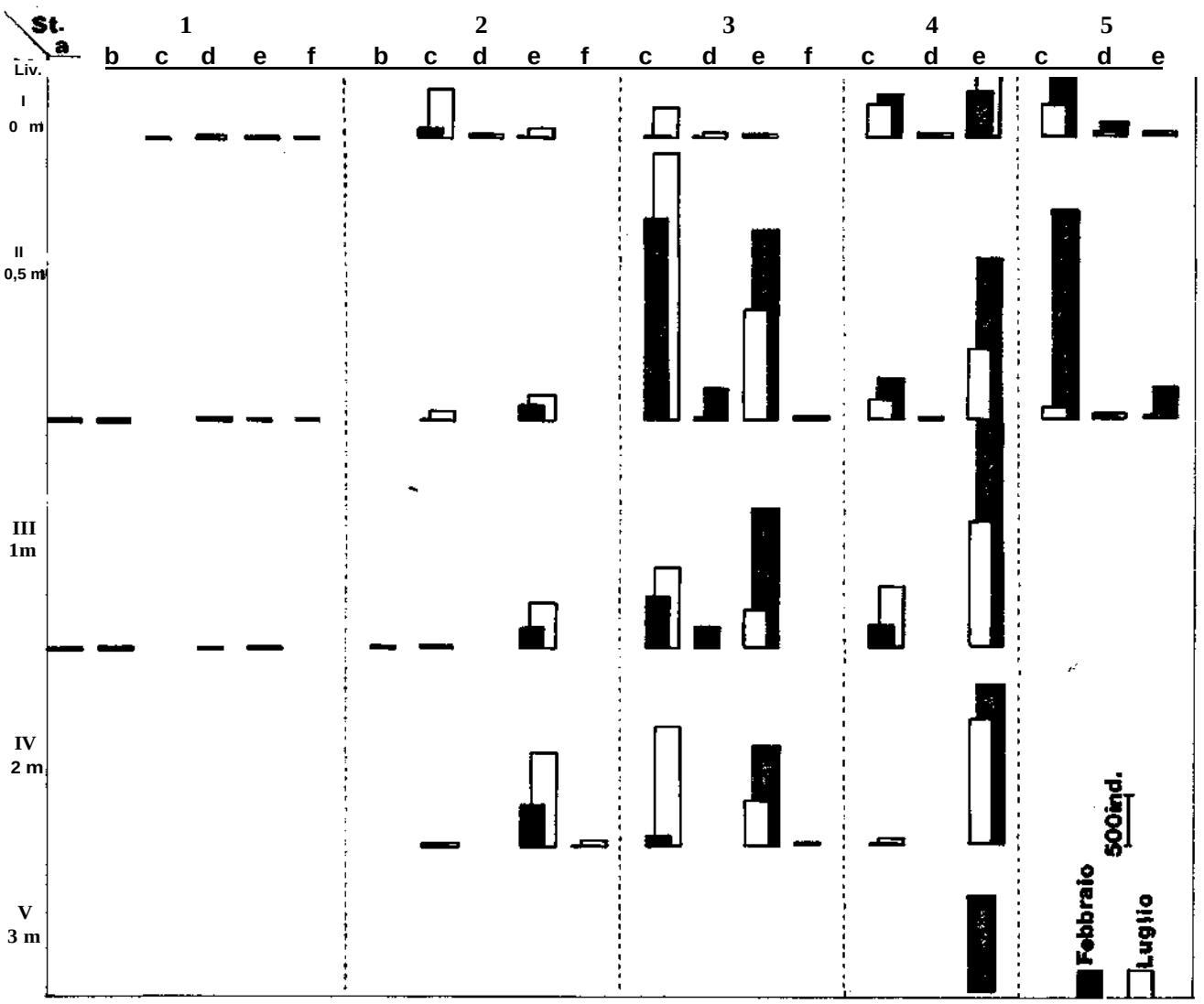


Fig. 1

cezione della st. 4 in luglio e della st. 5 in febbraio), mentre *L. savignyi* aumenta (tende a diminuire nei livelli più profondi delle st. 3 e 4);

C) per quanto riguarda le variazioni stagionali le due specie sono presenti con il maggior numero di individui in luglio nella st. 2, in febbraio nelle st. 4 e 5. Nella st. 3 *A. robustus* è più abbondante in luglio, *L. savignyi* in febbraio.

Le notizie ecologiche sulle tre specie considerate non sono molto esaurienti. LARWOOD **(1940) le trova, anche se con un esiguo numero di individui, su fondo duro fra alghe e balani.**

LEUNG TACK KIT **(1971) cita, nel porto di Marsiglia, la presenza di *T. cavolinii* e *L. dubia (= L. savignyi);* la prima nelle stazioni più interne caratterizzate da ipersedimentazione, la seconda in quelle più esterne.** RIGGIO **(1976) rinviene *A. robustus* e *T. cavolinii* in zone più interne del porto di Palermo dove elevati sono il tasso di inquinamento da effluenti cloacali e la presenza di fango. *L. savignyi* è presente, con un esiguo numero di individui, in una stazione più vicina all'imboccatura del porto, ma caratterizzata dalla presenza di fango argilloso e detrito organico.** GIORDANI SOIKA **(1952) segnala nella laguna di Venezia *T. cavolinii,* che egli ritiene specie «con preferenza per le acque inquinate e a salinità lievemente diminuita», e *L. savignyi* abbondante in laguna, ma non**

nelle zone più interne a scarso ricambio idrico. Secondo RIGGIO (1976) queste specie costruiscono tubi secernendo una sostanza mucosa alla quale aderiscono particelle di fango e di detrito. È probabile che si tratti di specie che prediligono ambienti con un certo grado di sedimentazione, vista la loro esigenza di costruire tubi; noi ipotizziamo infatti che il loro incremento all'interno del porto sia favorito, almeno entro certi limiti, dall'attenuarsi dell'idrodinamismo e quindi da un aumento di sedimentazione. Questa ipotesi d'altronde viene suffragata dal comportamento degli Anfipodi (SCIPIONE *et al.*, 1981) che mostrano un incremento delle forme tubicole all'interno del porto.

Per quanto riguarda le variazioni stagionali e i fenomeni di inversione di dominanza, ci sembra prematuro formulare ipotesi, data la scarsa conoscenza sulla biologia di queste specie.

Summary

Tanaids distribution has been studied along a horizontal transect in the Ischia harbour. *The most important species,* Anatanais robustus, Tanais dulongii *e* Leptochelia **savignyi*, are present in all five stations, but the number of individuals increases towards the interior of the port. Water movement seems to be the most important factor affecting this distribution .***

Bibliografia

GIORDANI SOIKA A. (1952) -I Tanaidacei e gli Isopodi della Laguna di Venezia. *Archo. Oceanogr. Limnol.*. II - III: 1-26.

LARWOOD H. J. (1940) - The fishery grounds near Alexandria. XXI - Tanaidacea and isopoda. *Fouad I Hydrobiol. and Fishery* 19: 1-72.

LEUNG TACK KIT D. (1971) - Etude du milieu pollué: le Vieux-Port de Marseille. Influence des conditions physiques et chimiques sur la physionomie du peuplement de quai. *Tethys* 3, 4: 767-826.

RIGGIO S. (1976) - Dati tassonomici sugli Anisopoda (Crustacea Peracarida) del porto di Palermo. *Archo. Oceanogr. Limnol.* 3, 18: 501-506.

SCIPIONE M.B., CARNEVALE G., CINELLI F., FRESI E., MAZZELLA L., PONTICELLI M.P., TARAMELLI E. (1981) - Ricerche sui popolamenti bentonici di substrato duro del porto d'Ischia. Infralitorale fotofilo: III Anfipodi. *Quaderni Lab. Tecnol. Pesca.* 3, 1: 505-517.

OEBALIA 1985, vol. XI-3, N.S.: 779-783 *ISSN 0392-6613*

C. FORNIZ F. MAGGIORE

Dipartimento Biologia Animale e dell'Uomo
Università «La Sapienza» - Roma (Italia)

NEW RECORDS OF SPHAEROMATIDAE FROM THE MEDITERRANEAN SEA (CRUSTACEA, ISOPODA)

Key-words: Isopoda, Distribution, Mediterranean sea.

Introduction

During a sampling campaign recently carried out in a locality of the Tyrrhenian coast, north of Civitavecchia harbour, many specimens of *Paradella dianae* (MENZIES, 1962) were found, including adult males, ovigerous and non ovigerous females and juvaniles. The species was collected among algae on intertidal rocks, near a sewage output.

P. dianae, previously known for the American temperate and tropical zones (MENZIES, 1962; IVERSON, 1974; PIRES, 1980), the Australian coasts (HARRISON & HOLDICH, 1982) and Marshall Islands (GLYNN, 1970), is a new record for the isopodological fauna both for the Mediterranean and for Italy. Compared with the other Mediterranean sphaeromatids, the males of P. *dianae* (max length 5 mm) are easily identifiable by the presence of lamellar, large and evident uropods. Further diagnostic characters are: pleon bearing prominent tubercle either side of midline; pleotelson with two pairs of tubercles, the posterior pair being more elongate and oblique; apex with a heart-shaped foramen, with a stout elongated tubercle in front of it. Furthermore, the ventral margins of pleotelson are fused on their distal end (Fig. 2B) and bear on each side a low, outcurved ridge which extends to the apex; the ridges do not touch on the midline.

The females (max length 4 mm) are less striking than males and show a great morphological similarity with the females of other sphaeromatids species. This problem, very frequent in the systematics of this family, causes many identification errors. Possible confusion arises particularly with the females of the genera *Ischyromene* Racovitza, *Dynamene* Leach and *Paracerceis* (Hansen), which belong to the same sub-family Dynameninae *{sensu* IVERSON) and are all present in Mediterranean.

The identification of the females of *P. dianae* is possible from the tubercle pattern on the pleon and pleotelson that resembles that of the males, though here they appear smaller and roundish, and from the apical notch that though in the typical short and not heart-shaped form common to all females of the above genera, is here almost completely covered by a sub-terminal crest, especially obvious in lateral view (Fig. 1G).

Of the eight species known of the genus *Paradella* (Fig. 1), six are present in the Caribbean area; probably then, this area can be considered the genus dispersal center. It is much probable that, originating from the Puerto Rican and Venezuelan localities of its distribution, *P. dianae* was lead through the Panama canal in the Pacific Ocean by means of passive migration. In fact, the ecological freshwater boundary through the canal passes, is inefficient on this species due to its tolerance to low salinity and to polluted waters (PIRES, 1980; HARRISON & HOLDICH, 1982). It is possible that, once in the Pacific Ocean, *P. dianae* spread in the North American coasts and, following commercial routes, reached the Marshall Islands and Australia, where has been recordered recently and only in localities near international ports (HARRISON & HOLDICH, 1982).

As an hypothesis which need further investigations, it is probable that *P. octaphymata* Harrison & Holdich, known presently only for Australia, followed the same routes, though its presence in America has not been evidenced yet.

As for the Atlantic Ocean, *P. dianae*, always by means of passive migration, reached the Brasilian coasts, where it has been recordered near harbour areas in 1980, and the Mediterranean Sea.

As to *Paracerceis sculpta* (HOLMES, 1904), this is a species original of the North American Pacific coasts recently recordered on Brasilian coasts and found in the Mediterranean in the Lake of Tunis (REZIG, 1978) and initially for Italy in the Venice Lagoon (FORNIZ & SCONFIETTI, 1985). It is now possible to say that *P. sculpta* has definitively established on the Italian coasts, principally in brackish lagoons and in harbour areas. In fact, after its first recording for the Venice Lagoon, the species has been collected in 1983 in the following localities: Lake of Caprolace (Latium), Mar Piccolo di Taranto (Apulia), harbour of Augusta (Sicily). Its definitive settlement is confirmed from the number of specimens found and from the massive presence of ovigerous females and juvaniles.

Summary

The first record of Paradella dianae (MENZIES) *in Mediterranean and new records of* Paracerceis sculpta (HOLMES), *another sphaeromatid recently introduced in Mediterranean by passive migration, are reported.*

Riassunto

Si segnala il ritrovamento nel Mediterraneo di *Paradello dianae* (Menzies), Sferomatide originario delle coste americane e australiane. Vengono inoltre riportati nuovi dati relativi alla distribuzione in Italia di *Paracerceis sculpta* (Holmes), un altro Sferomatide di recente introdottosi nel Mediterraneo attraverso migrazione passiva.

Bibliography

FORNIZ C., SCONFIETTI R. (1985) - Ritrovamento di *Paracerceis sculpta* (Isopoda, Flabellifera, Sphaeromatidae) nella laguna di Venezia. *Boll. Mus. Civ. Venezia.* 34: 197-203.

GLYNN P. W. (1970) - A systematic study of the Sphaeromatidae (Crustacea Isopoda) of Isla Margarita, Venezuela, with description of three new species. *Mem. Soc. Cienc. Nat. La Salle* 30: 5-48.

HARRISON K., HOLDICH D.M. (1982) - Revision of the genera *Dynamenella, Ischyromene, Dynamenopsis* and *Cymodocella* (Crustacea Isopoda), including a new genus and five new species of eubranchiatae Sphaeromatids from Queesland waters. *Journ. Crust. Biol.* 2 (1): 84 - 119.

IVERSON E.W. (1974) - Range extension for some California marine isopod crustaceans. *Bull. Soc. Calif. Acad. Sci.* 73: 164-169.

MENZIES R.J. (1962a) - The marine Isopod fauna de San Quintin, Baja California, Mexico. *Pac. Nat.* 3 (11): 337-348.

PIRES A.M.S. (1980) - New record of Sphaeromatidae (Isopoda) from the Brasilian Southern coasts: *Dynamenella dianae* (Menzies, 1962). *Crustaceana* 39: 133-140.

REZIG M. (1978) - Sur la presence de *Paracerceis sculpta* (Crustacé, Isopode, Flabellifère) dans le Lac de Tunis. *Bull. Off. natn. Pêche, Tunisie* 2 (1-2): 175-191.

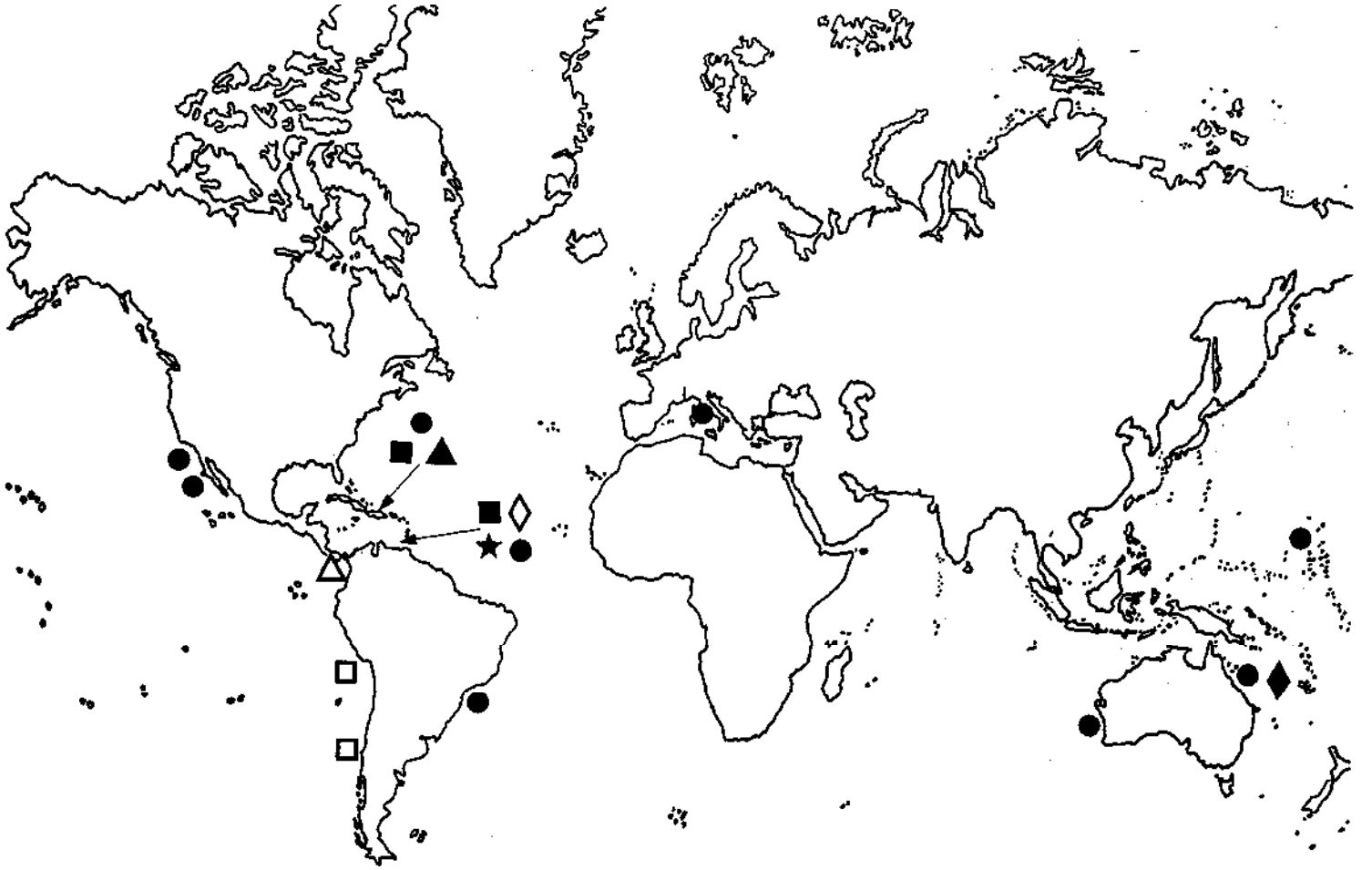


Fig. 1 - Distribution of genus *Paradello* Harrison & Holdich.

● *P. dianae;* ♦ *P. octaphymata;* ■ *P. acutitelson;* ▲ *P. quadripunctata;* ✱ *P. plicatura;* ◊ *P. tumicauda;* □ *P. bakeri;* △ *P. setosa.*

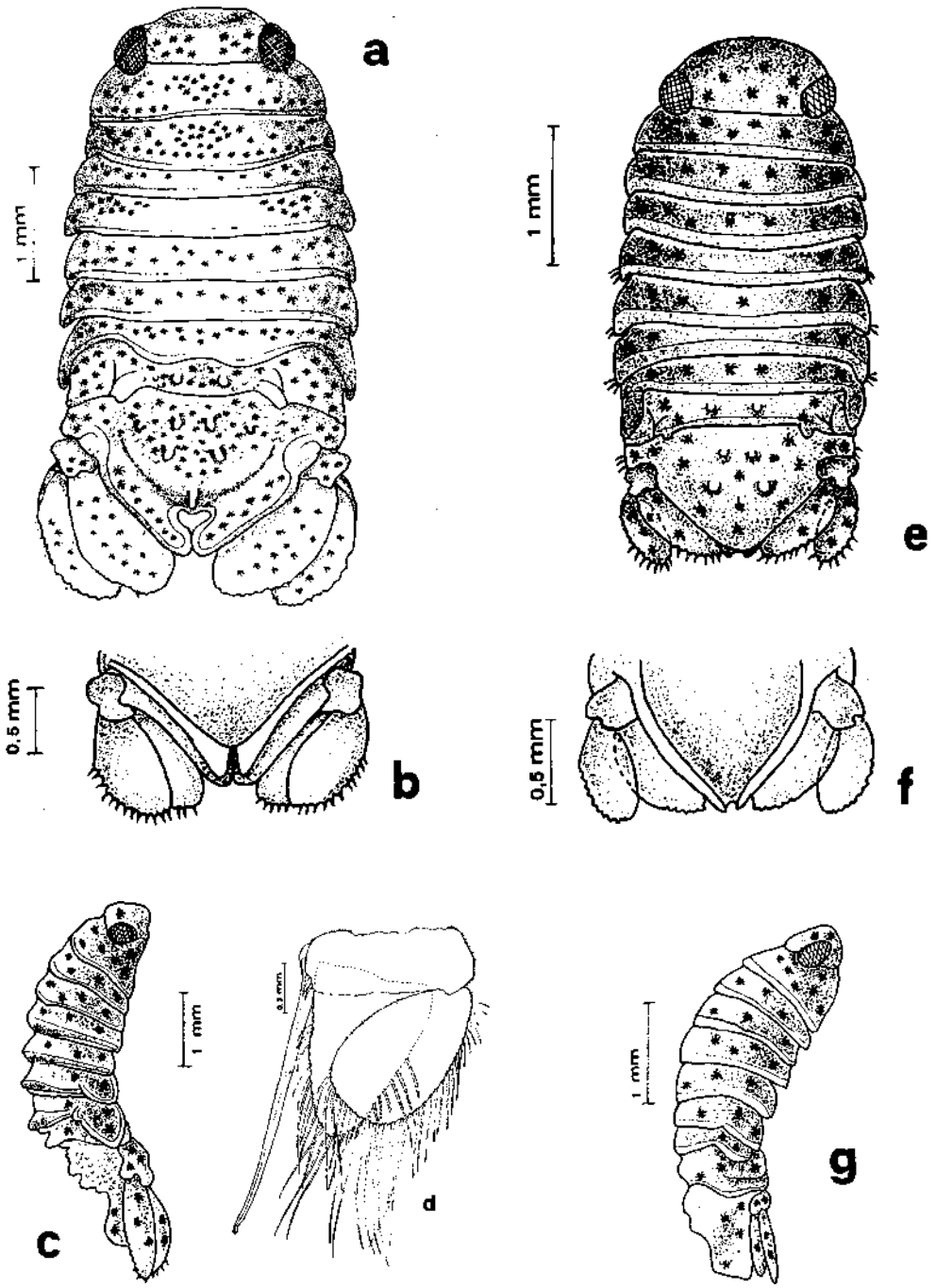


Fig. 2 - *Paradello dianae* (Menzies). Adult male (5 mm): A, body, dorsal; B, pleotelson, ventrali C, body, lateral; D, pleopod 2°, right: Adult female (4 mm): E, body, dosai; F, pleotelson, ventral; G, body, lateral.

OEBALIA 1985, vol. XI-3, N.S.: 785-787 *ISSN 0392-6613*

G. DIVIACCO
Laboratori di Biologia marina ed Ecologia animale -
Istituto di Anatomia Comparata dell'Università di Genova
Via Balbi, 5 - 16123 Genova - Italy

I CROSTACEI ANFIPODI DELLA GROTTA MARINA DI BERGEGGI (MAR LIGURE)

Key-words: Amphipods, Marine cave, Benthos.

Vengono riportati i risultati preliminari di un'indagine sui Crostacei Anfipodi della grotta marina di Bergeggi (Mar Ligure).

La cavità, ricca di anfratti e cunicoli dovuti all'azione carsica su calcare dolomitico triassico, e dotata tuttora di sorgenti sottomarine, presenta un gradiente luminoso, uno idrodinamico ed uno alino, che interagiscono nella delineazione della fisionomia biocenotica.

I campionamenti sono stati effettuati nel luglio 1977 e nel settembre 1978 mediante immersioni a profondità comprese tra 1 e 4 metri, ed i dati sino ad ora esaminati, limitati esclusivamente alla zona più esterna, hanno rivelato la presenza di 23 specie, 18 su substrato duro (stazioni 1-5) ed 11 su fondo ghiaioso alla profondità di 3,5 metri (staz. f) (Tab. 1).

L'orientamento a Nord-Nord Est dell'antro di accesso (m 11 di larghezza e m 6 di altezza sul mare) è il responsabile di un gradiente luminoso in attenuazione procedendo dalla staz. 1 verso la 5; solamente la prima stazione, infatti, riceve i raggi del sole nel corso della mattinata, mentre nelle altre la luce arriva via via più attenuata, anche a causa della presenza di anfratti (Fig. 1).

L'esposizione dell'ingresso nei confronti dei venti dominanti (scirocco e libeccio) (FIERRO & PIACENTINO, 1969) fa sì che si instauri inoltre un gradiente idrodinamico, dovuto al moto ondoso, in attenuazione sempre dalla staz. 1 verso la 5.

L'azione combinata dei due fattori ambientali ha come effetto il passaggio da una facies di «mode battu» della biocenosi di Alghe Fotofile ad una associazione tipica di acque più profonde, caratterizzata da una variazione qualitativa e da una rarefazione della componente algale, ed in cui dominano Rodoficee ed Invertebrati incrostanti. Anche la distribuzione degli Anfipodi, attribuibili in gran parte alla biocenosi delle Alghe Fotofile, risente ovviamente di questa situazione, come si può osservare dalla Tab. 1 e dalla Fig. lb.

Infine, per quanto riguarda il campionamento su fondo molle (sabbia grossa e ghiaia), la composizione specifica è indubbiamente legata alla vicinanza con l'ambiente roccioso.

Questa nota intende essere l'introduzione ad uno studio più approfondito sulla grotta marina di Bergeggi, che risulta di notevole interesse per la presenza di camere e cunicoli sommersi, rappresentanti il passaggio dalla biocenosi delle grotte semioscure a quella delle grotte oscure, e per la continuità con l'ambiente freatico, che ha libero sbocco, sia nella cavità, sia nel tratto di mare antistante, in sorgenti sottomarine.

Tab. 1 - *Distribuzione degli anfipodi nelle stazioni di prelievo.*

STAZIONI / SPECIE	SUBSTRATO DURO					SUBS. MOLLE
	1	2	3	4	5	f
Amphithoe ramondi Audoin	0	0	0	0	0	0
Aoridae indet.			0			
Apherusa sp.						0
Caprella liparotensis Haller	0	0	0			0
Corophium acutum Chevreux	0	0	0		0	0
Corophium sextonae Crawford			0	0	0	
Dexamine spiniventris (A. Costa)		0				
Dexamine spinosa (Montagu)						0
Elasmopus rapax A. Costa		0		0		
Erichthonius brasiliensis (Dana)			0			
Erichthonius sp.						0
Eusiroides dellavallei Chevreux		0	0	0	0	
Gammarella fucicola (Leach)						0
Gammaropsis maculata (Johnston)			0			
Hyale crassipes (Heller)			0			
Hyale schmidti (Heller)	0	0	0			
Jassa falcata (Montagu)	0	0	0	0		0
Lembos websteri Bate		0				
Maera inaequipes (A. Costa)			0			
Melita palmata (Montagu)						0
Orchomene humilis (A. Costa)					0	
Orchomene sp.						0
Pereionotus testudo (Montagu)					0	
Photidae indet.						0
Pseudoprotella phasma (Montagu)					0	

Summary

The preliminary results of an investigation on the Amphipod Crustaceans in Bergeggi marine cave are reported. In the most external part of the cave, the species distrubution is influenced by the interaction between a light gradient and a hydrodynamic one.

Bibliografia

FIERRO G., PIACENTINO G.B. (1969) - Ripascimenti delle spiagge e variazioni batimetriche del fondo marino a Bergeggi (Liguria occidentale). *Atti Ist. Geol. Univ. Genova*, **VII**, 1: 1-19.

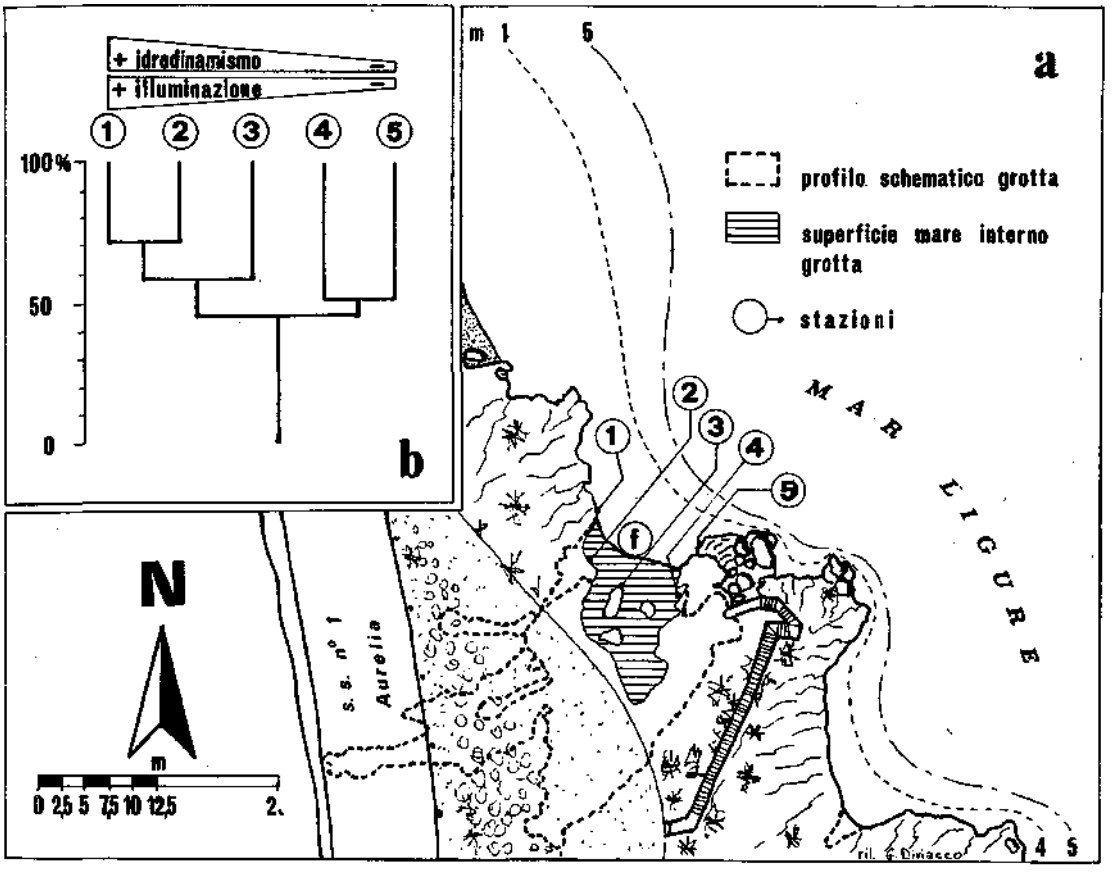


Fig. 1 - a) Ubicazione delle stazioni. b) Dendrogramma della similitudine tra le stazioni (indice di Sorensen).

OEBALIA 1985, vol. XI-3, N.S.: 789-791 *ISSN 0392-6613*

R. COEN* M.G. MAZZOCCHI**

* Dipartimento di Biologia Animale e dell'Uomo
Viale dell'Università, 32 - **00185** Roma - Italy

** Stazione Zoologica, Napoli

RITROVAMENTO DI *ACARTIA MARGALEFI* ALCARA, 1976 (COPEPODA: CALANOIDA) NEL GOLFO DI NAPOLI ED IN LAGHI COSTIERI LAZIALI

Key-words: Copepoda, *Acartia,* Mediterraneo, Lagune costiere.

Introduzione

Il genere *Acartia* è uno dei più comuni fra i Copepodi Calanoidi dell'oloplancton neritico, con specie distribuite anche in estuari, porti e lagune costiere. In questo lavoro viene segnalata nel Golfo di Napoli ed in alcuni laghi costieri della provincia di Latina la presenza di *Acartia margalefi,* specie solo da pochi anni ritrovata lungo le coste del Mediterraneo. Questa specie è stata descritta per la prima volta da ALCARAZ **(1976) su individui raccolti nell'estuario di Rìa de Vigo; quasi contemporaneamente è stata ritrovata da** BRADFORD **(1976) lungo le coste atlantiche francesi e nel porto di Genova e descritta col nome di *A. lefevrae. A. margalefi* è specie strettamente affine ad *A. clausi* con la quale fino ad ora è stata probabilmente confusa e dalla quale può essere distinta per le sue dimensioni più piccole e per alcuni dettagli morfologici (assenza di ornamentazioni sull'addome nei due sessi, diversa conformazione del terzo articolo del ramo sinistro del quinto piede del maschio) (Fig. 1).**

Nel Golfo di Napoli *A. margalefi* è stata rinvenuta durante una campagna di prelievi zooplanctonici avviata nel gennaio 1984 e tuttora in corso. I prelievi sono effettuati con frequenza quindicinale in una stazione fissa posta a circa due miglia dalla costa; vengono eseguite pescate verticali da — 50 m alla superficie utilizzando un retino Nansen con vuoto di maglia di 200 μ. *A. margalefi* è stata finora ritrovata solo in quattro campioni raccolti da gennaio ad aprile; la sua presenza è limitata a pochi individui adulti di entrambi i sessi: le densità variano da 0,3 a 1,3 ind./mc. Fra le specie congeneriche presenti nel golfo quella con le più alte densità è *A. clausi,* mentre *A. negligens, A. danae* e *A. discaudata var. mediterranea* compaiono sporadicamente.

Nei laghi di Fogliano, Monaci, Caprolace e Fondi campioni superficiali di zooplancton sono stati raccolti con frequenza mensile dal luglio 1982 al dicembre 1983; sono

state effettuate pescate orizzontali in otto stazioni utilizzando un retino con vuoto di maglia di 165 μ munito di flussimetro. In questi ambienti salmastri la variabilità dei parametri fisico-chimici dipende in larga misura dall'andamento stagionale dei fattori meteorologici. Gli apporti di acqua dolce sono infatti limitati e la marea, di debole ampiezza, influenza solo le zone prossime ai canali di comunicazione con il mare. Nei laghi poli-eualini di Fogliano, Monaci e Caprolace (profondità media 1 m circa), il popolamento oloplanctonico è nettamente dominato da A. *margalefi* presente anche con forme giovanili durante tutto l'anno; le densità più alte si registrano nel periodo gennaio-maggio e sono particolarmente rilevanti nel Lago dei Monaci con un valore massimo di 22210 ind./mc nell'aprile 1983 (Tab. 1). *A. margalefi* è spesso associata con altre specie congeneriche: *A. clausi, A. latisetosa* e *A. discaudata var. mediterranea.* Nel Lago di Fondi, caratterizzato rispetto ai precedenti da una maggiore profondità media (9 m circa) e da acque superficiali mesoaline, *A. margalefi* è rara e compare con pochi individui solo nel 1982, da luglio a settembre, mentre più frequente e abbondante è *A. latisetosa* (Tab. 1).

L'importanza quantitativa di *A. margalefi* e dei suoi stadi giovanili nei laghi di Fogliano, Monaci e Caprolace, il suo ritrovamento' anche in lagune salmastre del Delta del Po (FERRARI, com. pers.) e la sua presenza solo occasionale in ambiente spiccatamente marino quale il Golfo di Napoli, sembrano confermare, come già osservato da ALCARAZ (1983), che questa specie tende ad affermarsi in aree idrologicamente poco stabili.

Summary

Acartia margalefi ALCARAZ, *1976 is cited for the first time for the Gulf of Naples and in brackish-water lagoons situated midway along the Italian coast of the Tyrrhenian Sea. This species was dominant for the holoplankton of poly-euhaline lagoons but was only present sporadically in mesohaline and marine habitats.*

Bibliografia

ALCARAZ M. (1976) - Description of *Acartia margalefi,* a new species of pelagic copepod, and its relationship with *A. clausi. Inv. Pesq.,* 40: 59-74.

ALCARAZ M. (1983) - Coexistence and segregation of congeneric pelagic copepods: spatial distribution of the *Acartia* complex in the Rìa of Vigo (NW of Spain). *J. Plankton Res.,* 5: 891-900.

BRADFORD J.M. (1976) - Partial revision of the *Acartia* subgenus *Acartiura* (Copepoda: Calanoida: Acartiidae). *N.Z. J. Mar. Freshwat. Res.,* 10: 159-202.

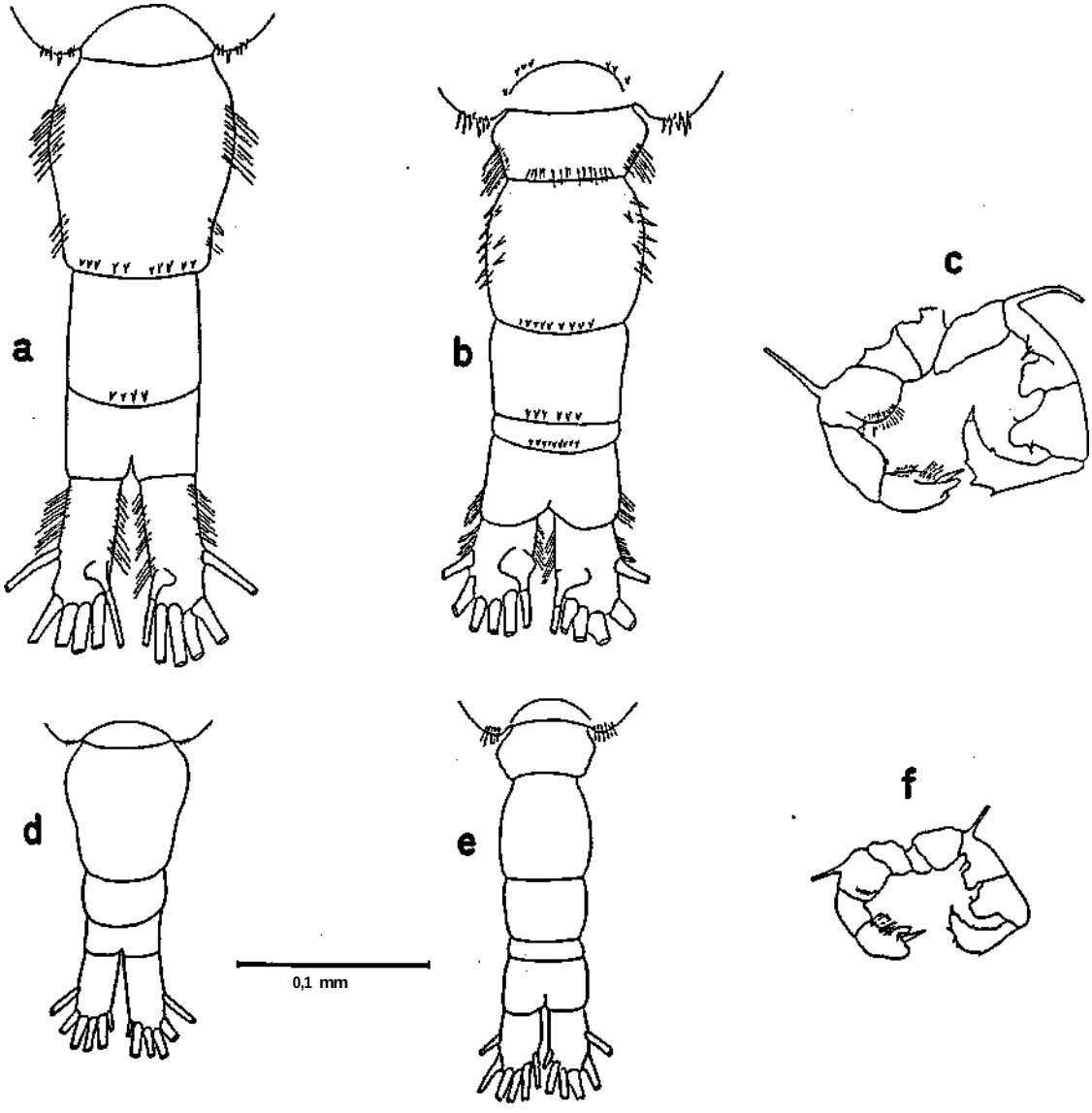


Fig. 1 - *A. clausi:* a), b), c); *A. margalefi:* d), e), f).
a), d): ♀ , visione dorsale dell'addome
b), e): ♂ , visione dorsale dell'addome
c), f): ♂ , quinto piede.

Tab. 1 - *Densità (N/mc) degli individui adulti di* A. margalefi *nei laghi di Fogliano (St. 1, 2), Monaci (St. 3), Caprolace (St. 4, 5), Fondi (St. 6, 7, 8).*

St.	1982 VII	VIII	IX	X	XI	XII	1983 I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1	—	—	—	—	4	124	32	49	157	200	152	—	—	—	—	—	—	4
2	—	—	1	2	7	48	36	20	34	102	170	7	18	10	—	1	1	5
3	—	—	1	2	—	8	3170	2460	14600	22210	1	2	—	—	—	—	—	—
4	7	1	45	34	*	41	3	47	510	362	500	124	71	5	—	—	—	—
5	—	1	39	31	*	45	11	75	836	74	2930	122	90	—	—	—	8	—
6	8	10	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
8	—	10	3	*	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

* Non campionato.

OEBALIA 1985, vol. XI-3, N.S.: 793-797 *ISSN 0392-6613*

P. PELUSI E. TARAMELLI* C. PERTICARGLI R. GIRONI**
* Istituto di Zoologia dell'Università di Roma
Viale dell'Università 32, 00100 Roma - Italy
** ENEL - Laboratorio Centrale DCO - Via Bixio, 39 - 29100 Piacenza - Italy

CROSTACEI DECAPODI DI TOR VALDALIGA (CIVITAVECCHIA, ROMA)

Key-words: Crustacea Decapoda, Coastal benthos, Thermal pollution, Tyrrhenian sea.

Introduzione

Nell'ambito della ricerca sulle biocenosi litorali di Torvaldaliga (Civitavecchia) svolta dall'Istituto di Zoologia (Dip. B.A.U., I Univ. Roma) a seguito di una convenzione con l' ENEL, è stata studiata la composizione del popolamento a Crostacei Decapodi e la loro distribuzione nei piani meso ed infralitorale.

Quattro campionamenti stagionali sono stati effettuati in 6 stazioni poste al limite tra il mesolitorale inferiore e l' infralitorale (0 - 0,15 m) su un «trottoir» organogeno ricoperto da alghe fotofile e in 6 stazioni dell' infralitorale (— 4 m) caratterizzato dalla presenza di una prateria di *Posidonia*. Nei campioni esaminati sono state trovate 32 specie di Crostacei Decapodi appartenenti a 25 generi e 14 famiglie, per un totale di 1885 individui.

Nel popolamento campionato a profondità inferiori, l'unica specie di Decapode Natante rappresentata in numero considerevole è *Alpheus dentipes*, mentre tra gli Anomuri ***Clibanarius erithropus*** **e fra i Brachiuri** ***Sirpus zariquyei, Pachygrapsus marmoratus*** **e** ***Brachynotus sexdentatus*** **sono le specie più diffuse.**

Fra la fauna vagile associata a *Posidonia* spiccano per numero d'individui gli Hippolitidi tra i Natanti, mentre gli Anomuri del genere *Pisidia* sono particolarmente abbondanti tra i rizomi della *Posidonia* stessa.

Nella stazione più meridionale, la Fiumaretta (3SI), caratterizzata da fondale sabbio-fangoso e sita alla profondità di — 8 m, il popolamento è essenzialmente costituito da *Diogenes pugilator* e soprattutto da *Upogebia tipica* della quale è stato raccolto un notevole numero d'individui (922) (Fig. 1). Tra i due piani esaminati si può notare una certa differenza nella composizione percentuale tra i diversi gruppi: dominano nei campioni raccolti a — 0,15 m i Brachiuri che costituiscono qui il 48,8% del popolamento, mentre nell' infralitorale il valore più alto (79,7%) viene registrato per i Natanti (Fig. 2). Le stazioni in cui si è raccolto il maggior numero di specie (20) sono la 3NM e la 3NI, men-

tre il minor numero (5) si è registrato nella stazione 1I come anche nelle 2NI e 2SI.

Sembrerebbe quindi che in queste stazioni, che sono quelle più vicine allo scarico termico, il popolamento a Decapodi risenta dell' influenza di tale scarico, tuttavia riteniamo che questo dato debba essere confermato da ulteriori indagini quali ad esempio l'analisi multifattoriale.

Per quanto riguarda le differenze stagionali, ci è sembrato che nel complesso il popolamento a Decapodi nelle stazioni più vicine a riva non mostri una vera e propria stagionalità ma piuttosto una minore catturabilità di specie che come *Pilumnus hirtellus, Eriphia verrucosa, Pachygrapsus marmoratus, Brachynotus sexdentatus* durante la cattiva stagione si nascondono in buchi e cavità per ripararsi dall'accentuato moto ondoso con una conseguente rappresentatività di specie come *Sirpus zariquyei, Acanthonyx lunulatus, Achaeus gordonae* legate alla copertura algale e che in queste trovano rifugio.

Nell' infralitorale domina nel campione di luglio *Hippolyte longirostris,* in quello di aprile *H. inermis.*

Nella stazione 3SI, specie dominanti sono *Diogenes pugilator* in aprile e *Upogebia tipica* in luglio.

Summary

The Authors describe a population of Crustacea Decapoda collected during a research about meso and infralittoral biocenosis along a stretch of coast facing a fuel power plant on the Tyrrhenian sea (Torvaldaliga, Civitavecchia).

Bibliografia

BELLAN-SANTINI D. (1969) - Contribution à l'étude des peuplements infralittoraux sur substrat rocheux (Etude qualitative de la frange supérieure. *Rec. Trav. St. Mar. d'Endoume.* 63 (47): 1-294.

BONVICINI PAGLIAI A.M., CREMA R., JOANNILLI E., BERTONATI M., CIRONI R., VITALI R. (1979) - Caratteristiche strutturali del microzoobentos della fascia Infralitorale antistante la centrale di Tor Valdaliga (Civitavecchia) *Atti XI Congr. Soc. Ital. Biol. Mar.:* 159-167.

BOUVIER E.L. (1940) - Decapodes Marcheurs. *Faune de France* 37: 1-399.

COTTIGLIA M. (1983) - Crostacei Decapodi lagunari. Guide per il riconoscimento delle specie animali e lagunari e costiere italiane . *Ed. CNR AQ/1/225 10:* 1-148.

INGLE R.W. (1980) - British crabs. *Ed. Ox. Univ. Press:* 1-215.

MANNING R.B., FROGLJA C. (1982) - On a collection of Decapod Crustacea from Southern Sardinia. *Quad. Lab. Tecn. Pesca* 3: 319-334.

SMALDON G. (1979) - British coastal shrimps and prawns. *Synop. Brit. fauna* 15: 1-126.

SORBE J.C. (1983) - Les Décapodes natantia de l'estuaire de la Gironde (France). Contribution à l'étude morphologique et biologique de *Palaemon rongirostris* H. Milne Edwards 1837. *Crustaceana* 44: 251-270:

TARAMELLI E., HERZEL A. (1969) - Analisi qualitativa e statistica del mesobenthos vagile associato alle alghe delle pozze di scogliera di Tor Valdaliga (Civitavecchia). *Arch. Zool. Ital.* 54: 59-108.

TARAMELLI E., CHIMENZ C, BLUNDO L. (1981) - Contributo alla conoscenza delle zoocenosi di Torvaldaliga. Atti XI Congr. Naz. S.I.B.M. - *Quad. Lab. Tec. Pesca. 2,* 1 suppl.: 535-550.

ZARIQUIEY ALVAREZ R. (1968) - Crustaceos Decapodos Ibéricos. *Invest. Pesq.* 32: 1-510.

HIPPOLYTIDAE:
Hippolyte leptocerus (Heller, 1863)
Hippolyte inermis Leach, 1815
Hippolyte longirostris (Czerniavsky, 1868)
Thoralus cranchii (Leach, 1817)

ALPHEIDAE
Athanas nitescens (Leach, 1814)
Alpheus dentipes Guerin, 1832

PROCESSIDAE
Processa sp.
Processa elegantula Nouvel e Holthuis, 1957

PALAEMONIDAE
Palaemon xiphias Risso, 1816
Palaemon longirostris H. Milne Edwards, 1837
Palaemon (Palaeander) elegans Ratnke, 1837

CALLIANASSIDAE
Upogebia deltaura (Leach, 1815)
Upogebia tipica (Nardo, 1869)

DIOGENIDAE
Diogenes pugilator (Roux, 1829)
Clibanarius erythropus (Latreille, 1818)

PORCELLANIDAE
Porcellana platycheles (Pennant, 1777)
Pisidia sp.

DORIPPIDAE
Ethusa mascarone (Herbst, 1785)

LEUCOSIIDAE
Ebalia edwardsi Costa, 1838

PIRIMELIDAE
Pirimela denticulata (Montagu, 1808)
Sirpus zariquieyi Gordon, 1953

PORTUNIDAE
Portumnus latipes (Pennant, 1777)

XANTHIDAE
Pilumnus villosissimus (Rafinesque, 1814)
Pilumnus hirtellus (Linnaeus, 1761)
Eriphia verrucosa (Forskal, 1775)
Xantho poressa (Olivi, 1792)

GRAPSIDAE
Pachygrapsus marmoratus (Fabricius, 1787)
Brachynotus sexdentatus (Risso, 1827)

MAJIDAE
Maja verrucosa H. Milne Edwards, 1834
Acanthonyx lunulatus (Risso, 1816)
Achaeus gordonae Forest e Zariquiey-Alvarez, 1955
Macropodia longirostris (Fabricius, 1775)

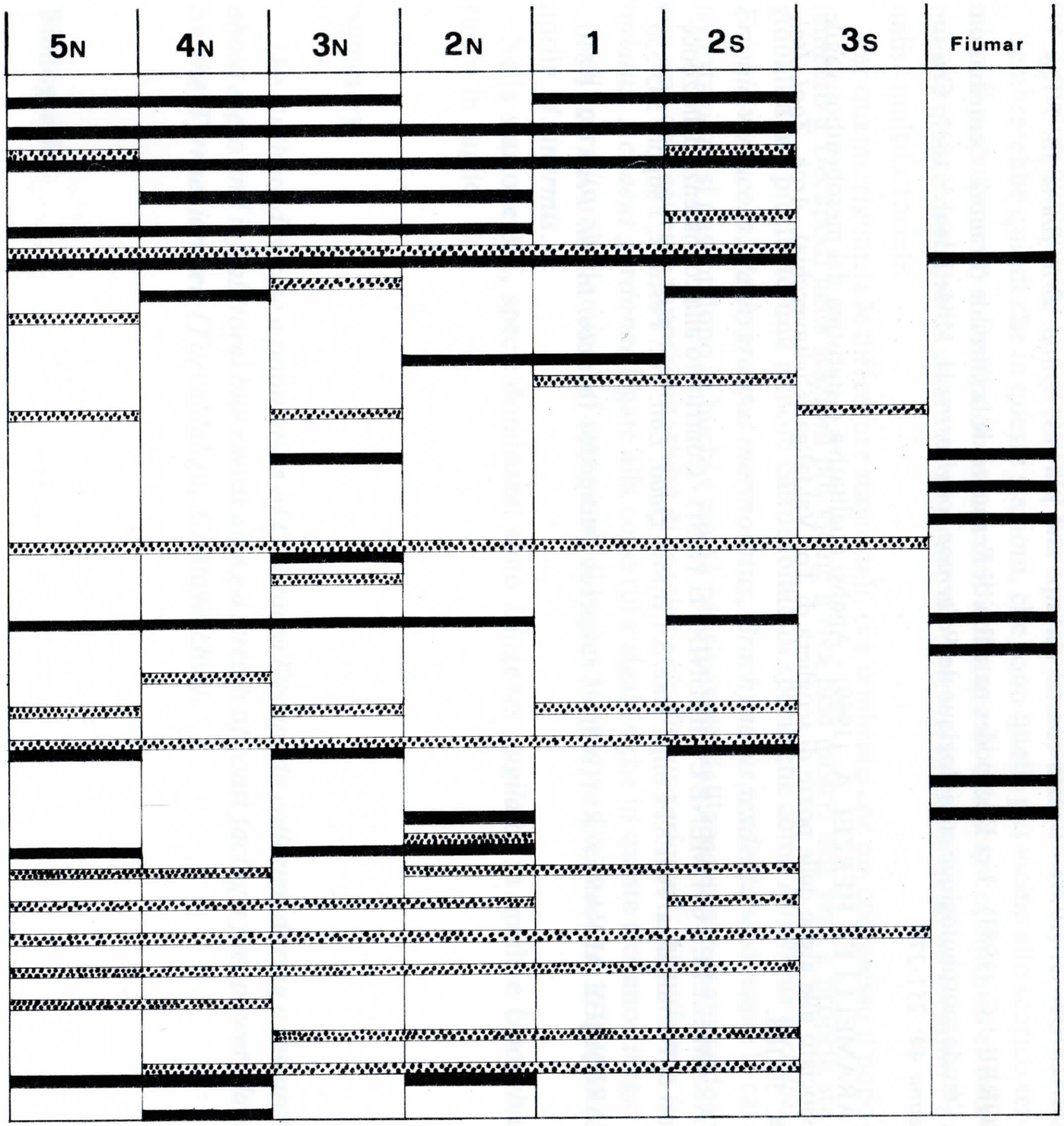


Fig. 1 - Distribuzione stazionale dei Crostacei Decapodi (linea nera —4m: linea puntinata 0,15).

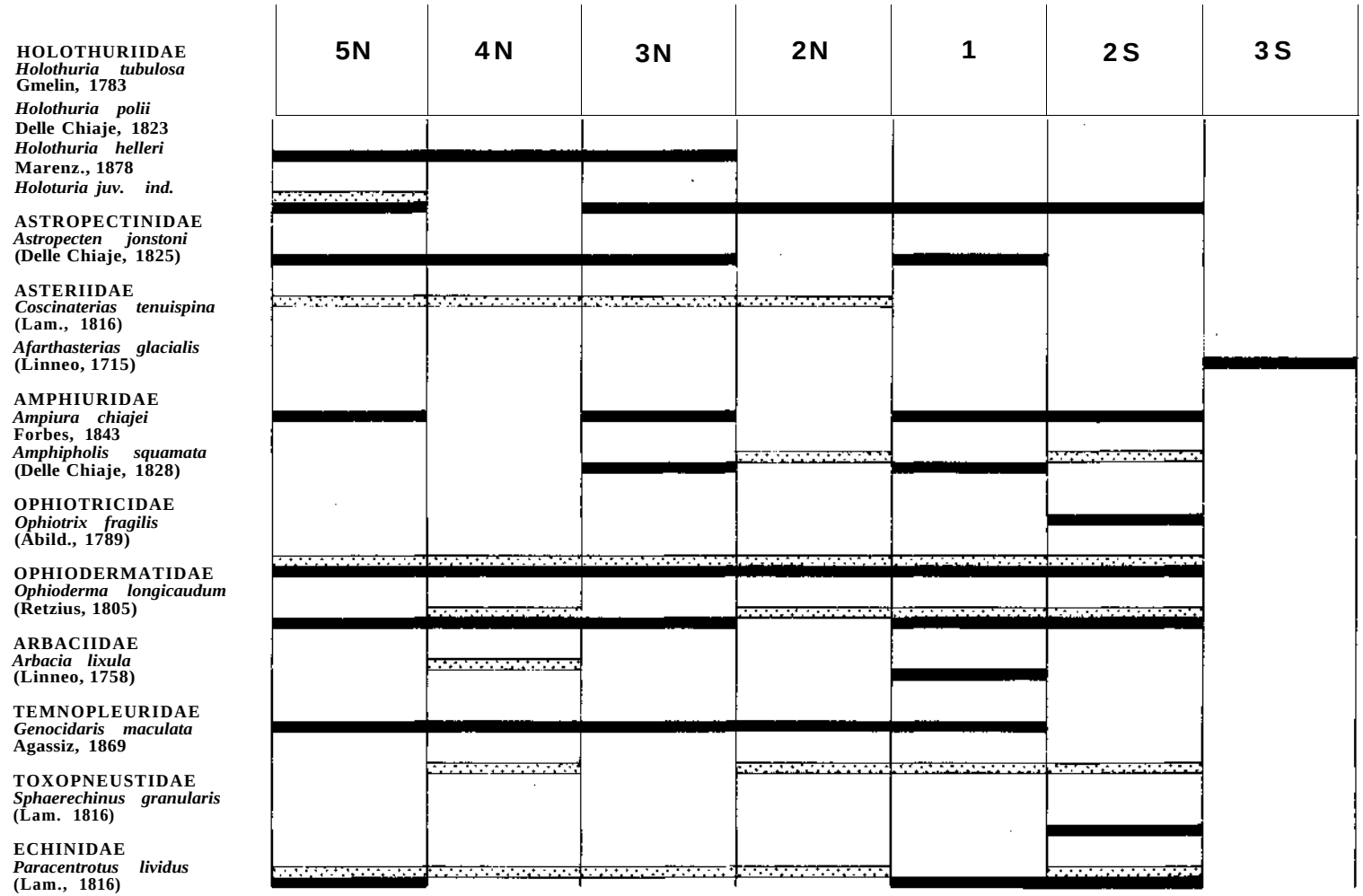


Fig. 2 - Distribuzione stazionale degli Echinodermi (linea nera — 4 m; linea puntinata — 0,15 m).

OEBALIA 1985, vol. XI-3, N.S.: 799-802 *ISSN 0392-6613*

E. TARAMELLI* P. SCHINTU

* Istituto di Zoologia Università - Roma
Viale Università 32 - 00100 Roma - Italy

ECHINODERMI DI TORVALDALIGA (CIVITAVECCHIA - ROMA)

Key-words: Echinoderms, Coastal benthos, Thermal pollution, Tyrrhenian Sea.

Introduzione

Il tratto di mare che si estende dal porto di Civitavecchia verso NW è interessato dagli scarichi termici delle Centrali di Civitavecchia e di Tor Valdaliga Sud, dagli effluenti urbani della città di Civitavecchia e dai reflui di diverse attività industriali localizzate in vicinanza del porto. Più a NW esso verrà inoltre interessato dagli scarichi termici della nuova Centrale di Tor Valdaliga Nord. In base alla Convenzione — Enel — Istituto di Zoologia di Roma, si è ritenuto opportuno effettuare un'indagine ecologica su tale tratto di mare atta a stabilire l'andamento spaziale e temporale delle popolazioni meso — ed Infralitorali, sia al fine di notare eventuali effetti perturbatori causati dagli effluenti termici delle Centrali attualmente in funzione, ma soprattutto per ottenere un quadro di riferimento sulla cui base potessero essere rilevati e valutati in futuro eventuali perturbazioni ambientali dovuti al funzionamento della nuova Centrale.

Nel tratto di costa in esame sono state prescelte 6 stazioni lungo un arco di 10 km, al limite tra i piani meso — ed Infralitorale alla profondità di 0,15 m e 6 stazioni, a queste prospicienti, e poste alla profondità di 4 m, su fondale prevalentemente roccioso ricoperto parzialmente da *Posidonia oceanica.* Una settima stazione (3SI o Fiumaretta) era stabilita su fondale sabbioso a -8 m (Fig. 1).

Nelle stazioni meno profonde vennero effettuati 4 campionamenti stagionali, mentre a -4 m i prelievi vennero effettuati in aprile e luglio in concomitanza con campagne di rilevamenti fisico-chimici.

Nel corso dei sei sopralluoghi sono stati raccolti nel complesso 3977 Echinodermi appartenenti a 15 specie e 10 famiglie.

Specie nettamente dominante è apparsa *Amphipholis squamata* che costituisce il 96,2% del popolamento raccolto nei due piani ed il 98,6% di quello presente nelle stazioni meno profonde. Queste stazioni sono poste su una panchina orizzontale, fortemente erosa, in cui si notano piccole cavità e fessure entro cui l'acqua è quasi sempre presente e che sono colonizzate da numerose alghe fotofile (Corallinacee, *Ulva rigida, Padina*

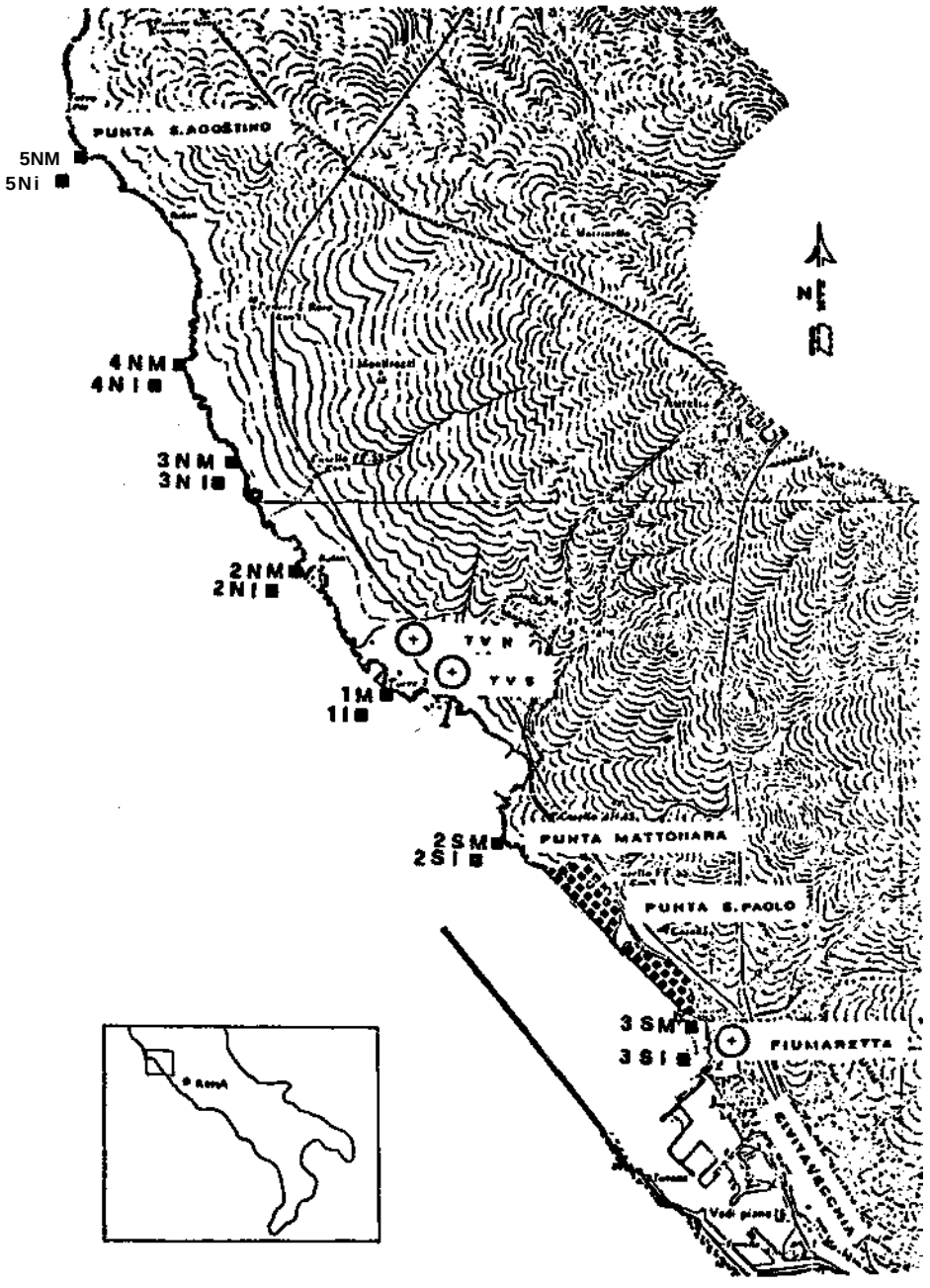


Fig. 1 - Località di raccolta.

pavonia, Enteromorpha compressa, Colpomenia sinuosa ecc.). Con mare calmo e durante le basse maree, la zona può risultare esondata; tuttavia le alghe riescono a trattenere una certa quantità di acqua che permette la vita ad una biocenosi ascrivibile più all'Infralitorale che al mesolitorale, come dimostra del resto la massiva presenza dell'ofiuroide *Amphipholis squamata* elemento tipico di questa biocenosi. Altre specie trovate a questa profondità con una certa frequenza, anche se in numero nettamente inferiore sono: *Genocidaris maculata, Ophiotrix fragilis* e giovani oloturoidi non identificabili.

Nei campioni raccolti a -4 m si nota un maggior numero di specie (12), alcune delle quali come *Holoturia tubulosa, Holoturia helleri, Arbacia lixula* e *Sphaerechinus granulari* si ritrovano solamente in questi campioni, altre *(Holoturia polii, Coscinasterias tenuispina, Paracentrotus lividus)* pur ritrovandosi a volte a minore profondità, sono qui più diffuse. *Astropecten jonstoni* specie tipica dei substrati mobili, risulta presente solo nella stazione 3SI (Fig. 2).

Escludendo *Amphipholis squamata* di cui sono stati raccolti 3132 individui nelle stazioni poste a -0,15 m, il popolamento ad Echinodermi sembra nel complesso quantitativamente povero; non si rilevano significative differenze stagionali e stazionali soprattutto nelle stazioni più profonde; in quelle più superficiali *Amphipholis squamata* presenta dei valori massimi per numero d'individui raccolti nelle stazioni 2SM e LM (rispettivamente 1428 e 945).

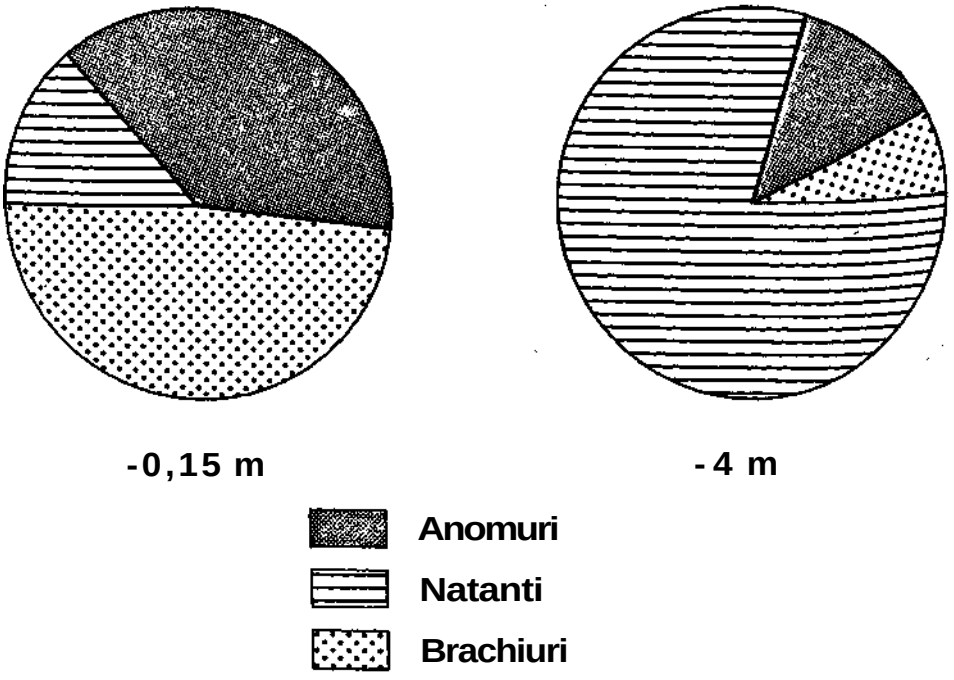


Fig. 2 - Composizione del popolamento a Crostacei Decapodi presente alle due profondità.

Summary

The Authors describe a population of Echinoderms found during a research about meso- and infralittoral biocoenosis along a stretch of coast facing a fuel power plant on the Tyrrhenian Sea (Tor Valdaliga).

Bibliografia

BELLAN-SANTINI D. (1969) - Contribution a l'étude des peuplements infralittoraux sur substrat rocheux. (Etude qualitative et quantitative de la frange supérieure). *Extr. Ree. Trav. St. Mar. d'Endoume,* 63, 47: 1-294.

BONVICINI PAGLIAI A.M., CREMA R., JOANNILLI E., BERTONATI M., CIRONI R., VITALI R. (1979) - Caratteristiche strutturali del macrobentos della fascia Infralitorale antistante la centrale di Torre Valdaliga (Civitavecchia). *Atti Soc. Tosc. Sci. Nat., Mem.*, ser. B, 86, suppl.: 160-167.

HARMELIN J.G., BOUCHON C, HONG J.S. (1981) - Impact de la pollution sur la distribution des Echinodermes des substrats durs en Provence, Méditerranée nord-occidentale. *Téthys,* 10: 13-16.

TARAMELLI E. (1969) - Ricerche sulle zoocenosi delle alghe fotofile ed in particolare di *Halopteris scoparla* (L.) Sauv. a Tor Valdaliga. *Pubbl. St. Zool. Napoli,* 37, 2, suppl.: 349-358.

TARAMELLI E., HERZEL A. (1969) - Analisi qualitativa e statistica del mesobenthos vagile associato alle alghe delle pozze di scogliera di Tor Valdaliga (Civitavecchia). *Arch. Zool. It.,* 54: 59-108.

TARAMELLI E., CHIMENZ C, BLUNDO L. (1981) - Contributo alla conoscenza delle zoocenosi di Tor Valdaliga. *Quad. Lab. Tecnol. Pesca,* 3, 1, suppl.: 535-550.

TORTONESE E. (1965) - Echinodermata. Fauna d'Italia, Ed. Calderini, Bologna: 1-422.

OEBALIA 1985, vol. XI-3, N.S.: 803-805 *ISSN 0392-6613*

M. CURINI-GALLETTI* A. CASTELLI** C. LARDICCI*
* Istituto di Biologia Marina - Via Volta 6 - 56100 Pisa - Italy
** Istituto di Zoologia - Via dell'Università, 4 - 41100 Modena - Italy

LA FAUNA DEI MICROHABITAT SALMASTRI DELLE ISOLE D'ELBA E DI CAPRAIA

Key-words: Brackish waters, Mollusca, Polychaeta.

Introduzione

I microhabitat salmastri sono in genere caratterizzati da estrema instabilità, dovuta alle notevoli variazioni dei parametri ambientali anche nell'ambito di una stessa giornata e a drastiche variazioni in seguito all'avvicendamento delle stagioni. Spesso estremamente diversi l'uno dall'altro costituiscono un campo d'indagine di grande interesse, finora scarsamente considerato in letteratura, per i problemi connessi alle strategie adattive di molte specie. Inoltre tali aree si prestano particolarmente allo studio della colonizzazione, soprattutto se site lontano da aree salmastre di maggiori dimensioni che possano fornire un serbatoio costante di specie potenzialmente colonizzatrici.

Questa problematica è stata affrontata attraverso lo studio, nel corso di un anno, di quattro microaree salmastre (tre nell'Isola d'Elba e una nell'Isola di Capraia) dissimili per origine e natura del substrato (sbocchi di canali di drenaggio o di torrenti a essiccamento estivo, piccoli bacini semichiusi che ricevono acque dolci), ma accomunate tra loro per la caratteristica di presentare acque con salinità inferiori a valori marini per almeno parte dell'anno.

Il popolamento animale, di cui è stata preliminarmente considerata la sola frazione molluschi - policheti, è risultato essere costituito da una base di specie alolimnobie tipiche di aree salmastre, la cui composizione appare relativamente costante tra le stazioni, più una frangia di specie talassicole mai o raramente citate per ambienti salmastri *{Syl-Hsprolìfera, Caulleriella caput-esocis, Microspio mecznikowianus, Parapionosyllis elegans)* la cui composizione risulta diversa tra stazione e stazione (Tab. 1).

Possono essere effettuate alcune considerazioni preliminari:

1) mancano nel complesso alcune specie caratteristiche di ambienti salmastri (i generi ***Cerastoderma, Scrobicularia, Ficopomatus*** **e le specie** ***Abra ovata*** **e** ***Polydora ciliata);***
2) il numero di specie rinvenute risulta legato alle dimensioni dell'ambiente stesso. L'area di estensione maggiore, la Salina nell'Isola d'Elba, ospita ad esempio un numero di specie più che doppio delle altre;

Tab. 1 - *Specie rinvenute nei quattro microhabitat presi in esame.*

	ELBA			CAPRAIA
	Madonnina	*Salina*	*La Mola*	*V. Porto*
Policheti				
Syllis prolifera				+
Parapionosyllis elegans		+		
Exogone gemmifera		+		
Sphaerosyllis hystrix		+		
Nereis caudata				+
Nereis diversicolor	+	+		+
Perinereis cultrifera	+	+		
Pettiboneia urcensis			+	
Scolelepis sp.		+		
Microspio mecznikowianus		+		
Streblospio shrubsolii	+	+	+	
Cirriformia tentaculata		+	+	
Cauleriella caput-esocis		+		
Heteromastus filiformis		+		+
Capitello capitata	+	+	+	+
Fabricia sabella		+		
Molluschi				
Monodonta arcticulata		+	+	
Melaraphe neritoides		+		
Hydrobia ventrosa	+	+	+	
Loripes lacteus				+
Parvicardium exiguum	+	+	+	+
Tapes decussata	+	+		+
Tapes aurea		+	+	+
Abra tenuis		+	+	

3) le specie rinvenute sono relativamente indifferenti alla natura del substrato e alla salinità almeno sino alla soglia del 20°/oo che sembra essere la barriera più selettiva in questi ambienti, al di sotto della quale riescono a penetrare solo *Streblospio shrubsolii* e *Nereis diversicolor*. Queste osservazioni trovano riscontro in quanto già noto per aree salmastre di maggiori dimensioni (GIANGRANDE *et al.*, 1983).

Nel complesso, la colonizzazione di questi microhabitat sembra dipendere da fortuiti insediamenti di larve di specie alolimnobie — che costituiscono lo stock di base del popolamento — insieme ad adattamenti di popolazioni locali di specie normalmente talassicole.

Questo fenomeno è stato già rilevato in aree salmastre di grande estensione (COGNETTI, 1982).

Tale colonizzazione, da ricerche tuttora in corso sulle variazioni stagionali della fauna, appare essere infine un fenomeno prevalentemente stocastico, cosa che può giustificare l'assenza nel periodo in esame di numerose specie tipiche di ambienti salmastri.

Summary

A preliminary survey of the fauna of four brackish-water microhabitats, situated in the islands Elba and Capraia, has been accomplished. The results point out that the bulk of the fauna is constituted by typical brackish-water forms, plus a fringe of other species, originally thalassicolous, whose composition differs in the various stations. All those species distribute indifferently to the nature of the substrate, till values of salinitis of about 20P/oo, a treshold that only a few species are able to trespass.

Bibliografia

COGNETTI G. (1982) - Adaptive strategy of brackish-water fauna in pure and polluted waters. *Mar. Pollut. Bull.,* 13 (7): 247-250.

GIANGRANDE A., GRAVINA M.F., GAMBI M.C., FRESI E., ARDIZZONE G. (1983) - Policheti di fondo mobile di aree costiere semichiuse: fattori di selezione in ambiente salmastro. *Atti XV Congresso S.I.B.M.,* Trieste 1983.

OEBALIA 1985, vol. XI-3, N.S.: 807-808 *ISSN 0392-6613*

M. PELLIZZATO* **W.J. CANZONIER****

*** Laboratorio Co.S.P.A.V. - Viale Stazione 5 - 30015 Chioggia (VE) - Italy**

**** Rutgers Shellfish Research Laboratory - Port Norris, NJ, 08349, U.S.A.**

SEGNALAZIONE DEL PARASSITA *KUDOA* (PROTOZOA: MYXOSPORIDA) IN PESCI PIATTI DELLA LAGUNA DI VENEZIA

Key-words: Parasite, *Kudoa,* flatfish, Venice Lagoon.

A Myxosporidian parasite, quite similar to *Kudoa clupeidae* (MEGLITSCH, 1947), has been noted in the flounder *Platichthys flesus* (L.) caught in the Laguna Veneta (north-eastern Italy). In fresh smear preparations the spores are 6-7 μm in height and about 7 μm in their greatest diameter. The polar capsules are 3.5 μm in length and about 2 μm in diameter; there is a faintly defined raphe along the outer aspect of the capsules. The parasite seems to infect all voluntary muscles, becoming so abundant that the tissues are reduced to a flaccid pulp. In advanced infections, the tissue mass is composed of mostly spores and a few apparently still functional muscle fibers in an amorphous gelatinous matrix.

The prevalence of the parasite in flounder from the Laguna probably did not exceed 2% at its peak in September-October; infected fish have been noted occasionally by fishermen in other months. Some of the infected fish were quite small, probably those belonging to the previous year class. Infected fish have no commercial value, since the tissues are noticeably softened, a process that is accelerated after the death of the fish.

We call your attention to this parasite, due to its potential threat in situations of high fish density that might occur in flatfish culture, tanks, or ponds. It would be prudent to take adequate precautions to prevent the introduction of infected fish into culture systems from wild stock. Other cultured finfish might also be hosts for this Myxosporidian.

Riassunto

Un myxosporidio parassita, piuttosto simile alla specie *Kudoa clupeidae* (MEGLITSCH, 1947) è stato osservato in esemplari di *Platichthys flesus* (L.) pescati nella Laguna Veneta.

Lo studio di preparati istologici a fresco ha dimostrato la presenza di spore piriformi con diametro maggiore di circa 7 μm. Le quattro capsule polari, visibili internamente alle spore, presentano contorni debolmente definiti e misurano 3,5 μm di lunghezza e circa 2 μm di diametro.

I parassiti infettano i muscoli volontari della passera - pianuzza e diventano così abbondanti da ridurre i tessuti ad un ammasso di polpa flaccida. Ad infezione avanzata numerosissime spore occupano la massa tissutale che risulta composta da poche fibre muscolari apparentemente ancora attive in una matrice gelatinosa ed amorfa. La prevalenza del parassita nella passera, in Laguna di Venezia, probabilmente non supera il 2%. Le osservazioni effettuate hanno potuto stabilire che il picco di massima infezione si manifesta nei mesi di settembre ed ottobre; pesci parassitati sono stati occasionalmente segnalati da pescatori anche in altri mesi.

Le passere soggette a questo tipo di infezione, alcune di circa un anno di età, perdono il valore commerciale in quanto risulta evidente il processo di distruzione dei tessuti che viene maggiormente accelerato dopo la morte dell'ospite.

Altri pesci possono essere parassitati da questo myxosporidio e si richiama l'attenzione su questo parassita per la sua potenziale minaccia soprattutto in situazioni di alta densità di popolazione ittica come in bacini o vasche di allevamento.

Bibliografia

WILLIS A.G. (1949) - On the vegetative forms and life history of *Chloromyxum thyrsites* Gilchrist and its doubtful systematic position. *Aust. J. Sci. Res.,* B., 2: 379-398.

MEGLITSCH P.A. (1947) - Studies on Myxosporidia from the Beaufort Region. II. Observations on *Kudoa clupeidae* (Hahn), Gen. Nov. *J. Parasitol.,* 33: 271-277.

PAPERNA I., ZWERNER D.E. (1974) - *Kudoa cerebralis* sp.n. (Myxosporidea, Chloromyxidae) from the Striped Bass, *Morone saxatilis* (Walbaum). J. *Protozoo!.,* 21 (1): 15-19.

MITCHELL L.G. (1976) - Myxosporida. In: Parasitic Protozoa, J.P. Kreier ed. *Academic Press:* 115-154.

PATASHNIK M., GROININGER H.S. Jr. (1964) - Observations on the milky condition in some Pacific coast fishes. J. *Fish. Res. Board. Can.,* 21: 335-346.

SINDERMANN C.J. (1970) - Principal diseases of marine fish and shellfish. *Academic Press:* 36-43.

TEMPLEMAN W., ANDREWS G.L. (1956) - Jellied condition in the American Plaice *Hippoglossoides platessoides* (Fabricius). J. *Fish. Res. Bd. Canada,* 13 (2): 147-182.

OEBALIA 1985, vol. XI-3, N.S.: 809-811 *ISSN 0392-6613*

L. DA ROS F. MASSIGNAN
Consorzio per lo Sviluppo della Pesca e dell'Acquacoltura del Veneto (Co.S.P.A.V.),
Viale Stazione 5 - 30015 Chioggia (VE) - Italy

INDAGINE PARASSITOLOGICA SU *MYTILUS GALLOPROVINCIALIS* LMK ALLEVATO IN LAGUNA DI VENEZIA (BACINO DI CHIOGGIA)

Key-words: Parasites, *M. galloprovincialis.*

Poiché l'allevamento dei mitili *(Mytilus galloprovincialis* Lmk) nella laguna di Venezia riveste grande importanza commerciale, si è deciso di dedicare uno studio particolare ai parassiti che potrebbero colpire questi bivalvi causando perdite disastrose negli allevamenti. Il verificarsi di una recente mortalità attribuita al trematode parassita *Cercaria tenuans* (MUNFORD *et al.,* 1981) e la quasi assoluta mancanza di precedenti osservazioni sulla patologia dei mitili allevati localmente, ci ha indirizzati verso una indagine istologica di tipo preliminare attraverso cui poter individuare la presenza (nei mitili coltivati) ed eventualmente la distribuzione (nel bacino di allevamento) di possibili agenti patogeni.

Nel settembre 1981 con seme (mitili di lunghezza sub commerciale) proveniente dalla Laguna si sono allestite, con il metodo commerciale localmente in uso, delle reste sperimentali che sono state poste in allevamento in tre vivai dislocati nel Bacino di Chioggia (Laguna Sud). Da ciascuna delle tre stazioni venivano effettuati, per la durata di un anno, prelievi mensili di circa 30 mitili, di cui 15 a mezzo metro e 15 a due metri di profondità, nel tentativo di individuare differenze di distribuzione dei parassiti. I mitili venivano aperti, esaminati per le alterazioni macroscopiche con l'uso di un microscopio a dissezione, e successivamente fissati in fissativo di Davidson modificato (SHAW & BATTLE, 1957) per le consuete procedure di inclusione in paraffina. Le sezioni (6 μ di spessore) tagliate lungo il piano dorso-ventrale in posizione mediana, venivano colorate con ematossilina-eosina e tutti i tessuti successivamente esaminati per determinare la distribuzione dei parassiti e la loro eventuale patologia indotta.

I risultati ottenuti sono illustrati nella Tab. 1, dove si elencano i parassiti riconosciuti presenti nei mitili lagunari con le relative percentuali di infezione, e nella Tab. 2, dove le percentuali di infezione sono state correlate con le stagioni.

Tra i protozoi segnalati, ricordiamo che *Marteilia maurini,* che era già stata individuata in *M. galloprovincialis* importato in Francia dalla Laguna di Venezia (COMPS *et al.,* 1982), ha provocato ingenti mortalità tra le ostriche in Francia, e per questo la sua

Tab. 1 - *Percentuali totali di infezione nell'anno 1981-1982.*

PARASSITI	N° pos. / N° esaminati	% Infetti
PROTOZOI:		
— *Ancistrum* sp.	41/999	4,5
— *Nematopsis* sp.	111/999	12,4
— *Marteilia* sp.	39/999	4,3
COPEPODI:		
— *Mytilicola intestinalis*	272/999	30,3
TREMATODI:		
— *Cercaria tenuans*	52/999	5,8
— Altri trematodi	44/999	4,9

Tab. 2 - *Percentuali stagionali di infezione nell'anno 1981-1982.*

PARASSITI	Autunno	Inverno	Primavera	Estate
PROTOZOI:				
— *Ancistrum* sp.	2,2	2,7	2,6	9,2
— *Nematopsis* sp.	3,3	5,5	16,1	19,3
— *Marteilia* sp.	2,8	0,5	3,4	8,9
COPEPODI:				
— *Mytilicola intestinalis*	26,8	35,5	33,3	26,3
TREMATODI:				
— *Cercaria tenuans*	8,3	6,1	7,1	2,6
— Altri trematodi	7,2	5,0	2,6	5,5

presenza in Laguna dovrebbe essere attentamente valutata. Tale protozoo, tra quelli da noi segnalati, è per questo motivo certamente il più pericoloso. Il caso del trematode *Cercaria tenuans*, introdotto in Laguna di Venezia probabilmente dai mitili *(M. edulis)* importati per ragioni commerciali dalla Spagna e temporaneamente posti a stabulare in acque lagunari (CANZONIER, 1972), individuato quale agente patogeno responsabile di una vasta mortalità in *M. galloprovincialis* della Laguna da MUNFORD *et al.* (1981), e oggi presente a livello enzootico nei mitili lagunari, ben illustra le possibili implicazioni sanitarie connesse con il trasferimento di molluschi ed i gravi problemi di diffusione

di malattie legati alle pratiche intensive di acquacoltura. Benché non sia quasi mai realizzabile l'eliminazione dei parassiti dei bivalvi allevati da una certa area e risulti difficile ottenere una diretta diminuzione delle perdite in stocks pesantemente parassitati, avere informazioni sulla presenza di parassiti in una determinata zona può essere di valido aiuto nel tentativo di sviluppare sistemi di coltura e procedure di gestione pur sempre in grado di evitare i possibili danni derivanti da improvvise epizoozie.

Summary

From September 1981 to August 1982 aparasitological investigation on mussels fMytilus galloprovincialis *Lmk)from the growing parks in South Basin of the «Laguna Veneta» was carried out in order to obtain information on presence and prevalence of mussel parasites in an area of intensive aquaculture. Monthly samples of about 30 animals each were taken from experimental mussel ropes distributed in three different parks of the South Lagoon. Each individual from the samples was histologically examined. In this way almost 1000 individuals were examined in all and parasites were found in 62% of the cases. The parasites observed were:* Ancistrum *sp.*, Nematopsis *sp.*, Marteilia *sp. (Protozoa);* Mytilicola intestinalis *(Copepoda);* Cercaria tenuans *(Trematoda).*

Bibliografia

CANZONIER W. J. (1972) - *Cercaria tenuans,* larvai trematode parasite *of Mytilus* and its significance in mussel culture. *Aquaculture,* 1: 267-278.

COMPS M. (1970) - Observations sur les causes d'une mortalité anormale des huitres plates dans le Bassin de Marennes. *Rev. Trav. Inst. Pêches Marit.,* 34: 317-326.

COMPS M., PICHOT Y., PAPAGIANNI P. (1982) - Recherche sur *Marteilia maurini* n.sp, parasite de la moule *Mytilus galloprovincialis* Lmk. *Rev. Trav. Inst. PèchesMarit.,* 45 (3): 211-214.

MUNFORD J.G.. DA ROS L., STRADA R. (1981) - A study on the mass mortality of mussels in the Laguna Veneta. /. *World Mar. Soc,* 12 (2): 186-199.

SHAW B.L., BATTLE H.T. (1957) - The gross and microscopie anatomy of the digestive tract of the *Crassostrea virginica* (Gmelin). *Can. J. Zool.,* 35: 325-346.

OEBALIA 1985, vol. XI-3, N.S.: 813-816 *ISSN 0392-6613*

A. PEIRANO L. TUNESI
Istituto di Anatomia Comparata dell'Università di Genova
Via Balbi, 5 - 16126 Genova - Italy
Laboratori di Biologia Marina ed Ecologia Animale

MACROFAUNA DI INVERTEBRATI DEI FONDI STRASCICABILI TRA 20 E 300 METRI DELLA RIVIERA LIGURE DI LEVANTE

Key-words: Invertebrates, Trawl, Ligurian coast.

Introduzione

Abbiamo analizzato la frazione di macroinvertebrati raccolti nel corso di una campagna di prelievo svolta nell'ambito della ricerca «Presupposti Bioecologici e Tecnici per una nuova regolamentazione della pesca a strascico entro le 3 miglia dalla costa», finanziata dal Ministero Marina Mercantile e coordinato dall'I.R.PE.M. del C.N.R. di Ancona, effettuata tra gennaio 1982 e dicembre 1983 sui fondi strascicabili antistanti Chiavari (Genova).

Sulla costa ligure lavori di questo tipo erano stati già effettuati sulla Riviera di Ponente (RELINI, 1962) e su quella di Levante sul piano batiale (Rossi, 1957).

Il campionamento è stato effettuato con rete a strascico con maglie al sacco di 6 mm di lato lungo le isobate di 20, 30, 50, 90 e 300 m su tratti di 3 miglia pari a un'ora di strascico effettivo. Sono state identificate 161 specie appartenenti al macrobentos (Tab. 1) così ripartite: 12 Poriferi, 7 Cnidari, 9 Anellidi, 69 Molluschi (1 Scafopode, 28 Gasteropodi, 35 Bivalvi, 5 Cefalopodi), 26 Echinodermi, 29 Crostacei, 9 Tunicati. Precisazioni sulle biocenosi rinvenute sono pubblicate in altra sede (TUNESI & PEIRANO, in stampa).

Le specie risultate più frequenti a tutte le batimetriche sono state: *Antedon mediterranea* (Lam.), *Astropecten irregularis* (D. Ch.), *Ophiura ophiura* (L.), *Aporrhais pespelecani* (L.), *Calliostoma granulatum* Born., *Alcyonum palmatum* (Pall.), *Liocarcinus depurator* (L.).

La fascia dei 20 e 30 m presenta con maggiore frequenza *Naticarius millepunctatus* (Lam.), *Neverita josephina* Risso, *Cardium tuberculatum* L., mentre *Pleurobranchaea meckeli* Leue, *Lytocarpia myriophyllum* (L.), *Scalpellum scalpellum* L., *Pecten jacobaeus* L. si estendono fino ai 50 metri.

Tab. 1 - *Elenco delle specie identificate.*

PORIFERA

Cacospongia scalaris (Schimdt)
Cacospongia sp.
Dyctionella sp.
Dysidea sp.
Hippospongia communis (Lam.)
Ircinia foetida (Schimdt)
Ircinia sp.
Rhizaxinella pyrifera (D. Ch.)
Spongia officinalis L.
Suberites domuncola (Olivi)
Thenea muricata Gray
Ulosa digitata (Schimdt)

CNIDARIA

Adampsia palliata (Bohad.)
Alcyonum palmatum (Pall.)
Calliactis parasitica (J. Couch)
Epizoanthus arenaceus (D. Ch.)
Lytocarpia myriophyllum (L.)
Lophogorgia sarmentosa (Esp.)
Pteroeides spinosum (Ell.)

GASTROPODA

Actaeon tornatilis (L.)
Aporrhais pes-pelecani (L.)
Aporrhais serresianus (Mich.)
Armina tigrina Raf.
Calliostoma granulatum Born.
Capulus hungaricus L.
Daphnella semicolon (Wood)
Epitonium turtonae (Turt.)
Fasciolaria lignaria Phil.
Fusinus rostratus (Olivi)
Galeodea echinopora (L.)
Galeodea tyrrhena (Gmel.)
Gibbula magus L.
Lunatia fusca (Blainv.)
Murex brandaris L.
Nassa *pygmaea* (Lam.)
Naticarius hebraeus (Martyn)
Naticarius millepunctatus (Lam.)
Neverita josephina Risso
Pleurobranchea meckeli Leue
Scaphander lignarius (L.)
Semicassis undulata (Gmel.)
Semicassis saburon (Brug.)
Sphaeronassa mutabilis (L.)
Tethys leporina L.
Trunculariopsis trunculus (L.)
Turritella communis Lam.
Turritella triplicata Brocchi

SCAPHOPODA

Dentalium inaequicostatum (Min.)

BIVALVIA

Abra alba (Wood)
Anomia ephippium L.
Atryna pectinata (L.)
Cardium aculeatum L.
Cardium echinatum L.
Cardium paucicostatum Sow.
Cardium tuberculatum L.
Chlamys opercularis (L.)
Chlamys varia (L.)
Diluvarca diluvii Lam.
Ensis ensis (L.)
Fabulina fabuloides Monter.
Glycimeris violacescens (Lam.)
Hiatella arctica (L.)
Isocardia cor (L.)
Laevicardium oblongum (Gmel.)
Mactra corallina lign. (L.)
Mactra stultorum (L.)
Myrtea spinifera (Mont.)
Musculus subpictus marm. (Forbes)
Nucula nitida Sowerby
Ostrea edulis L.
Pecten jacobaeus L.
Pitaria chione (L.)
Psammobia depressa (Penn.)
Pseudamussium clavatum (Poli)
Pteria hirundo (L.)
Solenocurtus candidus (Renieri)
Solenocurtus strigillatus (L.)
Solen *vagina* L.

segue

seguito Tab. 1

Spisula subtruncata (Da Costa)
Tellina nitida Poli
Thracia convexa (Wood)
Thracia papiracea (Poli)
Venus verrucosa L.

CEPHALOPODA

Eledone cirrhosa (Lam.)
Eledone moschata (Lam.)
Octopus macropus Risso
Octopus saluta Verany
Octopus vulgaris Lam.

ANELLIDA

Amphitrite variabilis (Risso)
Aphrodita aculeota L.
Chloeia venusta Quatr.
Glycera unicornis Sav.
Harmothoè longisetis (Grube)
Lagisca extenuata (Grube)
Nereis fucata (Sav.)
Pontobdella muricata (L.)
Sternapsis scutata (Renier)

ASCIDIACEA

Ascìdia mentula Mull.
Ascidiella aspersa (Mull.)
Ascidiella scabra (Mull.)
Botrylloides leachi (Sav.)
Botryllus schlosseri (Pall.)
Microcosmus claudicans (Sav.)
Microcosmus vulgaris Heller
Phallusia mamillata (Cuv.)
Pyura sp.

ECHINODERMATA

Antedon mediterranea (Lam.)
Astropecten aranciacus (L.)
Astropecten bispinosus (Otto)
Astropecten irregularis p. (D. Ch.)
Coscinasterias tenuispina (Lam.)
Echinus acutus Lam.
Echinaster sepositus (Retz.)
Echinocardium cordatum (Penn.)
Holothuria tubulosa Gmel.
Labidoplax digitata (Mont.)
Leptometra phalangium (J. Mull.)
Leptometra sp.
Luidia ciliaris (Phil.)
Marthasterias glacialis (L.)
Ocnus planci (Brandt)
Ophiocten abyssicolum Mar.
Ophioderma longicaudum (Retz.)
Ophiotrix fragilis (Ab.)
Ophiura ophiura (L.)
Paracentrotus lividus (Lam.)
Psammechinus microtuberc. (Bev.)
Pseudocnus syracusanus (Grube)
Schizaster canaliferus (Lam.)
Stichopus regalis (Cuv.)
Thyone gadeana Perier
Trachythyone tergestina (M. Sars)

CRUSTACEA

Alpheus glaber Olivi
Atelecyclus rotundatus (Olivi)
Coristes cassivelanus (Penn.)
Ethusa mascarone (Herbst)
Galathea intermedia Lillj.
Goneplax rhomboides L.
Inachus comunissimus Rizza
Inachus dorsettensis (Penn.)
Liocarcinus depurator (L.)
Liocarcinus maculatus (Risso)
Liocarcinus vernalis (Risso)
Macropodia longipes (M. Edw. & Bouv.
Macropodia rostrata (L.)
Maja squinado (Herbst)
Medorippe lanata (L.)
Palinurus vulgaris Latr.
Pagurus alatus Fabr.
Pagurus prideauxi Leach
Pagurus scultimanus Lucas
Pagurus sp.
Parapeneus longirostris Lucas
Partenope angulifrons Latr.
Pontocaris cataphracta Olivi
Processa sp.
Sacculina sp.
Scalpellum scalpellum (L.)
Scyllarus arctus (L.)
Solenocera membranacea (Risso)
Squilla mantis Fabr.

Le batimetriche dei 90 e 300 m sono caratterizzate da *Ophiocten abyssicolum* Mar., *Aporrhais serresianus* (Mich.), *Pseudamussium clavatum* (Poli) e da *Galeodea tyrrhena* (Gmel.) e *Scaphander lignarius* (L.) che compaiono già a 50 metri.

Annotiamo inoltre il rinvenimento di *Thyone gadeana* Perier, alla profondità di 50 m, specie che, a quanto ci risulta, non è stata ancora segnalata nei mari italiani.

Risulta frequente sui fondi da 30 a 90 m *Pontobdella muricata* (L.), Irudineo parassita di Selaci dei generi *Raja* e *Torpedo*, comuni su questi fondali.

Summary

The results of the analysis of macrobenthos sampled by trawl at 20, 30, 50, 90 and 300 m depth is reported. The faunistic list of invertebrates is given.

Bibliografia

ALBERTELLI G., CATTANEO M. (1983) - Contributi agli studi della piattaforma continentale del Mar Ligure ed Alto Tirreno. III. Analisi faunistico - bionomica del macrobenthos in quattro zone campione. *Atti del IV A.I.O.L.,* 14: 1-12.

RELINI G. (1962) - Contributo allo studio della fauna bentonica del Golfo di Genova (Riviera di Ponente). *Doriano,* 3: 1-6.

ROSSI L. (1958) - Contributo allo studio della fauna di profondità vivente presso la Riviera Ligure di Levante. *Doriano,* 2: 1-13.

TUNESI L., PEIRANO A. (1984) - Cartographie bionomique des fonds en face de Chiavari (Mer Ligure-Italie) entre 20 et 300 mètres de profondeur. *Rapp. Proc. Verb. C.I.E.S.M.,* (in stampa).

OEBALIA 1985, vol. XI-3, N.S.: 817-819 *ISSN 0392-6613*

M. BOYER E. PISANO
Istituto di Anatomia Comparata dell'Università - Via Balbi, 5 - 16126 Genova - Italy

DEVELOPMENT OF A GYMNOLAEMATE BRYOZOAN COMMUNITY NEAR PORTOFINO PROMONTORY (LIGURIAN SEA, ITALY)

Key-words: Bryozoans, Community development, Succession, Artificial substrates, Mediterranean sea.

Introduction

Development trend of the community

The developmental pattern of bryozoan community includes the following main steps: Recruitment period. It is characterized by larval settlement of species on the panel surface up to the saturation of species number and abundance coinciding with the almost complete occupation of the primary space.

While this period at 3 m depth can be deemed completed after 12 months, this stage is not even finished off at the end of our experiment in 15 m deep waters.
Maturation period. It starts after 12 months and is characterized by the increasing predominance of biotic interactions among species due to the decreasing availability of primary substrate. The community structure changes considerably because of variations in the quantitative relations among Bryozoans, while a real replacement of species is not observed and no pioneer species are known. Strong and drastic quantitative redimensioning are affecting membraniporiform Bryozoans, more strongly involved in the competition for space. This maturation period probably lasts more than 25 months at 3 m depth and has no equivalent at the greater depth.

Results

The results point out the following remarks.

The developmental pattern of the studied bryozoan community, which makes no particular provisions for any pioneer or late species replacing the earlier ones, is not in agreement with the classical succession theory (CLEMENTS, 1916; MARGALEF, 1968; ODUM, 1969 and other authors). Even when considering more recent succession concepts

(OSMAN, 1977; SUTHERLAND & KARLSON, 1977; SOUSA, 1980; DEAN & HURD, 1980; SUTHERLAND, 1981; CHALMER, 1982; GREENE & SCHOENER, 1982), development in our bryozoan community did not conform to any single successional model. However variations in the relative quantity of the zoarial groups (and of species) characterizing our so called maturation period are determined by a combination of different interactions (resulting from combined reciprocal inhibition and enhancement actions of variable intensity) as described in various models (OSMAN, 1977; CONNELL & SLATYER, 1977; DEAN & HURD, 1980; GREENE & SCHOENER, 1982).

The differences between the two bathymetric levels taken into consideration might lead to a general slow down in community development at the greater depth rather than to a substantial differentiation in the developmental pattern. Because of a more delayed colonization of the primary space at 15 m depth, here free substrate remains longer available, with a consequent delay in the start of biotic interactions among Bryozoans and in community maturation.

The research was supported by C.N.R. (Finalized Project «Oceanografia e Fondi Marini») and by Ministero Pubblica Istruzione.

Riassunto

Sono qui elencati brevemente i principali risultati concernenti lo sviluppo di una comunità a Briozoi su substrati artificiali immersi lungo una scogliera infralitorale per un periodo compreso da 2 a 25 mesi, a due profondità (3 e 15 m). Dal 1976 è in corso uno studio sulla dinamica di colonizzazione dei substrati duri lungo una scogliera, vicino Portofino (SARÀ, 1979).

La comunità a Briozoi, precedentemente descritta ed analizzata dettagliatamente per conoscere le sue variazioni strutturali secondo il gradiente batimetrico (BOYER, 1984; PISANO & BALDUZZI, in stampa) include 74 Gymnolaemata, 70 dei quali Cheilostomata e 4 Ctenostomata.

Bibliography

BOYER M. (1984) - Ecologia dei Briozoi insediati su substrati artificiali nel piano Infralitorale del promontorio di Portofino (Mar Ligure). Tesi di laurea in Scienze Biologiche, Univ. Genova: 1-175.

CHALMER P.N. (1982) - Settlement patterns of species in a marine fouling community and some mechanisms of succession. J. *Exp. Mar. Biol. Ecol. LVIII,* 1: 73-86.

CLEMENTS F.E. (1916) - Plant succession. Carnegie Inst. *Washington Pub.* **242:** 1-512.

CONNELL J.H., SLATYER R.O. (1977) - Mechanisms of succession in naturai communities and their role in community stability and organization. *Am. Nat.* CXI, **982:** 1119-1144.

DEAN T.A., HURD L.E. (1980) - Development in an estuarine fouling community: influence of early colonists on later arrivals. *Oecologia* (Berl.) **XLVI:** 95-301.

GREENE C.H., SCHOENER A. (1982) - Succession on marine hard substrata: a fixed lottery. *Oecologia* (Berl.) LV: 289-297.

MARGALEF R. (1968) - Perspectives in ecological theory. Univ. Chicago press.

ODUM E.P. (1969) - The strategy of ecosystem development. *Science* CLXIV: 262-270.

OSMAN R.W. (1969) - The establishment and development of a marine epifaunal community. *Ecol. Monogr. XLVll:* 37-63.

PISANO E., BALDUZZI A. (in press) - Bryozoan colonization along an infralittoral cliff in the Ligurian Sea (North-Western Mediterranean). In: C. Nielsen & G. Larwood (eds.): Pathways in Bryozoology, Olsen & Olsen, Fredensborg.

SARÀ M. (1979) - Biocenosi bentoniche di substrato duro: studio dei popolamenti e possibilità di intervento per l'incremento e la gestione delle risorse biologiche. *Atti Conv. Sci. Naz. P.F. Oceanografia e Fondi Marini.* CNR ed., Roma 1: 135-144.

SOUSA W.P. (1980) - The responses of a community to disturbance: the importance of successional age and species life histories. *Oecologia* (Berl.) XLV: 72-81.

SUTHERLAND J.P. (1981) - The fouling community at Beaufort, North Carolina, USA: a study in stability. *Am. Nat.* CXVIII, 4: 499-519.

SUTHERLAND J.P., KARLSON R.H. (1977) - Development and stability of the fouling community at Beaufort, North Carolina. *Ecol. Monogr.* XLVII: 425-446.

OEBALIA 1985, vol. XI-3, N.S.: 821-824 *ISSN 0392-6613*

S. GERACI
C.N.R. Istituto per la Corrosione Marina dei Metalli
Via Mercanzia, 4 - Genova - Italy

IDENTIFICATION OF *BARNACLE LARVAE* IN THE PORT OF GENOA

Key-words: Barnacle, Larvae, Rearing, Systematics.

Introduction

In the Mediterranean sea the studies on the ecology and systematic of Cirripedes larvae are still much wanting: with the exception of Le RESTE'S (1965) work, nothing has been done on this subject. Therefore, we deemed it interesting to make a systematic study of *Balanus* larvae that is an important fouling organism, with the goal to gain a better knowledge about their settlement on artificial substrata (GERACI & ROMAIRONE, 1982, a, b; GERACI *et al.*, 1984) and to study the ecology and dynamics of these coastal zooplanctonic populations. So far, six Barnacle species have been observed in the **Mediterranean sea: *Balanus amphitrite amphitrite* (Darwin), *B. eburneus* Gould, *B. trigonus* Darwin, *B. perforatus* Bruguiére, *B. improvisus* Darwin and *B. spongicola* Brown.** The latter species is very infrequent, having been found only twice in the coasts of Southern Italy (RELINI, 1980). The first four species are found in the Genoa Harbour and in the Tyrrhenian sea. They will be discussed in this paper. *B. improvisus* is found in the upper and central part of the Adriatic Sea, especially in lagunae and in the Po river delta.

Materials and methods

Adult individuals of the four species available in the Genoa Harbour were cleaned from epibionts and detritus and put separately in sea water, progressively conditioned at 25°C. Every day, they were fed a mixture of *Monochrysis lutheri* and *Tetraselmis suecica*. Furthermore *Artemia salina* nauplii were also added every day. After about 2-4 weeks of this treatment, naupliar emissions of all four species was obtained. These were fed every day on algal mixture only. The nauplii in the cultures and their exuviae were observed every day under a reverse microscope. At the same time, pictures were taken after the larvae had been properly turned on their back. Drawings were made on tracing paper from these pictures.

Discussion

Identification and differentiation on the nauplii obtained from all four species was not too difficult and has been satisfactorily checked in an experimental study, still under way. An initial simple distinction at all naupliar stages based upon dimensions, separates ***B. amphitrite* and *B. eburneus* from *B. perforates* and *B. trigonus*. It should** however be noticed that the dimensions showed in Fig. 1 refer to material obtained from plankton in different seasons, since this was deemed more useful to determine the species of Barnacle larvae collected at different temperatures, the rearing temperature being determinant for the size of the larvae. Further distinctions were made within these two couples of species, essentially based upon the shape of their cephalic shields, on its length/width ratio and, sometimes, on other details. The latter include a differentiation between *B. amphitrite* and *B. eburneus*, based upon the inclination of the frontal horns with respect to the axis of the larva. On the other hand, the shape of the cephalic shield and the length/width ratio are important to distinguish *B. perforatus* from *B. trigonus*, this ratio being normally smaller for *B. trigonus*.

The much discussed «setation formulae» will not be reported in this paper, not only because these species can be identified by their morphologic characteristics alone, which are a rather easy tool to study population ecology and dynamics, but also because some Authors consider these formulae only as developmental structures, without any value for the separation of the various species. On the other hand, antennula setation is much more useful and less argued, together with the abdominal spines (LANG, 1979) for identification of the naupliar stages, first indispensable step towards determination of the species.

Riassunto

Gli stadi naupliari dal II al VI delle quattro specie di Balani presenti nel porto di Genova ***(Balanus amphitrite, B. eburneus, B. perforatus* e *B. trigonus),* sono stati identificati** principalmente in base alla forma ed alle dimensioni degli «scudi cefalici». Il riconoscimento delle singole specie è stato possibile grazie agli allevamenti di laboratorio. I disegni e le dimensioni medie dei 5 stadi naupliari delle 4 specie sono riportati in tavola.

Bibliography

GERACI S., ROMAIRONE V. (1982) - Barnacle larvae and their settlement in Genoa harbour (North Tyrrhenian Sea). - *Mar. Ecol.* 3 (3): 225-232.

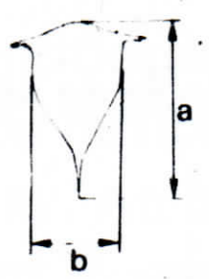
GERACI S., ROMAIRONE V. (1982) - Larve di Balani e loro insediamento nel porto di Genova. ***Boll. Mus. Ist. Biol. Univ. Genova.* 50 suppl.: 208-212.**

GERACI S., ROMAIRONE V., PICONE P. (1984) - *Balanus* larvae (Cirripedia) in Genoa harbour. - ***6th Int. Congr. Mar. Corrosion and Fouling.* Athens 1984: 181-194.**

LANG W.H. (1979) - Larval development of shallow water barnacles of the Carolinas (Cirripedia: Thoracica) with keys to naupliar stages. *N.O.O.A. tech. rep. N.N.F.S.,* 421: 1-39.

LE RESTE L. (1965) - Contribution a l'étude des larves des Cirripedes dans le Golfe de Marseille. - *Recl. Trav. Statn. Mar. Endoume,* 38 (54): 33-121.

RELINI G. (1980) - Guide per il riconoscimento delle specie animali delle acque lagunari e costiere italiane. 2 Cirripedi Toracici. C.N.R., AQ/1/91: 1-118.

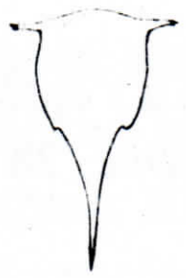


II

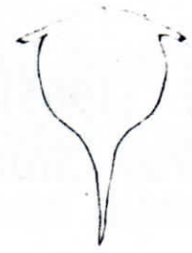
a 270 μ ±8
b 140 μ



315 ± 6
151 ± 3



402 ± 10
160



375 ± 13
171 ± 4



III

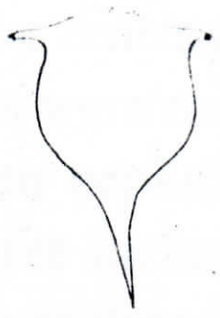
335 ± 12
160 ± 11



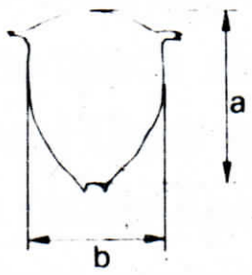
343 ± 12
178 ± 4



468 ± 6
212 ± 10

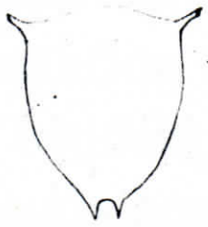


444 ± 19
222 ± 15

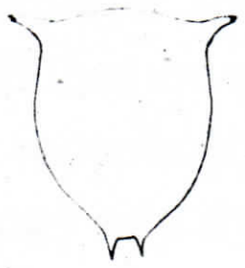


IV

a 248 ± 4
b 188 ± 8



292 ± 5
227 ± 5



330
260 ± 11



325 ± 17
284 ± 12

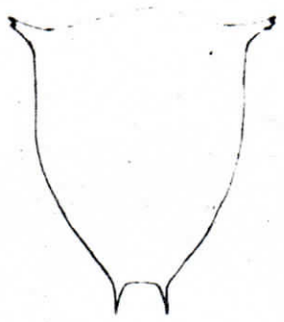


V

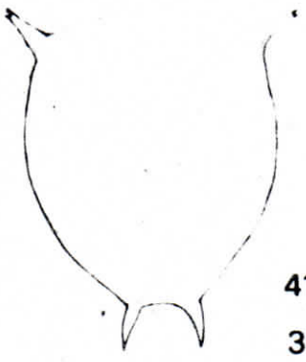
305 ± 10
250 ± 8



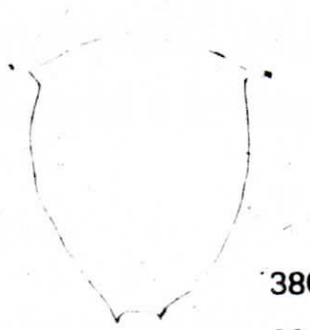
365 ± 12
280 ± 10



403 ± 13
321 ± 14



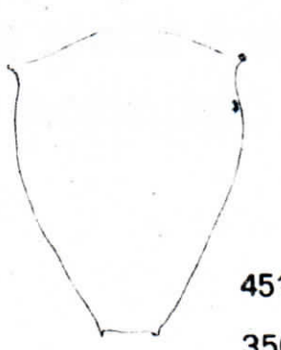
418 ± 14
355 ± 10



VI

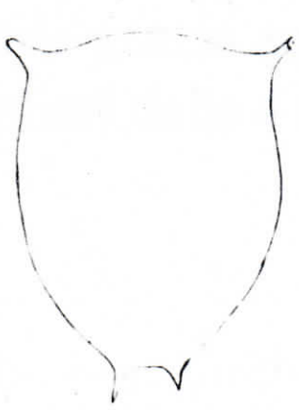
380 ± 5
290 ± 11

Balanus amphitrite



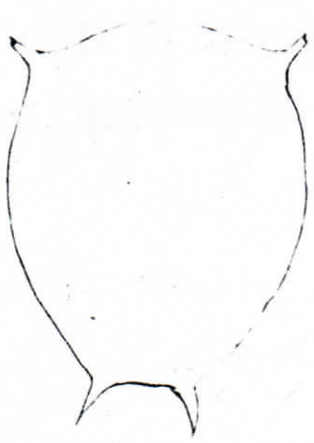
451 ± 15
350 ± 13

Balanus eburneus



504 ± 11
391 ± 13

Balanus perforatus



533 ± 13
428 ± 15

Balanus trigonus

Fig.1 - 2nd-6th naupliar stages shape.

OEBALIA 1985, vol. XI-3, N.S.: 825-827 *ISSN 0392-6613*

V.U. CECCHERELLI **L. BORGATO**
Istituto di Zoologia - Università degli Studi - Via Borsari, 46 - 44100 Ferrara - Italy

CICLO BIOLOGICO E PRODUZIONE SECONDÀRIA DI *CANUELLA PERPLEXA* (COPEPODA, HARPACTICOIDA)

Key-words: Meiobenthic, Harpacticoid, Population dynamics.

Introduzione

Canuella perplexa **T. & A. Scott è un arpacticoide meiobentonico di relativamente grossa taglia (1,1 mm). Esso rappresenta, a seconda della stagione, dal 32% al 99% del popolamento ad arpacticoidi della Sacca di Scardovari, una laguna del Delta del Po** (CECCHERELLI ***et al.***, **1982).**

Una popolazione di *C. perplexa* è stata campionata a circa 2,5 m di profondità, dal Maggio 1978 all'Aprile 1979 e con frequenza quasi quindicinale. Ad ogni data sono state raccolte 3 carote di sedimenti di 19,6 cm^2 di area. Gli animali sono stati estratti dai primi 5 cm di ogni carota, contati e classificati per stadi di copepodite e per sessi. Esemplari (~ 700) sottocampionati casualmente sono stati misurati. Il peso secco degli adulti è stato desunto dalla letteratura. Quello dei differenti stadi di copepodite è stato invece calcolato assumendo che le variazioni di peso secco dei copepoditi a partire da quello delle femmine siano correlate a quelle dei corrispondenti volumi corporei. La produzione è stata stimata in base al rapporto P/B annuale derivato dall'equazione di BANSE & MOSHER: **$\log P/B = \log a + b \bullet \log M_s$, che utilizza la massa corporea (M_s in Kcal) degli adulti alla maturità per graduare il P/B di una data specie. I parametri originari di tale equazione erano stati calcolati per gli invertebrati macrobentonici e i Copepodi zooplanctonici; nel caso specifico, dei nuovi parametri per gli organismi meiobentonici sono stati stimati sulla base dei dati di produzione e biomassa disponibili dalla letteratura. Ulteriori dettagli sulle metodiche impiegate sono riportati in** CECCHERELLI & CORTESI **(1984). Contemporaneamente sono stati seguiti gli andamenti di alcuni parametri di ciclo biologico della specie quali: la densità totale e quelle dei copepoditi e degli adulti separatamente, il rapporto sessi, la percentuale di femmine ovigere sul totale delle femmine, il numero di uova per femmina ed il tasso intrinseco di incremento naturale della popolazione (r_m).**

La densità media annuale della popolazione di *C. perplexa* è risultata di 225 + 199 ind. • 10 cm^{-2}, quella degli adulti di 62 + 25 ind. • 10 cm^{-2} e quella dei copepoditi

di 163 + 184 ind. • 10 cm^{-2}. Gli andamenti delle densità di adulti e copepoditi presentano valori generalmente più alti durante la primavera e l'inizio dell'estate con evidenti picchi in Luglio. La biomassa media annuale dell'intera popolazione è risultata di 1,03 + 0,45 g • m^{-2} di peso secco. L'andamento stagionale della biomassa è molto più simile a quello delle densità degli adulti che a quello dei copepoditi; i primi, cioè, hanno maggior peso nella formazione dello «standing stock». Il valore di produzione della specie, nell'ambiente considerato, è risultato pari a 6,03 g • m^{-2} • an^{-1} di peso secco, corrispondente ad un P/B annuale di 5,9. Questa produzione è principalmente sostenuta dallo sviluppo massivo della popolazione durante la primavera-estate. Durante la tarda estate e l'inizio dell'autunno la produzione decresce nonostante che proprio in quei mesi si registrino i valori più alti del rapporto sessi *(°/o* femmine sul totale adulti), della percentuale delle ovigere e del numero di uova per femmina; contemporaneamente però si ha una marcata riduzione delle densità dei copepoditi dei primi stadi. Durante l'inverno la popolazione è composta di copepoditi V e di adulti in diapausa.

Summary

Life cycle and secondary production of the meiobenthic harpacticoid Canuella perplexa *was estimated in a lagoon of the Po River Delta. A population of the species was sampled on the muddy bottom of the bay (at 2.5 m depth) nearly fortnightly during a year. Three 19.6 cm^2 sediment cores were taken at each sampling date. Different copepodite stages and adults were sorted, classified and counted separately from the first 5 cm of each core. Specimens of different stages and sexes were measured from subsamples. The trends of the following biological parameters were investigated: densities both of total individuals and of adults and copepodites separately, sex ratio, percentages of ovigerous females, egg number per female, intrinsic rate of population natural increase (r_m). Dry weights of adults were derived from literature. Dry weights of various copepodites were estimated according to the assumption that correlation exists between weight variations of copepodite stages, starting from female weight, and variations of the respective body volumes. Mean yearly biomass was so calculated which amounts to about 1.0 g dw • m^{-2}. Production was then estimated by means of the indirect P/B ratio method. P/B was derived from Banse and Mosher's (1980) equation which utilizes mean body mass (Kcal) of adults upon reaching maturity as a scaling factor of the P/B ratio of a given species. Parameters of this equation were originally fitted for macrobenthic invertebrates and zooplankton copepods. In the present case, new parameters have been estimated for meiobenthic organisms, starting from production and biomass data derived from literature. Annual production value for C.* perplexa *population, in the environment investigated, amounts to about 6.0 g dw • m^{-2} which corresponds to an annual P/B ratio of 5.9. This production is mainly sustained by the mass development of population during spring and early summer. During late summer production tends to decrease notwithstanding the highest annual values of sex ratio, percentage of ovigerous females and number of eggs per female occur. Winter population is almost exclusively represented by the diapause stages of fifth copepodites and adults.*

Bibliografia

CECCHERELLI V.U., CORTESI D., FABBRI G. (1982) - Dinamica stagionale di una taxocenosi ad Arpacticoidi di ambiente salmastro. *Boll. Mus. Ist. Biol. Univ. Genova,* 50 suppl.: 151-155.

CECCHERELLI V.U., CORTESI D. (1984) - Secondary production estimate of the meiobenthic copepod *Canuella perplexa* in a lagoon environment. *Atti 2° Congresso S.I.T.E.,* Padova, Giugno 1984, 5: (in press).

BANSE K., MOSHER S. (1980) - Adult body mass and annual production/biomass relationship of field populations. *Ecol. Monogr.,* 50: 355-379.

OEBALIA 1985, vol XI-3, N.S.: 829-831 *ISSN 0392-6613*

R. STRADA M. ZOCCO
Consorzio per lo Sviluppo della Pesca e dell'Acquicoltura del Veneto
Co.S.P.A.V. - Viale Stazione, 5 - 30015 Chioggia - Italy

DATI PRELIMINARI SULL'ACCRESCIMENTO DI *CALLISTA CHIONE* IN ADRIATICO SETTENTRIONALE

Key-words: *Callista chione,* growth, fishery.

Introduzione:

Callista chione (L.) è un mollusco bivalve che popola i fondali a sabbie relittiche antistanti le coste venete e friulane, in Adriatico settentrionale. Da una decina di anni i banchi formati da questo mollusco sono sottoposti a prelievo da pesca ad opera di una ristretta flotta di imbarcazioni che utilizzano una draga meccanica con ausilio di pompa idraulica turbosoffiante.

La limitatezza della flotta e della domanda di mercato hanno, sino ad ora, impedito il verificarsi di crisi di produzione da super sfruttamento; negli ultimi anni, comunque, si è assistito alla crescita di questa industria, determinata dalla dilatazione dei mercati e dalla crisi di altre attività similari.

Allo scopo finale di giungere alla corretta gestione di questa risorsa si sono analizzati alcuni dei principali parametri di accrescimento e morfometrici di *C. chione* nell'area in oggetto.

Materiali e metodi

Dal febbraio 1982 al luglio 1984, sono stati effettuati 12 campioni, prelevando dal pescato commerciale, o direttamente dal banco, 1760 individui; degli esemplari sono stati misurati tre parametri morfologici così definiti: Lunghezza, la maggiore delle dimensioni; Larghezza, la minore delle distanze tra l' umbone e il margine ventrale delle valve; Spessore, la maggiore fra le distanze tra due punti esterni, simmetrici, delle valve; tutte misurate a valve chiuse e ad animale vivo. Per un numero di 586 animali è stato inoltre misurato il peso vivo totale.

La determinazione delle classi di taglia/età è stata effettuata con il metodo CASSIE

(1954), la cui affidabilità è stata controllata per paragone con il conteggio delle strie di accrescimento conchigliare secondo le indicazioni di HALL (1974).

I parametri morfometrici sono stati utilizzati per il calcolo delle correlazioni tra lunghezza, larghezza e spessore, e tra lunghezza e peso; le prime tre sono state calcolate utilizzando l'interpolazione lineare ai minimi quadrati; quadrati; l'interpolante tra lunghezza e peso è stata calcolata utilizzando l'interpolazione in media geometrica dei logaritmi, secondo RICKER (1975).

Risultati

Le equazioni interpolanti, calcolate su 586 esemplari sono risultate essere:

Peso = 1,219 E — 04 x LU 3,135
Larghezza = 1,8905 + 1,6382 x SP
Lunghezza = 2,4931 + 1,2752 X LA
Lunghezza = 4,7979 + 1,2094 x SP

La determinazione delle classi/età nei campioni esaminati, evidenzia un accrescimento lento, che porta *C. chione* alla taglia di prima cattura, ca. mm 40, al quarto anno di vita, ed alla taglia massima di 84 mm all' 11° e 14° anno di vita. La determinazione delle ultime classi è assai ardua, per cui non si è ancora in grado di precisare le età degli esemplari di maggior mole.

Conclusioni

Le analisi svolte hanno evidenziato un accrescimento assai lento di *C. chione;* il che pone problemi relati alla futura formulazione della politica di gestione della risorsa; appare infatti, pur in via preliminare, difficile pensare a una dilatazione notevole dello sforzo di pesca di questo bivalve.

Summary

***C. chione** (Mollusca Bivalvia) lives on the sand bottom of the North Adriatic sea where it is actively fished. From February 1982 to July 1984 12 samples of C. **chione** were collected for a total of 1760 specimens.*

*The principal morphologic parameters correlations have been examined. The growth of **C. chione** is analysed.*

*The result show that C. **chione** is a slow growth mollusc that arises to its maximum length of 84 mm when it is 11-14 years old.*

Bibliografia

CASSIE R.M. (1954) - Some uses of probability paper in the analysis of size sequency distributions. *Aust. J. Mar. Freschwater Res.* 5: 513-522.

HALL, Jr. C.A. (1974) - Shell growth in *Tivela stultorum* (Mawe, 1823) and *Callista chione* (Linnaeus) (Bivalvia) Annual Periodicity, latitudinal differences, and diminution with *age. Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol.* 15 (1): 33-61.

RICKER W.E. (1975) - Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. Bull. Fish. Res. Board Can., **191:** 382.

OEBALIA 1985, vol. XI-3, N.S.: 833-836 *ISSN 0392-6613*

G. PISCITELO **L. SCALERA LIACI**

Istituto di Zoologia ed Anatomia Comparata dell'Università
Via Amendola, 165/A - 70126 Bari - Italy

CARATTERISTICHE DEL CICLO RIPRODUTTIVO DI *ECHINOGAMMARUS OLIVE* (H. MILNE EDWARDS, 1830) (ANFIPODE GAMMARIDE) DEL LITORALE PUGLIESE

Key-words: Amphipoda, life cycles, fecundity, South Adriatic coast.

Introduzione

Gli Autori definiscono alcuni aspetti del ciclo riproduttivo dell' anfipode *Echinogammarus olivii* (H. MILNE EDWARDS, 1830) elemento caratteristico delle biocenosi del detritico del mediolitorale, a partire da prelievi effettuati su popolazioni ad elevata densità. Le raccolte sono state condotte con frequenza mensile dal febbraio 1980 a luglio 1981, in un'ampia insenatura del litorale pugliese denominata «Cala S. Giacomo» a Nord di Bari. Gli animali raccolti e fissati, sono stati suddivisi sulla scorta dei loro caratteri sessuali secondari, in varie categorie. Stadi giovanili sono stati definiti tutti quegli individui che per dimensioni, in genere inferiori a 3 mm di lunghezza, per assenza di caratteri sessuali secondari accertabili quali presenza di oostegiti, grandezza degli occhi, dissimmetria degli gnatopodi, presenza di peni ecc. non era possibile ascrivere alle categorie di maschi o femmine. Nella categoria delle femmine adulte sono state distinte le femmine riproduttrici suddivise in F_c ovvero femmine ciliate a piccoli o grandi oostegiti ciliati le quali hanno appena liberato la loro progenie o sono pronte ad incubarne e in F_o cioè femmine ovigere recanti uova o embrioni nel marsupio; un'altra categoria di femmine è quella delle non riproduttrici F ad oostegiti piccoli o grandi ma non ciliati o assenti. Nell'ambito di tale popolazione, sono state fatte valutazioni sul tasso di attività riproduttiva ovvero sul rapporto percentuale tra le F_o e il totale delle femmine riproduttrici e non, sulle sue variazioni in rapporto alle dimensioni degli individui, sulla fecondità e sulla dinamica delle diverse categorie in seno alla popolazione nonché sulla sex-ratio. *Echinogammarus olivii* H. MILNE EDWARDS è una specie che si riproduce tutto l'anno, la sua intensità riproduttiva è elevata e massima in marzo. Per il 1980 ed il 1981 sono stati registrati tassi di attività riproduttiva pari all'81,7% e 85,0%, mentre un secondo massimo estivo cade intorno al 60,0%. Il più basso tasso di attività, pari

al 34,3 % in ottobre è tale da mantenere inalterate le potenzialità riproduttive della specie.

Le classi modali, relative alla distribuzione in classi di lunghezza delle categorie di femmine riproduttrici (F_c + F_o), si collocano nei primi mesi dell'anno intorno ai 7-9 mm individuando in esse le femmine adulte più grandi appartenenti alle ultime generazioni dell'anno precedente; il loro contributo in termini di fecondità è elevato, infatti il numero medio di uova o embrioni per femmina ovigera in marzo è 18,7 + 11,7 e 19,8 + 10,5 rispettivamente per gli anni 1980 e 1981.

In agosto si rileva la più bassa produzione corrispondente mediamente a 3,9 ± 2,3 uova per F_o. La taglia delle femmine che entrano in fase riproduttiva diviene sempre minore all'aumentare della salinità e della temperatura e parallelamente ne decresce la fecondità, un minimo assoluto nella dimensione delle F_o si riscontra in settembre (4,9 + 0,59 mm). La categoria delle F_c nella popolazione osservata, non presenta mai valori percentuali elevati, il che presupporrebbe un intenso dinamismo nell'ambito di questa categoria di femmine, nella messa a punto delle attività riproduttive in tutte le classi di lunghezza mentre, per quanto riguarda le F, cioè le femmine adulte non riproduttrici, il solo dato percentuale elevato cade con il 14,9% nel momento in cui si registrano i massimi di flessione delle F_c ed F_o, praticamente nel momento più critico dell'attività riproduttiva annuale.

Per quanto riguarda la sex-ratio, i valori minimi del rapporto M/F in seno alla popolazione, generalmente prossimi all'unità, sono localizzati prevalentemente nei periodi della più intensa attività riproduttiva primaverile, mentre sono spostati in favore dei maschi in concomitanza con il periodo di minima attività riproduttiva e di ridotta fecondità della specie.

Summary

The life-cycle and reproduction rate of Echinogammarus olivii, *a gammaridean amphipod, were investigated by the authors over a 18 month period. The species breeds all year with a breeding peak in spring and a lower peak in summer and early fall. There is no distinct period during which all females are resting, the number of eggs, per brood, per female size, varies with the season.*

Bibliografia

GREZE I.I. (1972) - Sur quelques rythmes du cycle biologique des espèces d'amphipodes de la Mer Noire présentant des populations nombreuses. *Marine Biology*, 16: 75-80.

KARAMAN G.S. (1974) - The genus *Echinogammarus* Stebb. (Fam. Gammaridae) in Italy. Boll. Mus. Civ. St. Nat. Verona, 1: 71-104.

	TASSO DI ATTIVITÀ RIPRODUTTIVA
1980	58.0 81.7 63.5 59.5 67.8 57.0 49.7 40.4 34.3 50.4 60.3
1981	62.2 62.5 85.0 65.9 55.1 57.1 64.0
	G F M A M G L A S O N D

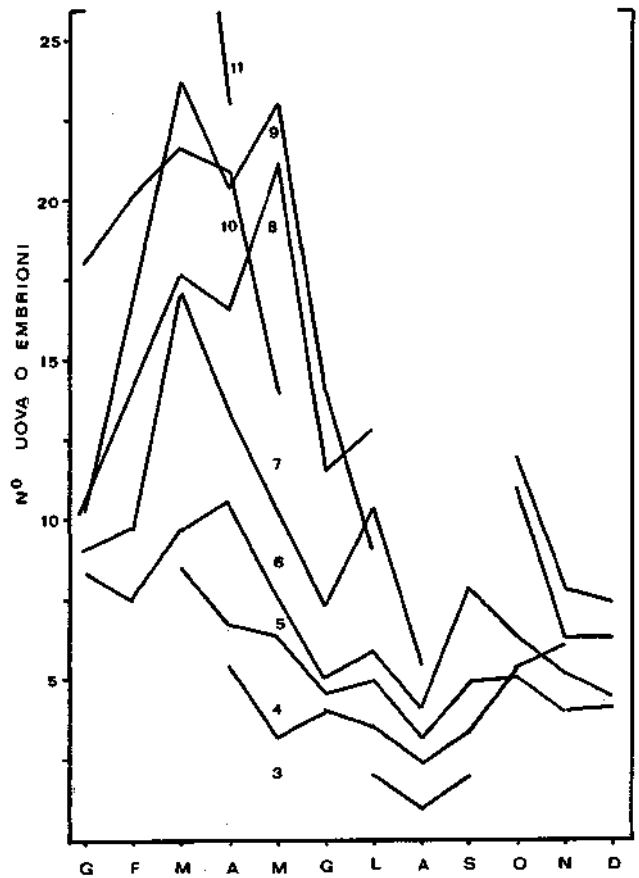


Fig. 1 - Tasso di attività riproduttiva (in alto) e numero medio di embrioni incubati nei campionamenti mensili in (F) femmine ovigere suddivise in classi di lunghezza in mm.

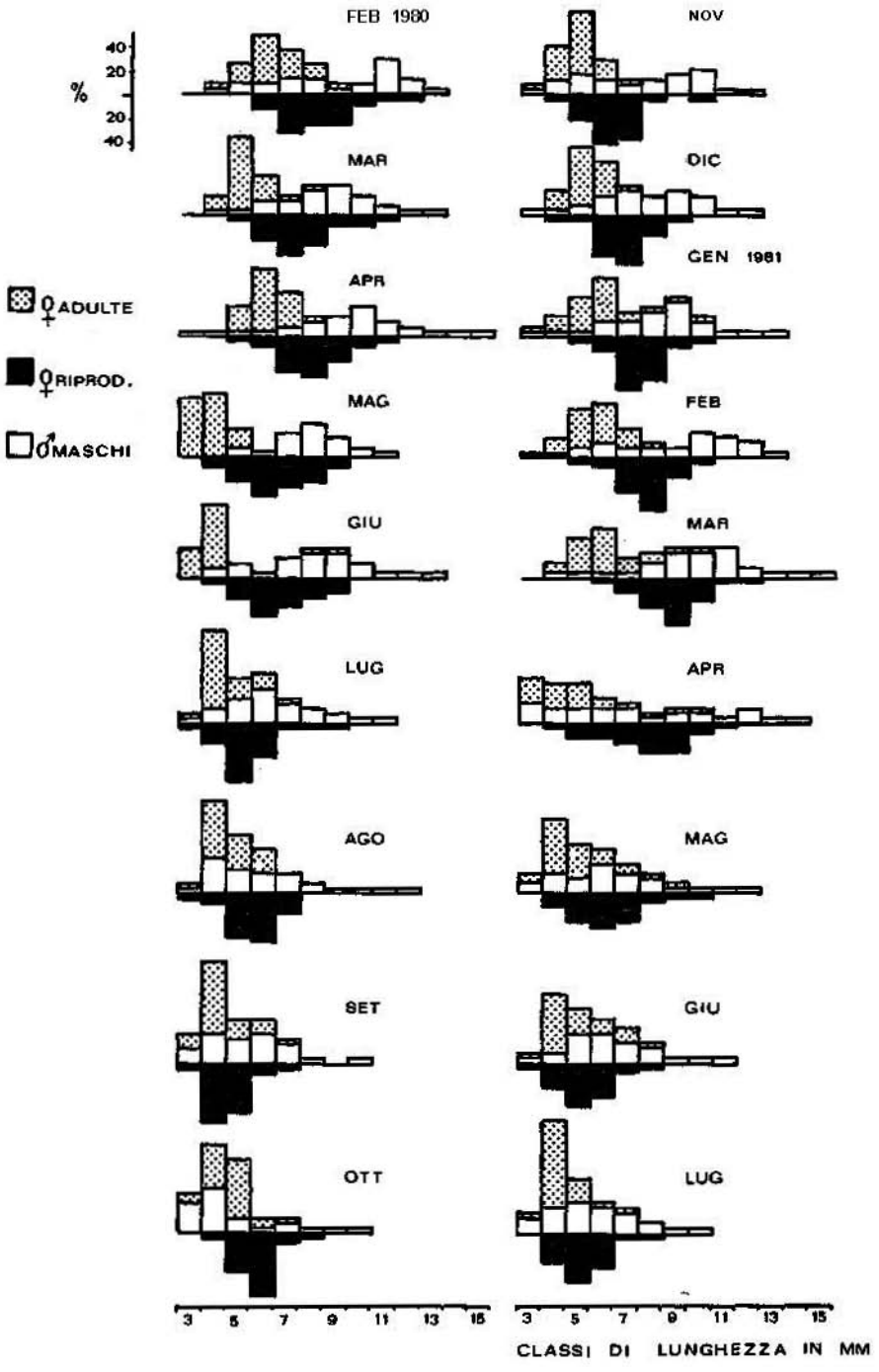


Fig. 2 - Distribuzione percentuale in classi di lunghezza delle diverse categorie di femmine riproduttrici ($F_c + F_o$), femmine non riproduttrici (F) e di maschi in seno alla popolazione di *Echinogammarus olmi* H. Milne Edwards.

OEBALIA 1985, vol. XI-3, N.S.: 837-838 *ISSN 0392-6613*

C. SERANGELI G. DELLA SETA V. HULL A. MARIANI
Laboratorio Centrale di Idrobiologia - Viale del Caravaggio, 107-00147 Roma - Italy

CONTRIBUTI ALLA BIOLOGIA DEGLI STADI GIOVANILI DI *TRIGLA LUCERNA* (PISCES, SCORPAENIFORMES)

Key-words: Ichthyology, Biology, Fishing.

Introduzione

Il campione esaminato (2203 ind.) è stato raccolto durante una campagna di pesca a strascico effettuata nel corso del 1982, nell'ambito del programma C.N.R. «Presupposti bioecologici e tecnici per una nuova regolamentazione della pesca a strascico entro le tre miglia dalla costa».

Tale campagna si è articolata in una serie di uscite con frequenza pressocchè mensile, individuando tre stazioni di pesca (batimetriche dei 10, 20, 30 m) all'interno di un'area di circa 10 miglia quadrate, nel tratto di mare antistante il lido di Tor Vajanica (12 miglia circa a sud dalla foce del Tevere).

Trigla lucerna è sempre presente nel corso dell'anno, anche se le uscite di maggio e giugno hanno evidenziato i valori percentuali di cattura più elevati.

La specie in oggetto presenta un rapido accrescimento, i valori del picco modale di L_t passano dai 40 mm di marzo, mese in cui compare il nuovo reclutamento, ai 140 mm di giugno (Fig. 1).

Gran parte della popolazione di *Trigla lucerna* permane alle batimetriche dei 10 e 20 m; gli individui più grandi tendono a colonizzare le profondità maggiori.

L'analisi della dieta è stata compiuta su 307 individui, dei quali 286 presentavano stomaco non vuoto. In tutte le taglie è fondamentale, fra le prede, il contributo dei Crostacei; tuttavia negli individui di taglia minore appare particolarmente caratterizzante la presenza dei Misidacei, mentre Brachiuri e quindi Pesci e Molluschi Cefalopodi aumentano di importanza, nella dieta, all'aumentare della taglia degli individui.

Summary

In the poster some biological features (season presence, growth rate and diet) of young stages of* Trigla lucerna *on a sample of monthly trawl catches have been examined in 1982 from the middle tyrrhenian area at about 12 miles south way from Tiber river at 10, 20 and 30 meters depth.

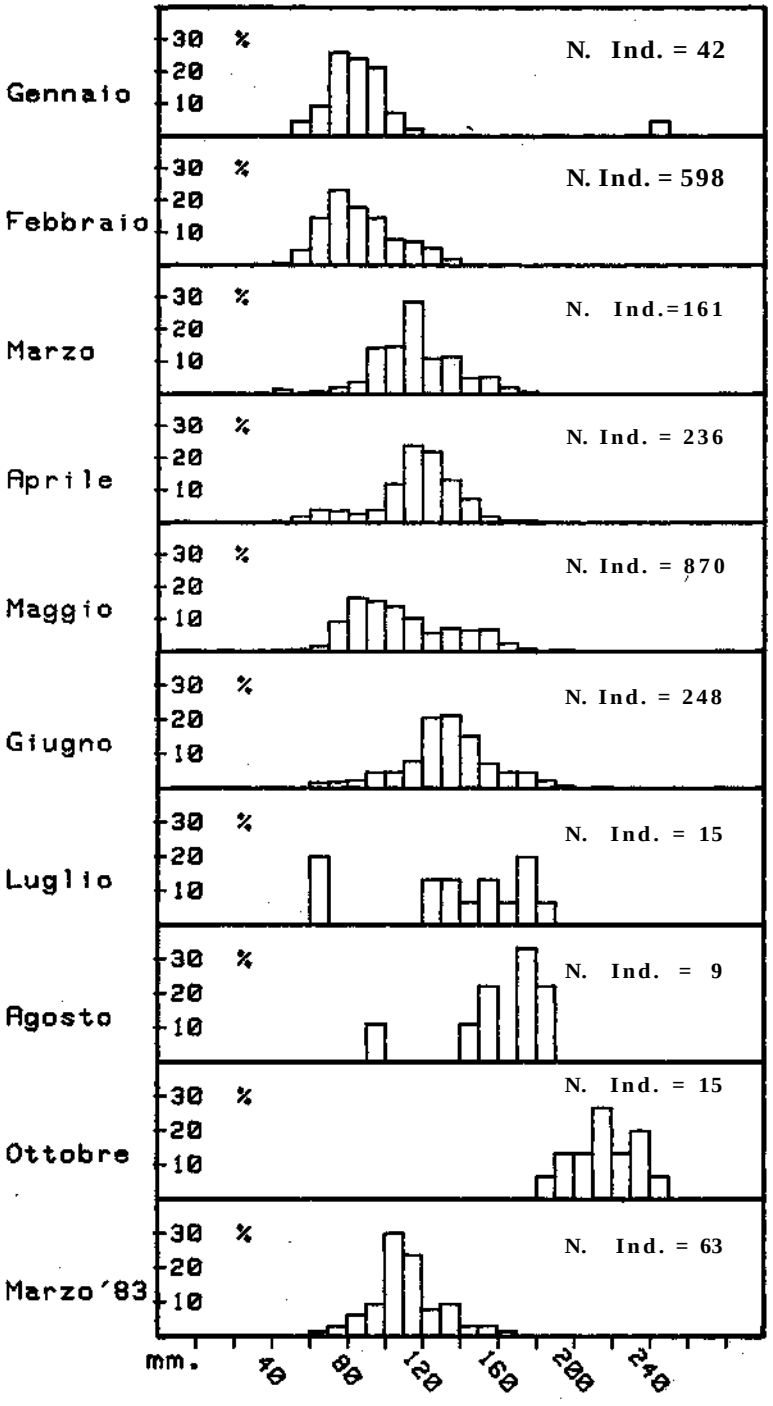


Fig. 1 - Istogrammi di frequenza delle classi di taglia di *Trigla lucerna.*

OEBALIA 1985, vol. XI-3, N.S.: 839-842 *ISSN 0392-6613*

A. ARRU
Istituto Policattedra di Scienze Antropologiche - Cattedra di Biologia generale
Università di Sassari - Viale Regina Margherita, 15 - 07100 Sassari - Italy

FITOFARMACI E SVILUPPO DI *PARACENTROTUS LIVIDUS* LMK

Key-words: *Paracentrotus lividus,* Embryogenesis, Phytopharmacoes.

Introduzione

La crescente produzione di composti chimici di controllo biologico induce ad intensificare le ricerche per verificarne gli effetti anche su specie vegetali ed animali con cui occasionalmente vengono a contatto.

I fitofarmaci, la cui formulazione è in maggior parte basata su sostanze organiche di sintesi generalmente tossiche, si accumulano nelle piante e nel terreno da cui, per effetto del dilavamento, spesso raggiungono il mare inquinandolo. Per lo più stabili e non biodegradabili, si diffondono nelle acque e attraverso le membrane biologiche si concentrano negli organismi che, in rapporto alle peculiarità fisiologiche ed ai livelli raggiunti nei siti attivi, ne subiscono gli effetti tossici o letali. La loro nocività nei riguardi del plancton è molto elevata. I cloro-organici, ad es., anche in minime concentrazioni inibiscono la fotosintesi nelle Diatomee. I Crostacei mostrano una spiccata sensibilità agli insetticidi ad elevata affinità per i lipidi. In acque contaminate da erbicidi i Pesci subiscono morie o, a dosi subletali, mostrano anomalie del comportamento.

La possibilità che numerosi formulati, vengano trasformati da fattori ambientali o da organismi in composti a tossicità più elevata rispetto a quella iniziale o in residui ad attività mutagena rende difficile stabilire i livelli accettabili e i limiti di sicurezza, dovendo tener conto non solo del ciclo biologico in cui essi sono già penetrati, ma anche degli effetti di altre sostanze concomitanti. Nonostante il continuo affinamento delle metodiche analitiche, riesce ancora imperfetta la valutazione chimica di minime variazioni di sostanze, singole o sinergiche, in relazione ai fattori genetici ed ecologici, per cui i biotests possono rappresentare un valido complemento di monitoraggio ambientale.

Al fine di valutare le interferenze sull' embrio-larvagenesi di *Paracentrotus lividus* Lmk sono stati saggiati i seguenti fitofarmaci di sintesi, dotati di un vasto spettro d'azione e di larghissimo uso in quanto ascritti alla 3^{a} cl. di tossicità, ritenuti a basso rischio per gli omeotermi:

— due diserbanti totali a base di cloro-etilamino-S-triazina e sale sodico dell'acido tricloroacetico;
— un diserbante selettivo azotoorganico eterociclico a base di amino-butil-metil-tiotriazinone;
— un fungicida sistemico a base di cloro-fenossi-dimetil-triazolil-butanone;
— un insetticida piretroide sintetico a base di SCN-fenossi-benzil-dibromo-vinil-dimetil ciclopropano carbossilato.

In ambiente termostatato a 16°C, in serie parallele e replicate di tests, ciascun fitofarmaco veniva addizionato alle colture di zigoti di *Paracentrotus lividus*, a concentrazioni di 0,5 μg/l e di 0,05 μg/ l, a 15' dalla fecondazione di gameti geneticamente omogenei.

Nei tests di controllo le fasi di sviluppo embrionale e larvale si sono svolte regolarmente mentre nei paralleli fitofarmaci-tests sono state numerose e di vario tipo le anomalie riscontrate ed alcune già durante le prime divisioni. Lo stadio di morula viene raggiunto da circa l'80% degli elementi; quello di blastula natante dal 50% al 70%, in generale con lieve ritardo rispetto ai controlli. Nelle blastule, oltre un rallentamento del movimento rotatorio, sono apprezzabili fenomeni di citolisi ed alterazioni morfometriche e ciliari. Lo stadio di gastrula viene raggiunto dal 45% al 60% delle blastule, con spiccata asincronia e con fenomeni degenerativi a carico del mesenchima secondario e dell'abbozzo dell'apparato digerente. Lo stadio di pluteus viene raggiunto dal 35% al 50% delle larve, con frequenti anomalie a carico delle braccia, degli assi scheletrici e degli organi interni.

Tutti i fitofarmaci saggiati, se pure in grado diverso rispetto alla composizione e in diretto rapporto alla concentrazione, hanno ostacolato o inibito i processi dello sviluppo embrionale e larvale di *Paracentrotus lividus*. Si sono verificate infatti significative deviazioni, espresse da blocco delle mitosi, citolisi e malformazioni, seguite da un'elevata percentuale di decessi.

In relazione alla gravità delle anomalie riscontrate e in considerazione della complessa struttura chimica dei fitofarmaci saggiati si presume che essi abbiano interferito, durante l'ontogenesi, sul metabolismo degli acidi nucleici, sulla sintesi dell' RNA e delle proteine, sui lipidi e sulle membrane cellulari.

Non si può certamente sottovalutare l'esigenza di attuare una razionale difesa fitosanitaria, ma è altrettanto evidente che il massiccio intervento operato dall'uomo con i pesticidi ha raggiunto solo parziali successi. L'auspicabile potenziamento genetico delle colture, la diffusione della lotta biologica e l'accurata valutazione tossicologica degli antiparassitari potrebbero contribuire alla prevenzione dell'inquinamento dell'ambiente naturale e delle acque in particolare.

Nell' evidenziare la sensibilità e la chiara risposta di questo tipo di test se ne propone l'inserimento nelle metodiche d'analisi chimico-biologiche delle acque marine.

Summary

Among the numerous syntetic chemical products, anti-parasites may reach coastal waters via effluent waters and represent a further risk-factor for marine organisms.

With the aim of evaluating the effects on the embryo-larvagenesis of Paracentrotus lividus *Lamark, phyto-pharmacoes of the third class of toxicity, widely used and endowed with a vaste range of action were studied, namely, total herbicides, selective herbicides, systemic fungicides and synthetic pyrethroid insecticides.*

While to varyng degrees, in relation to the chemical composition and concentration (0.5 - 0.05 μg*/l), they were found to be responsible for asynchrony, cytolysis and various malformations frequently proving lethal.*

In underlining the limitations of the LC/50 method of determining the concentrations considered safe of synthetic products, we would propose, given the greater sensitivity of the method and the clarity of the results, the use of tests on the development of Paracentrotus lividus *Lamark whose histogenetic stages occur in rapid sequence and which are experimentally reknown for their reactions.*

Bibliografia

ARRU A., CONGIU A.M., BASSU M.C., CALENDI E. (1981) - Sugli effetti di alcuni metalli pesanti nello sviluppo embrionale di *Paracentrotus lividus. Atti del 3° Convegno sulla patologia da tossici ambientali ed occupazionali:* 69-75.

BUTLER P.A. (1966) - Pesticides in the marine environment. J. *Appl. Ecol.* (suppl.) 3: 253-259.

LAUWERYS R. (1975) - Biological criteria for selected industrial toxic chemicals. A review *Scand. J. Environm. Healt:* 1-139.

MUCCINELLI M. (1976) - Prontuario dei fitofarmaci. Ed. Agricole.

PETTINATI L., PERRELLI G. (1979) - Rischi per l'ambiente e per la salute dell'uomo derivanti dall'uso di fitofarmaci nella produzione agraria. *Atti del 2° Convegno sulla patologia da tossici ambientali ed occupazionali:* 25-64.

SISTO A.M. (1977) - Repertorio sistematico dei fitofarmaci. *SIF Manuale di Fitoiatria,* 13.

STRUSI A., SARACINO N. (1980) - Sugli effetti di idrocarburi clorurati sullo sviluppo embrionale del riccio di mare *Paracentrotus lividus. Oebalia* VI: 81-94.

WITHE-STEVENS R. (1971) - Pesticides in the environment vol. 1, 2, 3 Marcel Dekker In. New York.

OEBALIA 1985, vol. XI-3, N.S.: 843-847 *ISSN 0392-6613*

F. VANZANELLA V. CUOMO S. D'ANTONIO
Lab. Ricerca CIBA-GEIGY Torre Annunziata - Napoli - Italia

MICOFLORA DEL LAGO FUSARO. 1. FUNGHI MARINI

Key-words: fungi, Fusaro Lake.

Abstract

Preliminary results on the investigation on the mycoflora of Lake Fusaro have been referred; 19 marine fungi were found.

Introduzione

Numerosi studi negli ultimi tempi hanno messo in evidenza la presenza negli ambienti marini di funghi tipicamente marini (JOHNSON T.W. & SPARROW F.K., 1961; KOHLMEYER J., 1963; MEYERS, 1968; HOGHES C.G., 1975; JONES E.B.G., 1976). Notevole anche il contributo alla conoscenza di questi funghi nei mari italiani per la studio di autori italiani (CORTE A.M.; GENOVESI *et al,* 1978; CUOMO V. *et al,* 1979; 1980) e non (KOHLMEYER J., 1963a & JONES E.B.G. *et al,* 1972). Al contrario pochi gli studi su questi fanghi nelle acque dei laghi salmastri, ad eccezione di quelli sulla presenza e sul ruolo dei funghi parassiti e saprofiti di piante acquatiche (GESSNER R.V. & Goos R.P., 1973; GESSNER R.V. & LAMORE B.J., 1978). Un primo contributo sulla presenza dei funghi tipicamente marini nelle acque salmastre è stato dato dallo studio svolto nel lago di Faro - Messina (GRASSO S. *et al,* 1980). L'indagine svolta nelle acque del lago Fusaro (Napoli), vuol essere, in un certo senso la continuazione di un programma iniziato nel lago di Faro (Messina). L'indagine si proponeva di accertare la presenza e la frequenza dei funghi lignicoli marini nelle acque del lago e nelle acque esterne al lago.

Materiali e metodi

La presenza e la frequenza dei funghi marini nelle acque del lago Fusaro è stata messa in evidenza immergendo in esso pannelli sterili di legno «test blocks». Ogni test block comprendeva tre pannelli di legno rispettivamente di pino *(Scots pine),* di balsa *(Ochroma lagopus)* e faggio *(Fagus sylvatica).* Le dimensioni di ciascun pannello erano di

15x7,5x2,5 cm. I test blocks in numero di 6 venivano simultaneamente sommersi in 6 stazioni e ognuno poi ritirato ogni otto settimane. La stazione n. 6 posta al di fuori del lago (Foce centrale) acqua d'immissione, ne rappresentava il controllo (acqua di mare). Le tecniche relative alla preparazione all'immersione, alla raccolta, all'esame ed all'isolamento dei funghi presenti nei campioni raccolti (test blocks) erano quelle indicate da E.B.G. JONES (1968-1971). L'indagine ha avuto la durata di 12 mesi dal gennaio 1981 al gennaio 1982.

Risultati

Dall'esame dei test blocks sommersi nelle acque del lago Fusaro è stata accertata la presenza di 19 funghi lignicoli marini di cui: 12 Ascomiceti, 1 Basidiomicete e 6 Funghi Imperfetti.

Nella Tab. 1 sono riportati i risultati relativi al numero totale dei funghi trovati per ciascuna stazione. I dati relativi alla frequenza delle specie trovate, sono riferiti al % dei test blocks esaminati (108) e al % delle stazioni (6).

Conclusioni

Nel corso di un'indagine condotta dal gennaio 1981 al gennaio 1982, nelle acque del lago Fusaro sono stati trovati 19 funghi lignicoli marini. I funghi marini trovati possono considerarsi, in massima parte, come un gruppo ubiquitario presente nelle acque litorali del mare Mediterraneo (CUOMO V. *et al.*, 1979). Dall'esame dei risultati (vedi Tab. 1) sembra che esistano differenze tra le varie stazioni per quanto riguarda il numero di specie e numero totale di funghi trovati. Tali differenze possono essere dovute ad una differente quantità di ossigeno nell'acqua ed anche alla composizione del fondo presenza di % (H_2S), che sembra essere variabile da punto a punto (LECCESE A. & SPEZIALE V., 1967). Molto evidente poi è la differenza che esiste nella presenza, sia di un numero che in specie, dei funghi trovati nelle acque all'interno e all'esterno (stazione n° 6) del lago. Tale differenza potrebbe trovare una spiegazione nella diversa situazione ambientale delle acque al di fuori e dentro il lago. È probabile che per es. l'ossigeno disciolto delle acque del lago sia al di sotto o ai limiti della quantità ritenuta ottimale per lo sviluppo dei funghi lignicoli (KOHLMEYER J., 1969 e 1979). Indagini sulla presenza e sulla frequenza della micoflora presente nelle acque del lago in relazione alle variazioni chimico-fisiche delle acque e del sedimento varranno a chiarire meglio: a) il significato della presenza dei funghi e le loro differenze (numero e specie) in relazione al sito all'interno e all'esterno del lago; b) il ruolo che questi funghi hanno in queste acque.

Summary

Preliminary results on the investigation on the mycoflora of Lake Fusaro have been referred. 19 marine fungi were found: 12 Ascomicetes, 1 Basidiomicetes and 6 Fungi Imperfecti.

Tab. 1 - *Funghi marini presenti nelle acque del lago Fusaro.*

SPECIE	STAZIONI						Frequenza delle specie basate su	
	1	2	3	4	5	6	% dei test block	% delle stazioni
ASCOMICETI								
Halosarpheia trullifera - Jones, Moss et Cuomo	—	—	—	—	6	2	7,5	33
Corollospora maritima - Werdermann	18	18	9	12	18	12	80,2	100
Halosphaeria mediosetigera - Cribb et Cribb	12	9	—	6	12	9	44,5	83
Ceriosporopsis halima - Linder in Barghoorn et Linder	12	12	6	6	12	9	52,5	100
Haligena elaterophora - Kohlm.	3						3	16
Harenariomyces trifurcata - E.B.G. Jones, R.G. Johnson, et Moss	—	—	3	—	—	3	5,5	33
Remispora quadricornuta - Cribb et Cribb	—	—	3	—	—	—	3	16
Remispora quadriremis - (Hohnk) Koholm						6	5,5	16
Lignicola laevis	3	—	—	—	3	6	1,1	50
- Hohnk	6	6	3	3	6	6	28	100
Lulworthia spp.								
Halosphaeria maritima - (linder) Kohlm.	—	—	—	—	3	6	8,5	33
BASIDIOMICETI								
Nia vibrissa - Moore et Meyer	6	3	—	—	—	2	10	50
FUNGHI IMPERFETTI								
Papulospora halima - Anastasiou	—	3	6	—	—	2	10	50
Trichocladium achrasporum - (Meyers et Moor) Dixon in Shearer et Crane	—	6	12	12	12	12	50	83
Zalerion maritimum - (Linder) Anastasiou	—	—	—	—	3	—	3	16
Dictyosporium pelagicum - (Linder) G.C. Hughes ex Johnson et Sparrow	—	—	—	—	2	—	1,8	16
Phoma spp.	3	3	—	—	—	3	8,5	50
Stemphylium spp.	—	—	3	—	—	—	3	16
Numero totale delle specie per ciascuna stazione	63	60	45	39	77	84		
Numero di specie differenti per ciascuna stazione	8	8	8	5	10	14		

Hypotheses on the different occurrences of recorded fungi in different sites of internal and the external waters of the lake (sea water) were also related.

Riassunto

Vengono riportati i risultati preliminari di una indagine svolta ad accertare la presenza dei funghi marini nelle acque del lago Fusaro. L'indagine che ha avuto la durata di 12 mesi ha consentito l'isolamento di 19 funghi marini, di cui: 12 Ascomiceti, 1 Basidiomicete e 6 Funghi Imperfetti.

Si riportano anche alcune ipotesi relative alla differente presenza, numero e specie, dei funghi trovati nei vari punti (stazioni) delle acque del lago (acqua d'immissione).

Bibliografia

CORTE A.M. (1975) - Osservazioni sul genere *Lulworthia* Suth e i suoi rapporti con *Limnoria* Menzies e segnalazioni d'altra specie. *Giorn. Both. Ital.* **109:** 227-237.

CUOMO V., VANZANELLA F., GRASSO S. (1979) - Lignicolous Marine Fungi on the Mediterranean coast of Southern Italy. *3rd International Marine Mycology Symposium Moread City N.C. USA*

CUOMO V., VANZANELLA F. (1980) -I funghi lignicoli marini presenti nelle acque del Porto di Torre Annunziata. *Atti del IV Congresso AIOL:* 12/1-12/7.

GENOVESE S., GRASSO S., CUOMO V., VANZANELLA F. (1978) - Prime ricerche sulla distribuzione dei funghi in alcuni mari italiani. *Atti del 3° Congresso AIOL:* 197-205.

GESSNER R.V., GOOS R.P. (1973a) - Fungi from decomposing *Spartina alterniflora. Can. J. Bot.* 51: 51-55.

GESSNER R.V., LAMORE B.J. (1978) - Fungi from Nantuchet salt marshes and beaches. *Rhodora* 80: 581-586.

GRASSO S., LO PARO Z., CUOMO V. (1980) - Sulla presenza dei funghi lignicoli nel lago salmastro di Faro. *Atti 4° Congresso AIOL.* 13/1-13/8.

HUGHES C.G. (1975) - Studies of fung in Oceans and Estuaries since 1961 1° Lignicolous caulicolous and foliicolous species. *Oceanogr. mar. Biol. Ann. Rev.* 13: 69-180.

JOHNSONT W. Jr., SPARROW F.K. Jr. (1961) - Fungi in Oceans and Estuaries. J. *Cramer; Weinhein (Germany).*

JONES E.B.G. (1968b) - The distribution of marine fungi on wood submerged in the sea. In Biodeterioration of Materials. *(A.H. Waèters and J. Elphick eds) Elsevier Amsterdam;* 460-485.

JONES E.B.G. (1971b) - Aquatic fungi in «Methods in Microbiology». *(J.R. Norris D. W. Ribbons and C. Booth eds) Academic Press.*

JONES E.B.G., KÜHNE H., TRUSSEL P.C., TURNER R.D. (1972) - Results of an international cooperative research programme on the biodeterioration of timber submerged in the sea. *Mater Org.* 7: 93-118.

JONES E.B.G. (1976) - Lignicolous and Algicolous Fungi in «Recent advances in acquatic mycology» *(Jones E.B.G. eds.) Wiley New York:* 1-5.

KOHLMEYER J. (1963e) - The importance of fungi in the sea. In «Symposium on Marine Microbiology» *(C.H. Oppenheimer eds.) Thomas Springfield, Illinois:* 306-314.

KOHLMEYER J. (1963c) - Repartition de champignons marins (Ascomycetes et Fungi Imperfecti) dans la Méditerranée. *Rapp. Comm. Int. Explor. Scient. Mer Méditerr.* 17: 723-730.

KOHLMEYER J. (1969a) - Deterioration of wood by marine fungi in the deep sea. «In materials performance and the deep sea». *Am. Soc. Test. Mater. Spec. Tech. Publ.* 445: 20-29.

KOHLMEYER J., KOHLMEYER E. (1979) - Marine Mycology. «The Higher Fungi». *Academic Press New York.*

LECCESE A., SPEZIALE V. (1967) -I laghi Fusaro e Miseno e l'inquinamento delle loro acque. J*onica Editrice:* 5-48.

MEYERS S.P. (1968a) - Degradative activities of filamentous marine fungi. In «*Biodeterioration of materials*» (A.H. Walter and J.J. Elphick eds.) *Elsevier Amsterdam:* 594-609.

OEBALIA 1985, vol. XI-3, N.S.: 849-852 *ISSN 0392-6613*

C. TOLOMIO **F. CAVOLO**

Dipartimento di Biologia - Università di Padova
Via Orto Botanico, 15 - 35123 Padova - Italy

PRESENZA DI *COOLIA MONOTIS* MEUNIER (DINOPHYCEAE, PEREDINIALES) NELLE ACQUE DELLA LAGUNA DI VENEZIA

Key-words: ***Coolia monotis*****, Dinophyceae, Laguna di Venezia**

Introduzione

Nel luglio 1982, in alcune zone della Laguna di Venezia (Palude Maggiore e Partiacque del Lido, tra Canale S. Spirito e Canale delle Scoasse), in corrispondenza di ammassi di vegetazione sommersa costituita da *Chaetomorpha linum* (Mull.) Kg., *Ulva rigida* Ag. e *Gracilaria confervoides* Grev., si sono osservate elevate concentrazioni di microalghe che conferivano alle acque una colorazione brunastra. L'analisi dei campioni raccolti ha dimostrato trattarsi di popolamenti pressocché monospecifici formati da una dinoficea, *Coolia monotis* Meunier (sin.: *Ostreopsis monotis* Lindmann; *Glenodinium monotis* Biecheler), forma mai prima segnalata nelle acque adriatiche.

***Coolia monotis* è una specie piuttosto rara, marina (LINDMANN, 1928) o salmastra (SCHILLER, 1937); normalmente si trova in acque temperate (TRAVERS, 1975) o temperato-fredde (LEBOUR, 1925), ma sembra non mancare anche in zone ad affinità tropicale (TAYLOR, 1979). In condizioni ambientali particolari dà luogo a spinte di sviluppo assai rilevanti, con addensamenti legati per lo più alla presenza di vegetali aderenti o flottanti sul fondo.**

La descrizione della specie si deve a MEUNIER (1919), anche se il genere, sotto il sinonimo *Ostreopsis*, era già stato istituito in precedenza da SCHMIDT (1901), basandosi su una forma rinvenuta nel Golfo del Siam (O. *siamensis*). Ben più tardi BALECH (1956) ne ha evidenziato la struttura al microscopio ottico con una esauriente descrizione della tabulazione e di altri caratteri biologici. Le osservazioni al microscopio elettronico a scansione, effettuate seguendo la consueta metodologia (TOLOMIO, 1981), hanno confermato la tabulazione riportata da BALECH (cit.) e ripresa successivamente da DODGE (1982). Sono emersi tuttavia alcuni dettagli riguardanti le punteggiature, le linee di sutura e la depressione che caratterizza la regione epitecale sinistra.

La teca nel suo insieme (lunghezza circa 30 μm) presenta una forma globosa, un pò appiattita (Fig. 1), con asse polare inclinato dorsalmente rispetto al piano cingolare; ne

consegue che l'apice è spostato verso il dorso e l' antapice verso l' avanti. Il contorno visto dall'apice è pressoché circolare.

Il cingolo, cavozono, privo di alette e leggermente discendente (Fig. 3), risulta formato da sei placche che presentano regolari punteggiature lungo i margini (Fig. 4).

Il solco è costituito da un insieme di piccole placche poco visibili negli esemplari integri, anche al SEM; esso è protetto da alette che derivano dalle placche 1"" e 5"" dell'ipoteca (Fig. 3).

L' epiteca (Figg. 2 e 5) è costituita da sette placche precingolari, tre apicali e, sul lato sinistro, una placca cosiddetta del poro in quanto caratterizzata da una depressione di forma arcuata contraddistinta da bordi alquanto spessi, simile ad un orecchio (da cui il nome della specie). Tale depressione sembra presentare una serie di piccoli pori nella porzione più profonda (Fig. 7).

L'ipoteca (Fig. 6) comprende in totale sette placche di cui cinque postcingolari e due antapicali.

La forma e le dimensioni delle singole placche è molto varia: in genere sono quadrangolari; alcune risultano particolarmente sviluppate come la 1', la 6", la 3'" e la 4'".

Le suture, più o meno visibili e marcate in relazione all'accrescimento degli esemplari, presentano piani di contatto obliqui (Fig. 4).

Sulla superficie delle placche esistono punteggiature marcate e distribuite in modo irregolare; solo in qualche caso mostrano un certo allineamento, come, ad esempio, lungo i bordi del cingolo (Figg. 1, 4 e 8). Ogni punteggiatura, che talvolta si anastomizza con una contigua (Fig. 7), è costituita da una piccola depressione sul cui fondo si trovano più aperture, generalmente tre o quattro (Figg. 7 e 8).

Summary

Coolia monotis ***Meunier was found during summer 1982, associated with large amou of submerged vegetation in the Venice Lagoon.*** **C. monotis** ***is a rather rare Dinophycea, never recorded previously for the Adriatic Sea.***

Bibliografia

BALECH E. (1956) - Etude des Dinoflagellés du sable de Roscoff. *Rev. Alg.* 2: 29-52.

DODGE J.D. (1982) - Marine Dinoflagellates of the British Isles. *Her Majesty's Stationery Office,* London, pp. 303.

LEBOUR M.V. (1925) - The Dinoflagellates of Northern Seas. *Mar. Biol. Ass. U.K.*, Plymouth, pp. 250.

LINDMANN E. (1928) - Peridineae (Dinoflagellatae). *Die Natürliche Pflanzenfamilien,* Band 2, Verlag Engelmann, Leipzig: 3-104.

MEUNIER A. (1919) - Mikroplancton de la Mer Flamande. III - Les Péridiniens. *Hayez Ed.*, Bruxelles, pp. 116.

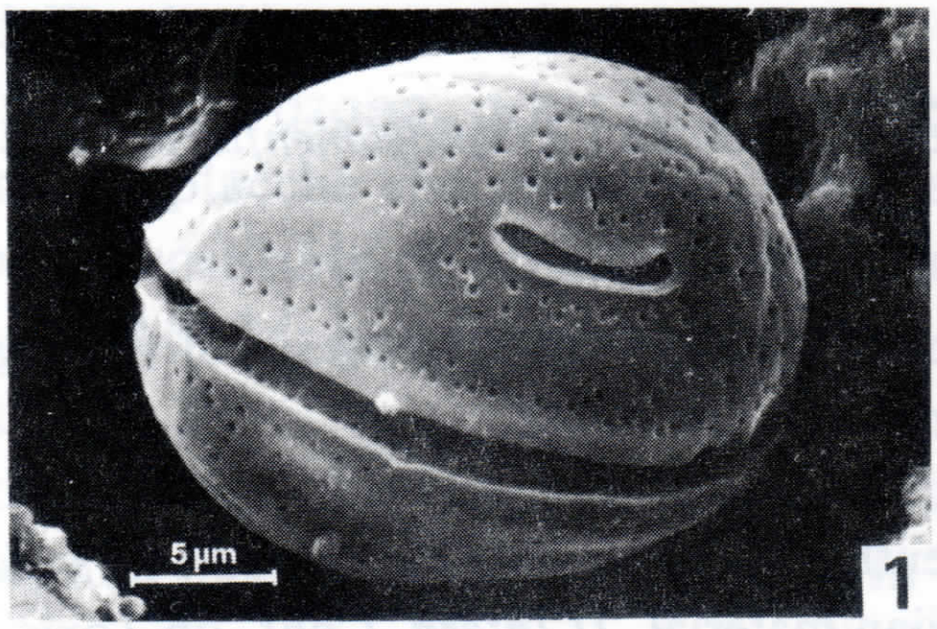
SCHILLER J. (1937) - Dinoflagellatae (Peridineae). *Rabenhorst's Kryptogamenflora*, Teil 2, Akad. Verlag, Leipzig, pp. 589.

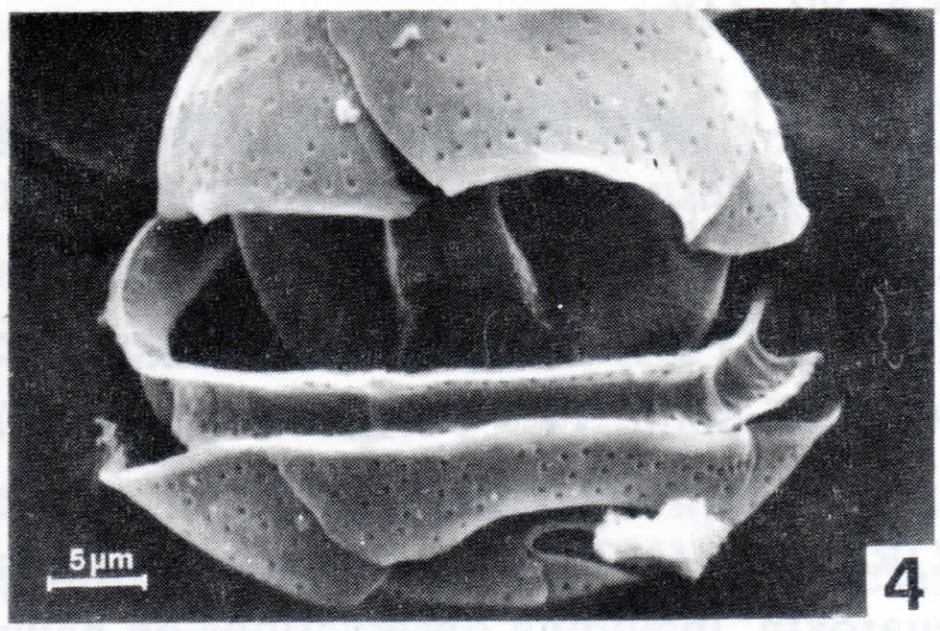
SCHMIDT J. (1901) - Flora of Koh Chang. Contributions to the knowledge of the vegetation in the Gulf of Siam. IV - Peridiniales. *Bot. Tidsskrift*, 24: 1-212.

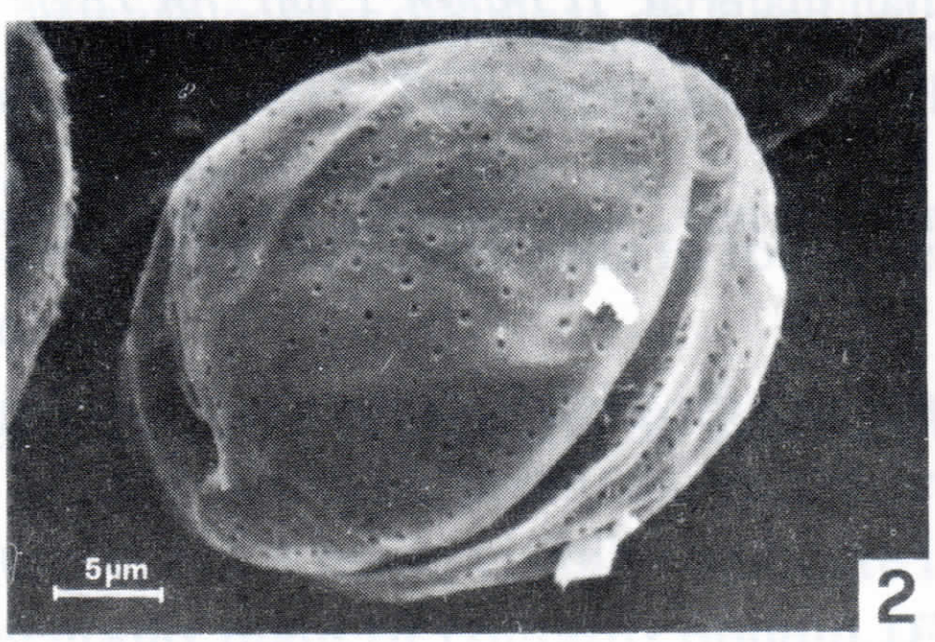
TAYLOR F. J. R. (1978) - A description of the benthic Dinoflagellate associated with maitotoxin and ciguatoxin, including observations on hawaiian material. *II Intern. Conf. on Toxic Dinofl. Blooms*, Key Biscayne (Florida): 71-76.

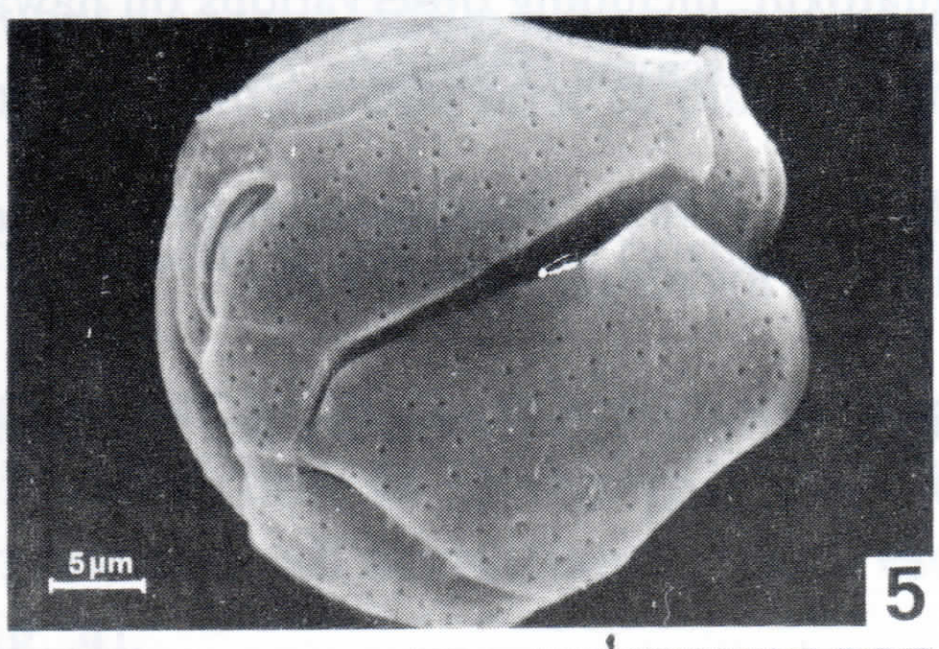
TOLOMIO C. (1981) - *Protoperidinium maranense* sp. nov., une nouvelle dinophycée de la Mer Adriatique. *Phycologia*, 20: 377-384.

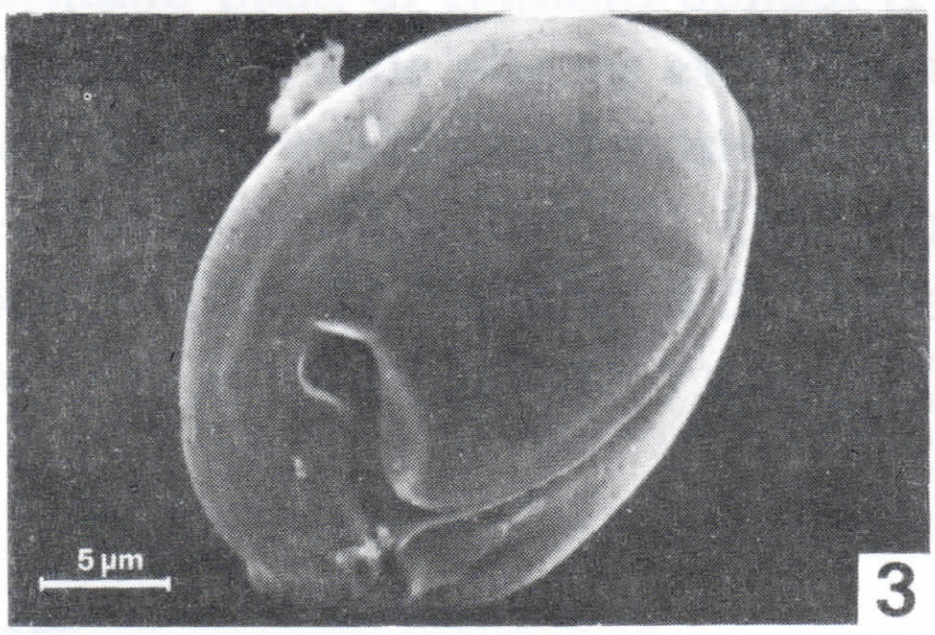
TRAVERS M. (1975) - Inventaire des Protistes du Golfe de Marseille et de ses parages. *Ann. Inst. Océanogr.*, 51: 51-75.

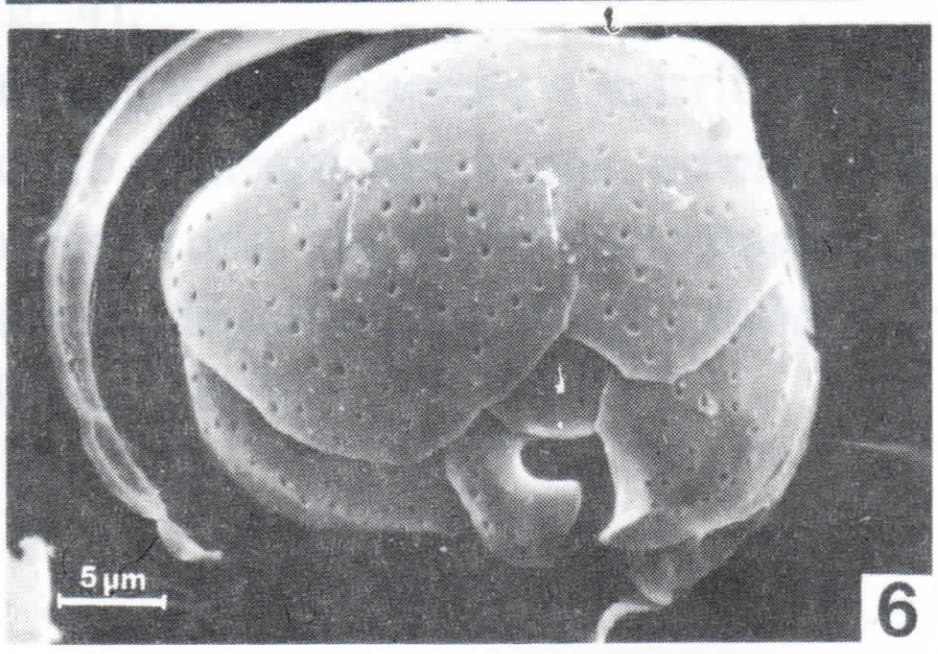


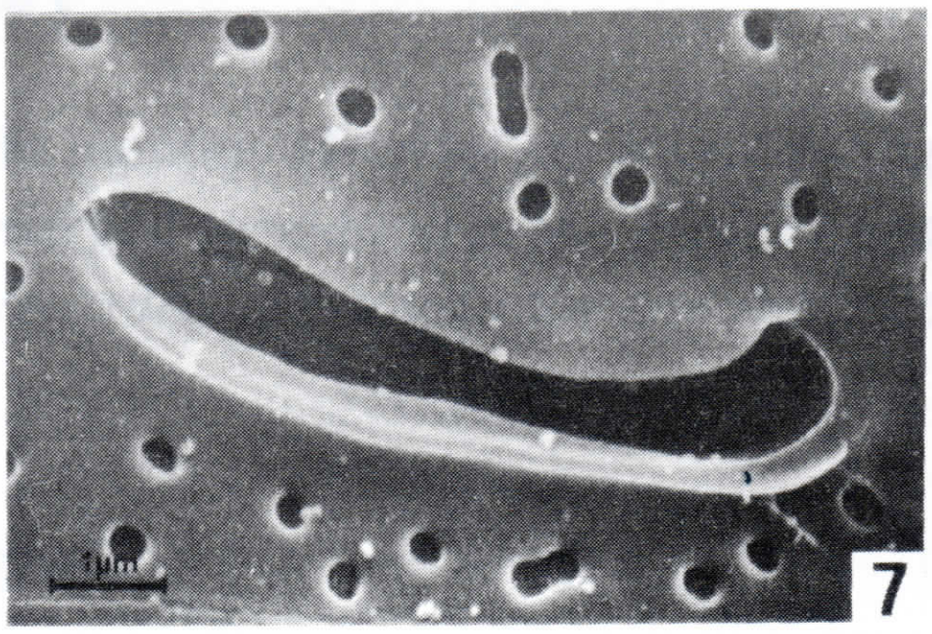












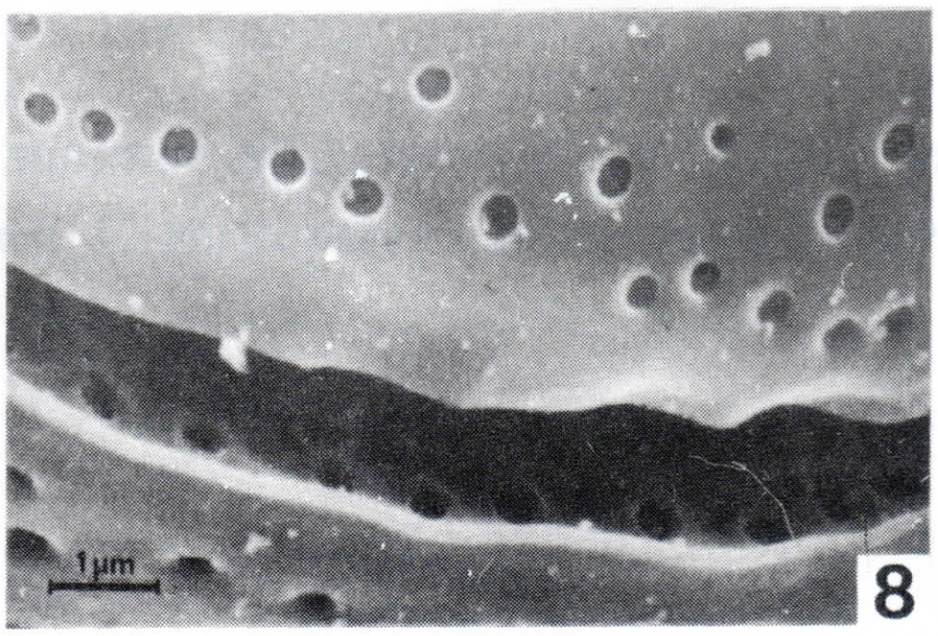


Fig. 1 - Vista laterale sinistra. Fig. 2 - Epiteca: in primo piano le placche precingolari 5'' e 6''. Fig. 3 - Vista antapicale: ben visibili la zona di convergenza del cingolo (discendente), il solco con le alette di protezione e, in senso antiorario, le cinque placche postcingolari (5''' e 1'''), oltre alle antapicali 1'''' e 2''''. Fig. 4 - Vista laterale posteriore di un esemplare con placche disaggregate (si può notare, all'interno, il contenuto cellulare leggermente collassato). Fig. 5 - Vista apicale: placche parzialmente disaggregate. Fig. 6 - Vista antapicale: placche parzialmente disaggregate. Sulla sinistra, staccato, il cingolo. Fig. 7 - Particolare del poro: nella parte più interna una duplice fila di fini perforazioni, sulle placche alcune perforazioni anastomizzate. Fig. 8 - Particolare del cingolo (cavozono): nelle punteggiature si notano le perforazioni di fondo.

OEBALIA 1985, vol. XI-3, N.S.: 853-856 *ISSN 0392-6613*

G. **ALABISO** G. **MARCENARO** V. SCOTTO
C.N.R. Istituto per la Corrosione marina dei metalli
Via Mercanzia, 4 - 16123 Genova - Italy

BIOCHEMICAL METHODOLOGIES TO MEASURE MARINE ORGANIC PRODUCTION APPLIED TO *MONOCHRYSIS LUTHERI* SP.

Key-words: Algae, Chlorophyll, Protein, Carbohydrate, ATP.

Introduction

The most appropriate analysis methods to assess the living fraction of particulate organic material in sea water are based on the determination of some cellular costituents such as chlorophylls, proteins, carbohydrates, ATP,...
Obviously, a correct interpretation of the findings requires knowledge about the metabolic conditions of the population at the sampling time, since cellular composition may vary according to the physiological state of the organisms. This aspect may seem unessential when these methodologies are applied to planctonic populations in sea water, since at the average they can be considered physiologically «young» (BERLAND *et al.*, 1972), but it becomes of the utmost importance when these methods are extended to cultures or to field situations assimilable to them, like blooms, microbiological settlements on hard substrata,...

The Authors therefore made a critical examination, at laboratory level, of the results of the biochemical methodologies outlined below, when applied to algal cultures that have not yet reached their stationary growth stage. Reconstruction of the growth curve of the algal strain *Monochrysis lutheri* sp. was achieved by cell count.

Measurements of the content in:

- **Chl. a - anhydrous methanol extraction, method of TALLING & DRIVER (1963).**
- **Proteins - method of LOWRY *et al.* (1951).**
- **Carbohydrates - anthrone method (STREACKLAND & PARSONS, 1972).**
- **Adenylic Nucleotides with Adenylate Energy Charge:**

$$CE = \frac{ATP + ADP}{ATP + ADP + AMP}$$

, method of ROMANO & DAUMAS (1981).

Measurement of the respiratory Electron Transport System (ETS) activity, PACKARD method modified by OWENS & KING (1975).

Results and discussion

All cellular constituents, except adenylic nucleotides, show a time-course of concentration per ml culture medium similar to that of the cellular densities (n), thus signalizing that the cell composition is virtually constant in all growth stages examined. Fig. la - lb show as an example the time-courses of n and of the maximum respiratory activity ETS. Each determination, considered as a function of n permits to identify, with fair reliability, the average cellular content for each constituent and the same results, expressed as function of the chlorophyll a content, permit also to determine some functional dependence which can be easier compared with literature data. (Tab. 1).

When considering that Prot. = 6,25 N and that during an algal bloom C = 25 Chl. a and carbohydrate = 0,22 C (PARSONS *et al.,* 1977), the functional dependence ©, properly processed, shows for *Monochrysis lutheri* sp. a C/N = 5,6 ratio, which is in fair agreement with te findings of other authors for algal cultures, using different methodologies of analysis (BERLAND *et al.,* 1972).

On the other hand, the functional dependence ② confirms the relation Carbohydrate = 5 Chl. a, which can be derived from the already mentioned relationships (PARSONS *et al.,* 1977).

The dependence © finally is in perfect agreement with the relation ETS = 3,28 Chl a —2,47 identified on plankton in upwelling waters dominated by the algal component (PACKARD *et. al.,* 1974).

The adenylic nucleotide content and, more generally, the adenylate Energy charge, have a typical «bell shaped» pattern as a function of time, its maximum physiological activity is reached at a Chl. a amount of about 0,15 µg/ml corresponding to a cellular density of about $6 \cdot 10^5$ cells/ml (Fig. 2-3).

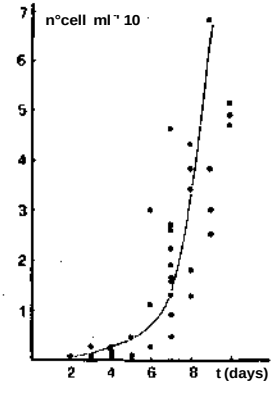


Fig. 1 a

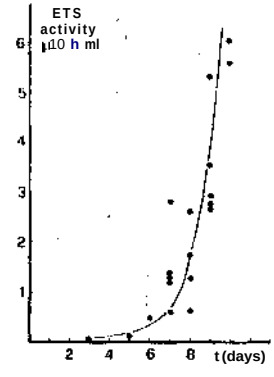


Fig. 1 b

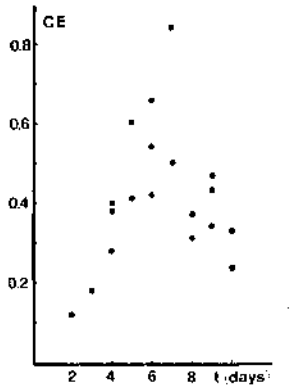


Fig. 2

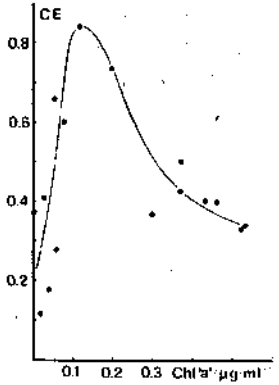


Fig. 3

Tab. 1 - *Correlations, identified by the geometric mean method* (LAWS & ARCHIE, *1981), between the different biochemical parameters and the cellular density n, expressed in* 10^6 *cells/ml or the chlorophyll a content.*

FUNCTIONAL DEPENDENCE		CORRELATION FACTOR
Prot. ($\mu g\ ml^{-1}$) = 6,15 n + 1,6		0,94
ETS ($\mu l O_2 h^{-1}\ ml^{-1}$) = 0,7 n — 0,15		0,89
Chl. a ($\mu g\ ml^{-1}$) = 0,18 n + 0,03		0,93
Carbohydr. ($\mu g\ ml^{-1}$) = 0,95 n + 0,2		0,83
Prot. ($\mu g\ ml^{-1}$) = 28 Chl. a — 1,14	①	0,94
Carbohydr. ($\mu g\ ml^{-1}$) = 4,4 Chl. a + 0,11	②	0,91
ETS ($\mu l O_2 h^{-1}\ ml^{-1}$) = 4 Chl. a — 0,06	③	0,93

Conclusions

All cellular constituents taken into examination, except adenylic nucleotides, are found to have equivalent biomass index and their relation with the chlorophyll content remains practically constant in all growth phases here considered.

The adenylate energy charge proved to be a physiological index, highly sensitive, and particularly suitable to indicate when the culture is shifting up.

Summary

Some biochemical methodologies such as measuring the chlorophyll a, protein, carbohydrate and adenylic nucleotides content and the respiratory Electron Transport System (ETS) activity are applied to algal cultures* of Monochrysis lutheri *sp. having not yet reached their stationary growth phase.

All cellular constituents, except adenylic nucleotides, are resulted to be equivalent index of biomass, since the cellular composition remains constant in all growth stages examined. Adenylate Energy Charge ratio appears to be a physiological index particularly efficient to point out when the culture in shifting up.

Bibliography

BERLAND B.R., BONIN D.J., LABORDE P.L., MAESTRINI S.Y. (1972) - Variations de quelques facteurs estimatifs de la biomasse et en particulier de l' ATP, chez plusieurs algues marines planctoniques. ***Marine Biology,*** **13: 338-345.**

LAWS E.A., ARCHIE J.W. (1981) - Appropriate use of regression analysis in marine biology - *Marine Biology,* 65: 13-16.

LOWRY O.H., ROSEBROUGH N.J., LEWIS FARR A., RANDALL R.J. (1951) - Protein measurement with the Folin phenol reagent. *J. Marine Research,* 33: 265-275.

OWENS T.G., KING F.D. (1975) - The measurement of respiratory electron-transport systemactivity in marine zooplancton. *Marine Biology,* 30: 27-36.

PARSONS T.R., TAKAHASHIM., HARGRAVE B. (1977) - Biological Oceanographic processes. *Pergamon Press.*

PACKARD T.T., HARMON D., BOUCHER J. (1974) - Respiratory electron transport activity in plankton from up welled waters. *Thetys,* 6: 213-222.

ROMANO J.C., DAUMAS R. (1981) - Adenosine nucleotide «Energy Charge» ratios as an ecophysiological index for microplankton communities. *Marine Biology,* 62: 281-296.

STREACKLAND J.D.H., PARSONS P.R. (1972) - A practical handbook of sea water analysis *Fisheries Research Board of Canada, Bulletin* 167, Ottawa.

TALLING J.F., DRIVER D. (1963) - Some problems on the estimation of chlorophyll a in phytoplankton. *U.S. Atomic Energy Comm. Proceedings Conference of primary measurement, marine and freshwater,* Hawaii TID 7633: 142-146.

OEBALIA 1985, vol. XI-3, N.S.: 857-859 *ISSN 0392-6613*

M.C. BUIA E. CASOLA L. MAZZELLA G.F. RUSSO
Laboratorio di Ecologia del Benthos della Stazione Zoologica di Napoli, Ischia, Italy

OSSERVAZIONI SULLA FIORITURA DI *RUPPIA MARITIMA* L. NELLO STAGNO DI MARCEDDÌ (SARDEGNA SUD-OCCIDENTALE)

Key-words: Flowering, *Ruppia maritima*> Brackish water

Il genere *Ruppia*, appartenente all'ordine Helobiae, famiglia Potamogetonaceae, può essere considerato cosmopolita; la sua presenza, infatti, è stata segnalata nel Mediterraneo, lungo le coste francesi (VERHOEVEN, 1975) ed italiane (MARCHIONI-ORTU, 1982), e nell'Atlantico, lungo le coste nord europee (VERHOEVEN, 1979). È stata rinvenuta, inoltre, lungo le coste del Nord America, del Sud America e dell'Australia (JACOBS S.W.L. & BROCK M.A., 1982). Le specie appartenenti a questo genere sono diffuse negli stagni salmastri costieri, sia temporanei sia permanenti, nelle zone di estuario e nei laghi interni salati. Possono sopportare un intervallo di salinità, espresso in Cl^-, compreso tra 1 e 42°/oo, riuscendo così a colonizzare ambienti oligoalini, mesoalini ed iperalini. Non si insediano generalmente mai al di sotto dei 10 metri di profondità, preferendo di norma i primi 2 metri, considerata l'alta torbidità del tipo di ambiente che occupano.

Esiste, tuttora, a livello tassonomico, disaccordo e confusione per quanto riguarda le specie, all'interno delle quali si ha un considerevole numero di varietà. Questa mancanza di ordine a livello sistematico sembra dover essere attribuita alla grande variabilità sia morfologica sia cariologica esistente all'interno delle singole specie. I caratteri morfologici comunemente usati per il riconoscimento delle specie sono le caratteristiche delle foglie e dell'apparato di riproduzione sessuale. Altri elementi specifici sono il cariogramma e le modalità di riproduzione sessuale, come la dicogamia ed i meccanismi di impollinazione.

La specie osservata è quella della *Ruppia maritima* L., rinvenuta nei mesi di Giugno ed Agosto 1984, negli stagni di S. Giovanni e di Marceddì, nel Golfo di Oristano. Il primo stagno, più interno, non comunica direttamente con il mare, ma è collegato con esso tramite lo stagno di Marceddì. Tra i due è collocato uno sbarramento artificiale in prossimità del quale sono stati effettuati i campionamenti. In questa zona la profondità del bacino oscilla tra 20 e 60 cm. Esiste un gradiente decrescente di salinità procedendo dallo stagno di Marceddì verso quello di S. Giovanni, nel quale si immettono due corsi d'acqua dolce.

R. maritima presenta un rizoma erbaceo molto ramificato e delle strette foglie nastriformi dall'apice acuto. I rami orizzontali e verticali, hanno di norma un accrescimento di tipo monopodiale che diventa simpodiale nei ciuffi fertili. Su questi ultimi si osserva una disposizione alterna delle infiorescenze, lungo Tasse. L'infiorescenza è formata da fiori ermafroditi, alterni sul ricettacolo fiorale, ciascuno dei quali risulta composto da un androceo, formato da due stami, rispettivamente uno superiore ed uno inferiore, che circondano il gineceo, centrale. Ogni stame risulta costituito da un'antera biloculare, di forma ellittica, le cui teche sono unite lungo una linea di sutura centrale che, aprendosi, permette l'uscita dei granuli pollinici. Il gineceo è formato da un numero variabile di carpelli monovulari (da 4 a 10). Il numero dei pistilli (parte femminile del fiore) può essere differente anche tra due fiori della stessa infiorescenza. *R. maritima* è una specie proterogina, ovverossia il gineceo giunge a maturazione prima dell'androceo, contrariamente a quanto avviene in altre specie. Nello stadio iniziale di sviluppo, l'infiorescenza, ancora avvolta dalla guaina foliare, è sorretta da un corto peduncolo non spiralato. Il processo di fioritura prosegue con lo sguainamento dell'infiorescenza, in seguito all'allungamento del ricettacolo fiorale, e col distacco delle antere dopo l'apertura delle sacche polliniche. L'impollinazione è ifidrogama, cioè avviene all'interno del corpo d'acqua e non sulla superficie, come si verifica in altre specie (MARCHIONI-ORTU, 1982). All'epoca del distacco delle antere, risulta evidente la disposizione alterna dei due fiori sull'asse fiorale. Tale alternanza permane nei primi stadi della fruttificazione. Questa ha inizio con la formazione del podogino, filamento che porta l'ovario fecondato. Non tutti gli ovari possono venire fecondati e qualora ciò avvenga, non tutti contemporaneamente, per cui da una infiorescenza si possono sviluppare frutti a differente maturazione e quindi con differente lunghezza del podogino. A maturazione completa il frutto, una drupa, di colore verde per la presenza di cloroplasti, presenta una forma ovoidale asimmetrica. Sullo stesso ciuffo è osservabile la contemporanea presenza di infiorescenze a diverso stadio di sviluppo. Si riscontrano, infatti, sia infiorescenze ancora inguainate sia frutti maturi. L' antesi, all'interno dello stesso ciuffo avviene quindi in tempi differenti.

Dal momento che è stata osservata dicogamia in alcune specie di *Ruppia,* questo sviluppo a diversi stadi potrebbe significare fecondazione tra differenti infiorescenze. D'altra parte, alcune varietà di *R. maritima* presentano dei meccanismi che favoriscono l'autofecondazione. Seguire le varie fasi della fioritura può essere pertanto una valida metodologia per chiarire la confusa sistematica del genere. Tale grande variabilità rispecchia probabilmente la possibilità che posseggono tali fanerogame di colonizzare ambienti con caratteristiche ecologiche differenti.

Summary

The reproductive cycle of* Ruppia maritima *was observed in some specimens collected in the brackish «lagoons» of San Giovanni and Marceddì (Sardinia, Italy), in the summer 1984. The contemporary presence of flowers at different developmental stage and fruits on the same shoot, allowed to follow the different stages of the flowering process.

Bibliografia

JACOBS S.W.L., BROCK M.A. (1982) - A revision of the genus *Ruppia* (Potamogetonaceae) in Australia. *Aquat. Bot.,* 14: 325-337.

MARCHIONI-ORTU A. (1982) - Indagine tassonomica ed ecologica in *Ruppia drepanensis* Tineo (Ruppiaceae). *Atti Soc. Tosc. Sci. Nat., Mem., Serie B,* 89: 153-163.

VERHOEVEN J.T.A. (1975) - *Ruppia* - communities in the Camargue, France. Distribution and structure in relation to salinity and salinity fluctuations. *Aquat. Bot.,* 1: 217-241.

VERHOEVEN J.T.A. (1979) - The ecology *of Ruppia* - dominated community in western Europe. I. Distribution of *Ruppia* representatives in relation to their autoecology. *Aquat. Bot.,* 6: 197-268.

OEBALIA 1985, vol. XI-3, N.S.: 861-862 *ISSN 0392-6613*

M.C. BUIA* L. MAZZELLA* H. PIRE** G.F. RUSSO*
* Laboratorio di Ecologia del Benthos, Stazione Zoologica di Napoli - Ischia - Italy
** Institut fuer Pflanzenphysiologie, Universitat Wien, Austria

FIORITURA DI *ZOSTERA NOLTII* HORNEM A ISCHIA (GOLFO DI NAPOLI)

Key-words: Flowering, *Zostera noltii.*

La fanerogama marina *Zostera noltii* Hornem è ampiamente distribuita lungo le coste atlantiche d'Europa, raggiungendo il suo limite Nord nella Norvegia meridionale. Verso Sud, si estende fino alla Mauritania. Nel Mediterraneo, dove era ritenuta diffusa nei soli ambienti a salinità variabile (DEN HARTOG, 1970), è rinvenibile in acque molto superficiali ma non necessariamente salmastre; lungo le coste atlantiche la si trova nella sola zona di marea (JACOBS *et al.*, 1981), dove forma prati ben definiti ed è soggetta a brevi periodi di emersione mentre in Mediterraneo è possibile trovarla fino a 5 m di profondità e molto raramente emersa (MEINESZ & SIMONIAN, 1983). Questa differente distribuzione può essere dovuta alla maggiore trasparenza, lungo la colonna d'acqua, in Mediterraneo rispetto alle zone di marea dell'Atlantico dove esiste un'alta torbidità. È l'unica specie di pianta vascolare sommersa ancora presente nei mari continentali quali il Mar Caspio.

Nelle acque intorno a Ischia, Z. *noltii* è stata ritrovata in un prato superficiale di *Cymodocea nodosa,* insediata soprattutto su sedimento fangoso, da 2 a 4 m di profondità. Non sono stati rinvenuti prati «puri». Di solito si insedia in prati di C. *nodosa* ben sviluppati ed è facile confonderla con esemplari giovanili di quest'ultima. Soltanto dall'osservazione dei rizomi e degli apici foliari le due specie possono venire facilmente identificate. La fioritura di Z. *noltii* sembra essere un fenomeno regolare; ad Ischia è stata osservata in due estati consecutive: 1983-1984. Le infiorescenze sono state rinvenute nei mesi di giugno e luglio.

Z. *noltii* presenta un rizoma sottile con un ciuffo composto da foglie molto strette ed allungate (tra 10 e 30 cm). Da una ramificazione laterale del rizoma si sviluppa il ciuffo fertile. Questo consiste di un insieme di infiorescenze, detto ripidio, sul quale esse sono disposte in modo che la più giovane sia in posizione terminale. L'antesi avviene quindi in tempi differenti all'interno dello stesso ciuffo. L'infiorescenza consiste di uno spadice ed è sempre avvolta in una guaina della base di una corta foglia, detta spata, dai margini molto sottili, trasparenti e largamente sovrapposti. La spata ha la funzione di conservare lo spadice chiuso prima dell'antesi e presenta la sua apertura sullo stesso lato dello spadice dove sono presenti i fiori. Nello spadice, piatto, i fiori sono situati con il loro asse longitudinale parallelo all'asse dello spadice. Il fiore femminile, il pistillo, consiste di un ovario con un ovulo, uno stilo e due lunghi stimmi. Il fiore maschile, lo stame, presenta due antere le cui teche sono separate, durante lo sviluppo,

per l'apertura del connettivo.

Il primo stadio dell' antesi è rappresentato dalla fioritura del fiore femminile. Lo stilo di ciascun pistillo si flette fino a formare un angolo di 90° con l'ovario; durante questo movimento, i margini sovrapposti della spata vengono spostati lateralmente, permettendo la fuoriuscita dalla spata di parte dello stilo e degli stimmi che, aprendosi, permettono l'impollinazione. A questo stadio gli stili sono disposti lungo l'infiorescenza, uno dopo l'altro, in posizione acropetala. Dopo la fecondazione, gli stimmi ritornano nella posizione iniziale e contemporaneamente le antere si aprono e rilasciano il polline. Questa proteroginia testimonia che la fecondazione avviene tra fiori di infiorescenze diverse. Dopo l'impollinazione, avviene lo sviluppo dei frutti. La riproduzione sessuale, che è un fenomeno ancora poco studiato nella Z. *noltii*, può essere di grande importanza per la distribuzione di questa specie. Purtroppo l'intero ciclo riproduttivo è difficile da seguire «in situ» e può essere studiato soltanto in laboratorio in quanto i frutti ed i germogli sono difficilmente reperibili. *Zostera noltii* fiorisce in tarda primavera estate e quindi qualche mese più tardi rispetto alla *Cymodocea nodosa* (MAZZELLA *et al.*, in stampa). Tuttavia, per un breve periodo (fine di giugno, inizi di luglio) le due fanerogame presentano fiori contemporaneamente all'interno dello stesso prato.

Summary

The flowering* of Zostera noltii *was observed in a shallow, mixed prairie* of Cymodocea nodosa*, located along the coast of the Island of Ischia. The phenomenon seems to be regular in this phanerogam; the flowers appearing in late spring/early summer. For a short period in the same prairie both* Z. noltii *and* C. nodosa *have reproductive organs.

Bibliografia

DEN HARTOG C. (1970) - The sea-grasses of the world. *North-Holland Publishing Company:* 275.

JACOBS R.P.W.M., DEN HARTOG C., BRASTER B.F., CARRIERE F.C. (1981) - Grazing of the seagrass *Zostera noltii* by birds at Terschellng (Dutch Wadden Sea). *Aquat. Bot.* 10:241-259.

MAZZELLA L., BUIA M.C., RUSSO G.F. (1983) - Osservazioni «in sita» sul ciclo riproduttivo della *Cymodocea nodosa* (Ucria) Aschers. *Atti XIV Congresso S.I.B.M.* Trieste (in stampa).

MEINESZ A., SIMONIAN M. (1983) - Cartes de la végétation sous-marine des Alpes Maritimes (côtes françaises de la Méditerranée). II - La végétation mixte a *Cymodocea nodosa - Zoostera noltii - Caulerpa prolifera* et la limite supérieure de l'herbier de *Posidonia oceanica* entre Juan-les Pins et Golfe Juan. *Ann. Inst. Océanogr., Paris,* 59 (1): 21-35.

OEBALIA 1985, vol. XI-3, N.S.: 863-866 *ISSN 0392-6613*

S. SANTISI
Dipartimento di Biologia Vegetale dell'Università di Napoli
Via Foria, 223 - 80139 Napoli - Italy

OSSERVAZIONI ULTRASTRUTTURALI SU PLASTIDI DI *BRYOPSIS DUPLEX* «SIMBIONTI» NEI CERATA DI *HERMAEA DENDRITICA*

Key-words: Chloroplast, Ultrastructure, Symbiosis.

Introduzione

Hermaea (= Placida) dendritica è un gasteropodo che vive e si nutre sul tallo della cloroficea cenocitica *Bryopsis duplex.* L'alga fornisce all'animale una grande quantità di succo cellulare, comprendente tutti gli organelli, fra cui i cloroplasti (plastidi); questi ultimi sono trasportati attivamente attraverso i tubuli dei diverticoli digestivi e vengono quindi fagocitati da particolari cellule dell'ospite. In tali cellule i plastidi rimangono apparentemente inalterati, almeno per un certo periodo, dando al predatore erbivoro un'intensa colorazione verde del tutto simile a quella dell'alga. La presenza di plastidi verdi nel citoplasma delle cellule dell'ospite, ha suggerito che tali organelli fossero «endosimbionti». Tale affermazione è stata suffragata anche dal fatto che plastidi di *Elysia viridis* possono fissare, alla luce, una certa quantità di $C0_2$ e pertanto sarebbero in grado di svolgere una completa fotosintesi all'interno delle cellule animali (TAYLOR, 1970). Tuttavia, è stato anche dimostrato che processi digestivi operati su cloroplasti algali da parte delle cellule dell'ospite, possono essere piuttosto intensi, tanto da condurre ad una totale degradazione degli organelli implicati (MUSCATINE & GREENE, 1973). Le presenti osservazioni vogliono fornire un contributo alla conoscenza del destino dei plastidi algali nelle cellule di *Hermaea dendritica.*

La struttura fine del cloroplasto di *Bryopsis duplex* corrisponde a quella tipica di tutte le cloroficee sifonali finora studiate: essa consiste di un complesso sistema di membrane tilacoidali, circoscritte da un doppio involucro periferico e decorrenti a fascetti di 2-3 nello stroma plastidiale. Grossi granuli d'amido, trasparenti agli elettroni, si trovano negli spazi intertilacoidali (Fig. 1). Cloroplasti della stessa specie, se osservati dopo ingestione da parte del mollusco, si presentano alquanto differenti poiché i tilacoidi sembrano decorrere non più in fascetti, bensì in grossi fasci sinuosi. Ciascun granulo d'amido giace in un'area trasparente formatasi nello stesso stroma plastidiale; inoltre, i

granuli d'amido sono più opachi agli elettroni e presentano ora un contorno nettamente osmiofilo (Fig. 2). In altre cellule digestive, i cloroplasti ingeriti appaiono possedere invece tilacoidi piuttosto indistinti, con membrane aggomitolate o inframezzate da masse opache irregolari (Fig. 3,4); il cloroplasto appare anche circondato da ampie cisterne di reticolo endoplasmatico rugoso, le quali giungono a diretto contatto dell'involucro plastidiale (Fig. 3). I granuli d'amido osservati all'interno dei plastidi, appaiono profondamente modificati: la loro osmiofilia è accentuata, la periferia è intensamente frastagliata e il volume, rapportato a quello dell'area trasparente in cui giacciono, appare notevolmente ridotto (Fig. 4,5).

Dalle presenti osservazioni ultrastrutturali è possibile dedurre che non sembra esistere una barriera membranosa fra il citoplasma ospite e il plastidio, e ciò contrariamente a quanto osservato da HAWES & COBB (1980) per i plastidi di *Codium fragile* (un'altra alga cenocitica), presenti nelle cellule di *Elysia*. I tilacoidi plastidiali di questa clorofi-cea vengono degradati con relativa lentezza quando l'animale viene starvato al buio, contrariamente a quanto accade per i granuli d'amido; ciò significa che i tilacoidi subiscono fotodistruzione allorquando il plastidio viene ingerito. Il presente materiale non è stato sottoposto ad alcuna prova sperimentale di starvazione, bensì è stato fissato immediatamente dopo la raccolta; pertanto l'aspetto delle membrane tilacoidali e soprattutto quello dei granuli d'amido, appare essere il risultato di un'intensa attività enzimatica che si è attuata a livello dell' interfacies involucro plastidiale-citoplasma ospite. Ciò è evidenziato ultrastrutturalmente dalla presenza di numerose cisterne di ER rugoso. Nel citoplasma delle cellule digestive si potrebbe attuare, quindi, idrolisi enzimatica non appena i plastidi vi penetrano. Tale processo potrebbe procedere sino alla completa digestione dell' organello e dell'amido in esso racchiuso. Si ritiene che in assenza di un costante apporto dall'esterno, l'animale non possa vivere a spese del materiale vegetale che per un periodo piuttosto breve, dal momento che l'aspetto ultrastrutturale dei plastidi ingeriti fa supporre che in *Hermaea* esista un'immediata digestione dei tilacoidi e del materiale di riserva. Il mollusco potrebbe pertanto essere incapace di preservare la funzionalità dei plastidi dell'alga, in quanto essi sono morfologicamente degradati poco dopo l'ingestione. Da questo punto di vista, le relazioni funzionali fra i due organismi si accordano con quanto osservato in altre specie eolidiformi, nelle quali i plastidi possiedono scarsa capacità di resistere alla digestione (MUSCATINE e GREENE, 1973). Allo stato attuale delle presenti conoscenze, e contrariamente a quanto suggerito da TAYLOR (1970), non sembra possibile considerare i plastidi di *Bryopsis* presenti in *Hermaea* quali endosimbionti.

Summary

The fine structure of chloroplasts in the thallus of the coenocytic alga Bryopsis duplex, *and in association with digestive cells of the opistobranch* Hermaea dendritica *is described. The structure of the chloroplasts in the mollusc appears deeply modified. It is suggested that chloroplasts may be unfunctional organelles in the host cells.*

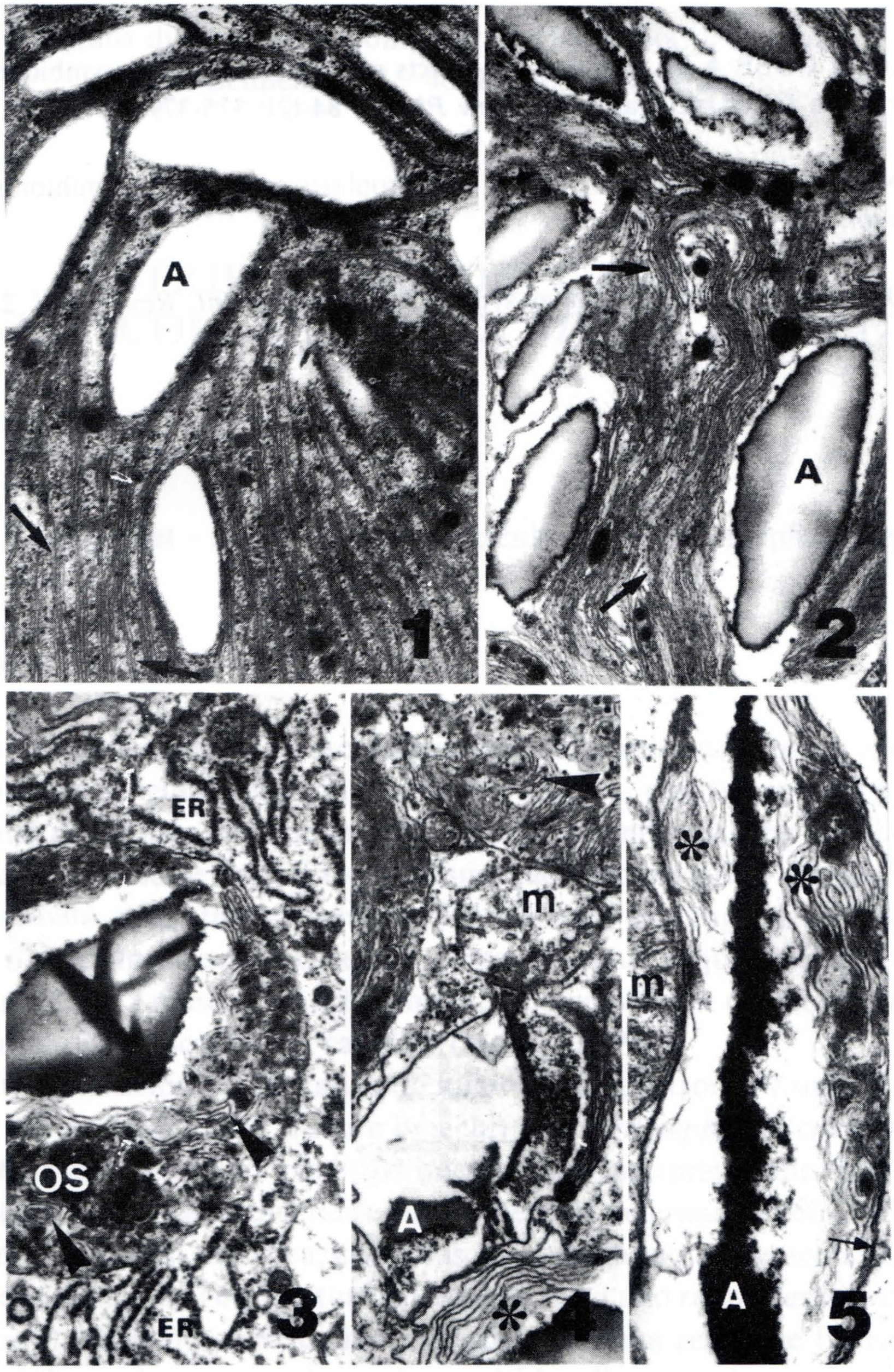


Fig. 1 - Interno di un plastidio normale di *Bryopsis*, con tilacoidi appaiati o in triplette (frecce) e grossi granuli d'amido trasparenti (A). (x 52.000). Fig. 2 - Plastidio della stessa specie già ingerito dall'animale: i tilacoidi appaiono indistinti (frecce). I granuli d'amido hanno contorni fortemente osmiofili (x 24.000). Fig. 3 - Numerose e ampie cisterne di reticolo endoplasmatico rugoso (ER) circondano ciascun plastidio. I tilacoidi si presentano in masse sinuose o concentriche (punte di freccia). Nello stroma plastidiale sono presenti masserelle osmiofile (OS). (x 21.000). Fig. 4 - Mitocondri (m) appartenenti al citoplasma della cellula digestiva si riscontrano nelle vicinanze dei plastidi. I granuli d'amido (A) hanno perduto la loro individualità. Residui di bande tilacoidali (asterisco) sono ancora visibili alla periferia del plastidio (x 22.000). Fig. 5 - La periferia del granulo d'amido (A) appare fortemente erosa. Al di sotto dell'involucro plastidiale (freccia) sono ancora presenti residui tilacoidali sinuosi (asterisco). (x 42.000).

Bibliografia

HAWES C.R. & COBB A.H. (1980) - The effects of starvation on the symbiotic chloroplasts in *Elysia viridis: 2,* fine structural study. *New Phytol.* 84 (2): 375-379.

MUSCATINE L. & GREENE R.W. (1973) - Chloroplasts and algae as symbionts in molluscs. *Int. Rev. Cytol.* 36: 137-169.

TAYLOR D.L. (1970) - Chloroplasts as symbiotic organelles. *Int. Rev. Cytol.* 27: 29-64.

OEBALIA 1985, vol. XI-3, N.S.: 867-869 *ISSN 0392-6613*

A. QUAGLIA
Istituto di Anatomia Comparata - Università di Bologna
Via Belmeloro, 8-40126 Bologna - Italy

DISTRIBUZIONE DEI CAPILLARI NEI MUSCOLI ASSIALI DI *MUGIL CEPHALUS*

Key-words: Grey mullet - Axial muscles - Vascular supply - Morphometry

Introduzione

Le poche ricerche eseguite sulla vascolarizzazione dei (cosiddetti) muscoli rossi e bianchi — che formano il sistema natatorio assiale dei Pesci — concordano nel rilevare una diversa densità di capillari nei due muscoli (più elevata nei rossi che nei bianchi) e nel correlarla ad un differente tipo di metabolismo (aerobio nei primi e anaerobio nei secondi) e di attività contrattile (rispettivamente: lenta e prolungata, rapida e di breve durata). E ciò specialmente negli Osteitti sedentari, poiché, in quelli pelagici (o, comunque, forti nuotatori), i muscoli bianchi sembrano poter svolgere (anche) un'attività prolungata, nonostante la scarsità di capillari (MOSSE, 1979).

Le presenti osservazioni quantitative (al microscopio elettronico) sulla distribuzione dei capillari nei muscoli assiali (rossi e bianchi) di *Mugil cephalus (crawler fish;* cfr., QUAGLIA, 1980) sembrano dare credito a quest'ultima interpretazione. Infatti, i valori degli opportuni parametri (numerici e morfometrici) determinati (cfr., KRYVI *et ai*, 1980) rivelano, all'analisi statistica, che i muscoli rossi hanno una vascolarizzazione superiore a quella dei bianchi e sotto tutti gli aspetti, salvo uno rappresentato dal parametro (G) (Tab. 1). Questo — che esprime, in sostanza, una relazione fra rifornimento e domanda di 0_2 — tiene conto che i mitocondri localizzati (nel sarcoplasma periferico delle fibre) presso i capillari sono implicati nella produzione di energia per il trasporto attivo di metaboliti attraverso il sarcolemma e, pertanto, costituiscono il fattore limitante la durata dell'attività contrattile (MOLLER, 1976).

Si può, così, concludere che i muscoli rossi di detto pesce sembrano, senz'altro, soddisfare le citate correlazioni e ciò per ricchezza di vascolarizzazione nonché di riserve energetiche (glicogeno e lipidi) e di mitocondri, localizzati sia sotto il sarcolemma, sia fra le miofibrille (cfr., QUAGLIA, 1980); ed, inoltre, che i muscoli bianchi — privi di lipidi e poveri di mitocondri, però, disposti prevalentemente (ed in numero quasi uguale a quello dei corrispondenti nei muscoli rossi) nel sarcoplasma periferico (cfr., QUAGLIA, 1980) — sembrano aver un bilancio energetico sufficiente per svolgere (anche)

Tab. 1- *Relazioni fra capillari, fibre muscolari e mitocondri*.*

	N° fibre rilevate	N° capillari rilevati	Rapporto capillari/ fibre	Rapporto fibre/ capillari	Densità di volume (%) dei capillari rispetto a quello delle fibre-superficie vascolarizzata delle fibre	Densità di superficie (%) dei capillari rispetto al volume delle fibre-superficie di scambio dei capillari	Densità di superficie % dei capillari rispetto al volume dei mitocondri nel sarcoplasma periferico delle fibre
	F	C	$A = \frac{C}{F}$	$B = \frac{F}{C}$	D	E	G
			X + e.s.	X + e.s.	X + e.s.	X + e.s.	X + e.s.
Fibre rosse	230	379	1,64 ± 0,03	0,60 ± 0,06	6,34 ± 0,26	0,41 ± 0,03	0,35 ± 0,02
Fibre bianche	175	151	0,86 ± 0,02	1,15 ± 0,12	3,96 ± 0,43	0,20 ± 0,04	0,29 ± 0,03
Differenza			0,78**	0,55**	2,38**	0,21**	0,06

* Materiali e metodi per microscopia elettronica e morfometria: QUAGLIA (1980); 50 fotogrammi (ingrandimento 1.000 x) per muscoli bianchi o rossi in sezione trasversale.

** Test di Student altamente significativo ($P < 0,01$) per $n = 98$ g. 1.

un'attività prolungata (in aerobiosi), grazie proprio alla suddetta localizzazione del loro condrioma presso i (relativamente) pochi capillari. Il che bene si accorda con le osservazioni di MOSSE (1979) che segnalano la tendenza dei muscoli bianchi ad avere una vascolarizzazione ed un condrioma più ricchi nelle specie pelagiche (sardina, sgombro) che in quelle demersali (platicefalo) quale espressione del loro adattamento a sostenere, nelle prime specie, (anche) un'intensa e lunga attività, come nel nuoto di crociera.

Summary

*The vascular supply of the red and white axial muscles of the grey mullet (*Mugil cephalus) *was studied by ultrastructural morphometry. Red muscles were found to be highly vascularised than the white ones and this supports the view that they are involved in continuous swimming utilising lipid and glycogen aerobically. However, also white muscles were found to be structurally adapted for sustained aerobic activity with relatively abundant mitochondria being preferentially situated close to the source of gas and metabolite exchange.*

Bibliografia

KRYVI H., FLOOD P.R., GULYAEV D. (1980) - The ultrastructure and vascular supply of the different fibre types in the axial muscle of the sturgeon *Acipenser stellatus* Pallas — *Cell Tiss. Res.* **212:** 117-126.

MOSSE P.R.L. (1979) - Capillary distribution and metabolic histochemistry of the lateral propulsive musculature of pelagic teleost fish - *Cell Tiss. Res.* **203:** 141-160.

MÜLLER W. (1976) - Subsarcolemmal mitochondria and capillarisation of soleus muscle fibres in young rats subjected to an endurance training. A morphometric study of semithin sections - *Cell Tiss. Res.* **174:** 367-389.

QUAGLIA A. (1980) - Ultrastructural and morphometric studies on the axial muscles of the grey mullet *Mugil cephalus* L. (Pisces, Perciformes). I - Organization of muscle fibres - *Boll. Zool.* **47:** 75-82.

OEBALIA 1985, vol. XI-3, N.S.: 871-873 *ISSN 0392-6613*

N. CASAVOLA G. MARANO L. DE MARTINO C. SARACINO
Laboratorio Provinciale di Biologia Marina Molo Pizzoli (porto) - 70123 Bari - Italy

CARATTERISTICHE OCEANOGRAFICHE DEL BASSO ADRIATICO: NUTRIENTI E BATTERI ETEROTROFI

Key-words: heterotrophic bacteria - Marine microbiology.

Introduzione

Nell'ambito delle ricerche rivolte al controllo delle caratteristiche trofiche delle acque adriatiche, con questa nota si è voluta estendere la ricerca anche ai batteri marini eterotrofi al fine di evidenziare eventuali rapporti tra la concentrazione dei nutrienti e la carica microbica.

Pertanto, nelle acque prospicienti la città di Bari, sono stati effettuati campionamenti in superficie e sul fondo (profondità massima di 130 m) ad una distanza dalla costa di 0,5-3-10 miglia, con cadenza mensile, nel periodo maggio '81 - giugno '82.

Per la determinazione dei nutrienti, le metodologie analitiche utilizzate sono quelle riportate da STRICKLAND e PARSON (1972). La densità batterica è stata evidenziata seminando i campioni, per inclusione, in piastre di Bacto-Marine Agar 2216 preparato secondo la formula di ZOBELL (1941) incubandole a 20°C per 3-7 giorni.

Per quanto riguarda i nutrienti, si è fatto riferimento allo schema di classificazione trofica utilizzato in indagini già svolte in tutto l'Adriatico (MARANO *et al.*, 1981).

I risultati ottenuti mostrano concentrazioni di nutrienti abbastanza modeste, tipiche di acque pelagiche e dell'ordine di 1 **µg/l** per la clorofilla a, inferiore a 10 **µg/l** per il fosforo totale e valori di azoto ascrivibili anch'essi a basse concentrazioni ($N\text{-}NH_4$ < 20 **µg**/l; $N\text{-}NO_2$ < 5 **µg/l**; $N\text{-}NO_3$ < 40 **µg/l**).

Le prime indagini relative alla distribuzione quantitativa dei batteri hanno messo in evidenza una carica microbica eterotrofa compresa tra 15 e 6.940 unità/mi, valori inferiori rispetto a quelli osservati nell'Alto e Medio Adriatico (CVIIC 1963; 1974) dove peraltro più abbondanti sono i nutrienti.

La carica batterica presenta in tutte e tre le stazioni evidenti variazioni stagionali, mentre poco significative appaiono le fluttuazioni tra superficie e fondo, collegate forse ai modesti livelli batimetrici delle aree investigate (Fig. 1).

Nel complesso, la ricerca ancora una volta ha confermato la oligotrofia delle acque adriatiche pugliesi (CASAVOLA *et al.*, 1983); tuttavia nell'arco dell'anno, in seguito a con-

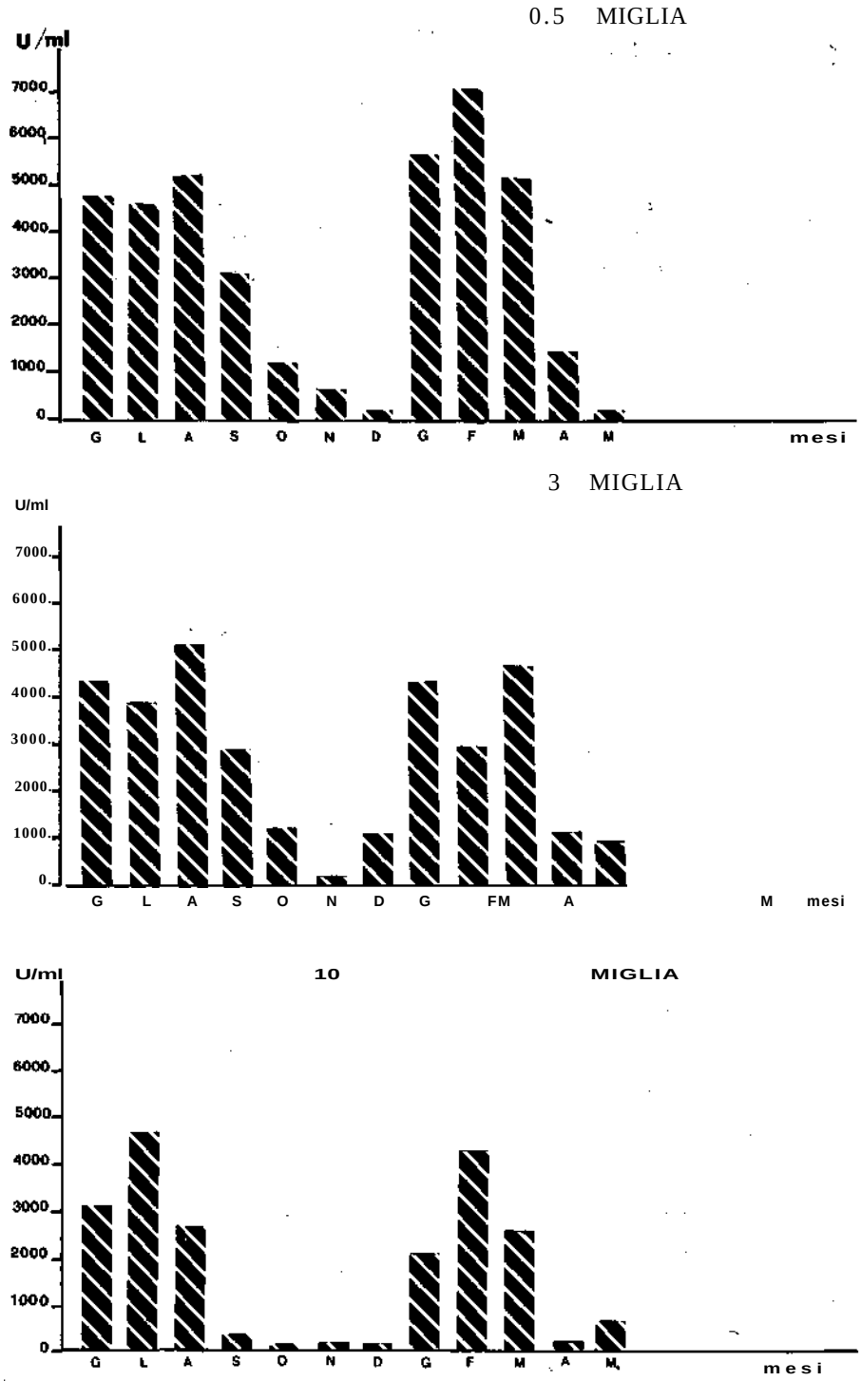


Fig. 1 - Distribuzione batterica mensile nelle tre stazioni.

dizioni ambientali particolari, la concentrazione dei nutrienti può aumentare e dar luogo a modesti fenomeni di eutrofia.

La distribuzione quantitativa dei batteri eterotrofi non è in rapporto a salinità e temperatura nè sembra ci sia una diretta correlazione tra carica microbica e tasso dei nutrienti.

Summary

The principal sea water characteristics, and particularly the nutrients concentration, have been examined in three stations 0,5-3-10 miles off the coast of Apulia. Besides, a count of heterotrophic marine bacteria has been carried out by inclusion.

The data have confirmed a marked oligotrophy of the Lower Adriatic Sea waters and quite low bacterial heterotrophic charges, with marked seasonal variations.

Bibliografia

CASAVOLA N., DE MARTINO L., SARACINO C. (1983) - Nutrienti nelle acque antistanti la città di Bari. *Atti e Rel. Acc. Pugliese Scienze,* 41 (2): 1-15.

CVIIC V. (1963) - Distribuzione dei batteri e della biomassa batterica nell'Adriatico meridionale. *Acta Adriatica,* 10 (7): 1-15.

CVIIC V. (1974) - Contributo alla conoscenza della distribuzione della biomassa batterica nel Medio Adriatico. *Acta Adriatica,* 11: 59-64.

MARANO G., CASAVOLA N., VACCARELLA R. (1982) - Caratteristiche trofiche delle acque costiere adriatiche: campagna di rilevamento 1978-1979. C.N.R., *Progetto Finalizzato: «Promozione Qualità dell'Ambiente»,* AQ2/14. Roma, 1-35.

STRICKLAND J.D.M., PARSON T.R. (1972) - A pratical handbook of seawater analysis. *Fish. Res. Board.* Bull. 168: 1-310.

ZOBELL C.E. (1941) - Bacteria of the marine world J. *Marine Research.,* 4: 42-173.

OEBALIA 1985, vol. XI-3, N.S.: 875-878 *ISSN 0392-6613*

B. TACCHI* M. MONTANARI**
* Comune di Genova - Servizio Opere Idrauliche e Sanitarie
Via Don Minetti, 7 - Genova - Italy
** Consiglio Nazionale delle Ricerche - Istituto per la Corrosione Marina dei Metalli
Via Mercanzia, 4 - Genova - Italy

RESEARCH TO DETERMINE THE EXTENT OF ORGANIC POLLUTION OF THE GENOESE COASTAL WATERS-DIATOM /CILIATED PROTOZOA RATIOS

Key-words: Sea-water microorganisms, Marine pollution tests, MED, Ligurian Sea.

Introduction

The Authors have already considered the possibility of investigating, at laboratory level, the quality of sea water through the determination — on slides — of the numerical relation between Diatoms and Ciliated Protozoa as a function of time, in the assumption that the microbic population partaking in the artificial self-purifying process obtained in the Laboratory will be differentiated according to the pollution level (STIRN, 1968; PAOLETTI, 1970; GENOVESE, 1974).

The methodology adopted for this evaluation is consisting in the incubation of 300 ml freshly sampled sea water at the Laboratory, at 20°C, natural conditions and in oxygen saturation, to determine the numerical relations determined on 22 x 22 mm slides immersed for 24 and 48 hours immediately below the air-water interface. (TACCHI & MONTANARI, 1983).

The results thus obtained over a period of several years were then compared with the chemical-physical parameters of the water under investigation, such as temperature, salinity, oxygen «per cent saturation)), nitrite nitrogen, nitrate nitrogen, dissolved phosphorus and bacteriological counts (RELINI *et al.*, 1975; TACCHI & MONTANARI, 1983). This comparative study has led to the conclusion that the numerical supremacy of Ciliated Protozoa over Diatoms is always associated with existing organic pollution.

In this paper, the Authors wanted to characterize — on an annual basis — the Genoese coastal waters, located between the eastern delimitation of Genoa and the inner portion of the old harbour, through a monthly application of this methodology, supported by bacteriological observations (fecal Coliformes, total Coliformes, total Bacteria) (Fig. 1).

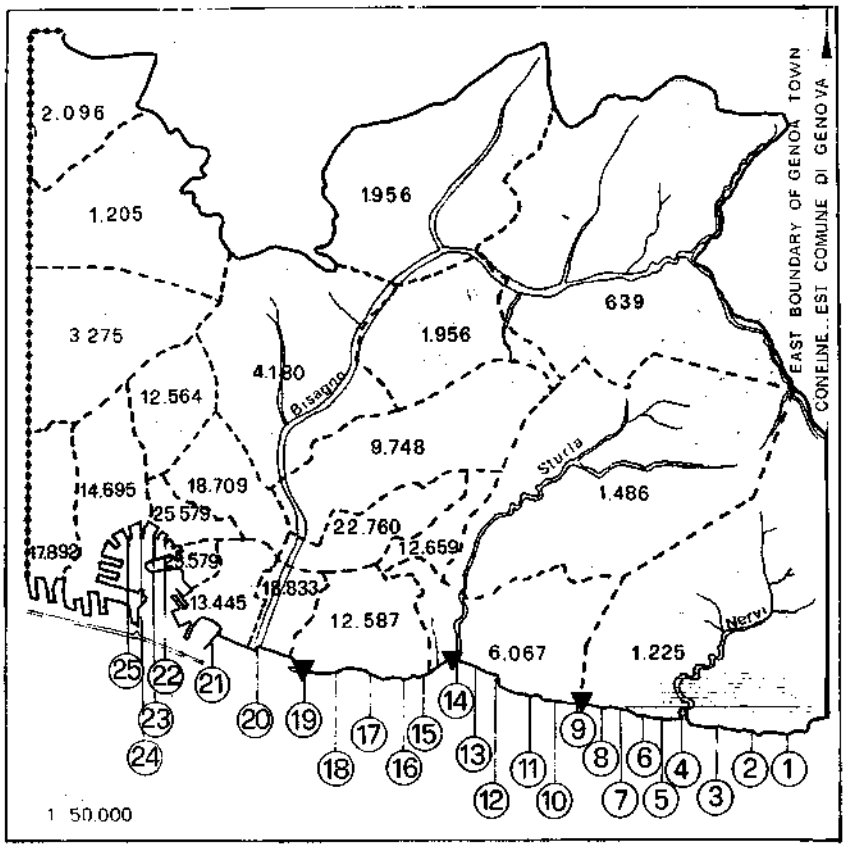


Fig. 1 - Illustration of the coastal area taken into consideration and of the municipal districts in the hinterland with their population density values (inhabitants per Km^2); location of the 25 test sampling stations and of the 3 water purification plants currently in operation.

The incidence of the Diatom number (n_D) on the total of Diatoms (n_D) plus Ciliated Protozoa (n_p) counted on the slide, was taken as the organic pollution index, i.e.

$$I = \frac{n_D}{n_D + n_P}$$

so that the nearer this index I is to zero, the greater the pollution of the sea water.

The difference ΔI observed between the I ratios after 24 and 48 hours incubation is deemed particularly significant to high-light the amount of polluting organic matter in the sea water:

$$\Delta I = I_{48} - I_{24}$$

Tab. 1 features the $\overline{I}_{24}$ and $\overline{I}_{48}$ indices on an average annual scale for 25 test stations, together with the related standard deviations ad $\Delta\overline{I}$ values. It can thus be observed that $\overline{I}_{24}$ tends to increase from the town center towards he suburbs, as a natural consequence of the decreasing population density.

Obviously, the availability of water purification plants in operation since a few years can improve the quality of the highly urbanized coastal water, provided they are not contaminated again by near-by torrential water courses or intermittent sewer systems.

However, a high $\overline{I}_{24}$ value seems to be a necessary but not sufficient condition to define good quality sea water, since it has to be confirmed also by a high $\overline{I}_{48}$ value. Indeed, test stations with a marked lowering of their $\overline{I}_{48}$ values should be considered with suspicion, as a careful analysis has always revealed the existence of pollution sources, even though only occasional.

The coastal line taken into consideration by us is including the most popular Genoese beaches (station 1 through 18). For this reasons we have compared our data with the official information on the suitability of these sea waters for bathing purposes. In view of the fact that bathing is permitted only if the number of fecal Coliformes is less than 100/100 ml water (symbol + in Tab. 1), it can be observed that our index values and the directions regarding bathing permits provided by «Assessorato Igiene Pubblica e Tutela Ambiente» (Public Health Office and Environmental Protection Dept.) of the Genoese Town Municipality are in fair agreement.

Summary

The quality of Genoese coastal sea water has been assessed through a numerical relation between Diatoms and Ciliated Protozoa developing within 48 hours on sea water immersed slides when incubated in the Laboratory in controlled temperature, light and oxygen amount conditions. This investigation was extended over a whole year with monthly samplings in 25 coastal test stations. The findings were then compared with the official evaluation of the sites for bathing purposes.

Riassunto

La qualità delle acque marine del litorale genovese viene valutata attraverso i rapporti numerici tra Diatomee e Protozoi Ciliati che si instaurano entro 48 ore su vetrini immersi in tali acque qualora siano incubate in laboratorio in condizioni controllate di temperatura, illuminazione ed ossigenazione. L'indagine è stata applicata per un intero ciclo annuale con frequenza mensile a 25 stazioni costiere ed i risultati confrontati con la valutazione ufficiale sulla idoneità alla balneazione.

Tab. 1

	Test sampling station and related sites	$\overline{I}_{24}$	$\overline{I}_{48}$	$\Delta\overline{I}$	Bathing permits
1	CAPOLUNGO	0.98 + 0.03	0.90 + 0.10	—0.08	+
2	NERVI PARCHI	0.97 + 0.03	0.90 + 0.15	—0.07	+
3	NERVI SCOGLIERA	1 + 0	0.99 + 0.02	—0.01	+
4	NERVI PORTICCIOLO	0.93 + 0.11	0.69 + 0.33	—0.24	+
5	NERVI ASSUNTA	1 + 0	0.74 + 0.22	—0.26	+
6	QUINTO SCUOLE	1 + 0	0.88 + 0.03	—0.12	+
7	QUINTO CIAPPETTA	0.96 + 0.05	0.74 + 0.20	—0.22	+
8	QUINTO BAGNARA	0.95 + 0.06	0.95 + 0.06	0	+
9 ▲	QUARTO depuratore	0.95 + 0.06	0.95 + 0.07	0	+
10	QUARTO PRIARUGGIA	0.91 + 0.05	0.74 + 0.27	—0.17	+
11	QUARTO MONUMENTO	0.97 + 0.04	0.85 + 0.17	—0.12	+
12	QUARTO SC. GARIBALDI	0.79 + 0.19	0.79 + 0.31	0	+
13	STURLA (foce torrente)	0.82 + 0.25	0.78 + 0.24	—0.04	
14 ▲	STURLA depuratore	0.90 + 0.20	0.66 + 0.36	—0.24	
15	VERNAZZOLA (sbocco rio)	0.79 + 0.24	0.44 + 0.32	—0.35	
16	BOCCADASSE	0.87 + 0.06	0.52 + 0.29	—0.35	
17	S. GIULIANO	0.97 + 0.05	0.97 + 0.05	0	+
18	S. NAZZARO	0.87 + 0.06	0.92 + 0.12	+ 0.05	+
19. ▲	P. VAGNO depuratore	0.62 + 0.27	0.28 + 0.29	—0.34	
20	FOCE torrente Bisagno	0.49 + 0.25	0.08 + 0.11	—0.41	
21	AVAMPORTO ZATTERA	0.71 + 0.31	0.63 + 0.36	—0.08	
22	PORTO PONTE SPINOLA	0.17 + 0.20	0.06 + 0.15	—0.11	
23	PORTO PONTE PARODI	0.46 + 0.42	0.41 + 0.36	—0.05	
24	PORTO PONTE DEI MILLE	0.42 + 0.25	0.35 + 0.34	—0.07	
25	PORTO PONTE DORIA	0.59 + 0.40	0.32 + 0.32	—0.27	

Bibliography

GENOVESE S. (1974) - Processi di autodepurazione in mare. *Atti Tav. Rot. Int. su «La Biologia Marina per la difesa e la produttività del mare»:* 87-96.

PAOLETTI A. (1970) - Facteurs biologiques d'autoépuration des eaux de mer: points clairs et points obscurs d'une question discutée. *R.I.O.M.* 18-19: 33-43.

RELINI G., MONTANARI M., VIALE S., DI CINTIO R. (1975) - Considerazioni sulle caratteristiche biologiche ed abiologiche di zone del porto di Genova sottoposte ad intensi scarichi fognari. *Atti V Simp. Naz. Conservazione Natura* 1: 59-98.

STIRN J. (1968) - The conseguences of the increased sea bioproduction caused by organic pollution and possibilities for the protection. *R.I.O.M.* 10: 123-129.

TACCHI B., MONTANARI M. (1983) - Valutazione sul grado di inquinamento di una acqua per mezzo di microrganismi marini (Protozoi Ciliati e Diatomee) (in stampa).

OEBALIA 1985, vol. XI-3, N.S.: 879-881 *ISSN 0392-6613*

R. PERDICARO
Laboratorio Centrale di Idrobiologia - Via del Caravaggio, 107-00147 Roma - Italy

BIOACCUMULO DI ALCUNI METALLI PESANTI SU TRE SPECIE DI MOLLUSCHI BIVALVI IN ALLEVAMENTO IN UN PARCO SPERIMENTALE SITO NELLA LAGUNA DI VENEZIA

Key-words: Bivalvia, Heavy metals, brackish waters.

Il poster illustra uno studio sul bioaccumulo di alcuni metalli pesanti in *Crassostrea gigas* (Thunberg), *Ostrea edulis* L. e *Venerupis decussata* (L.) in allevamento, con la tecnica dei contenitori sospesi, nella Laguna di Venezia (canale delle Fosse presso Chioggia)*.

In particolare con questo studio si ricercano le correlazioni esistenti tra i contenuti metallici negli organismi e nelle acque del parco. Si esamina inoltre se l'età degli organismi, espressa come tempo di permanenza nel parco, possa incrementare significativamente il bioaccumulo.

I metalli presi in esame sono: cadmio, cromo, ferro, mercurio, nichelio, piombo e rame.

Tra marzo e aprile 1981 è stato messo a dimora, in contenitori di plastica, novellarne di *Crassostrea gigas* (taglia media 50 mm) e *Ostrea edulis* (taglia media 25 mm); per entrambe le specie l'età stimata era di circa un anno. I contenitori di plastica erano disposti su due livelli (0,7 e 1,7 metri dalla superficie). A maggio 1982 veniva messo a dimora anche il novellarne di *Venerupis decussata* (taglia media 21 mm, età stimata 9 mesi).

Per due anni (1° giugno 1981 - 1° giugno 1983), con frequenza quadrimestrale, sono stati prelevati e sottoposti ad analisi campioni di acqua e di organismi. I campionamenti dell'acqua sono stati effettuati a circa 2 metri di profondità in due punti distanti dal parco circa 10 metri. Gli organismi sono stati sottoposti ad analisi in pool di 10 esemplari per le specie ostreicole e di 30 per la vongola verace.

I contenuti medi nell'acqua (µg/l) e negli organismi (mg/Kg p.s.) rientrano nell'ambito della normalità (Tab. 1); la *V. decussata* si distingue in particolare per il contenuto di nichelio sensibilmente superiore.

*** Questa ricerca, condotta nell'ambito del «Progetto sviluppo acquacoltura nazionale» - Sottoprogetto «Molluschicoltura» — è stata finanziata dal Ministero Agricoltura e Foreste nel piano degli interventi previsti dalla legge n. 984/77 per lo sviluppo del settore agricolo — alimentare.**

I fattori di bioaccumulo (rapporti tra i contenuti medi nelle specie in esperimento (mg/Kg p.s.) e nell'acqua del parco (mg/Kg) (Tab. 2) calcolati per le specie ostreicole assumono valori superiori a 20.000 per il rame, sono compresi tra 6.000 e 2.800 per mercurio, ferro e cadmio e sono vicini a 1.000 per cromo, piombo e nichelio; quelli calcolati per la *V. decussata* sono 6.800 per il rame, 5.800 per il mercurio, 5.600 per il ferro e compresi tra 3.400 e 1.600 per gli altri metalli. Mercurio e piombo forniscono fattori di bioaccumulo molto simili nelle tre specie esaminate.

La sperimentazione per *C. gigas* e *O. edulis* protratta per due anni ha reso possibile un confronto tra i contenuti medi registrati nei due anni di permanenza nel parco: in entrambe le specie ostreicole (Tab. 3) il cadmio registra nel secondo anno incrementi negativi, il nichelio rimane praticamente costante, mentre cromo, mercurio e piombo forniscono, sempre nel secondo anno incrementi positivi. Comportamenti contraddittori manifestano rame e ferro con incrementi negativi in *C. gigas* e positivi in *O. edulis*.

Summary

This paper explains a study about the bioaccumulation of some heavy metals in Crassostrea gigas, Ostrea edulis *and* Venerupis decussata *breeding in an experimental park situated in the Venice lagoon. The metals examined were cadmium, chromium, copper, iron, lead, mercury and nickel.*

The study was carried out by analytical checkings on organism and water samples grown every four months during two years for the oysters species and during one year for V. decussata.

The average of the contents in water (µg/l) and in the organisms (mg/Kg d. w.) are indicated in Tab. 1. The metals content in water (mg/l) concentrates in the organisms (mg/Kg d.w.) with variable ratios (Tab. 2). The average contents in C. gigas *and O.* edulis *changed from the first to the second year of stay in the park (Tab. 3).*

Bibliografia

EISLER R. (1981) - Trace metal concentrations in marine organisms. *Pergamon Press,* New York.

PELLIZZATO M., L. DA ROS (1983) - Progetto sviluppo acquacoltura nazionale - Sottoprogetto: Molluschicoltura - II anno di attività: Relazione finale. Co.S.P.A.V. - Chioggia.

Tab. 1 - *Contenuti medi nell'acqua del parco (µg/l) e in C.* gigas, O. edulis *e* V. decussata *(mg/Kg p.s.).*

acqua		*Crassostrea gigas*	*Ostrea edulis*	*Venerupis decussata*
Cd	1,30	1,37	2,04	0,69
Cr	1,3	2,59	1,67	3,59
Cu	1,94	101	42	.16
Fe	180	837	510	966
Hg	0,05	0,34	0,32	0,29
Ni	1,96	2,43	1,67	7,00
Pb	1,85	2,52	2,31	3,19

Tab. 2 - *Fattori di bioaccumulo espressi come rapporti tra i contenuti medi nelle specie in esperimento (mg/Kg p.s.) e nell'acqua del parco (µg/l).*

	Crassostrea gigas	*Ostrea edulis*	*Venerupis decussata*
Cd	3.600	5.600	2.300
Cr	1.400	900	1.900
Cu	55.000	21.000	6.800
Fe	4.600	2.900	5.600
Hg	6.900	6.600	5.800
Ni	1.200	850	3.400
Pb	1.200	1.300	1.600

Tab. 3 - *Incrementi percentuali dei contenuti medi in* C. gigas *e* O. edulis *registrati nel secondo anno di permanenza nel parco.*

	Crassostrea gigas	*Ostrea edulis*
Cd	**— 31**	**— 12**
Cr	**+ 35**	**+ 113**
Cu	**— 35**	**+ 74**
Fe	**— 37**	**+ 42**
Hg	**+ 30**	**+ 114**
Ni	**— 8**	**+ 5**
Pb	**+ 52**	**+ 8**

OEBALIA 1985, vol. XI-3, N.S.: 883-885 *ISSN 0392-6613*

C. NÀSCI **G. CAMPESAN** **V.U. FOSSATO**
Istituto di Biologia del Mare, C.N.R. - Via Riva 7 Martiri, 1364/A - 30122 Venezia - Italy

INDICI FISIOLOGICI E BIOCHIMICI DI STRESS IN *ZOSTERISESSOR OPHIOCEPHALUS* DELLA LAGUNA DI VENEZIA

Key-words: fish, Benzopyrene oxidasis, Somatic Liver Index, PCB.

Introduzione

Nell'ambito di un programma di ricerca sugli effetti a livello fisiologico e biochimico di inquinanti chimici in organismi lagunari, si è verificata la validità per *Zosterisessor ophiocephalus* (Pall.) di due indici di stress descritti in letteratura per altre specie di pesci: 1) il rapporto percentuale tra il peso del fegato ed il peso complessivo dell'animale, noto come Somatic Liver Index (SLI); 2) l'attività della Benzopirene Monossidasi (BPMO).

Lo SLI dà una misura delle condizioni fisiche generali dell'animale e può essere utilizzato come indice non specifico di stress, dovuto a cause diverse tra cui l'inquinamento marino (SLOOF *et al.,* 1983).

L'attività della BPMO viene proposta quale indice biochimico specifico essendo indotta solo da alcune classi di composti tra cui gli idrocarburi aromatici polinucleari e i policlorobifenili (PAYNE, 1976).

In questa ricerca esemplari di Z. *ophiocephalus* sono stati campionati con frequenza stagionale in due aree della laguna di Venezia, una (Certosa) relativamente lontana da fonti inquinanti, l'altra (Porto Marghera) vicina alla zona industriale.

In ogni individuo sono stati determinati: sesso, lunghezza totale, peso del corpo, peso del fegato e attività della BPMO nei tessuti epatici seguendo il metodo di NEBERT & GELBOIN (1968). I fegati riuniti per stazione e periodo di campionamento, sono stati inoltre analizzati per il contenuto di policlorobifenili (PCB). I risultati ottenuti, riferiti a campioni omogenei per lunghezza e peso, mostrano per SLI e soprattutto per BPMO un andamento parallelo nelle due aree con differenze anche notevoli nel corso dell'anno imputabili al ciclo riproduttivo ed a fattori stagionali in accordo con quanto osservato da altri autori (SPIES *et al.,* 1982).

Una sintesi dei dati è riportata in Tab. 1. Differenze statisticamente significative ($p < 0,05$) sono state evidenziate per SLI e per l'attività BPMO tra due aree. L'indice SLI risulta generalmente più elevato alla Certosa mentre l'attività BPMO è maggiore nei

Tab. 1 - Zostérisessor ophiocephalus *campionati in due aree della laguna di Venezia. Valore medio e intervallo fiduciale ($p \leqslant 0,05$) per lunghezza totale, peso del corpo, SLI e attività BPMO determinati nei singoli individui. I valori di PCB risultano da analisi di campioni compositi stazionali.*

STAZIONI	CERTOSA	PORTO MARGHERA
n. esemplari	49	65
Lunghezza (cm)	15,8 ± 0,8	15,3 + 0,5
Peso corpo (g)	43,3 + 7,4	37,5 + 3,3
S L I	3,47 + 0,44	2,90 + 0,32
Attività BPMO (u.a./mg p./min.)	2,18 + 1,53	8,26 + 3,96
PCB (μg/gp.u. fegato)	11,3	22,1

campioni di Porto Marghera con massimi in primavera in corrispondenza al periodo di maturazione sessuale. Il confronto dell'attività BPMO e del contenuto di PCB nel fegato degli organismi suggerisce una possibile relazione tra i due parametri. Parallelamente esperimenti condotti in acquario con concentrazioni di PCB nell'acqua comprese tra 0,14 e 1,00 μg/l hanno mostrato come lo Z. *ophiocephalus* abbia un sistema enzimatico attivabile dalla presenza di PCB nell'ambiente e quindi in grado di detossificare tali composti (NASCI *et ai,* 1984).

Summary

Somatic Liver Index (SLI), Benzopyrene Oxydases activity (BPMO) and PCB content were determined in liver of fish, Zosterisessor ophiocephalus, *from two differently polluted areas in the lagoon of Venice. Significant differences were observed in the two areas, suggesting a relation between BPMO activity and PCB content in the liver of these animals.*

Ringraziamenti

Gli autori ringraziano il Sig. Aldo MENETTO per l'indispensabile assistenza tecnica prestata e il Sig. Benito BONORA per l'aiuto dato nei campionamenti.

Bibliografia

NASCI C, CAMPESAN G., FOSSATO V.U., TALLANDINI L., TURCHETTO M. & THOMANN S. (1984) - Effetti a livello enzimatico di basse concentrazioni di policlorobifenili in *Zòstérisessor ophiocephalus* (Pall.). *Atti del II Congresso SITE,* Padova 25-28 giugno 1984, (in stampa).

NEBERT D.W. & GELBOIN H.V. (1968) - Substrate - inducibile microsomal Aryl Hydroxylase in mammalian cell culture. *J. biol. Chem.,* **243** (23): 6242-6249.

PAYNE J.F. (1976) - Field evaluation of benzopyrene hydroxylase induction as a monitor for marine petroleum pollution. Science, **191** (4230): 945-946.

SLOOF W., VAN KREIJL C.F. & BAARS A.J. (1983) - Relative liver weights and xenobiotic-metabolizing enzymes of fish from polluted surface waters in the Netherlands. *Aquat. Toxicol.,* 4(1): 1-14.

SPIES R.B., FELTON J.S. & DILLARD L. (1982) - Hepatic Mixed-Function Oxidases in California flatfishes are increased in contaminated environments and by oil and PCB ingestion. *Mar. Biol.,* 70: 117-127.

OEBALIA 1985, vol. XI-3, N.S.: 887-889 *ISSN 0392-6613*

G. MARANO N. CASAVOLA R. VACCARELLA G. BELLO
L. DE MARTINO A.M. PASTORELLI E. RIZZI
Laboratorio Provinciale di Biologia Marina
Molo Pizzoli (Porto) - 70123 Bari - Italy

BANCHI NATURALI A BIVALVI DEL LITORALE PUGLIESE: CLASSIFICAZIONE DELLE ACQUE 1984

Key-words: Pollution, Molluscs, Lower Adriatic Sea.

Introduzione

Nell' infralitorale adriatico pugliese abbastanza estesi sono i banchi a *Chamelea gallina* (L.) presenti nel Golfo di Manfredonia fino a Barletta e a nord del Gargano da Vieste al Saccione. Si tratta di una comunità caratterizzata da *Chamelea gallina* associata ai bivalvi *Mactra corallina* (L.) e *Rudicardium tuberculatum* (L.). Sono anche presenti i gasteropodi *Natica* spp. e *Sphaeronassa mutabilis* (Lin.), nonché i policheti *Owenia fusiformis* Delle Chiaje e i crostacei *Macropipus depurator* (L.) e paguridi oltre agli echinodermi *Echinocardium cordatum* (Penn.) e *Ophiura* spp.

L'altra specie di bivalve molto comune è *Venus verrucosa (L.)* presente prevalentemente nel Golfo di Manfredonia nelle mattes morte di *Posidonia* e su fondi detritici, ad una profondità variabile da 6 a 14 m. Nelle mattes si rinviene «a gruppi», associata a molti altri organismi (molluschi, anellidi e crostacei) con densità anche dell'ordine di 136 ind/mq.

Sono anche presenti, nelle sabbie poco profonde, 2-3 m, su quasi tutta l'estensione delle coste adriatiche pugliesi, i Solenidi *(Ensis minor* (Chenu) e *Solen vagina* L.) e *Donax trunculus* L. *e D. semistriatus* Poli.

Sempre nel Golfo di Manfredonia su fondi detritici, sono altresì presenti *Modiolus barbatus* (L.) e diverse specie di Pettinidi *(Proteopecten glaber* (L.) e *Chlamys varia* (L.)) nonché banchi di *Ostrea edulis* L. e *Crassostrea angulata* (Lamck.) ed anche, su fondi coerenti specie nella zona costiera di Vieste, *Mytilus galloprovincialis* Lamck., e Arcidi. Banchi meno estesi, inoltre, sono quelli di *Lithophaga lithophaga* (L.) presenti un po' ovunque, lungo le coste pugliesi, su fondali rocciosi a profondità non superiore a 10 m (MARANO *et al.,* 1979).

Ai fini della pesca e commercializzazione di bivalvi eduli, la legislazione impone

una rigorosa classificazione delle acque che ospitano i banchi, per valutare le caratteristiche chimico-fisiche e soprattutto la contaminazione microbica delle acque costiere. Si richiedono anche analisi per quanto riguarda la presenza di metalli (piombo e mercurio) e della radioattività, nonché un esame del fitoplancton e la determinazione di biotossine idro e liposolubili.

I dati che si riportano, si riferiscono alle coste adriatiche pugliesi delle province di Brindisi, Bari e Foggia, circa 337 Km di costa.

I prelievi delle acque e dei molluschi presenti sul fondo, sono stati effettuati a partire da eventuali fonti di inquinamento (200-500 m) presenti lungo la costa (scarichi industriali e di fogna, sbocchi di fiumi e canali, porti e stabilimenti balneari, ecc.) secondo radiali, allo scopo di evidenziare gli areali contaminati. In alcune aree l'indagine è stata ripetuta più volte in condizioni meteomarine differenti; nel complesso sono stati effettuati circa 12.000 prelievi.

Le aree contaminate da coli fecali, più specificatamente da *E. coli,* sono prevalentemente quelle prospicienti gli scarichi di fogna provenienti dai centri abitati; spesso si tratta di acque non sufficientemente depurate che, specie lungo il litorale di Bari e Barletta determinano un esteso inquinamento microbico. Questo fenomeno è ancora più grave lungo le coste del Golfo di Manfredonia per l'inquinamento dei corsi d'acqua che confluiscono nell'area (Candelaro e in minor misura Cervaro e Carapelle).

Ai fini dello sfruttamento delle risorse del mare, i banchi a bivalvi che vengono più direttamente influenzati dall'inquinamento risultano quelli a Solenidi e *Donax* perché più prossimi alla costa, tuttavia, in alcune aree del litorale di Barletta e Manfredonia risultano contaminate anche le comunità a *Chamelea* e *Venus.*

Nel complesso, anche in funzione delle caratteristiche oceanografiche delle coste pugliesi (costante corrente discendente), già a 2.000 m dalla costa la contaminazione provocata dal versamento delle acque inquinate è risultata trascurabile. Difatti anche nelle zone costiere più inquinate, le analisi effettuate al largo hanno confermato l'assenza di contaminazione microbica.

In riferimento alla distribuzione e concentrazione del fitoplancton si è potuto osservare che le Diatomee più comuni appartengono ai generi *Navicula* e *Nitzchia,* numerosi sono anche i Dinoflagellati presenti soprattutto con i Prorocentridi *{Prorocentrum micans* Ehrbg) e i Peridinidi *{Peridinium conicum* (Gran)). Non sono state segnalate specie algali tossiche e inoltre anche le acque, costiere a più alta concentrazione di nutrienti (N-P) sono risultate abbastanza limpide, fatta eccezione per alcuni piccoli areali presenti nel Golfo di Manfredonia influenzati dal versamento di sostanze organiche eutrofizzanti.

Più dettagliatamente, per quanto riguarda i dati microbiologici delle acque e dei bivalvi, si è notato che i molluschi presentano una contaminazione batterica nettamente inferiore anche se raccolti in specchi d'acqua fortemente inquinati.

In conclusione l'indagine ha evidenziato, rispetto alla ricerca svolta nel 1980 (MARANO *et al.,* 1982), un miglioramento delle condizioni ambientali delle acque costiere, soprattutto si è attenuato l'inquinamento microbiologico, in relazione al funzionamento di nuovi impianti di depurazione.

Summary

Data about microbial contamination of coastal waters in relation to bivalves natural beds from the Apulian Adriatic Sea are reported. Only small areas, receiving directly sewage effluents which are not depurated enough, turned out to be contaminated.

Bibliografia

MARANO G., CASAVOLA N., VACCARELLA R., DE MARTINO L., DE ZIO V., PAGANO M., PASTORELLI A.M., SARACINO C. (1982) - Caratteristiche chimico-fisiche e batteriologiche delle acque costiere pugliesi (legge n. 319/1976). *Natur. Siciliano,* s. IV, 6 suppl. (1): 148-150.

MARANO G., VACCARELLA R., CASAVOLA N., BELLO G. (1979) - Pesca e banchi naturali di lamellibranchi in terra di Bari. *Atti Soc. Tosc. Sci. Nat. Mem.,* ser. B, 86, suppl.: 34-37.

OEBALIA 1985, vol. XI-3, N.S.: 891-893 *ISSN 0392-6613*

M. PELLIZZATO L. DA ROS
Consorzio per lo Sviluppo della Pesca e dell'Acquacoltura del Veneto (Co.S.P.A.V.),
Viale Stazione 5 - 30015 Chioggia (VE) - Italy

ALLEVAMENTO SPERIMENTALE DI *OSTREA EDULIS* L. E *CRASSOSTREA GIGAS* (THUNBERG) IN LAGUNA DI VENEZIA*

Key-words: Rearing, *Ostrea edulis, Crassostrea gigas.*

Nell'ambito degli interventi previsti dalla Legge 984/77, il Ministero Agricoltura e Foreste ha finanziato una linea di ricerca riguardante la molluschicoltura, indirizzata in particolare al rilancio produttivo dell'ostreicoltura in zone lagunari ritenute particolarmente idonee.

Nel presente lavoro viene descritta la sperimentazione effettuata in un biennio (marzo '81 - marzo '83), in Laguna di Venezia, relativamente all'allevamento in sospensione di *Ostrea edulis* L. e *Crassostrea gigas* (Thunberg).

È stato seguito il ciclo di allevamento delle due specie attraverso rilevamenti biometrici (peso, lunghezza, indice di condizione, etc…), di mortalità, di insediamento (sperimentazione di collettori di seme). Sono stati sperimentati inoltre tipi diversi di contenitori al fine di giungere alla definizione di un modulo commerciale di coltura.

I positivi risultati ottenuti sia per *O. edulis* (Tab. 1) che per *C. gigas* (Tab. 2) sono stati confortati dall'osservazione di una modesta mortalità per entrambe le specie (non superiore al 40% alla fine dei due anni di sperimentazione).

Per *O. edulis*, specie attualmente più richiesta dal mercato, si possono dunque prevedere buone prospettive di allevamento commerciale.

Summary

Fixed trays were used in an experimental growing park in the lower Venice Lagoon (Chioggia Basin) to investigate the growth, mortality and Condition Index of both flat and cupped oysters (Ostrea edulis *L. and* Crassostrea gigas *(Thunberg)). Sampling was carried out monthly from March 1981 to March 1983 to take measurements of length, weight, mortality and to determine dry weight condition indexes of oysters. Different types of trays and collectors were also experimented.*

* Ricerca eseguita con contributo del Ministero Agricoltura e Foreste (Legge n. 984/77).

Tab. 1 - *Accrescrimento di* Ostrea edulis *in un allevamento sperimentale in sospensione nella Laguna di Venezia.*

	Numero esemplari esaminati	Lunghezza media (mm)	Deviazione standard	Peso medio (gr)	Deviazione standard
Inizio allevamento Marzo 1981	839	54,1	5,06	23,7	5,30
Dopo 6 mesi di allevamento Ottobre 1981	140	69,0	7,62	44,9	9,23
Dopo 12 mesi di allevamento Marzo 1982	266	72,2	7,40	57,5	12,77
Dopo 24 mesi di allevamento Marzo 1983	260	80,7	6,05	80,0	14,36

Tab. 2 - *Accrescrimento di* Crassostrea gigas *in un allevamento sperimentale in sospensione nella Laguna di Venezia.*

	Numero esemplari esaminati	Lunghezza media (mm)	Deviazione standard	Peso medio (gr)	Deviazione standard	Mortalità
Inizio allevamento Marzo 1981	600	55,5	8,81	23,8	10,63	—
Dopo 6 mesi di allevamento Ottobre 1981	176	79,3	13,60	57,8	17,10	7,43
Dopo 12 mesi di allevamento Marzo 1982	249	82,8	13,90	61,4	18,10	9,37
Dopo 24 mesi di allevamento Marzo 1983	157	85,4	14,30	87,9	29,90	31,43

Bibliografia

DA ROS L., PELLIZZATO M. (1984) - Ostreicoltura: sperimentazione ed allevamento in Laguna di Venezia. *Agricoltura e Ricerca,* Ist. di Tecnica e Propaganda Agraria, Roma (in stampa).

PELLIZZATO M. (1983) - Monitoring of oyster spat settlement *(Ostrea edulis* L. and *Crassostrea gigas* (Thunberg)) on collectors in the Venice Lagoon (Italy). *Atti XV Congresso S.I.B.M.* Trieste (in stampa).

PELLIZZATO M. (1984) - Monitoraggio dell'insediamento su substrati artificiali dei bivalvi *Ostrea edulis* L. e *Crassostrea gigas* (Thunberg) nella Laguna di Venezia. *Lavori - Soc. Ven. Se. Nat.,* 9 (2): 219-223.

PELLIZZATO M., DA ROS L. (1984) - Acclimazione in Laguna di Venezia di *Crassostrea gigas* (Thunberg) proveniente da schiuditoio in rapporto ad alcuni parametri chimico-fisici. *Atti II Congresso S.I.T.E.* Padova, 25/28 giugno 1984.

OEBALIA 1985, vol. XI-3, N.S.: 895-897 *ISSN 0392-6613*

G.MARANO R. VACCARELLA N. CASAVOLA C. SARACINO
V. DE ZIO A. L'INSALATA
Centro Provinciale Sperimentale di Acquacoltura di **Monopoli (BA) - Italy**

PRIME OSSERVAZIONI SULL'ALLEVAMENTO DI *SALMO GAIRDNERI* RICH. (OSTEICHTHYES SALMONIDAE) IN ACQUE SALMASTRE

Key-words: Acquaculture - *Salmo gairdneri.*

Introduzione

Nelle attività di acquacoltura molte sono ancora oggi le difficoltà presenti nell'allevamento di specie ittiche marine. I Salmonidi, al contrario, vengono allevati in acqua dolce con ottimi risultati da diversi anni e soprattutto sono state del tutto superate le difficoltà per lo svezzamento degli avannotti (BILLARD, 1977); tuttavia il consumo dei Salmonidi è piuttosto limitato perchè, soprattutto nel sud, i pesci di acqua dolce sono poco richiesti. Per questi motivi abbiamo sperimentato l'allevamento di *Salmo gairdneri* in acqua salmastra (LALL *et al.*, 1979), al fine di produrre trote con caratteristiche organolettiche simili alle specie marine.

Le ricerche sono state svolte nel Centro Sperimentale di Monopoli che dispone di acqua sorgiva salmastra, salinità 9,2‰ e temperatura costante di 17°C.

I dati che si riportano si riferiscono a uova embrionate acquistate e fatte schiudere in cassetta californiana preventivamente trattata con verde malachite. Si è utilizzatoli flusso a ciclo aperto con un ricambio di circa 23-50 l/min. Ogni tre giorni si è effettuato un trattamento con verde malachite a concentrazione di 1:200.000, interrompendo l'erogazione dell'acqua per 45 minuti.

Dal sesto all'ottavo giorno di incubazione si è avuta la schiusa delle uova (1% circa di uova non schiuse). Gli avannotti appena nati misurano 15-20 mm, si presentano diafani, provvisti di un grosso sacco vitellino delle cui riserve si nutrono per 10 giorni. Essi, col riassorbimento del sacco vitellino, diventano più attivi, salgono in superficie per alimentarsi e per attivare la vescica natatoria.

Per lo svezzamento (10°-12° giorno) è stato somministrato omogeneizzato di fegato di bovino e quindi i. comuni mangimi del commercio seguendo le tabelle di alimentazione fornite dalla ditta distributrice (VERONESI, 1969), in più piccoli anfipodi vivi *(Gammarus aequicauda* Martynov), raccolti dalle prevasche del Centro.

Il mangime non consumato, insieme ai cataboliti dei pesci veniva rimosso dal fondo delle cassette californiane, per sifonamento, onde evitare inutili e dannosi accumuli.

Al quarto mese di vita i pesci sono stati trasferiti in vasche circolari di diametro di 236 cm per evitare di sottoporre le trotelle a sovrappopolamento e stress.

Il periodo più delicato dell'allevamento è risultato il riassorbimento del sacco vitellino per l'insorgere della «idrope del sacco vitellino» e «coagulazione del vitellino»; malattie molto probabilmente legate alla qualità delle uova.

In questa prima indagine, al sesto mese di vita, si è avuta una sopravvivenza del 10%, con un accrescimento leggermente inferiore a quello riportato per le acque dolci, abbastanza simile nei primi due mesi, più rallentato negli altri. (Fig. 1).

Sulla base di questi primi risultati contiamo di approfondire questa esperienza ed ampliarla, anche perchè *Salmo gairdneri* potrebbe rappresentare la specie più idonea per lo sviluppo dell'acquacoltura nei numerosi bacini salmastri pugliesi.

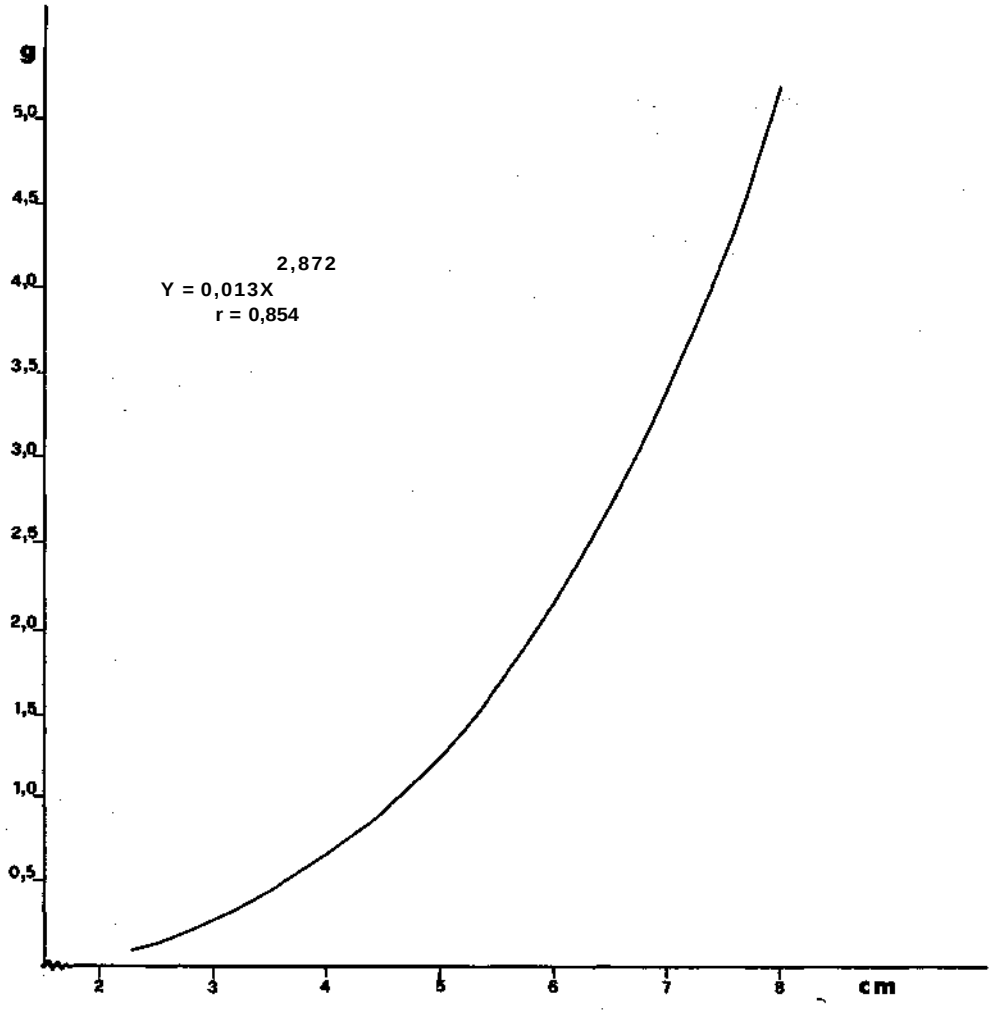


Fig. 1 - Relazione lunghezza-peso.

Summary

Data on the rearing of Salmo gairdneri *Rich. in brackish waters, starting from eyed eggs, are reported. The rearing has been carried out in waters with 9,2°/oo salinity and at a steady temperature of 17°C. The waters came from a surface stratum spring, in the Acquaculture Centre, Monopoli.*

The hatching has lasted seven days; the development of trout fry has been fairly similar to the one in freshwater rearing stations. The first data have been quite satisfying.

Rainbow trout is a species that can very well be reared in brackish waters where, on the other hand, it gets organoleptic characteristics which are more appreciated commercially.

Riassunto

Si riportano i dati sull'allevamento di *Salmo gairdneri Rich.* in acque salmastre partendo da uova embrionate.

L'allevamento è stato effettuato con acqua a salinità 9,2°/oo e temperatura costante di 17°C, acqua captata da una sorgente di falda superficiale nel Centro di Acquacoltura di Monopoli.

La schiusa delle uova si è avuta nel giro di sette giorni, la crescita degli avannotti è stata abbastanza simile a quella degli allevamenti in acqua dolce.

I primi dati sono abbastanza soddisfacenti, *Trota iridea* è una specie che ben si presta ad allevamenti in acqua salmastra dove, peraltro, acquista caratteristiche organolettiche più apprezzate commercialmente.

Bibliografia

BILLARD R. (1977) - La production de Truite arc-en-ciel au Japon. *La Piscicul. Franc*, 52: 20-28.

LALL S.P., BISHOP F.J. (1979) - Studies on the nutrient requirements of rainbow trout *(Salmo gairdneri)* grown in sea water and fresh water. *Adv. Acquaculture, FAO TCA, Kyoto, ed. Pillay and Dill.,* 580-584.

VERONESI G. (1969) - Effetto di diete iperlipidiche e iperprotidiche sulla resa e sulla composizione chimica centesimale delle carni di trota *(Salmo gairdneri* Rich.) *La Clin. Veterin.,* 92 (8): 261-265.

OEBALIA 1985, vol. XI-3, N.S.: 899-902 *ISSN 0392-6613*

V. MICALE F. PERDICHIZZI G. SANTANGELO
Istituto Sperimentale Talassografico C.N.R. - Messina - Italy

PRELIMINARY INVESTIGATIONS ON GONADAL MATURATION IN CAPTIVE WHITE BREAM, *DIPLODUS SARGUS* (L.)

Key-words: Acquaculture, Reproduction, *Diplodus sargus.*

Introduction

The Sparid fish show various forms of hermaphroditism, from protandry or protogyny to rudimentary hermaphroditism. The species *Diplodus sargus* is generally known as a protandrous one (D'ANCONA, 1949; REINBOTH, 1962; ATZ, 1964; LISSIA-FRAU & PALA, 1968), i.e. functioning first as a male and later in life as a female. Nevertheless, rudimentary, non-functional hermaphrodites have been described (LISSIA-FRAU, 1968).

All published data, however, refer to feral fish of different age and size captured all over the year. The present study was undertaken to follow gonadal maturation in captive fish. For this purpose we have studied the seasonal changes of the gonad during the 2nd year of life of a population of captive *D. sargus.* Furthermore, we have measured the gonosomatic index (GSI) in the same period. In this paper we report preliminary results from December 1983 to July 1984.

Materials and methods

A population of 75 white breams *(D. sargus)* captured at 3-6 months of age was reared in a sea-water direct flow tank, exposed to natural daylight and temperature, and fed with dry pellet. At the beginning of the experiment the fish had been reared for 12 months and were, therefore, in their 2nd year of life. Gonads were removed monthly, weighed, fixed in Bouin's solution, embedded in Tissue-Prep and sectioned at 6 μm Sections were stained with haematoxylin-eosin and observed at the light microscope. The mean weight (g) and standard length (cm) of fish examined between December and July were 94.88 (S.D. = 22.89) and 13.99 (S.D. = 1.21) respectively.

Monthly changes in GSI were also measured.

Results

Gonosomatic index (GSI)

GSI values are reported in Tab. 1. The gradual increase in GSI during the winter months is not to be considered statistically significant. During this period gonads underwent intense spermatogenesis. A considerable increase in GSI occurs in March and becomes still higher afterwards, reaching a maximum in May, as spawning activity is most intense. GSI values during this period are statistically significant ($P < 0.05$) when compared with winter values. Poor synchronization of spawning accounts for the wide range of GSI confidence limits. GSI significantly ($P < 0.05$) drops by mid June, settling on values comparable with the initial ones as spawning activity runs out.

Tab. 1 - *Seasonal changes in gonosomatic index (GSI) of D.* sargus.

MONTH	GSI*
Dec	0.18 + 0.09
Jan	0.27 + 0.09
Feb	0.64 + 0.27
Mar	2.72 + 1.16
Apr	3.94 + 1.51
May	5.04 + 1.94
Jun	0.38 + 0.11
Jul	0.24 + 0.17

* (95% confidence limits).

Histological findings

All gonads presented both testicular and ovarian tissue. Since our earlier observations the testicular portion appeared to be in a more advanced developmental stage than the ovarian portion. All spermatogenic stages, from spermatogonia to mature spermatozoa, occurred in the seminiferous lobules throughout all months, the abundance of each stage varying between developmental phases.

In the winter months (Dec, Jan., Feb.), as an intense spermatogenesis takes place, many spermatocytes and spermatids occur. Spermatogonia predominate in the peripheral lobules, whereas a fairly good number of spermatozoa, either still attached to the lobular wall or lying free, are present in the central part of the gonad.

The number of ripe, unattached spermatozoa highly increases in March and April, as spawning takes place; nests of spermatocytes and spermatids are still visible. The number of spermatogonia is greatly reduced.

Spawning activity culminates in May: the gonad appears as an interstitial network filled with an enormous amount of running out spermatozoa. Earlier stages, however, never disappear.

By mid June some fish are still running, their gonads being comparable with those of May, whereas others have already stopped spawning, their gonads showing a marked proliferation of interstitial tissue, some left spermatozoa and an increasing mitotic multiplication of spermatogonia.

Post-spawning gonads (July) mainly consist of spermatogonia. A few left spermatozoa and rare nests of spermatocytes are visible.

Poor syncronization of sperm cell development was observed both between fish' and between different areas within the same gonad throughout the observations. The first running fish occurred in February, the last in June.

There is no evidence of a significant oogenic activity of the gonad. Oogonia and primary oocytes were constantly present from December to July without any remarkable seasonal variation. In no cases oocytes did pass beyond the pre-vitellogenic stage, suggesting a resting phase of ovarian tissue.

Conclusions

Our data are consistent with the protandry of this species. All gonads showed an intense spermatogenic activity culminating with the release of active spermatozoa, able to fertilize eggs. Female cells remained quiescent throughout the period of observation. None of the 75 fish examined showed either a predominance of ovarian development or an equal development of the two portions, unlike what described by LISSIA-FRAU & PALA (1968) in feral fish.

The low synchronization of sperm cell development both between fish and between different areas within the same gonad may be regarded as a strategy to reach a longer spawning period, thus having higher opportunities to reproduce.

Riassunto

Gli AA. hanno studiato istologicamente la maturazione delle gonadi di una popolazione di *D. sargus* di allevamento, nel corso del 2° anno di vita. In tutti gli esemplari esaminati la parte maschile della gonade è andata incontro a maturazione completa, con emissione di spermatozoi attivi, mentre la parte femminile non ha mai oltrepassato lo stadio pre-vitellogenetico.

Bibliography

ATZ J.W. (1964) - Intersexuality in fishes. In «Intersexuality in Vertebrates including Man» (C.N. Armstrong & A.J. Marshall, eds.): 145-232. Academic Press, London.

D'ANCONA U. (1949) - Il differenziamento della gonade e l'inversione sessuale negli Sparidi. *Arch. Ocean. Limnol.* VI: 97-164.

LISSIA - FRAU A.M. (1968) - Le manifestazioni della sessualità negli Sparidi (Teleostei, Perciformes). *Studi Sassaresi* 46: 222-243.

LISSIA-FRAU A.M., PALA M. (1968) - Ricerche sull'ermafroditismo dei Saraghi: *D. sargus* (L.), *D. vulgaris* (Geoffr.), *D. annularis* (L.) e *P. puntazzo* (Cetti). *Studi Sassaresi* 46: 203-221.

REINBOTH R. (1962) - Morphologische und funktionelle Zweigeschlechtlichkeit bei marinen Teleostiern (Serranidae, Sparidae, Centracanthidae, Labridae). *Zool. Jahrb. Abt. Allgem. Zool. Physiol. Tiere* 69: 405-480.

OEBALIA 1985, vol. XI-3, N.S.: 903-911 *ISSN 0392-6613*

M. INNAMORATI S. FONDA UMANI** M. DEL POL SIGNORINI*
M. MANNUCCI* G. MORI* L. FURLAN** L. MILANI**
Comitato Plancton e Produzione Primaria della Società Italiana di Biologia Marina
* Dipartimento di Biologia Vegetale dell' Università - Via P.A. Micheli, 1
50121 Firenze - Italia
** Dipartimento di Biologia dell'Università - Via A. Valerio, 32 - 34127 Trieste - Italia

PLANCTON DI SUPERFICIE NEL MAR LIGURE, TIRRENO, JONIO E ADRIATICO: RILEVAMENTI 1970-1984

Key-words: Plankton distribution, Ligurian, Thyrrenian, Jonian, Adriatic Sea.

Il Direttivo del Comitato Plancton e Produzione Primaria eletto al XV Congresso S.I.B.M. (Trieste, settembre 1983) ha proposto l'avvio di una esperienza coordinata nella prospettiva di un progetto di ricerca organico sul plancton dei mari circostanti l'Italia, articolato per aree geografiche ed aree problematiche.

Il progetto ha lo scopo di raccogliere ed estendere le conoscenze sulla composizione e distribuzione spaziale e stagionale della biomassa e della produzione delle biocenosi planctoniche in rapporto alle caratteristiche e alla dinamica delle masse d'acqua, coordinando i fitoplanctologi e gli zooplanctologi insieme agli oceanografi fisici e chimici.

L'iniziativa ha riscosso l'adesione di quasi tutti i planctologi italiani. Nella prima fase, che si conclude con questa pubblicazione riassuntiva, sono stati raccolti i dati che figurano raggruppati in classi nelle cartine che seguono. Nelle prime due mappe sono riportati il numero totale dei rilievi di fitoplancton (Fig. 1) e di clorofilla (Fig. 2) effettuati all'interno di ciascuna area (10° lat x 10° long) dal 1° gennaio 1970 fino all'aprile 1984. Nelle due mappe successive le cellule/1 di fitoplancton (Fig. 3) ed i mg/m^3 di clorofilla (Fig. 4) sono le medie aritmetiche di tutti i dati ottenuti per ciascuna area nello strato compreso fra la superficie e 2 metri. I dati considerati sono: per il fitoplancton quelli ottenuti con la sedimentazione o la filtrazione su membrana, per la clorofilla quelli derivanti dalle analisi spettrofotometriche degli estratti acetonici eseguite senza acidificazione successiva, che comprende cioè anche i feopigmenti.

Originalmente i dati del fitoplancton e della clorofilla, presentati in un poster al XVI Congresso della S.I.B.M. (Lecce, settembre 1984) erano distribuiti in quattro cartine stagionali: per economia di spazio, sono stati rielaborati e raggruppati in un'unica mappa.

Per lo zooplancton sono riportati il numero totale dei rilievi effettuati in ciascuna area sempre dal 1970. Nella Fig. 5 vi sono quelli relativi ai campioni analizzati come numero di individui/m^3 e nella Fig. 6 come peso secco/m^3 o come biovolume/m^3.

Le cartine dimostrano che i rilevamenti fitoplanctonici e di clorofilla sono addensati nel Ligure-Alto Tirreno e nell'Alto Adriatico e quelli zooplanctonici quasi esclusivamente in quest'ultimo. Nell'Alto Adriatico rispetto al Ligure-Alto Tirreno si hanno maggiori densità fitoplanctoniche e concentrazioni di clorofilla. Si ha inoltre un limitatissimo numero di aree in cui sono stati prelevati campioni sia di fitoplancton che di zooplancton.

Il Comitato curerà, a scadenza biennale, l'aggiornamento della mappatura, organizzerà gruppi di lavoro per la standardizzazione dei metodi e stimolerà lo svolgimento di ricerche coordinate nelle aree in cui non sono stati effettuati rilevamenti ed in quelle di particolare interesse bio-oceanografico.

Summary

The «Comitato Plancton e Produzione Primaria» elected at the 15th Congress of the «Società Italiana di Biologia Marina» (Trieste, September 1983) has proposed a coordination of plankton research in the seas surrounding Italy, for surveying either unexplored areas or particularly interesting ones.

The aim is to collect and extend the data on the taxonomic composition, spatial distribution of biomass and production of planktonic biocenoses, relating them to the characteristics and dynamics of water masses. Phyto and zooplanktologists should cooperate, together with physical and chemical oceanologists. The proposal has been followed by almost all Italian planktologists.

During the first phase, data have been collected and classified in the following maps. In the first maps the total number of phytoplankton (Fig. 1) and chlorophyll (Fig. 2) surveys performed in each area (10° lat x 10° long) since 1970 until April 1984 are reported. In the successive maps phytoplankton cells/l (Fig. 3) and mg chl/m^3 (Fig. 4) are the arithmetical mean of the data for each area in the layer between the surface and 2 m. Data of phytoplankton are obtained by settling and membrane filtration, and for chlorophyll by spectrophotometric analysis of the acetonic extracts without successive acidification. Phytoplankton and chlorophyll data have been presented in a «poster» at the 16th Congress of the «Società Italiana di Biologia Marina» (Lecce, September 1984) in four seasonal maps: for sake of space, they are grouped here in a single map. As far as zooplankton is concerned the total number of surveys performed in each area, since 1970, are reported. In Fig. 5 they are expressed as number of individuals/m^3 and in Fig. 6 as dry weight/m^3 and/or as biovolume/m^3.

The maps show that the phytoplankton and chlorophyll surveys are expecially grouped in the Ligurian, High Thyrrenian Sea and in the Northern Adriatic Sea, and the zooplankton ones almost exclusively in the latter. In the Northern Adriatic there is the highest density of phytoplankton and chlorophyll concentrations. Moreover, the area in which phytoplankton and zooplankton have been collected together are very few.

The maps will be brought up to date every two years and workshops for the standardization of methods will be organised.

ISTITUZIONI CHE HANNO EFFETTUATO I RILEVAMENTI

Centro Universitario di Studi e Ricerche sulle Risorse Biologiche e Marine, Cesenatico
Dipartimento di Biologia, Università di Padova
Dipartimento di Biologia, Università di Trieste
Dipartimento di Biologia Animale ed Ecologia Marina, Università di Messina
Dipartimento di Biologia Vegetale, Università di Firenze
Istituto di Biologia del Mare, C.N.R., Venezia
Istituto Botanico, Università di Bologna
Istituto Botanico, Università di Palermo
Istituto Botanico, Università di Sassari
Istituto di Ricerche Pesca Marittima, C.N.R., Ancona
Istituto di Ricerca sulle Acque, C.N.R., Roma
Istituto di Scienze Ambientali Marine, Università di Genova
Istituto di Zoologia, Università di Parma
Istituto di Zoologia, Università di Torino
Laboratorio Centrale di Idrobiologia, M.A.F., Roma
Laboratorio Provinciale di Biologia Marina, Bari
Stazione Zoologica, Napoli

Elaborazione dei dati censiti e grafica delle mappe a cura di M. De Pol Signorini, M. Mannucci e G. Mori del Laboratorio di Ecologia Vegetale, Dipartimento di Biologia Vegetale dell'Università di Firenze (fitoplancton e clorofilla); L. Furlan e L. Milani del Dipartimento di Biologia dell'Università di Trieste (zooplancton).

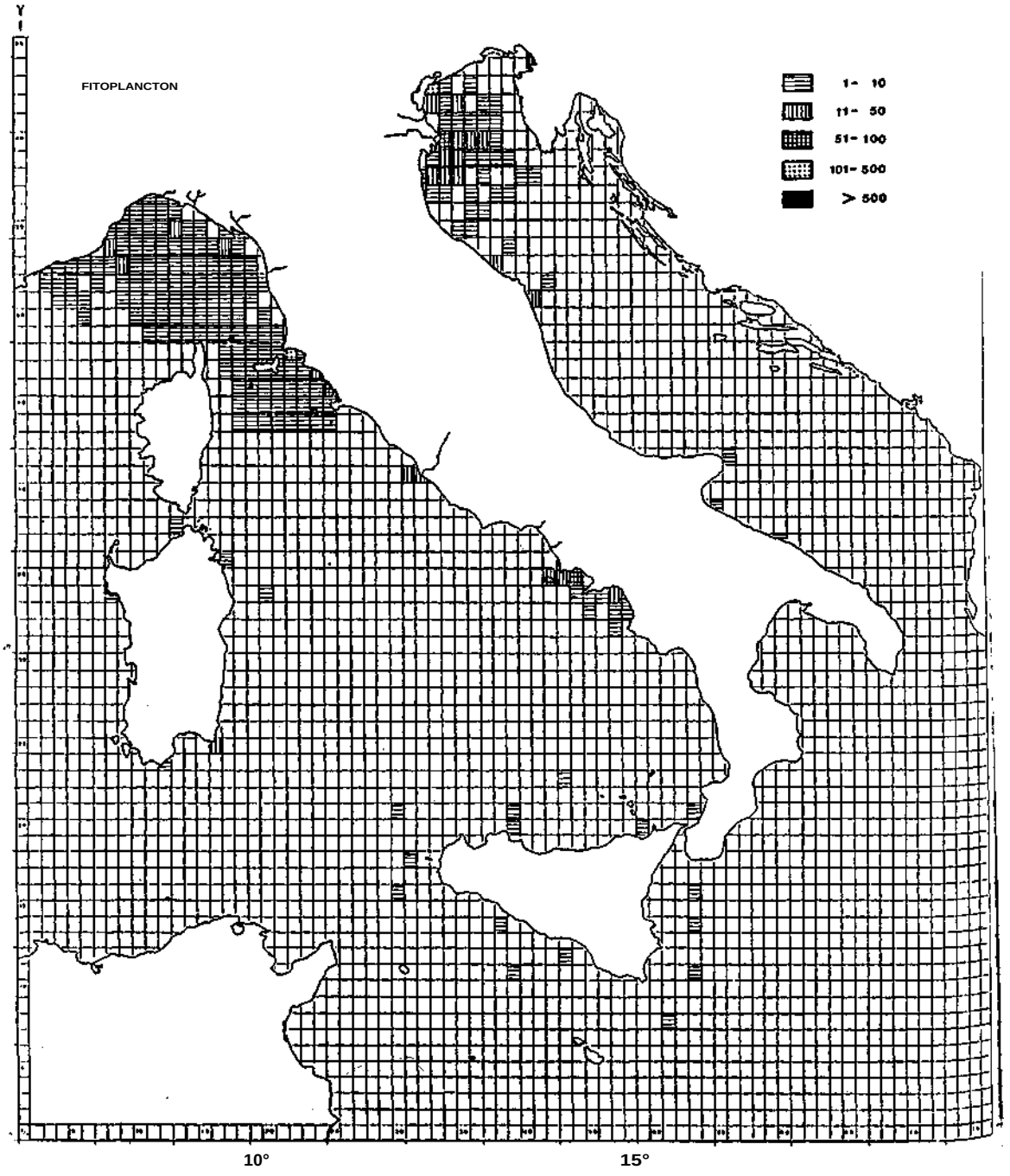


Fig. 1 - Numero totale dei rilievi di fitoplancton effettuati in ciascuna area dal 1970 all'aprile 1984.

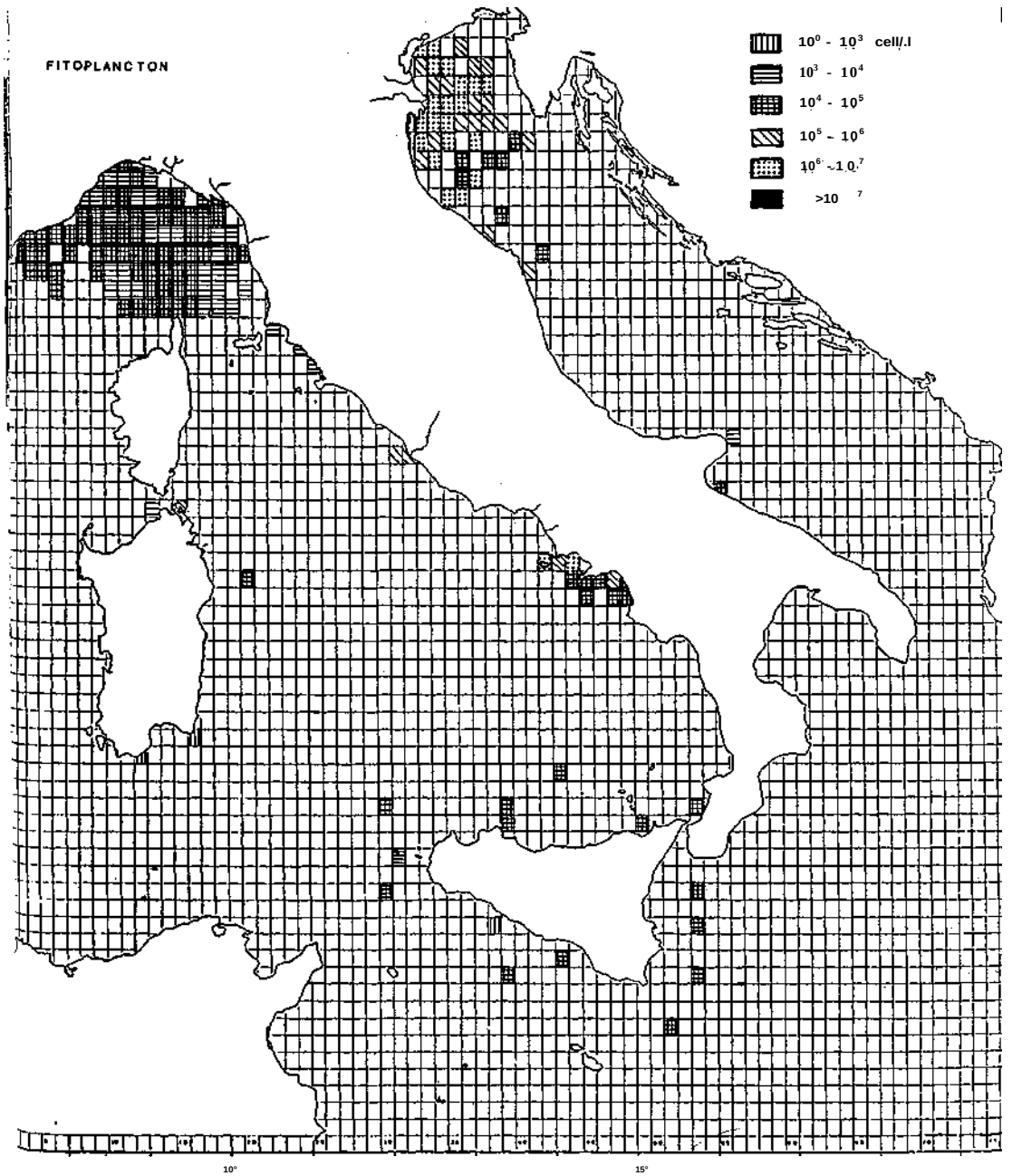


Fig. 2 - Numero totale dei rilievi di clorofilla *a* effettuati in ciascuna area dal 1970 all'aprile 1984.

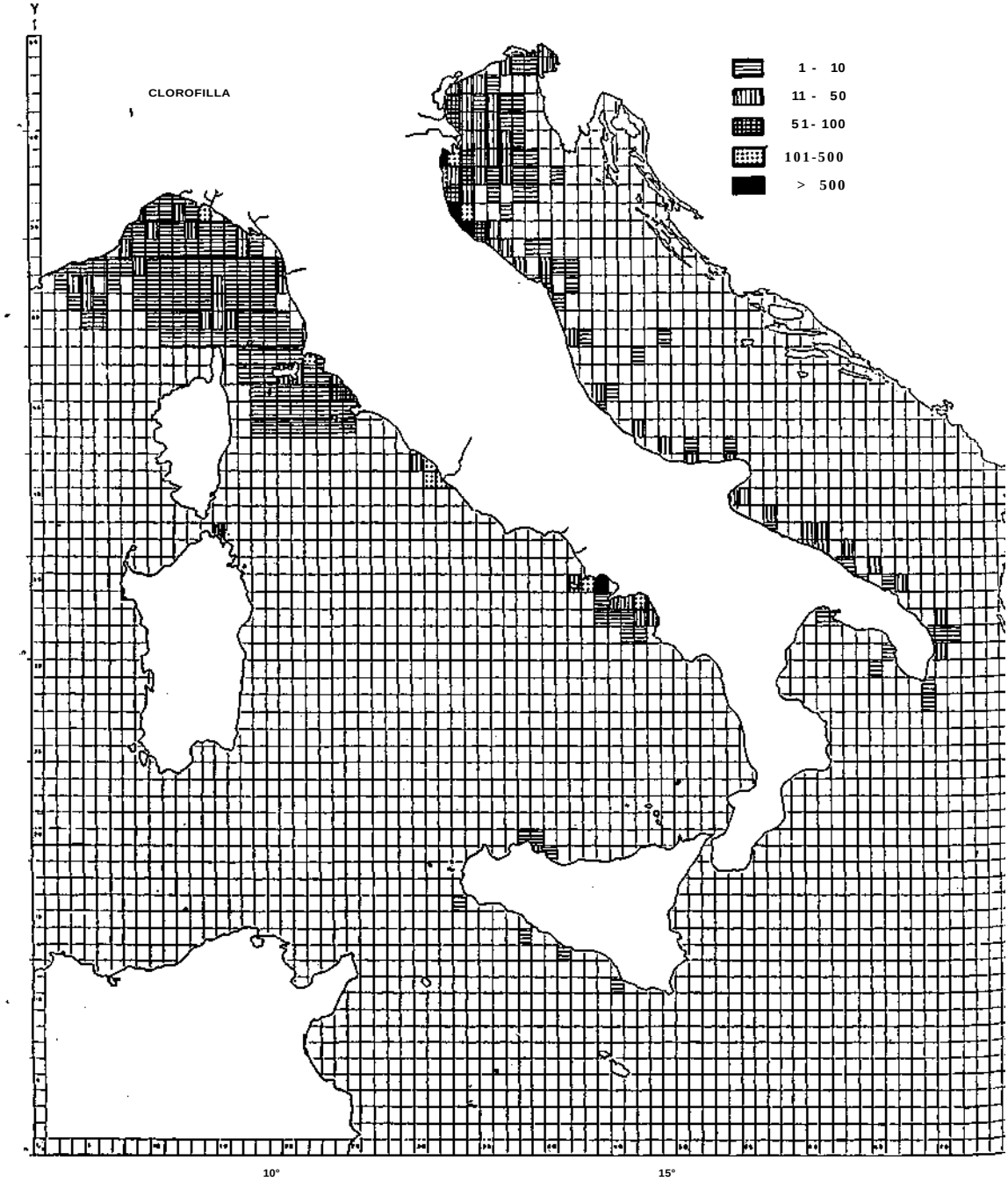


Fig. 3 - Medie del numero di cellule/litro di fitoplancton dal 1970 all'aprile 1984.

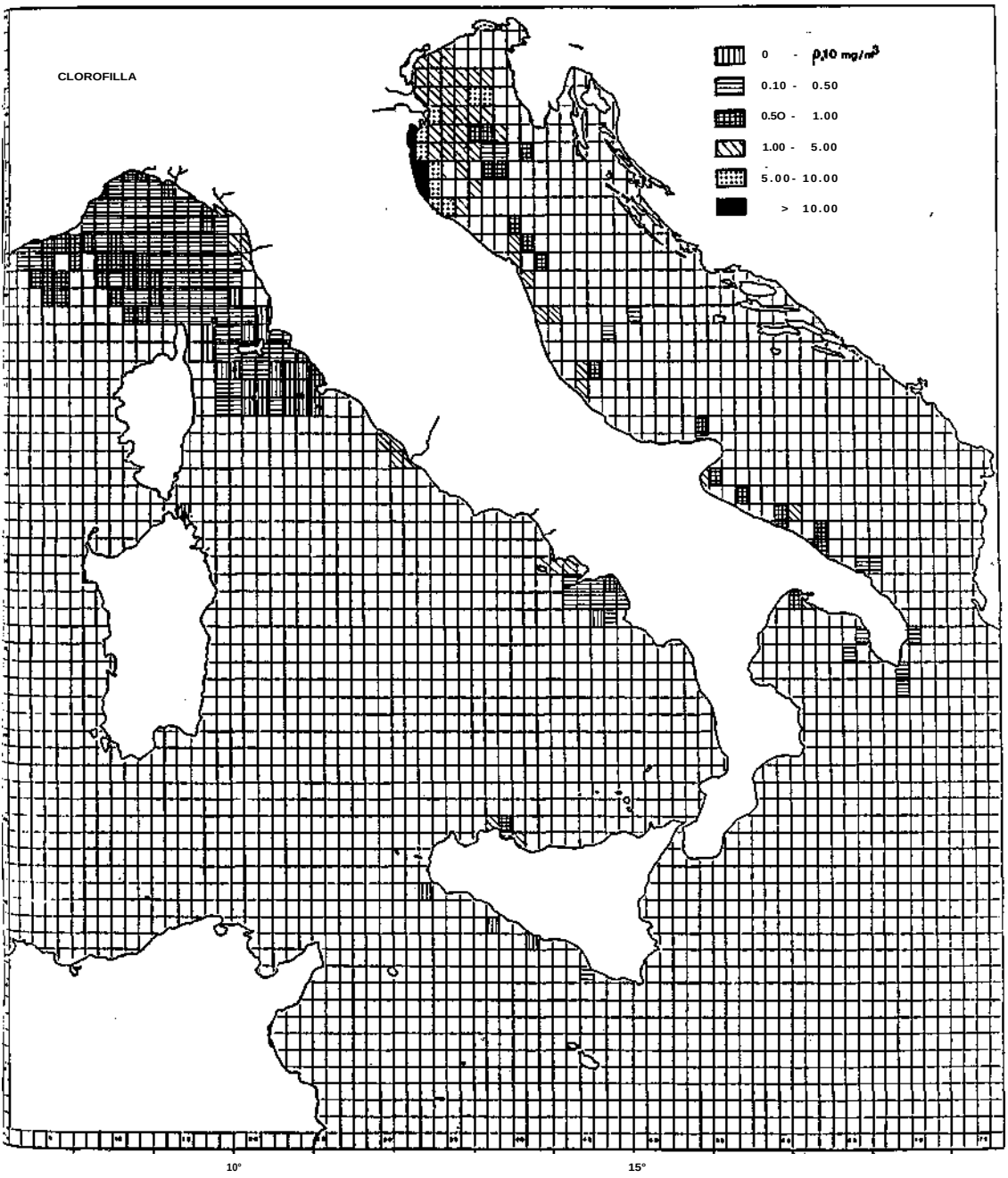


Fig. 4 - Medie delle concentrazioni di clorofilla *a* in mg/m^3 dal 1970 all'aprile 1984.

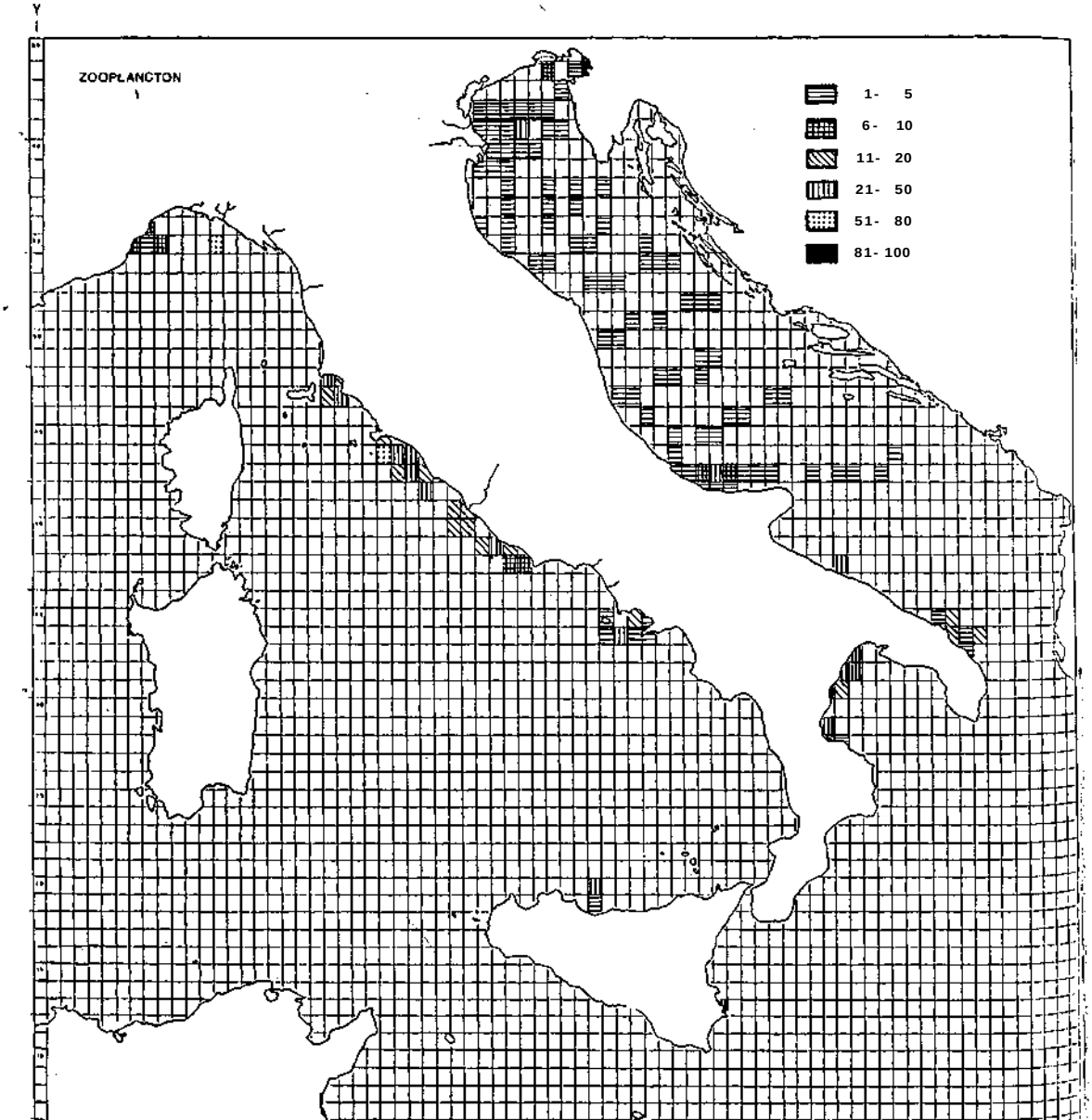


Fig. 5 - Numero totale dei rilievi di zooplancton, analizzati come numero di individui/m^3, effettuati in ciascuna area dal 1970 all'aprile 1984.

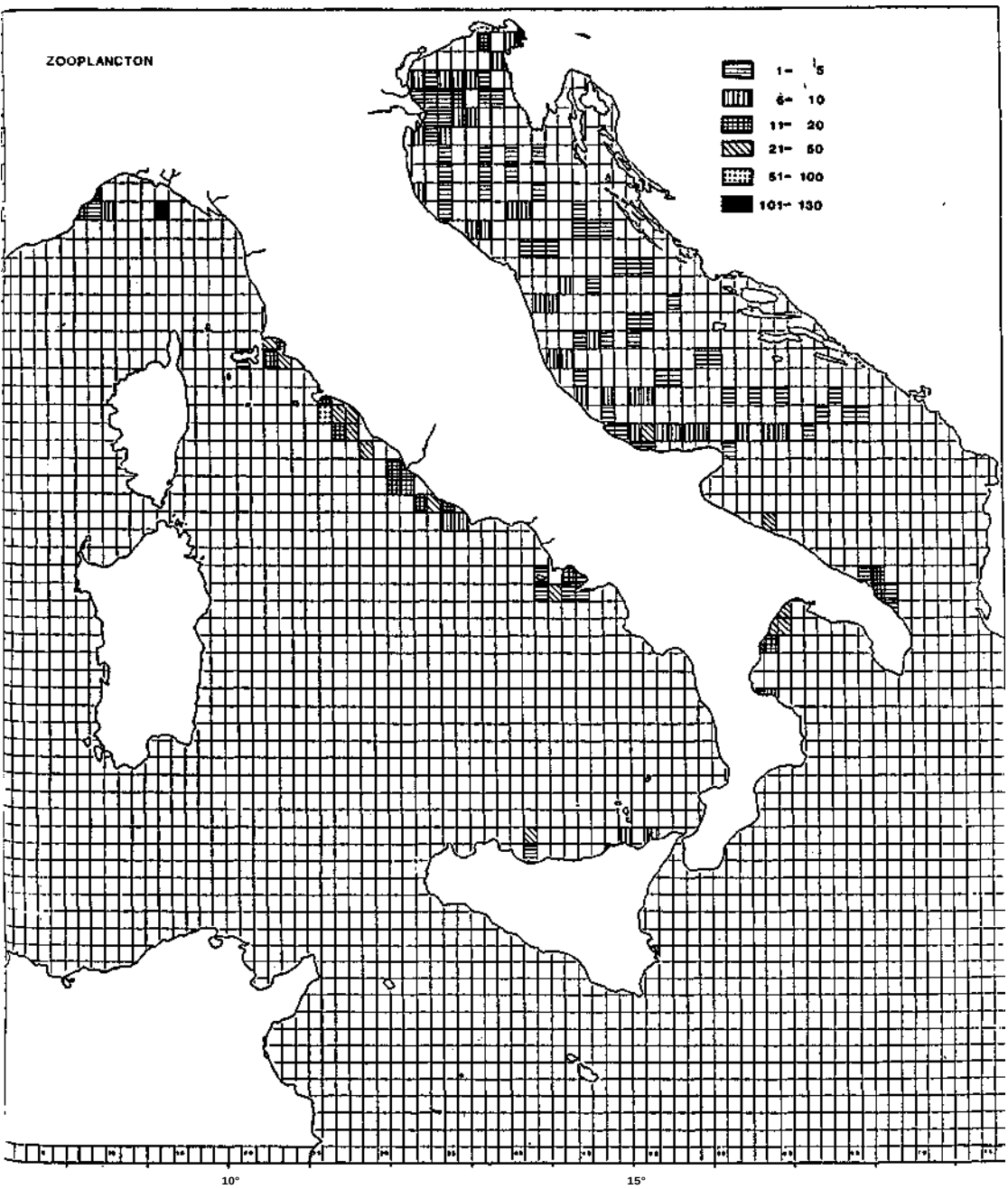


Fig. 6 - Numero totale di rilievi di zooplancton, analizzati come peso secco o biovolume/m^3, effettuati in ciascuna area dal 1970 all'aprile 1984.

OEBALIA 1985, vol. XI-3, N.S.: 913-915 *ISSN 0392-6613*

G. PISCITELO L. SCALERA LIACI
Istituto di Zoologia ed Anatomia Comparata dell'Università
Via Amendola, 165/A - 70126 Bari - Italy

DIETA NATURALE DI *PENAEUS JAPONICUS* BATE INTRODOTTO IN ESTENSIVO IN AMBIENTI VALLIVI E LAGUNARI DELLA COSTA ADRIATICA

Abstract

Authors report the natural feeding* of Penaeus japonicus *Bate by analysis of the stomach and gut contents. The peneid specimens came from post-larvae released in the lagoon of Lesina or reared in earthen ponds of extensive fish farms in the Venice and Grado lagoons.

The main food items of this species included: Crustaceans, Molluscs, Annelids, Chironomids Diptera and vegetal biomass. Prey categories identified emphasized a typical grazing habit mainly on benthic prey groups. Large spatial and temporal variations primarily reflect the loal abundance of potential prey species and probably account for a flexible feeding strategy.

Key-words: ***Penaeus japonicus,*** **feeding, lagoon, ponds.**

Introduzione

Penaeus japonicus Bate noto come mazzancolla asiatica, è stato introdotto in Italia nel 1979; in seguito è stata sperimentata con successo la sua acclimatazione nella laguna di Lesina e la sua semina come novellarne in laguna. La disponibilità di una metodologia consolidata, in grado di consentire produzioni considerevoli di novellarne a basso costo, ha aperto importanti prospettive per la maricoltura attraverso interventi di ripopolamento e di allevamento in stagni salmastri, ambienti vallivi e lagune in condizioni di estensivo, semintensivo ed eventualmente intensivo. Nell'ottica di una corretta gestione e nel tentativo di ottimizzare le possibilità di sfruttamento delle risorse biologiche in tali interventi, gli Autori presentano in questa nota gli aspetti comparativi dell'analisi dei contenuti stomacali condotta su campionamenti di *Penaeus japonicus* in ambienti vallivi della laguna di Grado (Valle Chiara e S. Giuliano) e della laguna veneta (Valle Fosse); essi riportano inoltre i risultati delle indagini eseguite su campionamenti del Peneide nella laguna di Lesina. Le metodiche utilizzate, se di ordine qualitativo, hanno permesso di inventariare le diverse categorie di preda che definiscono la sua

dieta, se di ordine quantitativo, hanno consentito di valutarne l'importanza relativa. La caratterizzazione di' tali elementi è stata possibile facendo ricorso al metodo delle frequenze di preda (F_p) ovvero al rapporto percentuale tra il numero di stomaci in cui è stata identificata una determinata preda o categoria di alimento ed il totale degli stomaci non vuoti esaminati e facendo uso inoltre del metodo numerico o della frequenza numerica (F_n) di una data categoria di cibo in rapporto al totale delle prede consumate in percentuale dagli individui campionati.

Dall'analisi dei contenuti gastrici, sembra emergere un modello dinamico caratteristico della sua alimentazione in rapporto alla predazione sulle biomasse naturali. Il confronto delle categorie sistematiche che definiscono qualitativamente e quantitativamente tale modello negli individui adulti del Peneide, riconferma le caratteristiche di adattabilità a diete scarsamente diversificate, espressione questa, della bassa diversità delle biocenosi vallive e lagunari. La definizione inoltre di un modello dinamico, sembra comunque non poter prescindere dalla disponibilità delle potenziali prede nelle biocenosi bentoniche e dalle tipologie gestionali delle aree vallive o lagunari in oggetto. Le sue prede preferenziali sono: Anellidi, Molluschi, Crostacei, Insetti Chironomidi e Macrofite mentre Foraminiferi, Nematodi, Briozoi, Acari e Teleostei rappresentano una componente occasionale o, in taluni casi, un'alimentazione di supporto.

Nereidae, Spionidae e Polynoinae sono le principali categorie identificate tra gli Anellidi; *Nereis diversicolor, Perinereis cultrifera, Platynereis dumerilii* ed il genere *Polydora* si impongono con alte F . La predazione sui Molluschi, prevalentemente mirata alla utilizzazione di *Hydrobia* ssp. sia per numerosità che per frequenza, trascura *Cerastoderma glaucum, Abra* sp. e *Scrobicularia plana* appetendone solo individui di piccole dimensioni.

La predazione sui Crostacei è apparentemente molto più diversificata, alcuni elementi giocano un ruolo importante nella dieta del *Penaeus japonicus:* gli Anfipodi *Corophium insidiosum* e *C. acherusicum Microdeutopus gryllotalpa, Gammarus aequicauda* e *G. insensibilis* e gli Isopodi *Cyathura cannata* e *Idotea balthica.*

Misidacei, Ostracodi e Decapodi Palemonidi completano questo aspetto della dieta naturale.

Larve e ninfe di Ditteri Chironomidi pur presentando ampia variabilità durante l'intero arco dei campionamenti, sono pur sempre una categoria di cibo fondamentale; discretamente elevate le F_p relative alla frazione a Macrofite.

La composizione della dieta naturale del *Penaeus japonicus* è stata rilevata su individui campionati mensilmente nelle suindicate località di semina, da giugno ad ottobre 1983. Essa non mostra in genere una evoluzione caratteristica in funzione delle diverse taglie; nelle taglie minime però, emerge una diversa struttura del tipico pattern essendo infatti prevalente sia per numerosità che per F_P la frazione a Foraminiferi (F_n = 27,5%), quella a Crostacei e quella ad Insetti Chironomidi (F_n = 28,4%), discreta rilevanza presentano i frammenti di Macrofite. La frazione a Crostacei (F_n = 44,2%) è esclusivamente composta da Copepodi e da Anfipodi Corofidi.

In ogni caso l'alimentazione naturale del *Penaeus japonicus* introdotto in estensivo in ambienti vallivi e/o lagunari, pur presentando ampie variazioni quantitative in rapporto alla disponibilità delle potenziali prede nelle biocenosi bentoniche, riflette i suoi

adattamenti eco-etologici nella ricerca del cibo rivelando un modello tipico di alimentazione sedentaria.

Tav. 1 - *Frequenza numerica (F_n) e frequenza di preda (F_P) dei principali taxa nella dieta naturale di* Penaeus japonicus *Bate*.

	LESINA		Valle CHIARA		Valle FOSSE	
	F_n	**F_p**	**F_n**	**F_p**	**F_n**	**F_p**
ANELLIDI	**7,2**	**22,9**	**1,1**	**3,3**	**6,6**	**60,7**
MOLLUSCHI	**28,5**	**43,1**	**35,9**	**74,7**	**52,7**	**80,9**
CROSTACEI	**32,4**	**48,2**	**9,3**	**56,0**	**32,1**	**52,8**
INSETTI	**12,5**	**18,3**	**45,5**	**67,0**	**8,1**	**67,4**
DIVERSI	**19,4**	**41,7**	**8,2**	**21,4**	**0,5**	**13,5**
MACROFITE		**6,4**		**59,3**		**39,3**

Bibliografia

LUMARE F. (1983) - Study on the release *of Penaeus japonicus* Bate (Decapoda, Natantia) fry in the lagoon of Lesina (South - East Coast of Italy). *FAO-GFCM Management of Coastal Lagoon Fisheries,* 13-15 September 1983, Rome: 1-25.

PISCITELLI G., SCALERA LIACI L. (1983) - Preliminary findings about feeding patterns of *Penaeus japonicus* Bate in the lagoon of Lesina (Southern Italy). *Oebalia,* vol. IX, N.S.: 55-64.

INDICE VOL. XI, 1

E. A. FERRERO - *Ecofisiologia: nuova disciplina o nuova etichetta?* 1

M. VANNINI - G. *CHELAZZI* - *Adattamenti comportamentali alla vita intertidale tropicale* 23

F. GHIRETTI - *Le tossine degli animali marini. Incognite e prospettive* 39

M. CERVELLI - *Primi risultati dell'analisi genetica di alcuni sistemi enzimatici di* Dicentrarchus labrax *L.* 45

M. CERVELLI - A. COMPARINI - G. FAVA - E. RODINO - *Prime ricerche di genetica biochimica applicate all'acquacoltura di orata* (Sparus aurata *L.)* 49

G. CASSANO - S. VILELLA - M. GRASSO - C. STORELLI - *Studio dell'assorbimento di aminoacidi e zuccheri mediante l'uso di membrane plasmatiche isolate di intestino di* Anguilla anguilla 59

A. SANTULLI - V. D'AMELIO - *La distribuzione dei livelli di L-carnitina nei tessuti dei pesci ed il suo effetto sulla crescita degli stadi giovanili di* Dicentrarchus labrax 69

O. CATTANI - E. CARPENÉ - G. ISANI - P. CORTESI — *Aspetti del metabolismo glucidico in tessuti di spigola (*Dicentrarchus labrax *(L.)) in rapporto a diete sperimentali* 73

A. CORTI - S. ASTANCOLLE - P. DAVALLI - G. PICCININI - A. CASTI - R. VIVIANI - *Poliammine ed enzimi della loro biosintesi in* Dicentrarchus labrax 85

E. ORLANDO - *Valutazione dell'inquinamento marino da metalli pesanti tramite l'uso di indicatori biologici* 93

R. BARGAGLI - Il *trasferimento del mercurio dai sedimenti agli organismi bentonici: osservazioni su* Sticnopus regalis *(Cuv.) e* Holoturia tubulosa *Gm. (Echinodermata-Holothurioidea)* 101

N. CRESCENTI - S. MARTELLA - G. MARTINO - *Concentrazione di cadmio e piombo in alcuni organi (cervello, fegato, gonade e muscolo) di* Lepidopus caudatus *(Euphrasen, 1788) in relazione ad alcuni fattori biotici. I. Primi risultati* 115

S. FOCARDI - C. FOSSI - C. LEONZIO - *Livelli di idrocarburi clorurati in alcune specie ornitiche marine* 127

S. FONDA UMANI - *Hydrology and «red tides» in the Gulf of Trieste (North Adriatic sea)* 141

S. FONDA UMANI - G. HONSELL - M. CABRINI - L. MILANI - *A tinntinnid «bloom» in the Gulf of Trieste (Northern Adriatic sea)* 149

C. ANDREOLI - C. TOLOMIO - *Indagine preliminare sulla biomassa fitoplanctonica in Val Dogà (Laguna di Venezia)* **157**

D. MARINO - M. MODIGH - V. SAGGIOMO - A. ZINGONE - *Un ambiente costiero particolare:* ***il Porto d'Ischia. Popolamenti fitoplanctonici e produzione primaria*** **167**

G. CATALANO - M. AVIAN - R. ZANELLI - *Influence of salinity on the behaviour of* Pelagia noctiluca ***(Forskal) (Scyphozoa, Semaeostomeae)*** **169**

A. PONTICELLI - M. ANGELINI - M. LENZI - R. SALVATORI - *Raccolte di zooplancton in* ***ambienti eutrofici a mezzo di un'apparecchiatura automatica*** **181**

I. FERRARI - R. COEN - *Distribuzione delle taxocenosi planctoniche a Copepodi e cladoceri nella Sacca di Scardovari* **187**

C. N. BIANCHI - C. MORRI - I *Policheti come descrittori della struttura trofica degli ecosistemi marini* **203**

M. C. GAMBI - A. GIANGRANDE - *Analisi della struttura trofica del popolamento dei Policheti nei fondi mobili di due aree del Mar Tirreno* **215**

M.C. GAMBI - A. GIANGRANDE - *Caratterizzazione e distribuzione delle categorie trofiche dei Policheti nei fondi mobili del Golfo di Salerno* **223**

R. VACCARELLA - G. MARANO - G. BELLO - *Eunicidi e Nereidi del bacino portuale di Bari* **241**

M. GHERARDI - E. LEPORE - M. SCISCIOLI - *Ricolonizzazione di substrati duri da parte di Anellidi Policheti (Serpuloidei esclusi)* **253**

G. CANTONE - *Nota preliminare sulle variazioni stagionali del popolamento di Policheti nei fondi duri della rada di Augusta (Sicilia)* **267**

M. MORI - S. BELLONI - *Distribution, abundance and infestation of O*phryotrocha geryonicola *(Annelida: Dorvilleidae) in* Geryon longipes (Crustacea: Decapoda: Geryonidae) ***of Ligurian bathyal bottoms* **277**

M. C. GAMBI - C. N. BIANCHI - A. GIANGRANDE - R. COLOGNOLA - *Per un censimento* ***della polichetofauna delle coste italiane. Nota preliminare*** **289**

M. F. GRAVINA - *Ecology and distribution of Polychaetes in two lagoons of central Italy (Latium): Fondi and Lungo* **303**

G. F. Russo - L. A. CHESSA - E. FRESI - G. M. SPANU - *Zoobenthos della Rada di Palau (Sardegna Nord Orientale): II. Molluschi* **311**

G. F. Russo - E. FRESI - M.C. BUIA - D. VINCI - *Malacofauna delle praterie a* Posidonia oceanica ***(L.) delile della zona di Capo Passero (Sicilia sud-orientale): analisi comparativa con i popolamenti dell'isola d'Ischia*** **319**

E. CONTI - L. ROSSINI - *I Molluschi del coralligeno del promontorio di Portofino* 325

G. Russo - E. FRESI - M. SCARDI - *Il popolamento a Molluschi dei fondi mobili del Golfo di Salerno: analisi strutturale in rapporto al trofismo* 339

G. BAVESTRELLO - *Idroidi simbionti di paguri gasteropodi nella Riviera Ligure di Levante* 349

U. SALGHETTI-DRIOLI - F. CINELLI - *La vegetazione autunnale sommersa di Capo S. Andrea nell'Isola d'Elba (Mar Tirreno)* 363

E. CASOLA - M. SCARDI - L. MAZZELLA - E. FRESI - *Struttura della comunità epifita delle* ***lamine fogliari di* Posidonia oceanica *(L.) Delile: prateria superficiale, Lacco Ameno (Ischia)*** 375

M. C. BUIA - L. MAZZELLA - G.F. Russo - *Fenomeni riproduttivi della* Cymodocea nodosa ***(Ucria) Aschers: in rapporto alla struttura della prateria*** 377

A. STRUSI - A. TURSI - E. CECERE - C. MONTANARO - P. PANETTA - R. CAVALLO - Il *banco* ***dell'Amendolara (Alto Jonio): descrizione generale*** *319*

G. D'ANNA - G. GIACCONE - S. RIGGIO - *Lineamenti bionomici dei banchi di mitili di Balestrate (Sicilia occidentale)* 389

A. TURSI - A. MATARRESE - L. SCALERA LIACI - G. COSTANTINO - R. CAVALLO - E. CECERE **- *Colonizzazione di substrati duri artificiali immersi in una biocenosi coralligena ed in un posidonieto*** 401

F. BADALAMENTI - G. GIACCONE - M. GRISTINA - S. RIGGIO - *An eighteen months survey* ***of the artificial reef of Terrasini (N/W Sicily): the algal settlements*** 417

S. RIGGIO - M. GRISTINA - G. GIACCONE - F. BADALAMENTI - *An eighteen months survey* ***of the artificial reef of Terrasini (N/W Sicily): the Invertebrates*** *421*

N. CASAVOLA - E. RIZZI - G. MARANO - C. SARACINO - *Ciclo riproduttivo e biometria di* Ensis minor *(Chenu)) (Bivalvia: Solenidae) nel Golfo di Manfredonia* 439

INDICE VOL. XI, 2

L. SCALERA LIACI - *Valorizzazione dell'ambiente costiero in Puglia*

P. PARENZAN - *Risorse marine costiere di Porto Cesareo*

M.F. GRAVINA - G.D. ARDIZZONE - M. SCARDI - E. FRESI *Latium coastal lakes: the ecology of benthos and the management of the environment* **467**

M. AZZALI - G. BURACCHI - S. CONTI - S. GAMBETTI - M. LUNA - *Relationship between the forms of pelagic fish distribution and nictemeral periods. A tentative model of behaviour* *All*

G. RELINI - A. PEIRANO - L. TUNESI - L. ORSI RELINI - *La pesca a strascico nella fascia costiera ligure: I - Composizione qualitativa e quantitativa delle catture in un ciclo di campionamento annuale* **489**

L. ORSI RELINI - L. TUNESI - A. PEIRANO - G. RELINI - *La pesca a strascico nella fascia costiera ligure: II - Distribuzione e incidenza nel pescato di forme giovanili di pesci* **509**

S. GIANNINI - C. FROGLIA - *Osservazioni sulla pesca a strascico di alcune specie bentoniche nella fascia costiera anconetana* **521**

L. A. CHESSA - G. M. DELITALA P.L. GUIDARINI - *Dati preliminari sulla montata delle ceche di* Anguilla anguilla *(L.) alla foce del fiume Coghinas (Sardegna settentrionale)* **535**

G. D. ARDIZZONE - F. CORSI - *Eel population structure, dynamics and fishing yield in a mediterranean coastal lagoon* **547**

F. CORSI - G.D. ARDIZZONE - *Some environmental conditions affecting yellow eels catchability* **561**

P. FRANZOI - A. CARRIERI - R. Rossi - *Prime osservazioni sulla biologia e la gestione della popolazione di passere* (Platichthys flesus luscus, *Pallas, 1811) nell'area meridionale del delta del Po* **573**

R. MINERVINI - M. GIANNOTTA - M.L. BIANCHINI - *Observations on the fishery of* Rayformes *in Central Tyrrhenian sea* **583**

G. DE METRIO - G. BELLO - M. LENTI - G. PETROSINO - V. SCISCIOLI - *L'attività di pesca col tramaglio di fondo della marineria di Porto Cesareo (LE) negli anni 1978/1983. Nota I* 593

G. PETROSINO - G. BELLO - G. DE METRIO - M. LENTI - V. SCISCIOLI - *Andamento della pesca dell'aragosta,* **Palinurus elephas** *(Fabr.) lungo la Costa Ionica Salentina (Golfo di Taranto) dal 1978 al 1983* 609

P. ORECCHIA - L. PAGGI - R. MINERVINI - D. DI CAVE - *La parassitofauna delle specie ittiche strascicabili presenti alla foce del fiume Tevere* 623

R. VACCARELLA - A.M. PASTORELLI - G. MARANO - *Osservazioni sulla pesca a strascico oceanica praticata dalla marineria pugliese lungo le coste somale (O. Indiano)* 633

F. LUMARE - *L'acquacoltura italiana: stato presente e prospettive* 655

P. TROTTA - *Le microalghe in acqualcoltura: impieghi attuali e prospettive future* 669

P. BREBER - *L'introduzione e l'allevamento in Italia dell' arsella del Pacifico,* **Tapes semidecussatus** *Reeve (Bivalvia, Veneridae)* 675

G. FABI - L. FIORENTINI - S. GIANNINI - *Osservazioni sull'insediamento e sull'accrescimento di* **Mytilus galloprovincialis** *Lamk. su di un modulo sperimentale per mitilicoltura immerso nella Baia di Portonovo (promontorio del Conero, medio Adriatico)* 681

F. LUMARE - T. SCOVACRICCHI - G. PISCITELLI - M. GRASSO - *First commercial farming experiment of* **Penaeus japonicus** *Bate in an earthen pond in the Venice Lagoon* 693

F. LUMARE - M.A. MASELLI - M. GRASSO - R. SCHIAVONE - G. CASOLINO - *Preliminary study of the artificial feeding of* **Penaeus japonicus** *Bate post-larva (P_I-P_{2I} sub-stages)* 705

A. MAZZOLA - *Tecniche di allevamento larvale in* **Sparus aurata** *L.* 713

R. SALVATORI - M. ANGELINI - M. LENZI - F. FOMMEI - A. PONTICELLI - *Allevamenti larvali di* **Dicentrarchus labrax** *(L.) mediante utilizzazione di acque ipotermali salse. Tre anni di esperienze* 729

R. SALVATORI - M. LENZI - F. FOMMEI - M. ANGELINI - *Esperienze di riproduzione artificiale e allevamento larvale delia sogliola (***Solea solea** *Fowler)* 131

A. BARBARO - A. FRANCESCON - *Parassitosi da* **Amyloodinium ocellatum** *(Dinophyceae) su larve di* **Sparus aurata** *allevate in un impianto di riproduzione artificiale* 745

INDICE VOL. XI, 3

G. CORRIERO - R. PRONZATO - I *Poriferi epibionti di* pinna nobilis *(mollusco)* 753

C. CHIMENZ - F. SCALETTA - *Briozoi epifiti nel Canale di Sicilia* 755

G. BONOMI - C. Ersèus - *On recent advances in marine oligochaetology, with some notes on mediterranean marine* Tubificidae 759

A. CASTELLI - C. LARDICCI - *Note preliminari allo studio dei Policheti della Baia di Portoferraio (Isola d'Elba)* 163

P. PANETTA - B. DELL'ANGELO - F. FIORDIPONTI - I *Poliplacofori del banco dell'Amendola™ (Golfo di Taranto)* 767

G. RELINI - C. FASCIANA - *Balanidi di un'area deltizia Padana* 771

F. MAGGIORE - C. CHIMENZ - *Osservazioni sui* Tanaidacei *del Porto d'Ischia* 775

C. FORNIZ - F. MAGGIORE - *New records of Sphaeromatidae from the Mediterranean sea (Crustacea, Isopoda)* 779

G. DIVIACCO - / *crostacei anfipodi della Grotta marina di Bergeggi (Mar Ligure)* 785

R. COEN - M.G. MAZZOCCHI - *Ritrovamento di* Acartia margalefi *Alcara, 1976 (Copepoda: Calanoida) nel Golfo di Napoli ed in laghi costieri laziali* 789

P. PELUSI - E. TARAMELLI - C. PERTICARGLI - R. CIRONI - *Crostacei decapodi di Torvaldaliga (Civitavecchia, Roma)* 793

E. TARAMELLI - P. SCHINTU - Echinodermi di Torvaldaliga (Civitavecchia - Roma) 799

M. CURINI-GALLETTI - A. CASTELLI - C. LARDICCI - *La fauna dei microhabitat salmastri delle isole d'Elba e di Capraia* 803

M. PELLIZZATO - W. J. CANZONIER - *Segnalazione del parassita* Kudoa *(Protozoo: Myxosporida) in pesci piatti della laguna di Venezia* 807

L. DA Ros - F. MASSIGNAN - *Indagine parassitologica su* Mytilus Galloprovincialis *Lmk allevato in Laguna di Venezia (bacino di Chioggia)* 809

A. PEIRANO - L. TUNESI - *Macrofauna di invertebrati dei fondi strascicabili tra 20 e 300 metri della riviera ligure di levante* 813

M. BOYER - E. PISANO - *Development of a Gymnolaemate Bryozoan Community near Portofino promontory (Ligurian sea, Italy)* 817

S. GERACI - *Identification of* Barnacle Larvae *in the port of Genoa* 821

V. U. CECCHERELLI - L. BORGATO - *Ciclo biologico e produzione secondaria di* Canuella perplexa *(Copepoda, Harpacticoida)* 825

R. STRADA - M. Zocco - *Dati preliminari sull'accrescimento di* Callista chione *in Adriatico settentrionale* 829

G. PISCITELO - L. SCALERA LIACI - *Caratteristiche del ciclo riproduttivo di* Echinogammarus olivii *(H. Milne Edwards, 1830) (Anfipode gammaride) del litorale pugliese* 833

C. SERANGELI - G. DELLA SETA - V. HULL - A. MARIANI - *Contributi alla biologia degli stadi giovanili di* Trigla lucerna *(Pisces, scorpaeniformes)* 837

A. ARRU - *Fitofarmaci e sviluppo di* Paracentrotus lividus *Lmk* 839

F. VANZELLA - V. CUOMO - S. D'ANTONIO - *Micoflora del lago Fusaro. 1. Funghi marini* 843

C. TOLOMIO - F. CAVOLO - *Presenza di* Coolia monotis *Meunier (Dinophyceae, Peridiniales) nelle acque della laguna di Venezia* 849

G. ALABISO - G. MARCENARO - V. SCOTTO - *Biochemical methodologies to measure marine organic production applied to* Monochrysis lutheri *sp.* 853

M. C. BUIA - E. CASOLA - L. MAZZELLA - G. F. RUSSO - *Osservazioni sulla fioritura di* Ruppia maritima *L. nello stagno di Marceddì (Sardegna sud-occidentale)* 857

M. C. BUIA - L. MAZZELLA - H. PIRE - G. F. Russo - *Fioritura di* Zostera noltii *hornem a Ischia (golfo di Napoli)* 861

S. SANTISI - *Osservazioni ultrastrutturali su plastidi di* Bryopsis duplex *«simbionti» nei cerata di* Hermaea dendritica 863

A. QUAGLIA - *Distribuzione dei capillari nei muscoli assiali di* Mugil cephalus 867

N. CASAVOLA - G. MARANO - L. DE MARTINO - C. SARACINO - *Caratteristiche oceanografiche del basso Adriatico: nutrienti e batteri eterotrofi* 871

B. TACCHI - M. MONTANARI - *Research to determine the extent of organic pollution of the genoese coastal waters-diatom/ciliated protozoa ratios* 875

R. PERDICARO - *Bioaccumulo di alcuni metalli pesanti su tre specie di molluschi bivalvi in allevamento in un parco sperimentale sito nella laguna di Venezia* **879**

C. NASCI - G. CAMPESAN - V. U. FOSSATO - *Indici fisiologici e biochimici di stress in* Zosterisessor ophiocephalus *della laguna di Venezia* 883

G. MARANO - N. CASAVOLA - R. VACCARELLA - G. BELLO - L. DE MARTINO - A. M. PASTORELLI - **E. RIZZI - *Banchi naturali a bivalvi del litorale pugliese: classificazione delle acque 1984*** **887**

M. PELLIZZATO - L. DA ROS - *Allevamento sperimentale di* Ostrea edulis *L. e* Crassostrea gigas ***(Thunberg) in laguna di Venezia*** **891**

G. MARANO - R. VACCARELLA - N. CASAVOLA - C. SARACINO - V. DEZIO- A. L'INSALATA - ***Prime osservazioni sull'allevamento di* Salmo gairdneri *rich. (Osteichthyes salmonidae) in acque salmastre*** **895**

V. MICALE - F. PERDICHIZZI - G. SANTANGELO - *Preliminary investigations on gonadal maturation in captive white bream,* Diplodus sargus *(L.J* **899**

M. INNAMORATI - S. FONDA UMANI - M. DEL POL SIGNORINI - M. MANNUCCI - G. MORI - L. FURLAN - L. MILANI - *Plancton di superficie nel mar Ligure, Tirreno, Jonio e Adriatico: rilevamenti 1970-1984* **903**

G. PISCITELLI - L. SCALERA LIACI - *Dieta naturale di* Penaeus japonicus *bate introdotto in estensivo in ambienti vallivi e lagunari della costa adriatica* **913**

INDICE AUTORI

ALABISO G. 853
ANDREOLI C. 157
ANGELINI M. 181, 729, 737
ARDIZZONE G.D. 467, 547, 561
ARRU A. 839
ASTANCOLLE S. 85
AVIAN M. 169
AZZALI M. 471
BADALAMENTI F. 417, 427
BARBARO A. 745
BARGAGLI R. 101
BAVESTRELLO G. 349
BELLO G. 241, 593, 609, 887
BELLONI S. 277
BIANCHI C. N. 203, 289
BIANCHINI M.L. 583
BONOMI G. 759
BORGATO L. 825
BOYER M. 817
BREBER P. 675
BUIA M. C. 319, 377, 857, 861
BURACCHI G. 471
CABRINI M. 149
CAMPESAN G. 883
CANTONE G. 267
CANZONIER W.J. 807
CARPENÉ E. 73
CARRIERI A. 573
CASAVOLA N. 439, 871, 887, 895
CASOLA E. 375, 857
CASOLINO G. 705
CASSANO G. 59
CASTELLI A. 763, 803
CASTI A. 85
CATALANO G. 169
CATTANI O. 73
CAVALLO R.A. 379, 401
CAVOLO F. 849
CECCHERELLI V.U. 825
CECERE E. 379, 401
CERVELLI M. 45, 49
CHELAZZI G. 23
CHESSA L.A. 311, 535
CHIMENZ C. 755, 775
CINELLI F. 363
CIRONI R. 793
COEN R. 187, 789
COLOGNOLA R. 289
COMPARINI A. 49
CONTI E. 325
CONTI S. 471
CORRIERO G. 753
CORSI F. 547, 561
CORTESI P. 73
CORTI A. 85
COSTANTINO G. 401
CRESCENTI N. 115
CUOMO V. 843
CURINI GALLETTI M. 803
D'AMELIO V. 69
D'ANNA G. 389
D'ANTONIO S. 847
DA ROS L. 809, 891
DAVALLI P. 85
DE MARTINO L. 871, 887
DE METRIO G. 593, 609
DE POL SIGNORINI M. 903
DE ZIO V. 895
DELITALA G. M. 535
DELLA SETA G. 837
DELL'ANGELO B. 767
DI CAVE D. 623
DIVIACCO G. 785
ERSEUS C. 759
FABI G. 681
FASCIANA C. 771
FAVA G. 49
FERRARI I. 187
FERRERÒ E. A. 1
FIORDIPONTI F. 767
FIORENTINI L. 681
FOCARDI S. 127
FOMMEI F. 729, 737
FONDA UMANI S. 141, 149, 903
FORNIZ C. 779
FOSSATO V. U. 883
FOSSI C. 127
FRANCESCON A. 745
FRANZOI P. 573
FRESI E. 311, 319, 339, 375, 467

FROGLIA C. 521
FURLAN L. 903
GAMBETTI S. 471
GAMBI M. C. 215, 223, 289
GERACI S. 821
GHERARDI M. 253
GHIRETTI F. 39
GIACCONE G. 389, 417, 427
GIANGRANDE A. 215, 223, 289
GIANNINI S. 521, 681
GIANNOTTA M. 583
GRASSO M. 59, 693, 705
GRAVINA M. F. 303, 467
GRISTINA M. 417, 427
GUIDARINI P. L. 535
HONSELL G. 149
HULL V. 837
INNAMORATI M. 903
ISANI G. 73
LARDICCI C. 763, 803
LENTI M. 593, 609
LENZI M. 181, 729, 737
LEONZIO C. 127
LEPORE E. 253
LUMARE F. 655, 693, 705
LUNA M. 471
L'INSALATA A. 895
MAGGIORE F. 775, 779
MANNUCCI M. 903
MARANO G. 241, 439, 633, 871, 887, 895
MARCENARO G. 853
MARIANI A. 837
MARINO D. 167
MARTELLA S. 115
MARTINO G. 115
MASELLI M. A. 705
MASSIGNAN F. 809
MATARRESE A. 401
MAZZELLA L. 375, 377, 857, 861
MAZZOCCHI M.G. 789
MAZZOLA A. 713
MICALE V. 899
MILANI L. 149, 903
MINERVINI R. 583, 623
MODIGH M. 167
MONTANARI M. 875
MONTANARO C. 379
MORI G. 903
MORI M. 277
MORRI C. 203
NASCI C. 883
ORECCHIA P. 623
ORLANDO E. 93
ORSI RELINI L. 489, 509
PAGGI L. 623
PANETTA P. 379, 767
PARENZAN P. 461
PASTORELLI A. M. 633, 887
PEIRANO A. 489, 509, 813
PELLIZZATO M. 807, 891
PELUSI P. 793
PERDICARO R. 879
PERDICHIZZI F. 899
PERTICAROLI C. 793
PETROSINO G. 593, 609
PICCININI G. 85
PIRE H. 861 ***1***
PISANO E. 817 ***{/ ****
PISCITELLI G. 693, 833, 913
PONTICELLI A. 181, 729
PRONZATO R. 753
QUAGLIA A. 867
RELINI G. 489, 509, 771
RIGGIO S. 389, 417, 427
RIZZI E. 439, 887
RODINO E. 49
ROSSI R. 573
ROSSINI L. 325
RUSSO G. F. 311, 319, 339, 377, 857, 861
SAGGIOMO V. 167
SALGHETTI-DRIOLI U. 363
SALVATORI R. 181, 729, 737
SANTANGELO G. 899
SANTISI S. 863
SANTULLI A. 69
SARACINO C. 439, 871, 895
SCALERA LIACI L. 401, 451, 833, 913
SCALETTA F. 755
SCARDI M. 339, 375, 467
SCHIAVONE R. 705
SCINTO P. 799
SCISCIOLI M. 253, 593, 609
SCOTTO V. 853
SCOVACRICCHI T. 693
SERANGELI C. 837
SPANU G. M. 311

STORELLI C. 59
STRADA R. 829
STRUSI A. 379
TACCHI B. 875
TARAMELLI E. 793, 799
TOLOMIO C. 157, 849
TROTTA P. 669
TUNESI L. 489, 509
TURSI A. 379, 401
VACCARELLA R. 241, 633, 887, 895
VANNINI M. 23
VANZANELLA F. 843
VILELLA S. 59
VINCI D. 319
VIVIANI R. 85
ZANELLI R. 169
ZINGONE A. 167
ZOCCO M. 829

OEBALIA

International Journal of Marine Biology and Oceanography
Istituto Sperimentale Talassografico "A. Cerruti" - C.N.R.
Taranto (Italy)

Director: Prof. ANGELO STRUSI

Editorial Board

M. SARA (Genova) - G. RELINI (Genova) - L. SCALERA LIACI (Bari) - P. TONGIORGI (Modena) - B. BATTAGLIA (Padova) - M. TORCHIO (Pavia) - E. TORTONESE (Genova) - V. GALLUCCI (Seattle - U.S.A.) - A. MATARRESE (Bari) - T. SIMPSON (Hartford - U.S.A.) - J. VACELET (Marseille - France).

Oebalia publishes original papers in the following fields of research: marine biology, biochemistry of marine organisms, fisheries biology, ecology, physical and chemical oceanography, pollution.

Mail must be addressed to Dr. ANGELO TURSI - Istituto Sperimentale Talassografico C.N.R. "A. Cerruti" - Via Roma, 3 - 74100 Taranto (Italy) - Tel. NO. 099/25434.

Editorial office secretary: Miss M. FILIPPI.

Instructions to Authors

Papers must be written in English.

The text should not exceed 25 pages, typewritten with double space, including illustrations and tables. Three copies are to be sent to the Editorial Office (1 original plus 2 photocopies). The Authors will bear the expenses for any extra pages. The text will follow this order:

Author(s): indicate the surname and the initial(s) for each Author and Co-author.

Author's affiliation: indicate the affiliation of each Author and Co-author including address, city, state and country.

Title: the title should be concise.

Contracted title: a synthesis of the title in 5 words maximum.

Abstract: a brief abstract of no more than 100 words.

Key-words: a maximum of 5. Preferably choose the key-words, among those used by the Biological Abstracts.

The text must include the following: Introduction, Materials and Methods, Results, Discussion and/or Conclusions, Acknowledgements, Summary at least 30 lines, Summary in Italian.

Bibliography: each entry must take the form of the following: SABBADIN A. (1955) - Il ciclo biologico di *Botryllus schlosseri* (Pallas) (Ascidiacea) nella laguna di Venezia. *Arch. Ocean. Limnol.* X, 3: 217-230 (underline once the name of the Journal, twice the number of the Volume). The references cited in the text must be written in brackets, with the name of the Authors in capital letters, followed by the year of publication: e.g. (VACELET, 1969; RYLAND J.S. & STEBBING A.R.D., 1971) or VACELET (1969); RYLAND J.S. & STEBBING A.R.D. (1971), when needed. If the Authors are more than 2, they must be indicated by the first Author, followed by *et al.* e.g. (BOARDMAN *et al.*, 1979) or BOARDMAN *et al.* (1970), when needed.

Tables: each table should by typed on a separate sheet and numbered by Arabic numerals (e.g. Tab. 1, Tab. 2...).

Illustrations: line drawings should be the clearest possible and should be made with black ink. Sharp photographic reproductions of line drawings are acceptable. All other photos should contain the maximum contrast possible. Note the dimensions of the printed page: 20 x 13 cm. Indicate the reductions wanted. All illustrations will be numbered by Arabic numerals (Fig. 1, Fig. 2, ...). The legends should be typed on a separate sheet.

Scientific terms of animal or plant species should be underlined, in order to be printed in italics.