ISSN: 0392-6613

# THALASSIA

## International Journal of Marine Biology and Oceanography

**Published by:**
**Istituto Sperimentale Talassografico**
**"A. Cerruti"**

CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RICERCHE

ATTI DEL XX CONGRESSO
DELLA
SOCIETA' ITALIANA DI BIOLOGIA MARINA
(Vibo Valentia, 19-24 Settembre 1988)

OEBALIA

# International Journal of Marine Biology and Oceanography
# Istituto Sperimentale Talassografico "A. Cerruti" - C.N.R.
# Taranto (Italy)

**Direttore:** S. GERACI

**Comitato di Redazione**

M. SARÀ (Genova) - G. RELINI (Genova) - L. SCALERA LIACI (Bari) - P. TONGIORGI (Modena) - B. BATTAGLIA (Padova) - M. TORCHIO (Pavia) - V. GALLUCCI (Seattle - U.S.A.) - A. MATARRESE (Bari) - T. SIMPSON (Hartford - U.S.A.) - J. VACELET (Marseille - Francia).

*Oebalia pubblica lavori originali nei seguenti campi di ricerca:* biologia marina, biochimica degli organismi marini, biologia applicata alla pesca, ecologia, oceanografia fisico-chimica, inquinamento.

*La corrispondenza va inviata alla:* Redazione di Oebalia - S. GERACI - Istituto Sperimentale Talassografico C.N.R. "A. Cerruti" - Via Roma, 3 - 74100 Taranto (Italy) - Tel. 099/25434.

*Segreteria di Redazione:* Sig.na M. FILIPPI.

**Norme per gli Autori**

I lavori dovranno essere scritti in inglese.
Il testo non dovrà superare le 25 pagine dattiloscritte a doppia spaziatura, comprensive di figure e tabelle, e dovrà essere spedito alla Redazione in triplice copia (1 originale più 2 fotocopie). Ogni eventuale eccedenza sarà a carico degli Autori.

L'organizzazione del testo dovrà essere la seguente:

*Autore(i):* indicare cognome e iniziale/i del nome di ciascun Autore/i.

*Ente di appartenenza:* di ciascun Autore/i con relativo indirizzo, città e stato.

*Titolo:* il più conciso possibile.

*Titolo contratto:* sintesi del titolo in 5 parole al massimo, in inglese.

*Abstract:* un breve abstract di non più di 5 righe.

*Key-words:* al massimo 5, in inglese. Scegliere le Key-words preferibilmente tra quelle riportate dai Biological Abstracts.

*Il testo deve includere quanto segue:* Introduzione, Materiali e Metodi, Risultati, Discussione e/o Conclusioni, Ringraziamenti, Summary in inglese di almeno 30 righe, Riassunto in italiano.

*Bibliografia:* ciascuna citazione bibliografica dovrà essere come la seguente: SABBADIN A. (1955) - Il ciclo biologico di *Botryllus schlosseri* (Pallas) (Ascidiacea) nella laguna di Venezia. *Arch. Ocean Limnol.* X, 3:217-230 (sottolineare una volta il nome della Rivista, 2 volte il numero del volume). Le citazioni bibliografiche nel testo vanno scritte in parentesi con il nome degli Autori in maiuscolo, seguito dall'anno di pubblicazione. Es.: (VACELET, 1969; RYLAND J.S. & STEBBING A.R.D., 1971) o VACELET (1969); RYLAND J.S. & STEBBING A.R.D. (1971), a seconda dei casi. Qualora gli Autori siano più di 2, si indicherà il primo Autore seguito da *et al.* Es.: (BOARDMAN *et al.,* 1979) o BOARDMAN *et al.* (1970), a seconda dei casi.

*Tabelle: le* tabelle dovranno essere scritte su fogli separati e numerate in arabo (es. Tab. 1, Tab. 2...).

*Figure:* i disegni dovranno essere quanto mai chiari e marcati in inchiostro nero. Si accettano anche delle chiare riproduzioni fotografiche dei disegni. Tutte le altre fotografie dovranno essere ben nitide. Porre attenzione alla giustezza della Rivista: 20 x 13 cm. Indicare i rapporti di riduzione desiderati. Tutte le figure saranno numerate in numeri arabi (Fig. 1, Fig. 2...).

Nomi scientifici di specie animali **o** vegetali dovranno essere sottolineati per essere stampati in corsivo.

ISNN: 0392-6613

# International Journal of Marine Biology and Oceanography

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

ATTI DEL XX CONGRESSO
DELLA
SOCIETÀ ITALIANA DI BIOLOGIA MARINA
(Vibo Valentia, 19-24 Settembre 1988)·




**Taranto (Italy)** **Vol. XVI - 1, 1990 Suppl.**

*Il Congresso si è svolto con il patrocinio di:*

- C.N.R.
- FAO
- CIESM
- CEE
- Ministero della Marina Mercantile
- Ministero della Pubblica Istruzione
- Ministero della Ricerca Scientifica
- Ministero dei Beni Culturali e Ambientali
- Ministero dell'Agricoltura e Foreste
- Ministero dell'Ambiente
- Università degli Studi di Messina
- Società Italiana di Botanica
- Unione Zoologica Italiana
- Associazione Italiana Oceanografia e Limnologia
- Società Italiana di Ecologia
- Regione Calabria: Assessorato ai LL.PP. e tutela delle acque dall'inquinamento

*Hanno contribuito all'organizzazione ed al finanziamento:*

- Regione Calabria: Assessorato ai LL.PP. e tutela delle acque dall'inquinamento
- Assessorato al turismo
- Provincia di Catanzaro: Assessorato ai LL.PP., all'Ecologia e alla Pesca
- Comune di Vibo Valentia
- Cooperativa Nautilus s.r.l. - Vibo Valentia (CZ)
- Cooperativa Titan - Reggio Calabria

*Comitato di Redazione:*
Antonino Cavaliere
Ermanno Crisafi
Lucrezia Genovese
Silvestro Greco
Rosabruna La Ferla
Giuseppe Lo Paro
Antonio Manganaro
Antonio Mazzola

*Segreteria di Redazione:*
Giovanna Maimone
Valeria Micale
Francesco Perdichizzi

Prof. Giulio Relini

*Presidente S.I.B.M.*

*desidero ringraziare vivamente l'Istituto Talassografico di Messina una delle istituzioni scientifiche più prestigiose e più antiche che abbiamo in Italia ed il suo direttore Antonino Cavaliere per essersi assunti il gravoso onere della organizzazione del XX Congresso della S.I.B.M..*

*E' un Congresso che ha già ottenuto diversi primati, in quanto, come numero di partecipanti, come numero di comunicazioni, ha superato il già riuscitissimo Congresso dell'anno scorso, svoltosi a Napoli.*

*L'Istituto è stato fondato nel 1916 nell'ambito del Regio Comitato Talassografico, come centro di biologia marina, in uno dei posti più belli dello Stretto di Messina, ove il biologo marino non ha bisogno di complicati batiscafi o attrezzature strane per il reperimento di organismi profondi spesso spiaggiati in ottime condizioni. E quindi non meraviglia che uno dei punti focali della ricerca che è stata svolta in questo Istituto sia stato proprio rivolto agli organismi batifili, ai pesci in particolare egregiamente disegnati da Mazza e custoditi presso l'Istituto.*

*L'Istituto si occupa, come ampiamente documentato dalla letteratura, di ricerche inerenti ai pesci, ad organismi di interesse commerciale, agli ambienti salmastri e più di recente, col passaggio al C.N.R., quindi con notevole potenziamento dell'organico, anche di nuove linee di ricerca che riguardano l'oceanografia, la microbiologia marina, l'acquacoltura, che è uno dei fiori all'occhiello dell'Istituto oltre ad essere seriamente impegnato nello studio della valutazione delle risorse.*

*Vibo Valentia, come mai Vibo Valentia?*

*La risposta è molto semplice, perchè tra i ricercatori dell'Istituto Talassografico di Messina c'è Silvio Greco, uno dei più dinamici ma anche estrosi componenti dello staff diretto da Cavaliere, il quale è stato più volte coinvolto e benevolmente travolto dall'attività di Silvio, Silvio che ha voluto che la Calabria ospitasse finalmente un Congresso della S.I.B.M. e che Vibo, la sua Vibo, ne fosse la sede, proposta questa accettata all'unanimità sia dall'Istituto che dall'assemblea dei soci.*

*Ecco in sintesi la storia del perché oggi ci troviamo a Vibo Valentia.*

*Espletate queste piacevoli formalità dichiaro aperto il XX Congresso della S.I.B.M. e prego il prof. Ghirardelli di venire alla tavola della presidenza.*

Dott. Costantin Vanvakas

*Funzionario CEE*
*(Direttore Generale Pesca)*

*Signor Presidente, Onorevoli Partecipanti, Cari Colleghi, Signore e Signori,*

*anzitutto vorrei esprimere i ringraziamenti della Commissione delle Comunità Europee ed in particolare della Direzione Generale della Pesca per il vostro invito a partecipare al XX Congresso della S.I.B.M..*

*Vorrei inoltre aggiungere i miei ringraziamenti personali e dirVi che considero un grande onore e provo un piacere particolare ad assistere ai lavori di questo Congresso.*

*Riconosco in mezzo a voi dei colleghi ed amici di lunga data, ai quali mi sento legato per gli sforzi effettuati in comune per lo sviluppo della biologia marina del mediterraneo.*

*20 anni di vita è un anniversario che merita di essere celebrato.*

*Il contributo che la S.I.B.M. ha dato alla ricerca non è riconosciuto solamente nell'ambito del bacino mediterraneo, ma anche in Europa ed al di fuori dell'Europa stessa. Tale contributo è altamente apprezzato, sia dagli scienziati internazionali che da numerose amministrazioni, compresa quella della CEE.*

*La CEE, ed in particolare modo la Direzione Generale della Pesca, ha collaborato in diverse occasioni con gli scienziati ed i ricercatori della vostra Società, e gli studi effettuati con un finanziamento della comunità, o con un co finanziamento italo-comunitario, ci hanno fornito informazioni interessanti e utili che hanno permesso alla comunità di adempiere al suo ruolo nel campo di buona gestione delle risorse marine. Ma come ben sapete questo ruolo non è facile, sappiano tutti che le risorse naturali non sono inestinguibili e che occorre prendere misure protettive e di buona gestione.*

*Purtroppo in molti casi, alla base di una cattiva gestione, c'è la mancanza di dati, ed è questo che porta ad un esaurimento irreversibile di tali riserve.*

*Per migliorare queste informazioni ed arrivare ad un risultato positivo, la comunità, in aggiunta alle possibilità già esistenti, ha adottato l'anno scorso un regolamento relativo al coordinamento ed alla promozione della ricerca nel settore della pesca. Tale regolamento, di cui diversi tra di Voi sono già al corrente, ha l'ambizione di promuovere la ricerca sulla pesca nella comunità e migliorare le conoscenze in questo campo.*

*Una collaborazione ed un coordinamento degli sforzi in questo senso, tra i paesi della comunità, permetterebbe lo sviluppo della ricerca comunitaria, nonché un risparmio di tempo e di soldi.*

*Sono convinto che la partecipazione di scienziati italiani nello sforzo comunitario sarà importante, e che i risultati del loro contributo incrementeranno in maniera notevole la conoscenza delle risorse marine ed in particolare nel bacino mediterraneo al quale la comunità attribuisce una grande importanza.*

*Con questo, Signor Presidente, vorrei ringraziare nuovamente per l'invito ed augurare al XX Congresso della Vostra Società un grande successo.*

*Grazie.*

Prof. Gerard Bellan

*C.I.E.S.M.*

*Monsieur le Président, mes Chèrs Collègues, Mesdames, Mesdemoiselles et Messieurs,*

*la Commission Internationale pour l'Exploration de la Mer Méditerranée, presidée par Son Altesse Serenissime Ranieri III, Prince de Monaco, est particulièrement heureuse et honorée d'avoir été invitée à participer au Congrès du XX$^{ième}$ anniversaire de la Società Italiana di Biologia Marina.*

*J'ai été chargée par le commandant Jacques Yves Cousteau, Secrétaire Gènéral de la Commission, de vous souhaiter à l'occasion de votre Congrès, que pour le developpement ultérieur de Votre société.*

*L'océanographie italienne, et plus spécialement la biologie marine, ont toujours joué un rôle essentiel dans le développement de notre commission: ceci, bien entendu, est lié à la situation géographique et à l'importance culturelle de Votre pays.*

*Pour illustrer ce rôle décisif, il suffit de songer aux Vice Présidents du comité C.I.E.S.M. italien qui se sont succédés depuis l'origine de la Commission Internationale.*

*Parmi ceux-ci je voudrais citer, parce qu'ils font partie de la S.I.B.M., les professeurs: Sarà, Ghirardelli, Bombace, Orsi-Relini, Giaccone, Bronzini, Carrada et, bien entendu, Votre Président le Prof. Giulio Relini, Président du Comité Benthos, et nous savons que cette liste ne tardera pas à s'allonger; en effet le secrétaire général y tient particuliérement.*

*Je voudrais insister sur la partie décisive qu'ont toujours pris, et aujourd'hui tant que hier, dans le respect de leurs écoles, les biologistes marins italiens dans le développement de la rechèrche dans notre mer et, donc, dans le développement de la C.I.E.S.M..*

*Je vous remercie de votre attention.*

Dott. Walter Fischer

*Dipartimento Pesca F.A.O.*

*Signor Presidente, Membri del Comitato Organizzatore di questa riunione, Onorevoli Colleghi, Signore e Signori,*

*è per me un grande onore poter essere tra voi in questi giorni, in nome del Direttore Generale della F.A.O. e del Segretario del Consiglio Generale della Pesca per il mediterraneo, voglio ringraziare la S.I.B.M. di averci offerto la possibilità di seguire da vicino i più recenti sviluppi della ricerca nel campo della biologia marina in Italia.*

*Il nostro lavoro rappresenta una speranza per il futuro della pesca e della conservazione dell'ambiente e dell'ecosistema mediterraneo ed i risultati delle vostre ricerche costituiscono un contributo validissimo per la comunità scientifica internazionale.*

*La F.A.O. Vi può offrire una base istituzionale di carattere internazionale per facilitare il vostro compito a livello regionale, tanto attraverso il Consiglio Generale della Pesca per il mediterraneo, come attraverso gli altri nostri programmi relativi a questa regione.*

*Ed è solo attraverso l'integrazione dello sforzo di tutti i ricercatori e di tutte le organizzazioni nazionali che sarà eventualmente possibile risolvere i complessi problemi che dobbiamo affrontare insieme. Molti di Voi hanno già collaborato attivamente nei nostri programmi internazionali, e Vi siamo profondamente riconoscenti.*

*Vorrei ringraziare personalmente i colleghi italiani che ci hanno aiutato nella compilazione delle schede di identificazione delle specie commerciali del Mediterraneo e del mar Nero, senza di loro la produzione di questa pubblicazione non sarebbe stata possibile.*

*Il mio riconoscimento speciale deve andare anche alla S.I.B.M. che, attraverso il suo dinamico Presidente, il Prof. Giulio Relini, ha deciso recentemente di intraprendere il difficile compito di assegnare nomi nazionali italiani esclusivi per ognuna della specie descritte in questa pubblicazione già menzionata. Una volta approvati questi nomi per il dipartimento della pesca del Ministero della Marina Mercantile, questi nomi nazionali renderanno più facile il lavoro sulle specie a tutti i livelli.*

*I miei migliori auguri per i lavori di questa conferenza e per il futuro della vostra prestigiosa Società.*

*Molte grazie.*

Dott. Davide Bregant

/

*Presidente A.I.O.L.*

*Signore e Signori,*

*ringrazio la S.I.B.M. ed il suo presidente prof. Relini per avermi invitato a partecipare ai lavori del XX Congresso associativo. A nome dell'A.I.O.L. che ho il piacere e l'onore di presiedere, porgo il più cordiale saluto a tutti i convenuti.*

*La comunità scientifica, che si occupa sotto i vari aspetti delle problematiche marine, si trova oggi in particolare modo, in una situazione che chiamerei delicata.*

*Mentre da una parte continua tenacemente a svolgere il proprio lavoro di studio e di ricerca, superando difficoltà di ogni genere, finanziarie e strutturali, dall'altra, non riesce a far sentire in misura adeguata il suo peso, specialmente quando preannuncia situazioni critiche o propone soluzioni. Una riprova l'abbiamo avuta recentemente nella situazione verificatasi in Adriatico, in questa occasione si sono sentite tante e disperate voci, ma poche sono state quelle degli addetti ai lavori che potevano dire come veramente stavano le cose.*

*L'augurio che faccio, e che tutti noi facciamo, è che l'eco dei contributi di questo qualificato Congresso, renda evidente come non si possa continuare a trascurare la voce degli studiosi del mare.*

*Con questo spirito auguro a tutti un buon lavoro.*

Prof. Tripodi

*V. Presidente Società Botanica Italiana*

*Signor Presidente, Cari Colleghi, Signore e Signori,*

*è a nome del Presidente della S.B.I., Prof. Pedrotti, che impossibilitato ad essere presente, vengo a porgere il ringraziamento per l'invito e l'augurio per fruttuosi e significativi dibattiti e lavori.*

*Quest'anno c'è una doppia celebrazione che unisce la S.B.I. alla S.I.B.M.: mentre quest'ultima compie i suoi vent'anni di vita, la Società Botanica ne compie cento, e con molta emozione e con molto rispetto ci siamo volti indietro a contare quanti, tra i botanici, hanno contribuito in questo secolo a porre le basi della scienza che attualmente è così proiettata verso il futuro: la biologia del mare, la gestione delle risorse, e sorprendentemente tantissimi nomi sono venuti così alla memoria. Mi ricordo di Ardizzone, mi ricordo di Preda e, visto che siamo al sud, dei siciliani Mazza, Borzì di Messina, Spinelli e via di seguito.*

*Questi pionieri hanno saputo impostare nelle loro ricerche quel vigore metodologico che fa ancora oggi onore alla ricerca italiana e il fatto che, in qualità di botanici, non si siano sentiti esclusi dalla ricerca nel campo della flora marina fa onore alla loro lungimiranza.*

*Io vedo anche fra la parte attiva della S.I.B.M. molti colleghi ricercatori che hanno una estrazione prevalentemente botanica, e vedo questo con molto compiacimento perchè è proprio dal lavoro di sovrapposizione e di interfaccia fra i campi di ricerca che scaturisce il meglio.*

*Sulla scorta di queste considerazioni, in qualità di Vice Presidente della S.B.I., porgo molto sentitamente ai col leghi della S.I.B.M. l'augurio per un Congresso proficuo di risultati e di promesse per il futuro.*

*Grazie.*

Dott. Cavaliere Antonino

*Direttore Istituto Talassografico*

*Autorità, Signore e Signori,*

*permettetemi di dire soltanto poche parole poichè è mio convincimento che nei Congressi come questo della Società Italiana di Biologia Marina che stiamo per inaugurare le introduzioni di saluto sono poco gradite in quanto la quasi totalità dei partecipanti viene principalmente per ascoltare i relatori.*

*Signor Presidente, illustri Signori, è mio dovere porgere a Voi tutti anche a nome dei colleghi del Comitato Organizzatore, il più cordiale benvenuto.*

*Un messaggio di saluto e di auguri anche da parte del Presidente del C.N.R. Prof. Luigi Rossi Bernardi che per motivi inderogabili di lavoro non ha potuto presenziare a questa manifestazione.*

*Permettetemi inoltre di ringraziare la Regione Calabria ed in particolare il Presidente Rosario Olivo, l'Assessore ai LL.PP. e Tutela dell'Ambiente Aniello Di Nitto, l'Assessore al Turismo Ubaldo Schifino, nonché la Provincia di Catanzaro ed in particolare il Presidente, il V. Presidente Salvatore Vecchio, l'Assessore all'Ecologia Michele Ranieli, l'Assessore alla Pesca Domenico Cavalieri, il Comune di Vibo Valentia, il Sindaco Ulderico Petrolo, il Senatore Antonino Murmura, il Presidente dell'U.S.L. Fabio Lavorato.*

*Ringrazio, altresì, i Ministeri e gli Enti Italiani e Stranieri che ci hanno onorato con il loro Patrocinio.*

*Ringrazio, infine, tutti i componenti del Comitato Organizzatore ed in modo particolare il volitivo e dinamico Silvio Greco.*

*A voi tutti un vivissimo grazie per la partecipazione e sinceri auguri di buon lavoro, sperando che il soggiorno sia gradevole e che i validi temi in discussione nelle prossime giornate diano quei risultati che tutti auspichiamo. Grazie.*

# INDICE

## VOLUME I

G. RELINI - *I vent'anni della S.I.B.M.: breve storia della società* 1

R. DELAVAULT - *La biologie marine, source de recherches fondamentales et appliquées dans le cadre européen* 23

### Aspetti biogeografici del Mediterraneo: comunità planctoniche e bentoniche

*Relazioni:*

I. DI GERONIMO - *Biogeografia dello zoobenthos del Mediterraneo: origine e problematiche* 31

G. GIACCONE - *Biogeografia delle alghe del Mediterraneo* 51

D. MARINO - *Biogeografia del fitoplancton mediterraneo* 61

E. GHIRARDELLI - *Alcune considerazioni sulla distribuzione dell zooplancton del Mediterraneo* 73

### Comunicazioni:

M. INNAMORATI - L. LAZZARA - C. Nuccio - R SENESI - G. BURACCHI *Variazioni stagionali e spaziali delle cenosi fitoplanctoniche nel Mar Ligure (1979-1982)* 93

D. BEDULLI - A. PUGNETTI -I. FERRARI - *Evoluzione recente dei popolamenti zoobentonici e zooplanctonici in una laguna del Delta del Po* 103

A. Cossu - *La flora algale bentonica della Sardegna. Alcuni aspetti geobotanici* 113

C. LARDICCI - C. MORRI - C. N. BIANCHI - A. CASTELLI - *Considerazioni biogeografiche sui Policheti delle coste toscane: nota preliminare* 123

D. BEDULLI - R. SABELLI - *E' possibile una zoogeografia delle lagune mediterranee attraverso la distribuzione dei molluschi?* 133

C. N. BIANCHI - E BOERO - R. CATTANEO VIETTI - C. MORRI - M. PANSINI - M. SARÀ - *Contributo di alcuni gruppi dello zoobenthos alla conoscenza della biogeografia del Mediterraneo* 143

M. INNAMORATI - L. LAZZARA - S. VANUCCI - *Irradianza spettrale sottomarina e biomassa fitoplanctonica* 145

M. INNAMORATI - G. MORI - L. LAZZARA - S. VANUCCI - *Eutrofia e oligotrofia nell'Oceano Antartico* 153

L. GUGLIELMO - G. COSTANZO - G. ZAGAMI - N. CALAFIORE - A. VALBONESI - *Distribuzione spaziale delle comunità zooplanctoniche nella rada di Augusta* 163

L. GUGLIELMO - A. ASCIOTI - G. ZAGAMI - *Andamento annuale della biomassa zooplanctonica in acque costiere del Basso Tirreno* 165

**Aspetti biogeografia del Mediterraneo: fauna ittica e pesca**

*Relazione:*

G. BOMBACE - *Distribuzione dell' ittiofauna e fisionomia di pesca del Mediterraneo* 169

*Comunicazioni:*

G. LEMBO - M. T. SPEDICATO - V. D'AGOSTINO - *Areali di distribuzione dei principali stocks demersali nel Medio e Basso Tirreno* 185

S. RAGONESE - *Una procedura standard per stimare l'abbondanza relativa delle risorse demersali nella situazione italiana* 195

R. AUTERI - R. BAINO - P. RIGHINI - F. SERENA - *Valutazione delle risorse demersali: proposta di un metodo per rendere confrontabili i rendimenti* 209

L. ORSI RELINI - *Synagrops japonicus (Steindachner e Doderlein, 1884) (Pisces, Acropomatidae) nel Mediterraneo: un migrante lessepsiano?* 217

F. BIAGI - S. DE RANIERI - C. VIVA - *Contributo alla conoscenza del merluzzo cappellano, Trisopteurs minutus capelanus (Lacepède, 1800), nell'Arcipelago Toscano meridionale* 225

G. D. ARDIZZONE - A. CAU - *Modelli di dinamica di popolazione basati su dati di pesca sperimentale: prime valutazioni sullo stato degli stocks di Merluccius (L.) del Tirreno centrale* 235

P. MANNINI - B. REALE - P. RIGHINI - *Osservazioni sulla biologia e la pesca di Lepidorhombus boscii (Risso) (Osteichthyes, Scophthalmidae) nel Tirreno settentrionale* 245

B. REALE - P. RIGHINI - F. SERENA - *Distribuzione geografica dei Pleuronettiformi raccolti con rete a strascico nell'Alto Tirreno* 257

F. SERENA - R. BAINO - A. VOLIANI - *Distribuzione dei triglidi (Osteichthyes, Scorpaeniformes) nell'Alto Tirreno* 269

**Variabilità delle specie e ambiente nel Benthos marino**

*Relazioni:*

G. COGNETTI - *Strategie adattative degli animali marini in ambienti imprevedibili* 281

G. BELLAN - D. BELLAN-SANTINI - *Exemples de responses des especes, a differents niveaux d'integrations, aux variations du milieu* 283

**Comunicazioni:**

T. PATARNELLO - P. M. BISOL - V. FUSER - V. VAROTTO - B. BATTAGLIA - *Variabilità genetica in anfipodi antartici della specie Paramoera walkeri Stebbing* 303

M. ABBIATI - A. M. COGNETTI - VARRIALE - *Variabilità del numero di paragnati in alcune popolazioni di Nereis diversicolor Muller (Annelida, Polychaeta)* 311

E. CECERE - C. PERRONE - *Variabilità morfologica di Solieria filiformis (Kutzing) Gabrielson nel Mar Piccolo di Taranto* 323

S. PIRAINO - M. DE NICOLA GIUDICI - *Variabilità ambientale e tassi di crescita di idroidi coloniali* 335

L. TUNESI - A. PEIRANO - *Lineamenti biogeografici del Mar Ligure centro-orientale: invertebrati megabentici dei fondi mobili* 349

L. BENEDETTI-CECCHI - F. CINELLI - S. LENZINI -I. PAPI - G. PARDI - U. SALGHETTI-DRIOLI - *Presenza di Discosporangium mesarthrocarpum (Men.) Hauck nelle acque dell'Arcipelago Toscano. Considerazioni biogeografiche ed ecologiche* 357

M. C. GAMBI - M. F. GRAVINA - A. GIANGRANDE - *Aspetti e problematiche della biogeografia degli anellidi policheti* 365

M. MISTRI - C. CORAZZA - V. U. CECCHERELLI - *Arpacticoidi delle lagune mediterranee e del Mar Nero: aspetti biogeografici* 377

S. PIRAINO - C. MORRI - F. BOERO - *Plasticità intraspecifica nelle idromeduse (Cnidaria: Anthomedusae, Leptomedusae): risposte della fase polipoide a diverse condizioni ambientali* 383

C. CORAZZA - M. R. MISTRI - V. U. CECCHERELLI - *Variabilità di composizione per taglia del benthos e caratteristiche frattali degli habitats lagunari* 395

**Ecologia dei microorganismi marini**

*Relazione:*

V. BRUNI - M. L. C. ACOSTA POMAR - *Le conoscenze attuali sul picoplancton* 405

*Comunicazioni:*

M. L. C. ACOSTA POMAR - T. L. MAUGERI - *Distribuzione del picoplancton totale e fotosintetico in due aree del Mare Mediterraneo (Canale di Sicilia e Mar Jonio meridionale)* 427

F. DECEMBRINI - G. MAGAZZÙ - *Clorofilla, numero di assimilazione e ATP del picoplancton fotosintetico nei mari italiani* 443

R. LA FERLA - E. CRISAFI - L. GENOVESE - *Primi dati sulla distribuzione del batterioplancton nell'area lagunare di Oliveri-Tindari* 457

G. Izzo - C. CREO - A. SIGNORINI - *Dinamica dell'attività solfato riduttrice nei sedimenti della laguna di Orbetello* 467

S. GRASSO - V. BRUNI - *La micoflora marina nei sedimenti dell' Arcipelago delle isole Pelagie* 479

L. GENOVESE - R. LA FERLA - R. ZACCONE - F. PATTI - *Flora batterica intestinale dei Teleostei in allevamento (Sparus aurata) alimentati con diete diverse* 489

M. DE DOMENICO - L. GENOVESE - E. DE DOMENICO - *Valutazione delle comunità microbiche in acque pelagiche del Mare Jonio* 497

E. CRISAFI - T. L. MAUGERI - *Ecologia delle Vibrionaceae in ambienti costieri marini e salmastri della Sicilia* 507

T. L. MAUGERI - R. ZACCONE - *Distribuzione di batteri luminosi nello Stretto di Messina* 517

## VOLUME 2

### Piscicultura marina: problemi di riproduzione, di allevamento larvale e nuove tecnologie di allevamento

*Comunicazioni:*

V. MICALE - F. PERDICHIZZI - *Aspetti e problematiche della sessualità del Teleosteo ermafrodita Diplodus sargus L. allevato intensivamente* 527

G. B. PALMEGIANO - G. FORNERIS - R. GIANNATELLI - P. VILLANI - *Influenza dell'ora di somministrazione dei pasti sulla crescita e sulla qualità di avannotti di spigola da semina* 537

S. GRECO - G. Lo PARO - G. STURNIOLO - A. CAVALIERE - A. MANGANARO - D. CARIDI - *Diete naturali integrate nell'allevamento intensivo di stadi giovanili di Sparus aurata* 543

M. T. SPEDICATO - G. LEMBO - E. NAKANO - *Acquacoltura marina e gestione della fascia costiera: l'esperienza giapponese* 549

### Posters

G. ALESSIO - G. N. BALDACCINI - A. DUCHI - *Nuovo metodo semplificato di campionamento di specie ittiche marine* 559

M. ARCULEO - G. BOMBACE - G. D'ANNA - C. PIPITONE - M.P. SPARLA - S. RIGGIO - *Note sull' efficienza della barriera artificiale di Alcamo Marina (Sicilia)* 563

M. ARCULEO - M.P. SPARLA - G. D'ANNA - C. PIPITONE - S. RIGGIO - *Dati sulle faune demersali del Golfo di Gela (Sicilia S/E)* 567

D. ARNALDI - *Osservazioni sulla riproduzione di Mullus surmuletus (L. 1758) del Mar Ligure* 571

F. BADALAMENTI - A. MANGANARO - *Primi dati sul regime alimentare di Lithognathus mormyrus (Linnaeus, 1758) lungo le coste della Sicilia Nord-Orientale* 575

F. BADALAMENTI - S. PIRAINO - R. SANDULLI - G. MAGAZZÙ- *Idrografia e produzione primaria nell'area dell' arcipelago delle isole Eolie (luglio 1987)* 579

R. BARGAGLI - C. LEONZIO - N. MATTEI - A. MARAMAI - *La biomagnificazione del mercurio nelle catene alimentari del Mar Tirreno: dati preliminari* 583

D. BEDULLI - I. FERRARI - *L'approccio della biogeografia delle isole nello studio del macrobenthos di una laguna del Delta Padano* 587

P. BELCARI - F. BIAGI - E. FEDI - *Relazione taglia-peso in Eledone cirrhosa (Lam., 1798)* 591

A. BELLUSCIO - G.D. ARDIZZONE - *La pesca con le nasse lungo il litorale pontino* 595

M. CABRINI - L. MILANI - G. HONSELL - *Fioritura di Scrippsiella trochoidea (Stein) Loeblich III nel Golfo di Trieste* 599

M. CAMMARATA - M. ARCULEO - M. PARRINELLO - C. DI MARTINO - *Evidenze elettroforetiche di affinità genetiche tra Mullus barbatus e Mullus surmuletus* 603

M. CAMMARATA - A. MAZZOLA - N. PARRINELLO - R. SORVILLO - G. INGRASSIA - M. BONOMO - *Identificazione elettroforetica di Liza ramada e Liza aurata a stadi precoci di sviluppo* 607

M. CAMMARATA - A. MAZZOLA -I. VAZZANA - L. LOMBARDO - N. PARRINELLO - *Contributo delle tecniche immunologiche allo studio delle affinità tra specie ittiche di interesse commerciale* 611

N. CARDELLICCHIO - M. PASTORE - C. ANNICHIARICO - G. LEONE - C. MARRA - P. RAGONE *Distribuzione di elementi metallici, fenoli ed idrocarburi clorurati in cetacei spiaggiati lungo le coste pugliesi* 615

L. CASARETTO - D. OTA - R. PATZNER - M. SEIWALD - E.A. FERRERO - *Osservazioni preliminari sul comportamento riproduttivo di Zosterisessor ophiocephalus (Gobiidae Perciformes)* 619

A. CASTELLI - S. BECCHI - R. CREMA - *Distribuzione verticale della macrofauna di fondi molli nel profilo del sedimento* 623

O. CATTANI - A. DE ZWAAN - G. VITALI - M. MARCHIANI - G. ISANI - P. CORTESI - *Effetti dell' idrogeno solforato nell' anaerobiosi di molluschi bivalvi dell Adriatico* 627

E. CECERE - *Sulla presenza nel Golfo di Taranto di una specie nuova per il Mediterraneo: Solieria filiformis (Kutzing) Gabrielson (Rhodophyta, Gigartinales)* 629

L.A. CHESSA - L. FLEBA - G. L. PINNA - D. VACCA - *Cartografia biocenotica preliminare sulle quattro zone marine costiere della Sardegna indicate dalla legge 979/1982* 633

C.CHIMENZ - *Picnogonidi di fondo mobile del Golfo di Policastro* 639

F. COLLOCA - A. BELLUSCIO - P. SCHINTU - G.D. ARDIZZONE *Alimentazione dei Triglida e del Tirreno centrale* 643

G. D'ANNA - M.P. SPARLA - S. RIGGIO - *Note sui banchi di filtratori nel Golfo di Castellamare (Sicilia N/W)* 647

P. DEL NEGRO - *Osservazioni sulla presenza di Scifomeduse nel Golfo di Trieste nel biennio 1986-88* 651

G. DIVIACCO - *Osservazioni zoogeografiche sugli Anfipodi marini pugliesi* 655

E FIORENTINO - A. ZAMBONI - *Ritrovamento di Epigonus constanciae (Giglioli, 1880) e nuove catture di Sphoeroides cutaneus (Gunther, 1870) in Mar Ligure* 659

S. FOCARDI - C. Fossi - C. LEONZIO - *Primi risultati sull'attività delle monoossigenasi a funzione mista in organismi antartici* 663

A. MORANI - L. TASSI PELATI - V.U. FOSSATO - *Aspetti biologici della radioattività artificiale nel Golfo di Venezia (1986-1987)* 667

M.G. GIACOBBE - G. MAIMONE - *Abbondanza fitoplanctonica negli stagni salmastri dell' area lagunare di Oliveri-Tindari* 671

S. GIACOBBE - M. LEONARDI - F. AZZARO - P. RINELLI - *Descrizione di un esempio di "confinamento" : l'area lagunare di Oliveri-Tindari (Messina)* 675

A. GIORDANO - *Presenza e distribuzione dei cetacei nel Mediterraneo N-Occ.* 679

M. GRISTINA - A. BALDUZZI - *Strategie riproduttive di Aetea sica (Bryozoa, Gymnolaemata) nello Stagnone di Marsala (Sicilia occidentale)* 683

S.M. GUARINO - M. DE NICOLA GIUDICI - C. GAMBARDELLA - *Tossicità acuta di metalli pesanti nel crostaceo isopode Idothea baltica Pallas* 685

P. JEREB - S. RAGONESE - *Sui Cefalopodi di scarso o nullo interesse commerciale nel Canale di Sicilia* 689

P. LANERA - P. SORDINO - M.C. GAMBI - *Anellidi policheti nuovi o poco conosciuti per le coste italiane* 693

G. MARANO - N. CASAVOLA - C. SARACINO - E. RIZZI - *Ciclo riproduttivo di Lithophaga lithophaga (L.) (Mollusca: Mitilidae) nell'Adriatico pugliese* 697

A. MATARRESE - G. D'ONGHIA - P. PANETTA - A. TURSI - *Le biocenosi dei fondi strascicabili del Mar Jonio* 701

N. MATTEI - M. PELLIZZATO - *Confronto fra allevamenti della specie Tapes philippinarum (Adams & Reeve, 1850) effettuati nelle lagune di Orbetello e Venezia* 705

A. MAZZOLA - G. SARA' - M. Lo VALVO - D. DI PALMA - *Osservazioni sulla rimonta dei mugilidi e di A. anguilla L. lungo la fascia costiera del Golfo di Castellamare (Sicilia)* 709

M. MISTRI - G. COLOMBO - *Indagini preliminari sulla variabilità morfometrica nel latterino, Atherina boyeri Risso 1810* 713

P. PANETTA - *Distribuzione dei molluschi nel Golfo di Orosei (Sardegna orientale)* 717

M. PASSARIELLO - P. SCHINTU - A. BELLUSCIO - G.D. ARDIZZONE - *Accrescimento ed alimentazione di Bothus podas (Delar.) nel Mar Tirreno* 719

D. PELLEGRINI - *Echinodermi del Mar Tirreno settentrionale* 721

R. PERDICARO - *Condizioni chimico-fisiche dei laghi di Fogliano, dei Monaci e di Caprolace-Parco Nazionale del Circeo* 725

D. PESSANI - A. CALTAGIRONE - I. PALOMBA - F. PONCINI - M. VETERE *Popolazioni naturali di Clibanarius erythropus (Crustacea, Diogenidae) in relazione alla conchiglia occupata* 729

A. PORCHEDDU - L.A. CHESSA - P. MERELLA -.V. GAZALE -*Cartografia e osservazioni biocenotiche preliminari sulle secche di Platamona (Sardegna - interstadio wurmiano)* 733

A. QUAGLIA - G. CIANI - *I microtubuli negli enterociti cecali dei mugilidi* 737

S. RAGONESE - P. JEREB - *A large specimen of Ommastrephes bartramii (Lesueur, 1821) caught in the southern Tyrrenian sea* 741

S. RAGONESE - P. JEREB - *Sulla teutofauna di interesse commerciale del Canale di Sicilia* 745

N. REPETTO - D. MINETTI - F. REBORA - G. MATRICARDI - M. WURTZ - *Distribuzione di Cefalopodi Decapodi in Mar Ligure occidentale* 749

N. REPETTO - D. MINETTI - F. REBORA - G. MATRICARDI - M. WURTZ - *Distribuzione di Cefalopodi Ottopodi in Mar Ligure occidentale* 755

M.T. SPEDICATO - D. MINETTI - E REBORA - G. MATRICARDI - M. WURTZ - *Distribuzione di Cefalopodi Decapodi del medio-basso Tirreno* 761

M.T. SPEDICATO - D. MINETTI - E REBORA - G. MATRICARDI - M. WURTZ - *Distribuzione di Cefalopodi Ottopodi del medio-basso Tirreno* 767

E. TARAMELLI - L. FASSETTA - *Crostacei anfipodi di Grottammare (Adriatico centrale)* 773

E. TARAMELLI - A. BADAMI - S. GRECO - M.R. LICO - S. MARCONI - M.S. RIGHI - *Biogeografia del benthos costiero del Mediterraneo* 777

M. TOCCACELI - *Il recife-barriere di Posidonia oceanica (L.) delile della baia di Carini (Sicilia nord-occidentale)* 781

E TULLI - G. CATALANO - G. BRESSAN - *Parco marino di Miramare: correlazioni tra parametri chimico-fisici e biologici in microecosistemi* 785

A. TURSI - G. D'ONGHIA - A. MATARRESE - C. CAROPPO - *Contributo alla biologia di Galeus melastomus Rafinisque, 1810 nel Mar Jonio* 789

Unità operative afferenti al progetto "Valutazione delle risorse demersali-Gruppo Tirrenico" (Ministero Marina Mercantile) - *Risorse demersali tirreniche. Distribuzione dei rendimenti di cattura di Merluccius merluccius, Mullus barbatus, Aristeus antennatus e Aristaeomorpha foliacea* 791

I. VAZZANA - N. PARRINELLO - M. CAMMARATA - A. MAZZOLA - *Affinità interspecifiche tra Diplodus sargus e Diplodus puntazzo. Analisi elettroforetiche ed immunologiche* 799

R. VITTURI - E. CATALANO - *Determinazione del cariotipo e delle NORs (Nucleolar Organizer Regions) nella specie Uranoscopus scaber (Pisces, Perciformes)* 803

KJ. WITTMANN - A.P. ARIANI - A. STANZIONE - *Implicazioni tassonomiche ed ecologiche di alcune caratteristiche biometriche degli statoliti dei Misidacei* 805

R. ZACCONE - R. LA FERLA - L. GENOVESE - E. CRISAFI - *Primi dati sull'utilizzazione di anticorpi fluorescenti per la ricerca di E. coli nell'ambiente marino* 809

A. ZAMBONI - M. CAPPANERA - E FIORENTINO - *Primi dati sull'accrescimento di Cepola rubescens L., 1766 in Mar Ligure* 813

V. ZUPO - *I Decapodi delle praterie di Posidonia oceanica: confronto tra metodiche di campionamento in rapporto alla zonazione del taxon* 817

*OEBALIA 1990 Suppl., Vol. XVI-1: 1-22* ISSN 0392-6613

G. RELINI
Presidente S. I. B. M.
Istituto di Zoologia, Laboratori di Biologia Marina ed Ecologia Animale
Università degli Studi - Via Balbi 5 - Genova - Italia

# I VENTI ANNI DELLA S. I. B. M.: BREVE STORIA DELLA SOCIETÀ

**Abstract**

A short history of the italian marine biology society

*The 20 years' activity of the Italian Marine Biology Society is briefly described. At present the Society, founded in 1969, has 523 members and is divided into 5 Committees: Aquaculture, Benthos, Plancton, Management of the coastal zone, Necton and Fishery.*

**Key words**: history, activity, organization, meetings and publications of S.I.B.M.

La Società Italiana di Biologia Marina è sorta il 4 giugno 1969, durante un' Assemblea Costitutiva animata da Guido Bacci (vedi allegati 1, 2, 3) il quale volle che Livorno tenesse a battesimo la nuova Società e che l'Acquario di Livorno ne divenisse la sede ufficiale. L'atto notarile di costituzione è stato redatto alcuni anni dopo, il 6 giugno 1974 a Nardò.

All'Assemblea Costitutiva il dibattito sulla denominazione della Società (si proponeva anche "Società Italiana di Biologia Marina e Oceanologia") e sulle sue finalità fu molto vivace, soprattutto da parte di coloro i quali desideravano maggiori spazi per i settori abiologici (oceanografia fisica, chimica, geologia marina, ecc.) e che il 27.06.1972 costituirono l'A. I. O. L. (Associazione Italiana di Oceanologia e Limnologia).

Allegato 1

I° CONGRESSO
DELLA SOCIETÀ ITALIANA DI BIOLOGIA MARINA

Livorno - 3 - 5 Giugno 1969

*Segreteria: Acquario Comunale*
*Piazzale Mascagni*
*Tel. 21.604 - 57100 Livorno*

Caro Socio,

non siamo ancora in grado di inviare il programma completo del Convegno a causa del ritardo con il quale ci sono pervenute molte adesioni, che superano in questo momento le cento unità. Possiamo comunque fornire alcune indicazioni generali sullo svolgimento dei lavori.

Il giorno 3, alle ore 10, avrà luogo l'inaugurazione del Convegno al Palazzo della Provincia, dove proseguiranno poi tutti i lavori. La relazione inaugurale verrà tenuta dal Prof. Giuseppe Montalenti su « LA BIOLOGIA MARINA IN ITALIA IERI ED OGGI ».

Nel pomeriggio i lavori riprenderanno alle ore 16 con una relazione del Prof. Francesco Ghiretti sulla « FUNZIONE DEI PIGMENTI RESPIRATORI NEGLI ORGANISMI MARINI », cui seguiranno le comunicazioni scientifiche.

Il giorno 4 alle ore 9 il Prof. Enrico Tortonese terrà una relazione su « I RAPPORTI TRA LA FAUNA DEL MEDITERRANEO E QUELLE DEI MARI VICINI ». Seguiranno le comunicazioni scientifiche.

Nel pomeriggio alle ore 16 avrà luogo la Seduta amministrativa per la discussione, l'approvazione dello Statuto e la nomina delle cariche sociali.

Dato il gran numero di comunicazioni, finora oltre 40, l'intera giornata del 5 giugno dovrà essere quasi sicuramente dedicata alle comunicazioni stesse e il Comitato organizzatore si riserva di suddividerle in due sezioni distinte nel caso che il loro numero non consenta di svolgerle tutte in seduta plenaria.

Durante le sedute verranno proiettati alcuni films di carattere tecnico-scientifico.

Le invio i saluti più cordiali.

GUIDO BACCI

## Allegato 2

### Società Italiana di Biologia Marina

I ricercatori che si dedicano allo studio della vita nel mare sono ormai numerosi anche in Italia. Molti di essi avvertono la necessità di superare i limiti della particolare disciplina personalmente coltivata per trovare un luogo di incontro nel quale possano prendere le iniziative comuni necessarie per assicurare l'affermazione della Biologia Marina nel nostro Paese.

Il carattere sintetico di questa scienza non richiede soltanto la collaborazione tradizionale dei botanici, degli zoologi e degli ecologi. Nella situazione attuale di progresso scientifico si rende ormai necessario l'apporto di fisiologi generali, di genetisti, di geologi ed anche di geofisici, chimici e fisici, oltre a quello di tutti coloro che vogliono approfondire i problemi scientifici della produttività e della conservazione delle risorse naturali.

Una Società Italiana di Biologia Marina, profondamente inserita nella scienza e nella vita presente, dovrà perciò approfondire e discutere accanto ai problemi generali che scaturiscono dallo studio degli organismi e dell'ambiente marino anche quelli sempre più gravi che vengono posti dai rapporti dell'Uomo con la vita nei mari.

Annunciando la fondazione della nuova Società i sottoscritti desiderano perciò sollecitare l'adesione di tutti coloro che si interessano alla Biologia Marina e ad un comune lavoro in questa scienza, quale che sia la loro specializzazione.

Chi vorrà inviare la propria adesione è pertanto invitato ad inoltrarla al Prof. G. Cognetti, Istituto di Zoologia della Università di Modena, Via dell'Università 1.

Guido Bacci
Bruno Battaglia
Arturo Bolognari
Giuseppe Cognetti
Norberto Della Croce
Eleonora Francini Corti
Elvezio Ghirardelli
Giuseppe Montalenti
Carlo Morelli
Ferruccio Mosetti
Pasquale Pasquini
Rodolfo Pichi Sermolli
Alessandro Pignatti
Lucia Rossi
Michele Sarà
Armando Sabbadin
Bruno Schreiber
Enrico Tortonese
Enrico Vannini

Allegato 3

# SOCIETÀ ITALIANA DI BIOLOGIA MARINA

ACQUARIO COMUNALE - PIAZZALE MASCAGNI, 1
57100 LIVORNO

Livorno, 3 Settembre 1969

*E' stata fondata la Società Italiana di Biologia Marina. Essa si propone di promuovere gli studi relativi alla vita nel mare, di favorire i contatti tra i ricercatori, di diffondere tutte le conoscenze teoriche e pratiche derivanti dai moderni progressi. In occasione del suo primo congresso, svoltosi a Livorno (3-5 Giugno 1969), è stato discusso e fissato il regolamento, ed è stato eletto il Consiglio Direttivo. La Società ha sede presso l'Acquario Comunale di Livorno (Piazzale Mascagni, 1), ove si trova la Segreteria.*

*In dipendenza delle proprie norme istituzionali, la Società intende stabilire i migliori e più stretti rapporti con Enti e Società nazionali ed estere che hanno analoghe finalità, sia nel campo della ricerca fondamentale che nel campo applicato. Si fa presente che a norma di Statuto anche gli Enti, Laboratori, ecc. possono far parte della Società. Preghiamo comunque di voler inviare alla Segreteria tutte le informazioni che riguardano attività ed iniziative (ricerche, congressi, ecc.) di comune interesse.*

*Nel rivolgere questo invito si esprime l'augurio che venga così favorita quella stretta collaborazione che appare sempre più necessaria per i moderni studi relativi al mare.*

IL SEGRETARIO
*Giuseppe Cognetti*

IL PRESIDENTE
*Giuseppe Montalenti*

Primo Presidente della S. I. B. M. fu eletto Giuseppe Montalenti, che tenne la relazione inaugurale sul tema "La biologia marina in Italia ieri ed oggi". Il primo Segretario fu Giuseppe Cognetti. Furono in seguito Presidenti Bacci, Cognetti, Battaglia, Sarà, Ghirardelli. La serie dei Consigli Direttivi e le relative riunioni sono riportati negli allegati 4 e 5.

Dai 110 Soci del 1969 si è passati ai 244 del 1975 ed agli attuali 523 (settembre '88) (Tab. 1). A quelli che ci hanno prematuramente lasciati come Guido Bacci, Sebastiano Genovese, Pietro Crisafi, Pasquale Pasquini, Andrea Scaccini, Marta Scaccini Cicatelli, Maria Rosa Cattaneo, Anna Maria Lissia Frau, Arturo Bolognari, Bernardo Terio, Livia Tonolli, Emanuele Rodinò, Enrico Tortonese e Giorgio Barletta, va il nostro commosso ricordo e la gratitudine per quello che hanno fatto per lo sviluppo della Biologia Marina in Italia.

Tab. 1 - Andamento soci- Iscritti e nuovi soci per ciascun anno

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1969 | Assemblea n° 110 | | 1975 | 244 | di cui 31 nuovi | 1982 | 351 | di cui 35 nuovi |
| 1969 | 120 | | 1976 | 250 | " 18 " | 1983 | 405 | " 54 " |
| 1970 | 148 | di cui 28 nuovi | 1977 | 252 | " 15 " | 1984 | 462 | " 57 " |
| 1971 | 163 | " 15 " | 1978 | 287 | " 36 " | 1985 | 455 | " 25 " |
| 1972 | 174 | " 11 " | 1979 | 294 | " 18 " | 1986 | 486 | " 31 " |
| 1973 | 200 | " 26 " | 1980 | 313 | " 23 " | 1987 | 520 | " 41 " |
| 1974 | 225 | " 25 " | 1981 | 325 | " 40 " | 1988 | 523 | " 13 " |

I Congressi hanno avuto periodicità annuale e si sono svolti nei primi anni in primavera ed in seguito generalmente a settembre (Tab. 2, Fig. 1).

Tab. 2 - I Congressi S.I.B.M. e relativi Atti

1. Livorno 3-5.6.1969 - Atti in *Pubblicazioni Stazione Zoologica Napoli,* suppl. Vol. 37 (1969) (402 pagine)
2. Bari 16-18.5.1970 - Atti in *Pubblicazioni Stazione Zoologica Napoli,* Vol. 38 suppl. 1 (1970) (104 pagine)
3. Napoli 18-20.6.1971 - Atti in *Pubblicazioni Stazione Zoologica Napoli,* Vol. 38 suppl. 2 (1970) (180 pagine)
4. Lipari 18-20.5.1972 - Atti in *Pubblicazioni Stazione Zoologica Napoli,* Vol. 39 suppl. 3 (1975) (150 pagine)
5. Nardò 17-20.5.1973 - Atti in un volume pubblicato a cura del Comune di Nardò (Ed. Salentina) (365 pagine)
6. Livorno 22-25.5.1974 - Atti in *Memorie di Biologia Marina e di Oceanografia,* Vol. 4 n. 4-5-6 (1974) (575 pagine)
7. Venezia 21-24.5.1975 - Atti in *Archivio di Oceanografia e Limnologia,*

Vol. 18 suppl. 3 (1976) (556 pagine)

8. Taormina 19-21.5.1976 - Riassunti in *Memorie di Biologia Marina e Oceanografia,* Vol. 6 suppl. 6 (1979) (138 pagine); la maggior parte dei lavori in *Bollettino di Pesca Piscicoltura e Idrobiologia,* Vol. 31 fasc. 1-2 (1976) stampato nel 1979 (367 pagine)
9. Ischia 19-22.5.1977 - Atti in un volume *Atti del IX Congresso della Società Italiana di Biologia Marina* stampato da "La Seppia" di Firenze (470 pagine)
10. Ancona 29.5-1.6.1978 - Atti in *Quaderni del Laboratorio di Tecnologia della Pesca di Ancona,* Vol. 3 suppl. 1 (1981) (700 pagine)
11. Orbetello 23-26.5.1979 Atti in "La Biologia Marina e la gestione della fascia costiera", in *Atti della Società Toscana di Scienze Naturali, Memorie* ser. B, suppl. Vol. 86 (1980) (401 pagine)
12. Bari 27-31.5.1980 - Atti in *Memorie di Biologia Marina e di Oceanografia,* Vol. 10 suppl. 6 (1980) (452 pagine)
13. Cefalù 25-29.5.1981 - Atti in *Il Naturalista Siciliano* Vol. 6, ser. 4, suppl. (1983). Fascicolo I: Fitobiologia marina e posters (172 pagine). Fascicolo II: Ecologia e valorizzazione degli stagni, lagune, saline. Problemi della pesca (262 pagine). Fascicolo III: Caratteristiche e potenzialità del sistema fitale: metodologie di studio e prospettive per la valorizzazione della fascia costiera (232 pagine). I vari fascicoli sono separati.
14. Massalubrense 20-24.9.1982 - Atti in *Bollettino dei Musei e degli Istituti Biologici dell' Università di Genova,* Vol. 50 suppl. (1982) (400 pagine)
15. Trieste 28.9-2.10.1983 - Atti in *Nova Thalassia,* Vol. 6 (suppl.) (1983-84) (765 pagine)
16. Lecce - Alimini 25-30.9.1984 - Atti in *Oebalia,* Vol. 11 (1,2,3) n.s. (920 pagine)
17. Ferrara 11-15.6.1985 - Atti in *Nova Thalassia,* Vol. 7 (suppl. 3) (439 pagine)
18. Cesenatico 9-12.9.1986 - Atti in *Nova Thalassia,* Vol. 8 (suppl. 3) (693 pagine)
19. Napoli 24-28.9.1987 - Atti in *Oebalia* (in stampa)
20. Vibo valentia 19-24.9.1988 - Atti in *Oebalia* (in stampa)

Al primo Congresso, al quale avevano partecipato 139 persone, sono seguiti gli altri, con un numero crescente di presenze. Sono stati pubblicati gli Atti dei primi 18 Congressi che hanno dato luogo a 5900 pagine di lavori scientifici. Questi costituiscono una documentazione esauriente dei principali temi di studio affrontati, tanto nella ricerca" di base che nei settori applicativi della Biologia Marina Italiana, dal 1969 al 1986.

Allegato 4

## CONSIGLI DIRETTIVI S.I.B.M.

**Biennio 1969-71 (giugno 1969 - maggio 1971)**

| | |
|---|---|
| Presidente: | prof. Giuseppe Montalenti |
| Vice Presidente: | prof. Enrico Tortonese |
| Segretario: | prof. Giuseppe Cognetti |
| Consiglieri: | prof. Guido Bacci |
| | prof. Michele Sarà |
| | ing. Victor De Sanctis |
| | dott. Raimondo Sarà |

**Biennio 1971-73 (maggio 1971 - maggio 1973)**

| | |
|---|---|
| Presidente: | prof. Guido Bacci |
| Vice presidente: | prof. Enrico Tortonese |
| Segretario: | prof. Giancarlo Carrada |
| Consiglieri: | prof. Sebastiano Genovese |
| | prof. Elvezio Ghirardelli |
| | prof. Giuseppe Montalenti |
| | prof. Michele Sarà |

**Biannio 1973-75 (maggio 1973 - maggio 1975)**

| | |
|---|---|
| Presidente: | prof. Giuseppe Cognetti |
| Vice Presidente: | prof. Bernardo Terio |
| Segretario: | prof. Giulio Relini |
| Consiglieri: | dr. Giovanni Bombace |
| | prof. Sebastiano Genovese |
| | sig. Guido Picchetti |
| | prof. Attilio Solazzi |

**Biennio 1975-77 (maggio 1975 - maggio 1977)**

| | |
|---|---|
| Presidente: | prof. Bruno Battaglia |
| Vice Presidente: | prof. Arturo Bolognari |
| Segretario: | prof. Giulio Relini |
| Consiglieri: | dr. Giovanni Bombace |
| | dr. Francesco Cinelli |
| | prof. Attilio Solazzi |
| | prof. Michele Sarà |

**Biennio 1977-79 (maggio 1977 - maggio 1979)**

| | |
|---|---|
| Presidente: | prof. Bruno Battaglia |
| Vice Presidente: | prof. Giovanni Bombace |
| Segretario: | prof. Eugenio Fresi |
| Consiglieri: | prof. Giuseppe Giaccone |
| | prof. Michele Sarà |
| | prof. Giuseppe Magazzù |
| | prof. Elvezio Ghirardelli |

**Biennio 1979-81 (maggio 1979 - maggio 1981)**

| | |
|---|---|
| Presidente: | prof. Michele Sarà |
| Vice Presidente: | prof. Elvezio Ghirardelli |
| Segretario: | prof. Giulio Relini |
| Consiglieri: | ing. Paolo Donnini |
| | dr. Carlo Froglia |
| | prof. Giuseppe Giaccone |
| | prof. Paolo Tongiorgi |

**Biennio 1981-83 maggio 1981 - dicembre 1983)**

| | |
|---|---|
| Presidente: | prof. Michele Sarà |
| Vice Presidente: | prof. Elvezio Ghirardelli |
| Segretario: | prof. Giulio Relini |
| Consiglieri: | prof. Francesco Cinelli |
| | ing. Paolo Donnini |
| | dr. Carlo Froglia |
| | Prof.ssa Lidia Scalera Liaci |

**Biennio 1984-85 (gennaio 1984 - dicembre 1985)**

| | |
|---|---|
| Presidente: | prof. Elvezio Ghirardelli |
| Vice Presidente: | prof. Giulio Relini |
| Segretario: | prof. Mario Specchi |
| Consiglieri: | prof. Francesco Cinelli |
| | prof. Giuseppe Colombo |
| | Prof.ssa Lidia Scalera Liaci |
| | prof. Paolo Tongiorgi |

**Biennio 1986-87 (gennaio 1986 - dicembre 1987)**

| | |
|---|---|
| Presidente: | prof. Elvezio Ghirardelli |
| Vice Presidente: | prof. Giulio Relini |
| Segretario: | prof. Mario Specchi |
| Consiglieri: | prof. Giuseppe Colombo |
| | dr. Antonio Miralto |
| | prof. Paolo Tongiorgi |
| | prof. Angelo Tursi |

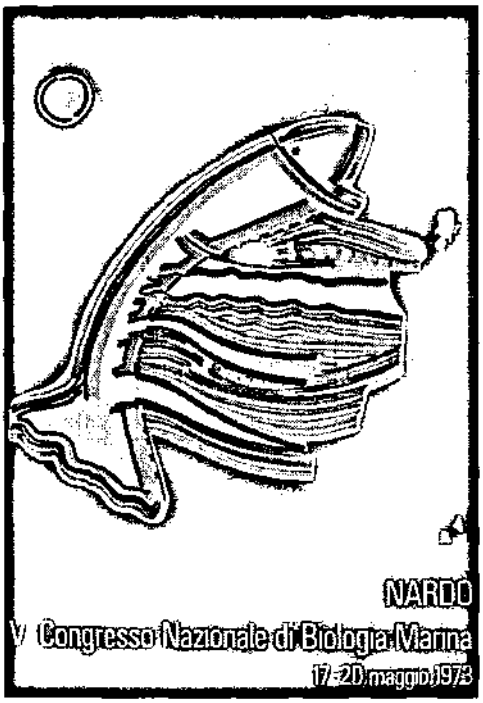
**Biennio 1988-89 (gennaio 1988 - dicembre 1989)**

| | |
|---|---|
| Presidente: | prof. Giulio Relini |
| Vice Presidente: | prof. Mario Innamorati |
| Segretario: | prof. Maurizio Pansini |
| Consiglieri: | prof. Giovanni Bombace |
| | prof. Elvezio Ghirardelli |
| | prof. Antonio Miralto |
| | prof. Angelo Tursi |

Allegato 5

## CONSIGLI DIRETTIVI S.I.B.M.

1 - Livorno 3 Settembre 1969
2 - Napoli 30 Ottobre 1971
3 - Napoli 7 Gennaio 1972
4 - Napoli 5 Aprile 1972
5 - Lipari 19 Maggio 1972
6 - Nardò 18 Maggio 1973
7 - Roma 16 Ottobre 1973
8 - Roma 22 Febbraio 1974
9 - Livorno 24 Maggio 1974
10 - Livorno 27 Novembre 1974
11 - Ancona 22 Febbraio 1975
12 - Venezia 21 Maggio 1975
13 - Milano 13 Novembre 1975
14 - Taormina 20 Maggio 1976
15 - Roma 26 Novembre 1976
16 - Roma 12 Marzo 1977
17 - Ancona 23 Aprile 1977
18 - Ischia 18 Maggio 1977
19 - Roma 17 Giugno 1977
20 - Roma 10 Novembre 1977
21 - Roma 22 Febbraio 1978
22 - Roma 11 Maggio 1978
23 - Ancona 30 Maggio 1978
24 - Antalya 28 Novembre 1978
25 - Roma 7 Marzo 1979
26 - Ortobello 24 Maggio 1979
27 - Ortobello 24 Maggio 1979
28 - Roma 15 Ottobre 1979
29 - Roma 25 Gennaio 1980
30 - Bari 27 Maggio 1980
31 - Cagliari 15 Ottobre 1980
32 - Roma 30 Gennaio 1981
33 - Cefalù 24 Maggio 1981
34 - Cefalù 28 Maggio 1981
35 - Napoli 3 Luglio 1981
36 - Roma 10 Novembre 1981
37 - Massa Lubrense 22 Settembre 1982
38 - Roma 30 Novembre 1982
39 - Trieste 29 Settembre 1983
40 - Trieste 1 Ottobre 1983
41 - Bologna 6 Gennaio 1984
42 - Padova 27 Giugno 1984
43 - Alimini-Lecce 26 Settembre 1984
44 - Trieste 29 Novembre 1984
45 - Ferrara 11 Giugno 1985
46 - Bologna 16 Dicembre 1985
47 - Cesenatico 9 Settembre 1986
48 - Bologna 6 Luglio 1987
49 - Napoli 24 Settembre 1987
50 - Bologna 26 Novembre 1987
51 - Roma 2 Marzo 1988
52 - Bologna 4 Maggio 1988
53 - Roma 5 Luglio 1988
54 - Vibo Valentia Settembre 1988



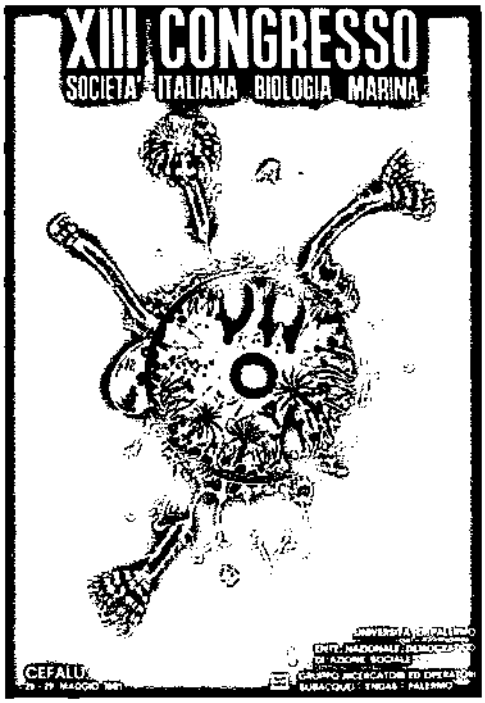










**Fig. 1** - Alcuni manifesti di Congressi S.I.B.M.

*Comitati*

La SIBM è suddivisa in Comitati Scientifici i cui direttivi sono riportati nell'allegato 6.

I primi tre Comitati Scientifici della SIBM sorsero durante il 3° Congresso a Napoli (1971) dietro sollecitazione del prof. A. Bolognari che insieme ad altri aveva presentato un documento nel quale veniva proposta l'istituzione di ben 8 Comitati: Benthos, Ecologia marina, Inquinamenti, Lagune e acque salmastre, Microbiologia marina, Parchi e Riserve marine, Pesca e Ittiologia, Plancton. Dopo ampie discussioni ne furono approvati tre: Benthos Ittiologia e Pesca (BIP), Plancton e Produttività Primaria (PPP), Parchi marini (PM). Vennero nominati i direttivi composti di sei persone tra le quali si scelse il presidente e si stabilì che tutti i soci potevano aderire ad uno o più Comitati in base ai loro interessi e competenze.

Dal febbraio del 1975 i Presidenti dei Comitati sono stati invitati alle riunioni del Consiglio Direttivo (CD.) della Società, con voto consultivo e dallo stesso anno, su proposta di M. Sarà, il direttivo di ciascun Comitato viene eletto dagli appartenenti al Comitato stesso, con le stesse norme applicate al CD. della SIBM.

Nel maggio 1976 è stata fatta la prima proposta, ad opera di M. Bilio, per un Comitato Acquicoltura, proposta rinnovata da Fanciulli nel 1982 e quindi da Minervini. Nel 1984 è stato creato un gruppo Acquicoltura nell'ambito del Comitato Gestione e Valorizzazione della Fascia Costiera, ex Parchi Marini. Nel 1985 a Ferrara, i Comitati sono diventati gli attuali cinque: Benthos Plancton, Necton e Pesca, Acquicoltura, Gestione e Valorizzazione della Fascia Costiera.

*Sintesi delle attività dei Comitati*

a) Gestione e Valorizzazione della Fascia Costiera

Il Comitato, inizialmente detto dei "Parchi Marini", si è occupato della istituzione di zone marine protette ed ha seguito l'iter di una legge quadro nazionale nel 1973-74 ha appoggiato la proposta di legge (1° firmatario on.le De Maria) sull'istituzione in Italia di Parchi Marini, proposta che non ha avuto seguito a causa di costanti crisi di governo e dell'anticipato termine della legislatura.

Nel 1975 in collaborazione con la Commissione Protezione della Natura del CNR, è stata organizzata a Venezia, immediatamente prima del Congresso SIBM, una Tavola Rotonda sui Parchi Marini e sulle zone meritevoli di salvaguardia. Negli anni successivi sono seguite vivaci discussioni sulla relazione tra sfruttamento e salvaguardia, in particolare nelle zone salmastre e nelle valli da

**Allegato 6**

## COMITATI SCIENTIFICI

### Direttivi dei Comitati Scientifici dal Maggio 1971 al maggio 1973 I

| **Plancton e Produttività** | **Parchi Marini** | **Benthos, Ittiologia e Pesca** |
|---|---|---|
| E. Ghirardelli (Presid.) | A. Bolognari (Pres.) | M. Sarà (Presid.) |
| S. Genovese | E. Tortonese | G. Relini |
| B. Scotto di Carlo | G. Cognetti | G. Bombace |
| N. Della Croce | G. Bacci | M. Torchio |
| L. Tonolli | B. Terio | E Cinelli |
| G. Magazzù | G. Picchetti | G. Giaccone |

### Direttivi dei Comitati Scientifici dal Maggio 1973 al maggio 1975

| **Plancton e Produttività** | **Parchi Marini** | **Benthos, Ittiologia e Pesca** |
|---|---|---|
| E. Ghirardelli (Presid.) | A. Bolognari (Pres.) | M. Sarà (Presid.) |
| S. Genovese | E. Tortonese | G. Relini |
| B. Scotto di Carlo | G. Cognetti | G. Bombace |
| L. Tonolli | G. Bacci | M. Torchio |
| G. Magazzù | B. Terio | F. Cinelli |
| A. Solazzi | G. Picchetti | G. Giaccone |

### Direttivi dei Comitati Scientifici dal Maggio 1975 al maggio 1977

| **Plancton e Produttività** | **Parchi Marini** | **Benthos, Ittiologia e Pesca** |
|---|---|---|
| G. Magazzù (Presid.) | G. Cognetti (Pres.) | M. Torchio (Pres. 1975-76) |
| M. Specchi | G. Picchetti | E. Fresi (Pres. 1976-77) |
| E. Ghirardelli | P. Donnini | C. Froglia |
| C. Tolomio | P. Tongiorgi | A. Barbaro |
| C. Lenzi Grillini | A. Renzoni | L. Orsi Relini |
| A. Solazzi | L. Mojo | E. Taramelli |

### Direttivi dei Comitati Scientifici dal Maggio 1977 al maggio 1979

| **Plancton e Produttività** | **Parchi Marini** | **. Benthos, Ittiologia e Pesca** |
|---|---|---|
| M. Specchi (Presid.) | G. Cognetti (Pres.) | G. Relini (Presid.) |
| C. Andreoli | L. Liaci Scalera | A. Tursi |
| C. Tolomio | P. Donnini | C. Froglia |
| C. Lenzi Grillini | A. Renzoni | L. Liaci Scalera |
| L. Guglielmo | P. Tongiorgi | G. Giaccone |
| B. Scotto di Carlo | G. Relini | M. Pansini |

Allegato 6

## Direttivi dei Comitati Scientifici dal Maggio 1979 al Maggio 1981

| **Plancton e Produttività** | **Parchi Marini** | **Benthos, Ittiologia e Pesca** |
|---|---|---|
| A. Solazzi (Presid.) | A. Bolognari (Pres.) | G. Giaccone (Presid.) |
| M.G. Andreoli (Segr.) | G. Marano (Pres.) | A. Tursi (Segr.) |
| C. De Angelis | N. Borgia | M. Pansini |
| L. Guglielmo | M. Innamorati | M. Pastore |
| D. Marino | A. M. Pagliai Bonvicini | L. Orsi Relini |
| B. Scotto di Carlo | L. Scalera Liaci | L. Scalera Liaci |

## Direttivi dei Comitati Scientifici dal Maggio 1981 al Maggio 1983

| **Plancton e Produttività** | **Parchi Marini** | **Benthos, Ittiologia e Pesca** |
|---|---|---|
| A. Solazzi (Presid.) | G. Cognetti (Presid.) | S. Riggio (Presid.) |
| M.G. Andreoli (Segr.) | G. Bombace | R. Pronzato (Segr.) |
| C. Andreoli | M. Innamorati | V. De Zio |
| C. De Angelis | G. Giaccone | M. Pastore |
| G. Magazzù | M. Grasso | L. Orsi Relini |
| D. Marino | G. Marano | M. Sortino |

## Direttivi dei Comitati Scientifici dal Gennaio 1984 al Dicembre 1985

| **Plancton e Produttività Primaria** | **Benthos, Ittiologia e Pesca** | **Gestione e Valorizzazione della Fascia Costiera** |
|---|---|---|
| M. Innamorati (Presid.) | C. Froglia (Presid.) | G. Bombace (Presid.) |
| S. Fonda Umani (Segr.) | A. Tursi (Segr.) | M. Grasso (Segr.) |
| I. Ferrari | A. Cau | F. Cinelli |
| G. Magazzù | R. Pronzato | G. Cognetti |
| G. Marano | G.D. Ardizzone | G. Giaccone |
| M. Marzocchi | S. Riggio | H. Manelli |

**Allegato 6**

## Direttivi dei Comitati Scientifici dal Gennaio 1986 al Dicembre 1987

**Benthos**
M. Sarà (Presid.)
F. Boero (Segr.)
CN. Bianchi
V.U. Ceccherelli
S. De Zio
C. Gambi

**Plancton**
M. Innamorati (Presid.)
S. Fonda Umani (Segr.)
A. Artegiani
I. Ferrari
G. Marano
D. Marino

**Necton e Pesca**
A. Cau (Presid.)
G.D. Ardizzone (Segr.)
G. Bombace
C. Piccinetti
L. Orsi Relini
G. Della Seta

**Acquicoltura**
R. Rossi (Presid.)
M. Bianchini (Segr.)
G.D. Ardizzone
R. Minervini
G.B. Palmegiano
G. Piscitelli

**Gestione e valorizzazione della Fascia Costiera**
F. Cinelli (Presid.)
R. Cattaneo Vietti (Segr.)
F. Cicogna
L. Mazzella
S. Riggio
L. Scalera Liaci

## Direttivi dei Comitati Scientifici dal Gennaio 1988 al Dicembre 1989

**Benthos**
M. Sarà (Presid.)
C.N. Bianchi (Segr.)
F. Boero
V.U. Ceccherelli
S. De Zio V.
C. Gambi

**Plancton**
D. Marino (Presid.)
L. Lazzara (Segr.)
F. Bianchi
L. Guglielmo
Hull
M.G. Mazzocchi

**Necton e Pesca**
A. Cau (Presid.)
G.D. Ardizzone (Segr.)
G. Della Seta
C. Froglia
C.Piccinetti
L. Orsi Relini

**Acquicoltura**
G.B. Palmegiano (Presid.)
M. Bianchini
F. Cortesi
A. Mazzola
R. Rossi
M. Saroglia

**Gestione e Valorizzazione della Fascia Costiera**
L. Scalera Liaci (Presid.)
R. Cattaneo Vietti (Segr.)
L. Chessa
F. Cicogna
L. Mazzella
S. Riggio

pesca.

Nel 1979 è stato eseguito il Censimento "Biotopi meritevoli di salvaguardia". Nel 1983 a Trieste è stata decisa l'attuale denominazione "Comitato per la gestione e valorizzazione della fascia costiera".

nel 1984 sono state censite le aree idonee per maricoltura e per l'impianto di barriere artificiali.

Nel 1985 è stato avviato il censimento delle praterie di Posidonia. Nel 1987 è stato effettuato un Convegno, in collaborazione con il CLEM, su "Interdisciplinarietà nella gestione della Fascia Costiera", ed è in preparazione un volume di sintesi dei risultati.

b) Benthos

Inizialmente denominato Benthos, Ittiologia e Pesca, ha svolto le seguenti attività.

Nel 1971 Tavola rotonda su "Il Coralligeno, nomenclatura e metodologia".

Nel 1972 Tavola rotonda su "Barriere artificiali e pesca".

Nel 1973 Lista degli esperti in Benthos Ittiologia e Pesca.

Nel 1976 Seminario su "Programmazione ed elaborazione dei dati nella ricerca bentonica. Un tentativo di unificazione dei metodi".

Nel 1977 Convegno "Popolamenti di marea. Problemi di classificazione delle biocenosi marine".

Nel 1978 Censimento bentologi italiani.

Nel 1980 Gruppo Studio Crostacei. Bibliografia del Fouling. Con il CLEM è stata organizzata una tavola rotonda su "Metodologie di campionamento in immersione; problematiche e metodologie".

Nel 1981 Con il CLEM Tavola rotonda su "La problematica delle barriere artificiali" in preparazione di quella internazionale organizzata a Cannes dalla CIESM.

Nel 1982 Revisione della terminologia bentonica nell'ambito CIESM. Bibliografia Bentologica italiana 1980-84 a cura di A. Tursi.

Nel 1986 Viene costituito il Gruppo Policheti

Nel 1988 Contributo alla definizione dei nomi italiani delle specie di interesse commerciale del catalogo FAO per il Mediterraneo.

c) Plancton

Nel 1976 Elenco specialisti italiani di Plancton.

Lavoro preparatorio per l'unificazione delle metodiche per lo studio del plancton e della produttività primaria.

Nel 1977 Manuale Metodiche Plancton. Campagne comuni.

Nel 1983 Schedatura dati sul plancton dei vari mari italiani.

Nel 1984 Progetto Nazionale sul plancton dei mari italiani.

Censimento dati riportati in mappe presentate al Congresso di Lecce-Alimini sotto forma di posters.

Nel 1987 Progetto Plancton: tre giorni di studio a Napoli per la standardizzazione e diffusione dei metodi usati dai ricercatori italiani che si occupano di plancton. Aggiornamento del manuale dei metodi per lo studio del plancton.

Nel 1988 Proposta per una collezione nazionale di riferimento di organismi planctonici.

d) Necton e Pesca

Distaccatosi dal Benthos nel 1985, ha rivolto la sua attività soprattutto alle varie problematiche inerenti le ricerche finanziate dal Ministero Marina Mercantile nell'ambito della legge 41/82.

Nel 1986 Seminari sulla Valutazione delle Risorse Demersali.

Nel 1987 Nomenclatura Italiana dei Pesci, Crostacei e Molluschi censiti in Mediterraneo dalla FAO.

e) Acquicoltura

Costituitosi nel 1985.

Nel 1986 Affiliazione all' European Aquaculture Society.

Censimento dei gruppi di ricerca del settore in Italia.

Costituzione gruppo "Biochimica ed Ecofisiologia marina".

Nel 1987 Preparazione "Repertorio dei ricercatori in Acquicoltura in Italia.

*Pubblicazioni*

Tre tipi di pubblicazioni vengono curati dalla SIBM: Il Notiziario, gli Atti dei Congressi, Pubblicazioni Speciali.

*Notiziario SIBM* - E' l'organo ufficiale della SIBM per la diffusione delle informazioni e per il dibattito culturale all'interno ed all'esterno della Società. Sorto nel 1980, non ha per il momento una periodicità regolare, soprattutto perchè basato sul volontariato di uno stretto numero di persone già molto impegnate anche all'interno della Società. Finora sono stati pubblicati 13 fascicoli.

Notizie sull'attività della SIBM sono state pubblicate anche prima del 1980 ed esattamente: per il Congresso e la Tavola rotonda di Livorno 1974 in Mem. Biol. Mar. Oceanogr. 1974 fasc. IV (4,5,6): 121-148; per il Congresso di Venezia 1975 in Mem. Biol. Mar. Oceanogr. 1975 5 (4): 99-120 e in un ciclostilato "Notiziario SIBM" nº 1 1976: 1-12 ed infine per il Congresso di Taormina 1976 in Mem. Biol. Mar. Oceanogr. 1976 6 (suppl. 6): 103-138.

*Atti Congressi*

La pubblicazione degli Atti (Tab. 2), rappresenta tuttora un problema risolto in maniera insoddisfacente. Gli Atti dei Congressi SIBM avrebbero dovuto essere stampati sulle Pubblicazioni della Stazione Zoologica di Napoli, che rappresentavano la più prestigiosa rivista di biologia marina italiana. In effetti gli Atti dei primi quattro Congressi uscirono come supplementi di tale rivista. Con la crisi della Stazione Zoologica negli anni '70 però si decise la cessazione delle Pubblicazioni.

A partire dal 5° Congresso gli Atti sono stati affidati ad altre riviste italiane o stampati in volumi ad hoc, di cui purtroppo oggi alcuni sono praticamente introvabili. In attesa di poter sostenere l'onere di una rivista propria della SIBM, durante il Congresso di Trieste (1983) è stato deciso, previo accordo con i direttori delle testate, che gli Atti della SIBM sarebbero stati pubblicati su supplementi di "Nova Thalassia" o di "Oebalia" cercando di ripartire l'onere organizzativo in modo da raggiungere l'obiettivo della stampa degli Atti entro un anno dal Congresso. L'attuale consuetudine, di sottoporre ogni lavoro al parere di due referees, richiede infatti tempi tecnici non indifferenti.

*Pubblicazioni varie*

Elenco degli specialisti italiani in Benthos, Ittiologia e Pesca (1973).
Elenco degli specialisti italiani di plancton (1976);
Metodi per lo studio del Plancton e della Produzione Primaria (1978).
Censimento Bentologi Italiani (1978).
Bibliografia fouling delle acque italiane (1980). Mem. Biol. Marina e Oceanogr. 10 (suppl.): 342-355.
Lista delle pubblicazioni (1980-84) dei soci SIBM, Oebalia (1985).
Il Biologo Marino in cucina (Congresso SIBM di Trieste 1983), Monografie di "Nova Thalassia" (1987) nº 2 pp. 1-78.
SIBM-Comitato Acquicoltura: Repertorio dei ricercatori impegnati in Acquicoltura (1988).

*Altre attività della Società*

Oltre all'attività dei Comitati e all'organizzazione dei Congressi, che è stata ed è tuttora l'attività più importante della SIBM, sono state promosse numerose iniziative, tra le quali vanno ricordate: a) Inchiesta sull'insegnamento della Biologia Marina (vedi Notiziari nº2/1980 pp. 14-15 e nº3/1981 pp. 15-17); b) Comitato Nazionale per le scienze ambientali e territoriali (Notiziario nº3/1981 pp. 25-27); c) Tavola rotonda su "Biologia marina e realtà sociale" (Napoli 1982); d) Censimento fotografico pesci dei mari italiani (Notiziario nº5/1982 pp. 38-41); e) Visite a laboratori ed incontri con Biologi marini sovietici a Mosca, Leningrado e Murmansk; f) Convegno sui prodotti della Pesca, Ittiopatologia e Controllo Veterinario (Notiziario nº8/1985 pp. 60).

E' stata ripetutamente incentivata la partecipazione dei giovani ai Congressi SIBM mediante contributi finanziari. Il CLEM per alcuni anni ha bandito d'accordo con la SIBM premi per lavori di Biologia Marina di giovani ricercatori.

*La ricerca marina in Italia*

Ovviamente l'attività della SIBM si intreccia con quella dei singoli soci, delle Istituzioni che operano nel settore e pertanto risente dei periodi più o meno favorevoli vissuti dalla ricerca italiana.

La Biologia Marina e più in generale l'Oceanografia in Italia sono caratterizzate da una cronica deficienza organizzativa (strutture, mezzi nautici,

coordinamento) e da un'assurda discontinuità nei finanziamenti, con alti e bassi apparentemente affidati al caso.

Dai temi dei Congressi 78-88 (tabella 3) risulta che accanto a ricerche più strettamente di base, di autoecologia, vanno assumendo in Italia sempre maggior importanza gli studi sinecologici, biocenotici e soprattutto quelli applicativi.

Questi ultimi hanno avuto un notevolissimo incremento nell'ultimo decennio in seguito alla disponibilità finanziaria nel settore, soprattutto grazie al Progetto Finalizzato del C.N.R. "Oceanografia e fondi marini" ed alla legge 41/82. E' stato un momento importante, perchè le Università Italiane si sono aperte ai problemi concreti del paese. Gli ambienti accademici, che guardano con sospetto la ricerca finalizzata ed applicata oggi sono una minoranza; d'altra parte si calcola che il 78% dei ricercatori impegnati nei progetti finalizzati varati dal C.N.R. (1976-81) appartenesse alla componente universitaria. Purtroppo quando il P.F. Oceanografia, uscito dal periodo di rodaggio, dava i migliori risultati, non è stato rinnovato e solo i settori pesca ed acquicoltura hanno potuto continuare, grazie alla legge 41/82. Infatti questa legge ha consentito al Ministero Marina Mercantile di varare un'imponente serie di ricerche, recuperando almeno in parte le forze rimaste orfane del P.F. Oceanografia. Così tra il 1983 ed il 1986 sono stati spesi più di 17 miliardi di lire per 102 progetti approvati dal Comitato per il Coordinamento della Ricerca Scientifica e Tecnologica Applicata alla Pesca Marittima della L. 41/82. Di questi, ben 72 progetti, per un importo di 12,87 miliardi, rientrano nei temi della Biologia Marina applicata. E' evidente quindi il fondamentale ruolo svolto dai fondi del Ministero Marina Mercantile per sostenere le ricerche biologiche in mare, almeno quelle riguardanti la pesca e più in generale la gestione e lo sfruttamento delle risorse. Un altro aspetto importante di tali ricerche è il coordinamento nell'ambito delle diverse tematiche, a livello nazionale o per settore marittimo, al fine anche della standardizzazione delle metodiche e della confrontabilità dei risultati.

Nell'ambito della valutazione degli stocks e degli studi sulla dinamica delle popolazioni ittiche di interesse commerciale, sono state studiate le risorse demersali in tutti i mari italiani; per le risorse pelagiche sono stati considerati sia i piccoli pelagici quali sardine, acciughe e spratti, sia i grandi pelagici come tonno e pesce spada ed infine tra i molluschi bivalvi sono state considerate soprattutto le vongole. Non sono mancati studi sul novellame utilizzabile per l'allevamento.

Altre tematiche importanti sono state: Maricoltura e Gestione della Fascia Costiera, Acquacoltura nelle acque marine e salmastre. Mi sono soffermato ad elencare queste tematiche perchè si spera che vengano riprese nel nuovo piano triennale della pesca e pertanto le ricerche potranno proseguire o riprendere. D'altra parte, gli studi sulla valutazione degli stocks e sulla dinamica delle popolazioni avrebbero poco significato se non continuassero nel tempo, al fine di

evidenziare prima e possibilmente spiegare poi le fluttuazioni naturali delle popolazioni. Non è possibile dare delle indicazioni gestionali (equilibrio sforzo pesca, riposo biologico, tempi di pesca, quantità pescabili ecc.) senza un monitoraggio in continuo sullo stato delle risorse. Tuttavia il nuovo piano triennale 1988-90, che prevede una spesa per la ricerca di 27,4 miliardi, non è stato ancora (settembre 1988) pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale.

Nel 1981 il Consiglio di Presidenza del Consiglio Nazionale delle Ricerche approvò un documento sulla ristrutturazione dell'Oceanografia in Italia.

La proposta seguiva la conclusione del P.F. che aveva rilanciato le ricerche di settore, dopo un assurdo periodo di stasi che aveva fatto dell'Oceanografia italiana una delle tante aree depresse, con un finanziamento che nel 1972 aveva toccato minimi storici di soli 200 milioni. Sullo slancio dei risultati positivi del P.F., il documento C.N.R. sulla "Ristrutturazione dell'Oceanografia in Italia" proponeva una Commissione Nazionale per l'Oceanografia, tre Gruppi di Coordinamento (Adriatico, Tirreno e Mari Meridionali) e un Fondo di gestione centralizzato, oltre all'ammodernamento della flotta oceanografica italiana.

"Purtroppo i buoni propositi del C.N.R." - come scrive Brambati (Notiziario SIBM n°8/1985 p. 39) - "non hanno avuto alcun seguito, essendo stata istituita, dopo circa 3 anni, solo la Commissione Nazionale di Oceanografia, e per di più senza portafoglio, mentre il vuoto lasciato da parte dell'ente preposto allo sviluppo delle ricerche oceanografiche in Italia ha favorito il proliferare di iniziative scoordinate da parte di più ministeri e di enti pubblici, con dispersione di mezzi ed energie. Ma quel che è più grave è la mancanza di un punto cui far riferimento per la programmazione e lo sviluppo dell'Oceanografia italiana".

Anche l'attuazione dei vari Piani Nazionali (PNRDA, PNRA, PNRM) procede con estrema lentezza e sembra ispirata dal dettato "nulla è più urgente del rimandare".

Il PNRDA è il Piano Nazionale di Ricerca per la Didattica e l'Ambiente proposto nel 1983 dal Ministero della Pubblica Istruzione e che prevede tra l'altro la costituzione di 4 Centri interuniversitari di Ecologia Marina: Genova, Pisa, Messina, Trieste con un coordinamento nazionale a S. Margherita Ligure. Non risulta l'effettiva attivazione di alcuno di essi.

Il PNRA è il Piano Nazionale Ricerca Ambiente varato nel 1984 dal Ministro per il Coordinamento della Ricerca Scientifica e Tecnologica.

Il PNRM è il Piano Nazionale Ricerca Mare proposto tra il 1984 e '85 dal Ministro per il Coordinamento della Ricerca Scientifica e Tecnologica.

Quest'ultimo prevede una *ricerca di base* da svilupparsi attraverso i settori fondamentali dell'Oceanografia fisica, chimica, biologica e geologica per una spesa di oltre 200 miliardi in 5 anni, ed una sulle *tecnologie* marine per 226 miliardi.

E' stato valutato (dati in Notiziario SIBM nº 13/1988, pp. 25-26) che in Italia nel 1987 si è speso per ricerche rientranti nelle tematiche della Biologia Marina, compresi gli aspetti applicativi, lo 0,1% della spesa totale per la ricerca italiana nello stesso anno. Nell'ambito dei finanziamenti M.P.I. 60% la percentuale nel 1986 è stata dello 0,6% e dello 0,18% per il 40% M.P.I. Sempre ben poca cosa per un paese che si trova al centro del Mediterraneo, che ha più di ottomila km di coste e che preleva la metà delle catture della pesca in questo mare.

Eppure la ricerca italiana ha un ruolo nel contesto Mediterraneo, tutt'altro che trascurabile (vedi considerazioni in Notiziario SIBM 13/88 p. 17-31). E' indubbio che l'Italia per mole e qualità delle ricerche svolte sia all'avanguardia in diversi settori applicativi della Biologia Marina e per alcuni di questi non solo nel contesto Mediterraneo ma anche Europeo. Mi limito a ricordarne tre di cui ho una maggiore esperienza diretta ed esattamente: fouling, barriere artificiali e pesca.

L'Italia potrebbe inoltre promuovere - come suggerisce Brambati (Notiziario SIBM nº 8/1985, pp. 41-43) la costituzione di un "Agenzia Europea di Studi Oceanografici" sul modello del CERN o del'ESA, eventualmente allargata ai paesi mediterranei non europei. Al di là dell'immediato beneficio derivante dal fatto che il Centro potrebbe far fronte alla domanda nazionale di Oceanografia, limitando l'attuale esborso di valuta pregiata, in un futuro, detto Centro potrebbe fungere da punto di riferimento per i paesi del Mediterraneo e, più in generale, per quelli in via di sviluppo. Ciò porterebbe sicuramente l'Italia a svolgere un rilevante ruolo politico nel Mediterraneo attraverso la gestione del "Mercato Oceanografico".

## Conclusioni

Nonostante tutte le difficoltà sopra ricordate, la ricerca marina ha fatto negli ultimi anni indubbi progressi. La SIBM è in piena espansione ed è la sede ideale per il dibattito culturale sulla Biologia Marina, dove vengono individuati nuovi indirizzi di ricerca e precisate nuove competenze.

Nonostante la discontinuità d'interesse dei Ministeri ed in particolare del CNR, al quale l'oceanografia in questo momento non sembra interessare, è possibile che la spinta per l'attuazione dei vari PNRDA, PNRA e PNRM venga dalla base, cioè dalle pressanti richieste di conoscenza e di indicazioni che necessitano per una corretta gestione delle risorse biologiche e per un miglioramento della qualità dell'ambiente.

In Italia esistono potenzialità intellettuali, professionalità e competenze specialistiche a cui l'insufficienza dei mezzi impedisce di esprimersi appieno: è un enorme capitale intellettuale che l'Italia deve far fruttare dentro e fuori i confini nazionali ed una rilevante quota *ài* questo capitale è rappresentato dalla SIBM.

Vibo Valentia, settembre 1988.

Tab. 3 - Elenco dei temi trattati negli ultimi dieci congressi della S.I.B.M.

| | |
|---|---|
| 1978 | Problemi riguardanti la gestione delle risorse di pesca. |
| Ancona | Risorse biologiche delle acque salmastre in Italia; dati e problemi. |
| | Prospettive nello studio dell'eutrofizzazione. |
| 1979 | Gestione delle risorse di pesca. |
| Orbetello | Lagune salmastre e acquacoltura. |
| | Il fitoplancton: interazioni tra acque costiere e acque salmastre. |
| | Inquinamento costiero: fonti, natura ed effetti. |
| | Conoscenza e promozione dell'ambiente costiero. |
| | Attività subacque e loro ruolo nella ricerca biologica in mare. |
| 1980 | Effetti dell'inquinamento sugli organismi marini. |
| Bari | Insediamento di organismi bentonici. |
| | Le Fanerogame marine: problemi di trapianto e di riforestazione. |
| | Biologia della riproduzione negli organismi marini. |
| 1981 | Ecologia e valorizzazione degli stagni costieri, lagune e saline. |
| Cefalù | Problemi della pesca a strascico e del tonno. |
| | Caratteristiche e potenzialità del sistema fitale: metodologie di studio e prospettive per la valorizzazione. |
| 1982 | Biologia Marina e realtà sociali. |
| Massalubrense | Fattori ambientali e popolamenti marini. |
| 1983 | Storia della Biologia Marina dell'Adriatico. |
| Trieste | Plancton ed ambiente marino. |
| | Estuari e lagune. |
| | Bionomie dei piani litorali. |
| | Biologia e gestione delle risorse pelagiche. |
| 1984 | Biologia e gestione delle risorse marine costiere. |
| Lucca | Ecofisiologia degli organismi marini. |
| | Acquacoltura. |
| | Il ruolo degli Anellidi negli ecosistemi marini. |
| 1985 | Dinamica di popolazione di organismi marini. |
| Ferrara | Struttura e dinamica delle comunità marine. |
| | Plancton e produttività primaria. |
| | Meiobenthos e forma interstiziale. |
| | Eutrofizzazione e produttività. |
| | Conservazione e sfruttamento razionale delle risorse marine. |
| | I Selaci. |
| 1986 | Problematiche attuali nella fisiologia e nella biochimica degli organismi marini. |
| Cesenatico | Gli effetti dell'eutrofizzazione sugli organismi marini. |
| | Ecologia ed evoluzione del benthos con particolare riguardo al Mediterraneo. |
| | I Cefalopodi. |
| 1987 | Storia della Biologia Marina. |
| Napoli | Plancton: aspetti funzionali del sistema pelagico. |
| | Fisiologia degli organismi marini: meccanismi fisiologici dell'adattamento. |
| | Rapporti fra acquicoltura e pesca. |
| | Aspetti funzionali degli ecosistemi bentonici, rapporti interspecifici e flussi di energia. |
| 1988 | Aspetti biogeografici del Mediterraneo. |
| Vibo Valentia | Variabilità delle specie ed ambiente nel benthos marino. |
| | Ecologia dei microorganismi marini. |
| | Piscicoltura marina: problemi di riproduzione, di allevamento larvale e nuove tecnologie di allevamento. |

**Riassunto**

*La S.I.B.M. è sorta nel 1969, ad opera di un'Assemblea Costitutiva animata da Guido Bacci che volle che la Sua Livorno tenesse a battesimo la nuova Società e l'Acquario di Livorno ne divenisse la sede ufficiale. Il dibattito sulla denominazione della società e sulle sue finalità è stato molto vivace soprattutto da parte di coloro i quali desideravano maggiori spazi per i settori abiologici (oceanografia fisica, chimica, geologia marina, ecc.) e che in seguito hanno costituito l'A.I.O.L.*

*Primo presidente della S.I.B.M. fu eletto Giuseppe Montalenti al quale si deve un primo contributo storico dal titolo "La biologia marina in Italia ieri e oggi". Il primo segretario è stato Giuseppe Cognetti. Alla Presidenza si sono quindi succeduti Bacci, Cognetti, Battaglia, Sarà, Ghirardelli.*

*Al primo congresso, al quale avevano partecipato 139 persone, sono seguiti i congressi di Bari (70), Napoli (71), Lipari (72), Nardò (73), Livorno (74), Venezia (75), Taormina (76), Ischia (77), Ancona (78), Orbetello (79), Bari ('80), Cefalù ('81 ), Massa Lubrense ('82), Trieste ('83), Lecce-Alimini ('84), Ferrara ('85), Cesenatico ('86), Napoli ('87). Sono stati pubblicati gli Atti dei primi 18 congressi pari a 5900 pagine, che rappresentano la sintesi delle discussioni sulle principali tematiche e dei risultati ottenuti in Italia dal 1969, nel campo della Biologia Marina, compresi i settori applicativi. Questi ultimi hanno avuto un notevole impulso dai Progetti Finalizzati del C.N.R. (in particolare Oceanografia e Fondi Marini) e dai finanziamenti del Ministero Marina Mercantile nell'ambito della legge 41/82.*

*Dai 110 soci del 1969 si è passati ai 249 del 1975 ed agli attuali 523. Nel 1971 vengono costituiti tre Comitati Scientifici: Plancton e Produttività Primaria; Benthos, Ittiologia e Pesca; Parchi Marini. Dal congresso di Ferrara i Comitati sono cinque: Acquicoltura, Benthos, Gestione e Valorizzazione della Fascia Costiera, Necton e Pesca, Plancton, oltre ad alcuni gruppi di lavoro, tra cui il più attivo è quello sui Policheti.*

*Dal 1980 viene pubblicato un Notiziario. Oltre ai Congressi la S.I.B.M. ha promosso numerose iniziative quali incontri su specifiche tematiche, inchieste sullo stato della ricerca e della didattica di Biologia Marina, rassegne bibliografiche, elenchi degli specialisti italiani dei diversi settori.*

*OEBALIA 1990 Suppl., Vol. XVI-1: 23-27* ISSN 0392-6613

R. DELAVAULT
(Université d'Orléans - France)

# LA BIOLOGIE MARINE, SOURCE DE RECHERCHES FONDAMENTALES ET APPLIQUÉES DANS LE CADRE EUROPÉEN.

Monsieur le Président,

Mesdames et Messieurs,

Chèrs Collègues,

Les promoteurs et organisateurs de ce congrès, qui se tient à l'occasion du 20$^{ième}$ anniversaire de la fondation de la Société de Biologie marine, m'ont aimablement sollicité pour en assurer l'ouverture. Je les remercie bien sincèrement de l'honneur qu'ils me font et de la confiance qu'ils m'ont ainsi témoignée.

Nous sommes réunis pour nous exprimer sur les intérets attachés aux recherches fondamentales et appliquées dans le domaine de cette branche capitale de la Biologie.

La lecture des titres des communications qui vous seront présentées démontre sans peine l'ampleur de ces recherches et les multiples aspects qu'elles suscitent dans le monde marin offrant ses richesses et sa diversité.

La mer n'est - elle pas un milieu prodigieux de ressources, de découvertes, de profit aussi pour qui sait utiliser avec discernement les produits qu'elle recèle?

Qu'on songe, pour en avoir une idée précise, à l'éventail et à l'importance des moyens techniques mis en oeuvre actuellement, tant en surface qu'en moyenne ou forte profondeur, et qui permettent de l'explorer infiniment mieux qu'on ne pouvait le faire autrefois alors que le milieu terrestre était volontiers plus accessible.

Il est vrai, cependant, que depuis fort longtemps déjà, le matériel marin avait permis d'aborder de grands problèmes de la Biologie générale avec la naissance des grandes stations zoologiques marines dans la seconde moitié du 19$^{ième}$ Siècle.

Depuis, les centres d'intérêt se sont multipliés et diversifiés, y compris à l'intérieur des territoires, les facilités de communication aidant aux rapports et aux échanges avec les stations littorales, et permettant les livraisons rapides de matériel

qu'on peut élever et suivre sur place. Mais, surtout, a la philosophie qui dictait aux chercheurs de donner la préférence aux recherches fondamentales, s'est alliée progressivement la prise de conscience de la nécéssité de recherches appliquées dans la plus large coopération possible.

Ce sont les aspects généraux de ces problèmes dont j'aimerais vous entretenir au cours de cet exposé.

A titre introductif, pour parler de recherche fondamentale, je souhaiterais ici faire appel à mon expérience personnelle en vous résumant certains travaux que j'ai poursuivis sur les Echinodermes et qui ouvrent encore des lignes de recherches pleines de promesses. En fait, c'est en Italie, à la Station zoologique de Naples, que s'est dessiné pour la première fois mon choix sur l'utilisation de ce matériel, en faisant la connaissance de mon collègue Cognetti qui, à l'époque, travaillait sur la sexualité d' Astérides hermaphrodites. M' intéressant moi - même aux problèmes de l'hermaphrodisme fonctionnel, nous décidâmes de travailler ensemble et c'est ainsi que s'établit entre nous deux et nos élèves une collaboration qui s'est poursuivie dans les stations maritimes françaises et italiennes, en particulier à l'Aquarium de Livourne, devenu depuis le Centre Interuniversitaire de Biologie marine.

Il est vrai aussi que les circonstances me furent favorables car j'eus le grand privilège de retenir l'intérêt du professeur Bacci et, dès lors, il devait pendant des années me faire bénéficier de ses précieux conseils et, surtout, de sa solide amitié.

J'en reviens aux Echinodermes.

Nous savons tous que ces animaux, et surtout les Echinides, ont représenté dans le passé un matériel de recherche privilégié.

Ainsi, c'est l'Oursin qui a puissamment contribué à l'étude des processus de la fécondation, et du dèveloppement embryonnaire sur les plans descriptif et expérimental. C'est d'ailleurs, encore actuellement, le matériel de choix de nombreux chercheurs.

Mais quelle place peut - on réserver aux autres Echinodermes dans les recherches en Biologie générale, et quelle contribution peut - on attendre de leurs représentants dans les progrès à venir?

A cet égard, je pense essentiellement aux Astérides et aux avantages que présentent ces animaux comme matériel de recherche.

Parmi ces avantages, il faut retenir la large distribution géographique de certaines espèces qui permet leur récolte au voisinage de nombreuses Stations maritimes de recherche. On peut y ajouter les facilités d'élevage pour des espèces judicieusement choisies, telles celles de petite taille, peu encombrantes et nutritionellement peu exigeantes. Il faut retenir enfin que les glandes génitales des Etoiles de mer peuvent être facilement accessibles aux interventions chirurgicales et qu'on peut, étant donné leur nombre, répéter éventuellement tel ou tel type

d'opération au cours du temps, de manière à suivre au plus près leur évolution en microscopie photonique et électronique. Leur mise en culture *in vitro* ne présente en outre aucune difficulté.

Dès lors que ces avantages sont retenus, certaines lignes de recherche peuvent être privilégiées en utilisant les Astérides, en particulier dans les domaines de la sexualité et de la reproduction.

Sur ces chapitres, divers aspects ont déjà été abordés et étudiés, mais il reste encore beaucoup à faire.

Ainsi, je pense à la notion d'hermaphrodisme fonctionnel équilibré et non équilibré qui fut si bien dégagée autrefois par Bacci. Cette notion d'équilibre et de non - équilibre qui s'applique à certaines espèces et, dans une même espèce, à la particularité de races sexuelles, doit être approfondie dans le domaine des études portant sur la variabilité génotypique et ses rapports avec l'adaptation au milieu dans lequel vivent les espèces et les races concernées. Les stages dans divers laboratoires maritimes, avec les comparaisons que l'on pourra en tirer, permettront d'aller plus loin encore dans l'approfondissement de cette question capitale dont l'étude peut être étendue à d'autres groupes zoologiques, et qui intéresse au premier chef tous les écologistes et, qui sait? ceux qui se penchent sur le problème de l'évolution de la sexualité.

Je pense aussi à la cytodifférenciation germinale qui paraît obéir, chez les Echinodermes, à des processus très particuliers s' éloignant notablement de ceux que l'on connaît habituellement.

Nous avons montré en effet, du moins chez *Asterina gibbosa,* que le siège de la cytodifférenciation première des gonocytes primordiaux issus d'un bourgeon génital aboral, se déroule au cours de leur transit vers les gonades et non au niveau de ce que l'on convient de nommer habituellement un épithélium germinatif intragonadique. A ce niveau, c'est à une cytodifférenciation secondaire que l'on assiste, les cellules germinales qui ont atteint les gonades ayant déjà valeur de spermatogonies ou d' ovogonies.

La cytodifférenciation primaire des gonocytes s'effectue donc en dehors des gonades après que ces gonocytes aient quitté leur siège initial où ils s'y multiplient.

Ce problème, pour l'instant, demande encore d'être élucidé, sinon généralisé, de même que celui de l'intervention éventuelle d'inducteurs sexuels. Je livre ces questions à ceux qui auraient le désir de les reprendre et de les approfondir.

Je songe, enfin, pour évoquer le problème de la reproduction, aux apports qu'ont fourni les Astérides sur certains aspects de la vitellogenèse.

Nous avons poursuivi une étude comparée de la vitellogenèse chez deux espèces dont on savait que le développement larvaire est totalement différent. Ainsi, l'une présente un développement condensé, une larve fixée, sédentaire, alors

que l'autre offre une forme larvaire pélagique et nageante, beaucoup plus répandue chez les Astérides. Or les teneurs en vitellus des oeufs de la première espéce est très riche en substances de réserve, alors que l'oeuf de la seconde en est relativement pauvre.

C'est en cherchant s'il pouvait exister une corrélation entre cette teneur différentielle en vitellus et le mode spécifique de développement larvaire que nous avons pu mettre en évidence un rôle très particulier des lysosomes.

Ceux - ci, en effet, chez l'espèce à développement larvaire condensé, ne participent pas exclusivement à des fonctions de dégradation intracellulaire mais englobent, à un certain stade du cycle ovogénétique, des produits qui sont élaborés au niveau du réticulum endoplasmique, participant ainsi à la confection du vitellus.

Quand on songe qu'on retrouve aussi de nombreuses espèces d'Invertébrés chez qui la haute teneur en vitellus des oeufs entraîne un développement direct, sans formes larvaires, je crois pouvoir dire que les Astérides ont fourni un excellent modèle de départ pour des recherches conduisant à compléter nos connaissances sur le rôle des lysosomes dans les processus vitellogénétiques.

Voici donc, résumé simplement à ces trois exemples, ce que je voulais vous communiquer à propos d'un matériel marin qui m'à procuré beaucoup de satisfaction dans mon travail de chercheur, et dont les ressources dans l'avenir sont loin d'être épuisées.

Certes, c'est volontairement que j'ai choisi ces exemples qui sont l'illustration type de recherches d'ordre purement fondamental, mais c'est pour mieux défendre maintenant que dans le monde où désormais nous vivons, l'intérêt des hommes demande aussi de ne pas oublier les applications que l'on peut espérer tirer des études en Biologie fondamentale.

Si, peut - être, nous n'en avions pas conscience autrefois, ces temps sont désormais révolus. Naturellement, le chercheur fondamentaliste, en raison même de l'empreinte de sa formation, peut ne pas toujours posséder les qualités requises pour savoir discerner quels usages on peut tirer de ses découvertes. Nul ne saurait lui en faire le reproche. Mais on peut espérer qu'il prenne conscience de cette nécessité et qu'il fasse l'effort de rechercher les liens indispensables avec tous ceux qui sont susceptibles d'exploiter ses résultats dans le domaine pratique.

Avant toute entreprise, n'est - il pas désormais souhaitable de repenser les sujets de recherche en fonction de ces impératifs et de ménager les concertations préalables entre les responsables afin d'envisager des ouvertures possibles au - delà du seul souci - fort honorable d'ailleurs - de la pure découverte? C'est affaire d'éducation et de nouvelles tournures d'esprit ce qui demande des efforts et des hommes de bonne volonté.

Naturellement cette règle ne saurait être imposée contre le gré de chacun et nous ne prétendons pas lui donner valeur universelle, mais il ne paraît pas déraisonnable d'en défendre les principes.

En bref, il convient de développer cet esprit de collaboration entre fondamentalistes et praticiens. Egaux en mérite, ils exerceront leurs compétences propres dans le souci des progrès que l'on pourra en tirer dans les domaines écologiques, économiques, éducatifs et culturels.

C'est l'affaire de tous.

Et cette réflexion me conduit à aller plus loin, à constater que ces préoccupations de recherche, de sauvegarde, d'entretien, d'exploitation des richesses naturelles de la mer, deviennent des sujets à traiter sur le plan européen.

Je me permettrai de souligner ici que les différences de culture, de mode de pensée, ne sont nullement un obstacle à ces réalisations. Bien au contraire. Loin de craindre ces différences, elles doivent être considérées comme des sources d'enrichissement et d'efficacité. L'esprit d'équipe qui se développe au sein des Universités et des Instances nationales de recherche doit s'étendre au - delà des frontières.

Il me paraît que cette conception s'impose désormais devant les impératifs qui régissent les grandes lois naturelles auxquelles l'Homme se trouve confronté, qu'il doit s'efforcer de discipliner, de mettre à profit pour son mieux - être, pour améliorer et non détruire son précieux environnement.

Pour conclure, il me paraît de souligner qu'à l'heure où l'Europe économique va se concrétiser d'ici peu d'années, il serait dommage que l'Europe de la Recherche ne se fraye pas, elle - aussi, les chemins qui conduiront à sa réussite.

Monsieur le Président, Mesdames et Messieurs, chers Collègues, je vous remercie de l'attention que vous m'avez accordée, et je formule les voeux de plus grand succès en faveur de ce Congrès de Biologie marine et des éminentes personnalités qui y participent.

*OEBALIA 1990 Suppl., Vol. XVI-1: 31 - 49 ISSN 0392-6613*

I. DI GERONIMO
Istituto di Scienze della Terra, Corso Italia 55 - 95129 Catania , Italia.

# BIOGEOGRAFIA DELLO ZOOBENTHOS DEL MEDITERRANEO: ORIGINE E PROBLEMATICHE.

**Key words**: Biogeography, zoobenthos, Mediterranean Sea, Pleistocene, Olocene.

Le province biogeografiche marine oggi adottate sono, quasi fedelmente, quelle proposte oltre un secolo fa da WOODWARD (1866) basate essenzialmente su faune costiere a Molluschi. Nelle idee del tempo si considerava come essenziale che "per costituire una provincia distinta almeno la metà delle specie fossero esclusive, sia piante che animali".

Dapprincipio i fattori ecologici erano ritenuti insufficienti a spiegare la distribuzione geografica delle specie che si riteneva fosse regolata da " leggi sconosciute" (Swainson) o dal Creatore (Kirby).

FORBES (1843), nella prima metà dell' 800, per primo riuscì a inquadrare in un sistema organico le conoscenze geologiche e biologiche del tempo in modo da chiarire le "leggi sconosciute". Si affermò in modo definitivo e solido il concetto che le Province biogeografiche fossero la risultante degli eventi geologici, della distribuzione delle terre e delle acque e delle diversità dei climi. PIELOU (1979) ai nostri giorni sostiene che "In una costa la distribuzione geografica di una singola specie forma un segmento lineare. Se un gran numero di questi segmenti lineari sono coincidenti (o approssimativamente) si può ragionevolmente considerare la distesa di costa sottesa come una unità biogeografica". Ma una unità biogeografica può essere limitata anche tramite fattori abiotici e HAYDEN & DOLAN (1976) rilevano una forte tendenza alla coincidenza dei limiti di provincia biogeografica definiti bioticamente e abioticamente.

| | Méditerranée et | | | | | | | | | | | | | | Nombre d'espèces envisagées |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Endémiques | | Lusitanienne | | Mauré-tanienne | | Boréale | | Séné-galienne | | Indo-pacifique | | Amphi-atlantique | | |
| | Nb. | p. 100 | Nb. | p. 100 | Nb. | p. 100 | Nb. | p. 100 | Nb. | p. 100 | Nb. | p. 100 | Nb. | p. 100 | |
| *ECHINODERMATA* | | | | | | | | | | | | | | | |
| *Crinoidea* | 2 | 50,0 | 2 | 50,0 | 2 | 50,0 | 1 | 25,0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 |
| *Holothurioidea* | 15 | 34,9 | 24 | 55,8 | 12 | 27,9 | 13 | 30,2 | 4 | 9,3 | 4 | 9,3 | 6 | 13,9 | 43 |
| *Asteroidea* | 4 | 14,3 | 20 | 71,4 | 17 | 60,7 | 9 | 32,1 | 14 | 50,0 | 1 | 3,6 | 1 | 3,6 | 28 |
| *Ophiuroidea* | 6 | 18,2 | 19 | 57,6 | 20 | 60,6 | 11 | 33,3 | 10 | 30,3 | 3 | 9,1 | 1 | 3,0 | 33 |
| *Echinoidea* | 5 | 19,3 | 13 | 50,0 | 19 | 73,1 | 10 | 38,4 | 14 | 53,8 | 1 | 3,8 | 8 | 30,8 | 26 |
| Total *ECHINODERMATA* | 32 | 23,9 | 78 | 58,2 | 70 | 52,2 | 44 | 32,8 | 42 | 31,3 | 9 | 6,7 | 16 | 11,9 | 134 |
| *PRIAPULIDA* | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 100 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 100 | 1 |
| *POLYCHAETA ERRANTIA* | 88 | 23,7 | 218 | 58,7 | 146 | 39,3 | 179 | 48,2 | 82 | 22,1 | 110 | 29,6 | 37 | 10,0 | 371 |
| *ECHIURIDA* | 1 | 16,7 | 2 | 33,3 | 0 | 0 | 3 | 50,0 | 0 | 0 | 2 | 33,3 | 0 | 0 | 6 |
| *SIPUNCULA* | 4 | 20,0 | 12 | 60,0 | 4 | 20,0 | 14 | 70,0 | 5 | 25,0 | 6 | 30,0 | 5 | 25,0 | 20 |
| *BRACHIOPODA* | | | | | | | | | | | | | | | |
| *Inarticulata* | 1 | 50,0 | 1 | 50,0 | 0 | 0 | 1 | 50,0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| *Articulata* | 1 | 7,7 | 8 | 61,5 | 8 | 61,5 | 4 | 30,7 | 1 | 7,7 | 3 | 23,1 | 2 | 15,4 | 13 |
| Total *BRACHIOPODA* | 2 | 13,3 | 9 | 60,0 | 8 | 53,3 | 5 | 33,3 | 1 | 6,6 | 3 | 20,0 | 2 | 13,3 | 15 |
| *MOLLUSCA* | | | | | | | | | | | | | | | |
| *Solenogastres* | 19 | 73,1 | 4 | 15,4 | 1 | 3,8 | 4 | 15,4 | 0 | 0 | 1 | 3,8 | 0 | 0 | 26 |
| *Caudofoverata* | 3 | 60,0 | 1 | 20,0 | 0 | 0 | 2 | 40,0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 |
| *Polyplacophora* | 2 | 13,3 | 11 | 73,3 | 8 | 53,3 | 8 | 53,3 | 0 | 0 | 2 | 13,3 | 2 | 13,3 | 15 |
| *Scaphopoda* | 2 | 9,5 | 16 | 76,2 | 13 | 61,9 | 11 | 52,4 | 6 | 28,6 | 0 | 0 | 7 | 33,3 | 21 |
| *Pelecypoda* | 31 | 10,3 | 254 | 84,6 | 206 | 68,6 | 169 | 56,3 | 103 | 34,3 | 31 | 10,3 | 52 | 17,3 | 300 |
| *Cephalopoda* | 8 | 23,5 | 22 | 64,7 | 13 | 38,2 | 18 | 52,9 | 8 | 23,5 | 7 | 20,6 | 7 | 20,6 | 34 |
| Total *MOLLUSCA* | 65 | 16,2 | 308 | 76,8 | 241 | 60,1 | 212 | 52,8 | 117 | 29,1 | 41 | 10,2 | 68 | 16,9 | 401 |
| *CRUSTACEA DECAPODA* | 52 | 18,1 | 187 | 65,4 | 151 | 52,8 | 115 | 40,2 | 107 | 37,4 | 32 | 18,2 | 28 | 9,8 | 286 |
| *POGONOPHORA* | 1 | 100 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| *PHORONIDEA* | 0 | 0 | 3 | 75,0 | 0 | 0 | 4 | 100 | 0 | 0 | 4 | 100 | 3 | 75,0 | 4 |
| *HEMICHORDATA* | | | | | | | | | | | | | | | |
| *Pterobranchia* | 0 | 0 | 1 | 100 | 0 | 0 | 1 | 100 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| *Enteropneusta* | 2 | 50 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 25 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 25 | 4 |
| Totaux (11 Phyla) | 247 | 19,8 | 818 | 65,7 | 620 | 49,8 | 579 | 46,5 | 354 | 28,4 | 227 | 18,2 | 161 | 12,9 | 1 244 |

**Tab. I** - Affinità dei popolamenti bentonici mediterranei con ciascuna delle regioni o province biogeografiche (da FREDJ, 1974).

Nello schema di WOORDWARD (1866) il Mediterraneo è incluso nella Provincia Lusitanica estesa, in Atlantico, dal golfo di Biscaglia sino alle isole Azzorre. Si riconosce già che la maggior parte delle specie ha una origine settentrionale e l'importanza delle specie endemiche nonché la diminuzione specifica verso Est.

EKMAN (1953) che rappresenta il punto di partenza per le ricerche moderne, sostiene che "the straits of Girblatar do not represent an important zoogeographical boundary" per cui la Regione Mediterranea fa parte di un sistema più ampio comprendente le limitrofe Regione Lusitanica e Regione Mauritanica, estentendosi sino a Capo Bianco. Inoltre EKMAN (1953) scrive che "it is obvious that the greater part of this Mediterranean-Atlantic region is inhabitated principally by a warm-temperate fauna".

Lo schema di EKMAN (1953) viene accettato, almeno nelle linee generali da tutti gli AA successivi, e vengono introdotti solo dei dettagli nell'ambito di suddivisioni secondarie interne al Mediterraneo. Anche MARS (1963) accetta una simile impostazione e suddivide la Provincia Mediterraneo-Atlantica in Regione Franco-Iberica, Regione Mediterranea e Regione Marocchina.

I più recenti studi biogeografici di ampio respiro sul Mediterraneo sono i lavori di FREDJ (1974) e FREDJ & LAUBIER (1985). Nel primo viene eseguita una analisi biogeografica a partire da 1244 specie bentoniche quasi tutte a distribuzione atlantica, salvo il 5% di specie recentemente immigrate dal Mar Rosso e il 20% di

| | ANTIPA 1941 | FREDJ 1974 | FREDJ & LAUBIER 1985 |
|---|---|---|---|
| PORIFERA | 110 | - | 502 |
| CNIDARIA | 156 | - | 328 |
| Hidrozoa | 109 | - | (B) 183 |
| Antozoa | 47 | - | 145 |
| ECHINODERMATA | 53 | 134 | 144 |
| Crinoidea | | 4 | 5 |
| Holothurioidea | | 43 | 50 |
| Asteroidea | | 28 | 31 |
| Ophiuroidea | | 33 | 32 |
| Echinoidea | | 26 | 26 |
| PRIAPULIDA | 0 | 1 | 3 |
| ANNELIDA | 516 | 668 | (B) 791 |
| Errantia | | 371 | 384 |
| Sedentaria | | 297 | 407 |
| ECHIURIDA | | 6 | 6 |
| SIPUNCULA | | 20 | 20 |
| BRACHIOPODA | 23 | 15 | 11 |
| ENTOPROCTA | 11 | - | 19 |
| ECTOPROCTA | 306 | - | 657 |
| Cyclostomata | | - | 100 |
| Ctenostomata | | - | 57 |
| Anasca | | - | 300 |
| Ascophora | | - | 200 |
| MOLLUSCA | | | |
| Solenogastri | | 26 | 26 |
| Caudofoveata | 22 | 6 | 6 |
| Polyplacophora | | 15 | 15 |
| Scaphopoda | 14 | 21 | 21 |
| Pelecypoda | 358 | 302 | 302 |
| Cephalopoda | 63 | 34 | (B) 34 |
| Gastropoda | 965 | - | (B) 965 |
| ARTHROPODA | | | |
| Decapoda | 251 | 286 | 306 |
| Altri | 960 | - | (E) 1635 |
| PORONOPHORA | 0 | 1 | 1 |
| PHORONIDEA | 1 | 4 | 4 |
| HEMICHORDATA | 3 | 5 | 5 |
| CHORDATA | 200 | - | 200 |
| PISCES | 549 | - | (B) 346 |
| TOTALE | 4561 | 2760 | 6346 |

(B) = Sole specie bentoniche; (E) = Valori stimati

**Tab. II** - Numero delle specie appartenenti ai principali gruppi bentonici del Mediterraneo (da FREDJ & LAUBIER, 1985).

specie endemiche. (Tab. 1) Viene inoltre esaminata in dettaglio la ripartizione delle specie all'interno del Mediterraneo e i principali risultati sono discussi in rapporto ai dati geologici e geofisici concordati con un dissecca-mento messiniano del Mediterraneo ed un successivo ripopolamento. Nel secondo lavoro gli AA. fanno una attenta disamina delle sole specie bentoniche profonde mediterranee, pescate al di sotto dell'isobata dei 200 m., risalendo alla loro origine che è sempre, come per le forme superficiali, di tipo atlantico temperato.

Da segnalare che le analisi biogeografiche raramente sono condotte su un grande numero di gruppi zoologici e che quelle più antiche erano condotte su un numero molto esiguo di specie. Tale numero aumenta considerevolmente con il procedere delle ricerche in mare e passa dalle poche centinaia di specie utilizzate da SARS (1879) e NORDGAARD (1915) per confrontare le faune scandinave e mediterranee alle migliaia (6346 specie) di FREDJ & LAUBIER (1985) che costituiscono il budget specifico di una banca di dati biologici istituita da Fredj presso l'Università di Nice. (Tab. II) Malgrado la grande differenza di numero di specie utilizzate per i calcoli dai vecchi AA. e dai più recenti le percentuali degli stocks a diverso significato biogeografico variano poco, conservando lo stesso significato di fondo dell'affinità atlantica della fauna mediterranea.

L'analisi biogeografica di FREDJ (1974) su 1244 specie bentoniche tra cui spiccano per abbondanza Echinodermata (134 specie), Policheta errantia (371 sp.), Mollusca (401 sp.) e Crustacea Decapoda (286 sp.), evidenzia quattro gruppi principali tra cu spiccano le specie endemiche (19,8%) e quelle ad affinità Atlantico-Boreale (61,9%) su quelle a distribuzione Mediterraneo-Atlantico-

| Espèce à répartition Méditerranéenne et… | Hydroi des (192 espèces envisagées) | Crustacés Décapodes Marcheurs (129 espèces envisagées) | Echinodermes (107 espèces envisagées) | Ascidies (132 espèces envisagées) |
|---|---|---|---|---|
| Nord Atlantique (dans un sens±large): | 41,6% | 56,6% | 50% | 31,8% |
| Sénégalienne: | 0% | 17,9% | 14% | 2,2% |
| Centrale Atlantique (les deux rivages subtropicaux de l'Atlantique): | 3,6% | 2,3% | 4,6% | 1,7% |
| Circumtropicale: | 10% | 2,3% | 0,9% | 4,5% |
| Cosmopolite: | 17,2% | 4,6% | 2,8% | 5,3% |
| Indo-Pacifique (introductions par le canal de Suez): | 0% | 3% | 0,9% | (1) 3,2% |
| Endémiques: | 27,1% | 13,2% | 26,1% | 50,4% |

**Tab. III** Distribuzione geografica di alcuni gruppi di organismi bentonici mediterranei (da PÈRÉS & PICARD, 1964).

Atlantico-Boreale (61,9%) su quelle a distribuzione Mediterraneo-Atlantico-Pacifico (13,2%) e quelle a distribuzione Mediterraneo-Indopacifica (5%). I suddetti valori sono le medie tra quelli dei diversi gruppi bentonici (Tab. III) che singolarmente possono differire anche in modo notevole (FREDJ, 1974; PÈRÉS & PICARD, 1964).

Suddivisioni significative del benthos possono essere fatte prendendo in considerazione la profondità, (Tab. IV) anche se ancora non sono ben chiari i rapporti tra la pressione e gli organismi. Probabilmente l'influsso della profondità si esplica tramite le variazioni di luminosità, di temperatura o di idrodinamismo in connessione con la morfologia del fondo.

Dal modello di FORBES (1843) che contemplava 8 Regioni popolate da organismi sino a circa 300 fms di profondità oltre i quali si estendeva una grande zona azoica, è trascorso oltre un secolo e attualmente si comincia a studiare coi mezzi adeguati anche la fauna profonda del Mediterraneo. Sono stati trovati organismi viventi anche nelle massime profondità come il mollusco *Cithna temila* a 4.210 m. (DI GERONIMO, 1974) e il polichete *Lacydonia laureci* a 4.690 m nella zona di Matapan (LAUBIER, 1975). In ogni caso, il benthos oltre i 200 m di profondità è poco conosciuto e sicuramente nei prossimi anni, man mano che saranno svolte altre ricerche, il numero delle specie conosciute aumenterà considerevolmente.

FREDJ E LAUBIER (1975) esaminano la fauna bentonica mediterranea segnalata oltre i 200 m. di profondità, il cui numero di specie è aumentato del 30% negli ultimi 25 anni a causa dell'intensificarsi delle ricerche.

Rilevano la scarsità e la disomogeneità dei campionamenti per cui il Mediterraneo occidentale è di gran lunga meglio conosciuto di quello orientale; le

| POURCENTAGE D'ESPÈCES | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Récoltées sous les limites (mètres) | Endémiques | Boréales | Non endémiques | Peuplement total | Vivant strictement sous les limites (mètres) | Endémiques | Boréales | Non endémiques | Peuplement total |
| 0 | 100 | 100 | 100 | 100 | 0 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 50 | 46,0 | 74,2 | 67,3 | 63,5 | 50 | 25,1 | 24,1 | 22,9 | 23,3 |
| 100 | 25,1 | 55,0 | 48,4 | 44,3 | 100 | 11,8 | 15,6 | 15,2 | 14,6 |
| 150 | 20,8 | 46,0 | 40,1 | 36,7 | 150 | 8,5 | 11,9 | 10,7 | 10,3 |
| 200 | 15,2 | 42,2 | 34,9 | 31,4 | 200 | 6,6 | 10,1 | 9,0 | 8,6 |
| 300 | 10,9 | 34,6 | 28,0 | 25,0 | 300 | 4,7 | 7,2 | 6,4 | 6,1 |
| 500 | 6,2 | 24,4 | 20,0 | 17,5 | 500 | 2,8 | 2,8 | 2,4 | 2,5 |
| 1000 | 4,3 | 12,6 | 9,6 | 8,6 | 1000 | 0,9 | 0,7 | 0,6 | 0,7 |
| 2000 | 0,9 | 4,2 | 3,1 | 2,7 | 2000 | 0,9 | 0,3 | 0,2 | 0,3 |

| POURCENTAGE D'ESPÈCES | | | |
|---|---|---|---|
| Strictement comprises entre (mètres) | Endémiques | Non endémiques | Peuplement total |
| 0 - 50 | 54,0 | 32,3 | 36,1 |
| 51 - 100 | 9,0 | 1,3 | 2,7 |
| 101 - 150 | 0,9 | 0,9 | 0,9 |
| 151 - 200 | 1,4 | 0,1 | 0,3 |
| 201 - 300 | 1,4 | 0,5 | 0,7 |
| 301 - 500 | 1,4 | 1,3 | 1,3 |
| 501 - 1000 | 0,9 | 1,2 | 1,2 |
| 1001 - 2000 | 0 | 0,1 | 0,1 |
| 2001 - 3000 | 0,9 | 0,2 | 0,3 |
| Totaux | 69,9 | 37,9 | 43,6 |

**Tab. IV** - Ripartizione batimetrica in Mediterraneo delle 1244 specie bentoniche considerate da FREDJ (1974).

zone di transizione quali lo Stretto di Gibilterra, la soglia siculo-tunisina, il canale tra il mare Egeo e le isole elleniche, che sono particolarmente importanti per la comprensione di molti fenomeni biogeografici, sono tutti da studiare in dettaglio.

La fauna profonda mediterranea deriva sicuramente da quella atlantica, ma è molto più povera, mancando di molti gruppi tipicamente batiali o abissali di specie fredde stenoterme, a causa della omotermia in profondità. La giovinezza della fauna profonda mediterranea è denunciata dalla grande scarsità di endemismi che possiedono quasi sempre delle specie molto simili in Atlantico.

La composizione faunistica di un bacino marino è fortemente condizionata da due fattori principali: il primo è la storia geologica che ha originato il bacino e che ne ha modellato il fondo e disegnato i confini; il secondo è la tolleranza degli organismi ai diversi fattori ecologici abiotici e biotici. E' opinione diffusa nella

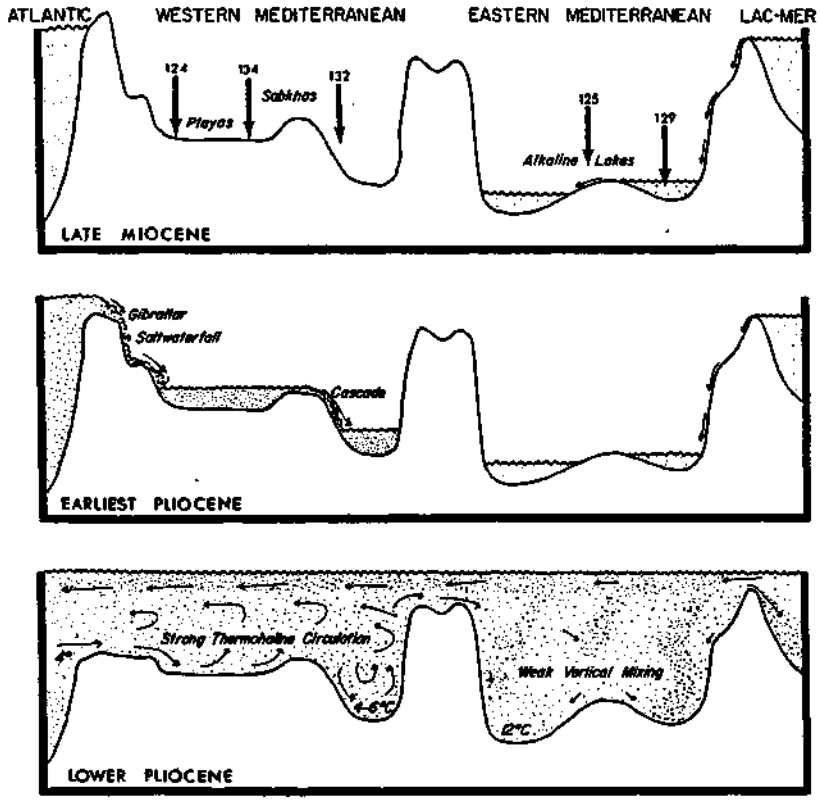



**Fig. 1** - Fasi di disseccamento, allagamento e di circolazione oceanica nel Mediterraneo alla fine della crisi di salinità (da CITA & RYAN, 1973).

maggioranza degli AA. che il fattore ecologico più importante sia la temperatura delle acque che condiziona gli organismi specialmente nella riproduzione e nelle fasi larvali (SCARLATO, 1977; PIELOU, 1979). L'attuale composizione faunistica del Mediterraneo, è quindi, il risultato della sua recente storia geologica. In particolare, se si esclude la presenza nel Mediterraneo di "specie endemiche tetisiane" (EKMAN, 1953; PÈRÉS & PICARD, 1964; FREDJ, 1974), tutte le specie attuali dovrebbero derivare dal ripopolamento dopo la crisi messiniana.

La letteratura geologica e paleontologica è molto ricca di lavori concernenti la crisi terminale miocenica e la successiva evoluzione paloquaternaria, desunta per la prima volta nelle grandi linee da RUGGIERI (1962; 1967). I dati geologici raccolti sia su terraferma che in fondo al mare con il famoso Deep Sea Drilling Project, non sono uniformemente interpretabili e sono stati proposti diversi modelli atti a spiegare la presenza di evaporiti in tutto il Mediterraneo.

1) Formazione di sali in mare profondo (SCHMALZ, 1969).
2) Formazione di evaporiti in bacini profondi (Fig. 1) disseccati con poco spessore

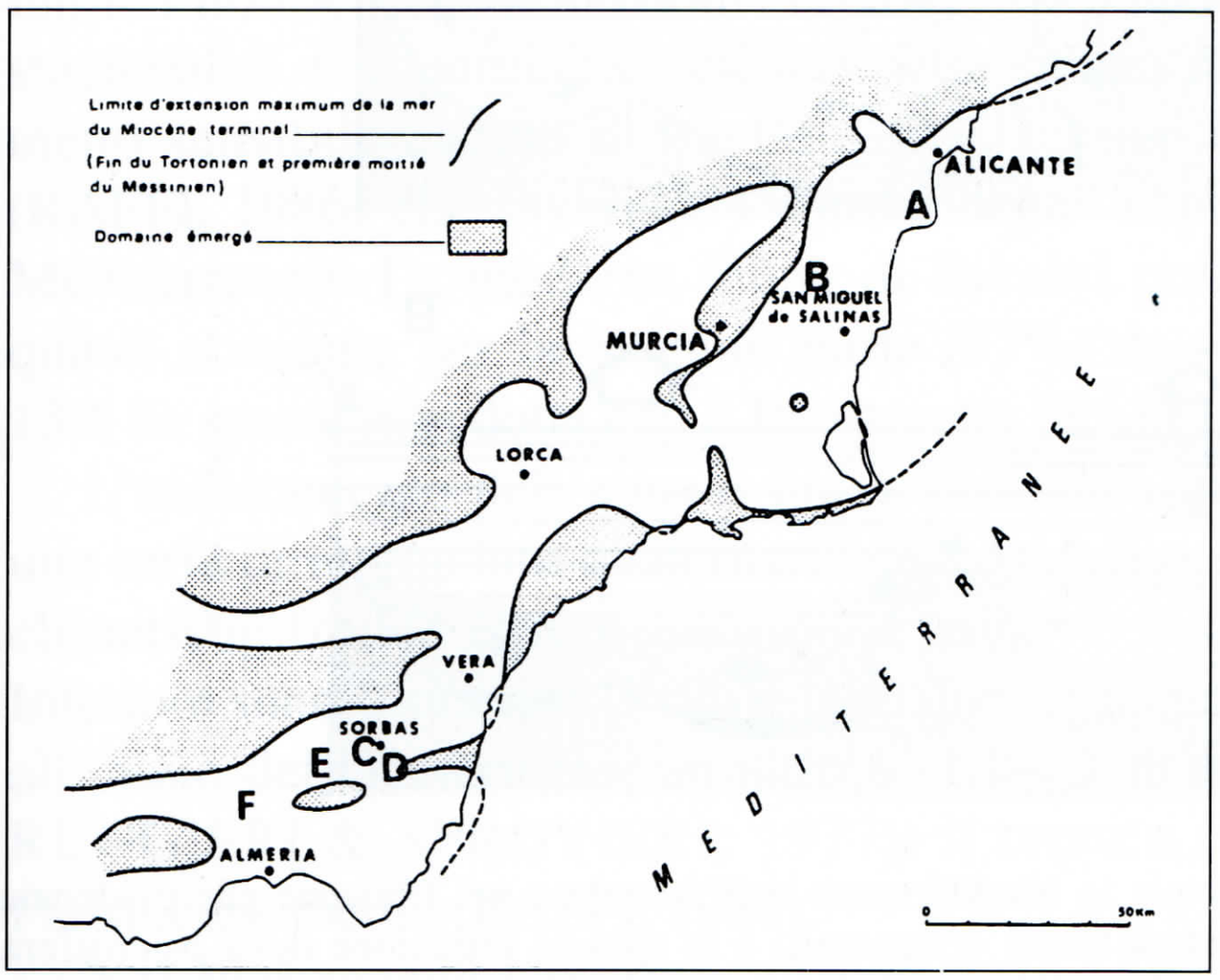



**Fig. 2** - Schema paleogeografico del Messiniano della Spagna sud-orientale con la localizzazione dei giacimenti fossiliferi francamente marini, possibili "santuari" di fauna messiniana: A-Santa Pola; B-Benejuzar; C-Sorbas; D-Molinos; E-Los Yesos; F-Yeson alto. (da MONTENAT *et al.*, 1980).

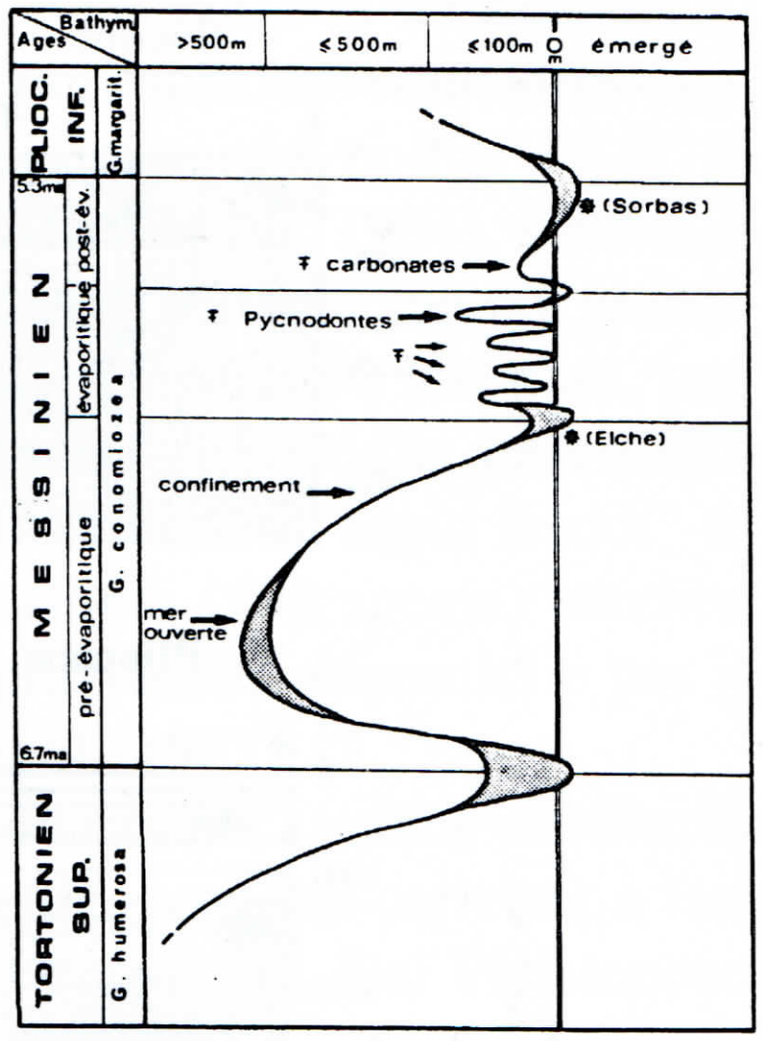



**Fig. 3** - Rappresentazione schematica dell'evoluzione ambientale dei bacini messiniani della Cordigliera Betica orientale. Lo schema illustra una tendenza generale e gli asterischi indicano la posizione delle malacofaune a cachet paratetisiano. (da MONTENAT *et al.*, 1980).

d'acqua e con la superfice circa 2000 metri più in basso del livello messiniano dell'Atlantico (CITA, 1973; 1982; RUGGIERI & SPROVIERI, 1976; CITA *et al.* 1978; HSU *et al,* 1978).

3) Formazione di evaporiti in bacini poco profondi, subsidenti ed in comunicazione intermittente con l'Atlantico (NESTEROFF, 1873; MONTENAT, 1977; MONTENAT *et al.,* 1980).

Quest'ultimo modello, senza dubbio il più accettabile da un punto di vista paleobiologico e biogeografico, è compatibile con l'esistenza di bacini periferici a salinità normale, veri e propri "santuari" ove la fauna messiniana trovava rifugio (DAVID & POUYET, 1984). Non sono della stessa opinione SABELLI & TAVIANI (1983; 1984) i quali, rilevando la presenza nel Pliocene di un elevato numero di specie di Molluschi esclusive del Mediterraneo (almeno in base ai dati della letteratura), spiegano tale fenomeno con una presunta sopravvivenza durante il Messiniano in bacini esterni (vedi Atlantico) ed in una loro successiva rientroduzione pliocenica. I "santuari" sarebbero inaccettabili e la "endemicità" di queste specie potrebbe essere spiegata con la scarsa conoscenza dei terreni neogenici dell'Africa occidentale e Portogallo e col non affioramento delle rocce

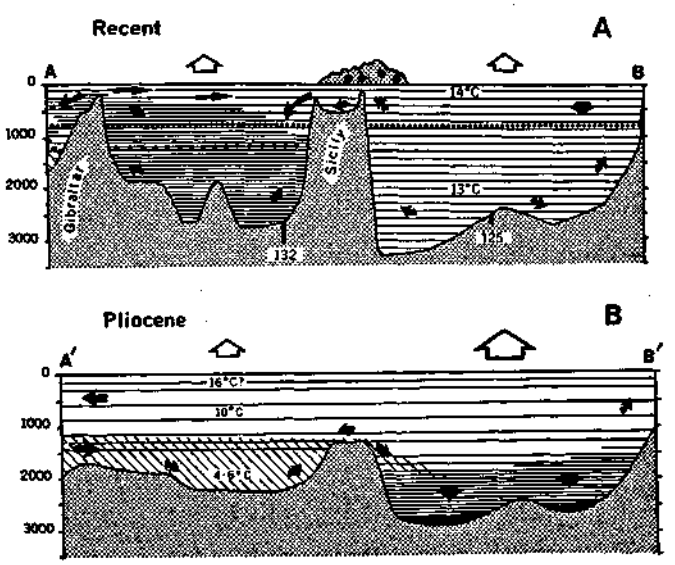



**Fig. 4** - Circolazione delle masse d'acqua in Mediterraneo nell'Attuale e nel Pliocene che evidenzia l'attuale dominio della termosfera (linee orizzontali) e la passata intrusione della psicrosfera (linee oblique). Si presuppone che nel Pliocene le due soglie di Gibilterra e del Canale di Sicilia fossero assenti o molto più basse. Nello stesso tempo, mentre si aveva, nel bacino orientale, una temperatura superficiale più alta ed una ridotta circolazione, in quello occidentale entravano le acque fredde e profonde di origine atlantica. Oggi le soglie, sollevate per fenomeni tettonici, separano due bacini più profondi ove sono stati eseguiti diversi carotaggi profondi del Deep Sea Drilling Project tra cui i DSDP 132 e 125 ben studiati. Nel modello dell'Attuale le linee punteggiate rappresentano il livello presunto del limite tra la psicrosfera (ora fuori del Mediterraneo) e la termosfera, attualmente (linea superiore) e durante il Pliocene (linea inferiore) (da BENSON, 1972).

che conterebbero tali fossili (SABELLI & TAVIANI, 1984). Le faune messiniane dei livelli intercalati ai gessi del S-E della Spagna, tra Almeria e Alicante (SCHLEICH, 1977; OTT D'ESTEVOU, 1980; MONTENAT *et al.*, 1980) sembrerebbero provare il contrario (Figg. 2, 3), contenendo Foraminiferi, Ostracodi e sopratutto specie di Molluschi del tutto compatibili con gli ambienti infra- e circalitorali delle specie "endemiche" del Neogene mediterraneo citate da SABELLI & TAVIANI (1984).

Nel Pliocene le acque atlantiche francamente marine invadono il Mediterraneo (RUGGIERI, 1967) e la soglia di Gibilterra viene velocemente erosa sino a profondità tali, maggiori di quelle attuali, da permettere l'ingresso (Fig. 4) di forme psicrosferiche di Ostracodi (BENSON & SYLVESTER - BRADLEY, 1971; BENSON, 1972).

La fauna pliocenica, ancora fortemente simile a quella precedente miocenica (RAFFI & MARASTI, 1982), subisce una rapida decimazione dal Pliocene Inferiore al Pleistocene Inferiore, specialmente i taxa a più forte affinità tropicale. RAFFI *et al.* (1985) documentano, tramite i Bivalvi filibranchi ed eulamellibranchi

(323 specie) due importanti estinzioni: la prima a 3,2 - 3,0 m.a. e la seconda a 2,5-2,4 m.a., causate principalmente da motivi climatici. Tali estinzioni coincidono con un deterioramento (raffreddamento) climatico testimoniato dai pollini (SUC & ZAGWIJN, 1983) e dai dati isotopici (SHACKLETON *et al.,* 1984), finché al limite Plio - Pleistocene si ha un "regime climatico caratterizzato da una più grande stagionalità e in particolare da una netta caduta delle temperature invernali, una meno sensibile caduta di quelle estive, ed una diminuzione della piovosità" (RAFFI, 1986) che favorisce l'entrata degli "ospiti nordici" o "ospiti freddi" in Mediterraneo. La moderna fauna di Bivalvi polisiringia (198 specie) sarebbe quindi costituita per la maggior parte (77%) da sopravvissuti pliocenici e per il 13% da specie introdotte con il Pleistocene (RAFFI *et al.*, 1985).

L'assestamento dell'attuale fauna bentonica mediterranea avviene attraverso una serie di migrazioni quaternarie dall'Atlantico al Mediterraneo correlate a fasi climatiche fredde (ospiti nordici) o calde (ospiti senegalesi). Nel Pleistocene Inferiore sono conosciuti 3 flussi migratori principali: il primo a circa 1,7-1,6 m.a., all'inizio del Quaternario, un altro a 1,2 - 1,1 m.a. all'inizio del Siciliano (sensu RUGGIERI & SPROVIERI, 1977), il terzo a circa 0,8 m.a. al limite con il Pleistocene medio (RAFFI, 1986).

Nel Pleistocene superiore (Tirreniano) si è avuto il flusso migratorio più importante di faune meridionali a circa 120.000 BP, seguito dal flusso migratorio più freddo (Wurmiano) a circa 30.000-15.000 BP (DELIBRIAS & TAVIANI, 1985).

Il modello oceanografico per spiegare i diversi flussi migratori in Mediterraneo è quello, ormai da tutti accettato, di MARS (1963), che invoca un meccanismo di inversione delle correnti in concomitanza con i periodi di raffreddamento. Attualmente nella soglia di Gibilterra si ha una corrente superficiale in entrata in Mediterraneo e una corrente profonda in uscita verso l'Atlantico. Durante i periodi di recrudescenza climatica, a causa del cambiamento del regime idrologico mediterraneo con una prevalenza di apporto idrico sull'evaporazione (bilancio attivo), si originerebbe una inversione delle correnti: in superficie una corrente in uscita verso l'Atlantico e in profondità una corrente in entrata verso il Mediterraneo. Tale evento provocherebbe la fine dell'omotermia profonda mediterranea e l'instaurasi di una massa d'acqua a temperatura più fredda di tipo atlantico (8º - 4º c).

Questo modello che spiega molto bene l'entrata in Mediterraneo delle faune superficiali della piattaforma continentale e della scarpata superiore (PÈRÉS & PICARD, 1958; 1964; MARS, 1963; RAFFI, 1986), pone qualche difficoltà per spiegare l'entrata di faune profonde, specialmente di quelle specie di habitat batiale atlantico che sono state trovate sia in sedimenti del Pleistocene inferiore che in sedimenti di età würmiana (DI GERONIMO & LI GIOI, 1980; DI GERONIMO & BELLAGAMBA, 1985; 1987; DI GERONIMO, 1979; 1987; ALLOUC, 1987; TAVIANI & COLANTONI, 1984; GAETANI & SACCA; 1984;

ZIBROWIUS 1980; DI GERONIMO & ZIBROWIUS 1983).

Generalmente si tratta di Molluschi, Policheti, Brachiopodi e Coralli legati alla Biocenosi dei Coralli Bianchi, ma anche a facies profonde della Biocenosi dei fanghi Batiali. In particolare la Biocenosi dei Coralli Bianchi ha avuto in Mediterraneo due momenti di massima prosperità: uno nel Pleistocene inferiore della Sicilia e della Calabria (DI GERONIMO, 1979; 1987; BARRIER, 1984) e l'altro durante il Würmiano (ZIBROWIUS, 1980; 1981 ZIBROWIUS & HOVE, 1987; DI GERONIMO & LI GIOI, 1980; DI GERONIMO & ZIBROWIUS, 1983; TAVIANI & COLANTONI, 1984; ALLOUC, 1987) in corrispondenza di fasi climatiche fredde "marquées par une intensification du système courentologique général et, en particulier, par une importance accrue des déplacements d'eau profonde" (ALLOUC, 1987).

Attualmente la Soglia di Gibilterra non supera i 350 metri di profondità, quindi, l'entrata in Mediterraneo di specie profonde batiali pleistoceniche quali i Coralli *Schyphopodium ingolfi, Caryophyllia ambrosia, Flabellum alabastrum;* il Polichete *Neovermilta falcigera;* i Branchiopodi *Dallina septigera* e *Fallax septatus;* i Bivalvi *Leionucula corbuloides, Voldia micrometrica;* i Gasteropodi *Lischkeia ottoi, Xanthodaphne dalmasi, Lusitanops hyaloides, Pleurotomella euribrocha, Pleurotomella pachardi, Cylichnium africanum,* sarebbe possibile solo ammettendo che durante il Pleistocene fosse a profondità maggiore, come ipotizzato da BENSON & SYLVESTER - BRADLEY (1971) per gli Ostracodi psicrosferici. Tale ipotesi, comunque, può essere superata, mancando tra l'altro dati geologici probanti per una maggiore profondità, in quanto tutte le specie citate sono provviste di larve a sviluppo planctotrofo. Queste larve, a lunga vita pelagica, sono capaci di compiere ampie migrazioni verticali (BOUCHET, 1986; BOUCHET & FONTES, 1981) e, quindi, avere la possibilità di essere catturate dalla corrente profonda in entrata nel Mediterraneo, durante le fasi fredde.

Tali spiegazioni non sono però sufficienti per *Diplocrinus wyvillethomsoni* e *Desmocrinus sp.* due Crinoidi peduncolati, viventi attualmente in fondi batiali atlantici e raccolti in sedimenti pleistocenici nell'area dello Stretto di Messina, in quanto sono organismi olobentonici sprovvisti di stadi larvali planctonici. Si potrebbe supporre che queste specie siano penetrate in Mediterraneo nel Pliocene, come ipotizzato per gli Ostracodi psicrosferici, e sinora non sono state trovate in terreni di tale età a causa della peculiarità dei substrati da esse colonizzati oppure le larve sono più euribate degli adulti? (ROUX *et al.,* 1988).

Un problema del tutto analogo si ha nei fondi attuali del Mediterraneo per la presenza a Sud di Malta di *Dicopia sp;* una Ascidia batiale a vita larvale molto breve e per cui non si può pensare ad una introduzione recente attraverso Gibilterra (FREDJ & LAUBIER, 1985).

E' consuetudine in Biogeografia evidenziare la distribuzione geografica delle singole specie sia per delimitare le regioni biogeografiche (PIELOU, 1979) che per

cercare di spiegare la presenza delle stesse nell'area abitata. Insomma, la specie è considerata come una entità isolata, quasi avulsa dall'ambiente in cui è inserita. In questo contesto di fatto vengono considerati della stessa importanza ai fini della individualizzazione e della delimitazione dell'areale di distribuzione sia la semplice presenza, anche di un solo individuo, che la presenza di una eventuale numerosa e prospera popolazione. In altri termini vengono considerati alla stessa stregua sia la potenzialità espansiva affettiva di una specie nell'ambito di un sistema biologico complesso e organico qual'è quello di una biocenosi in continuo e dinamico equilibrio con i fattori ambientali abiotici e biotici, sia la potenzialità espansiva fittizia che permette la sopravvivenza di esemplari o limitate popolazioni anche in aree non confacenti alla loro sopravvivenza ottimale o al loro insediamento effettivo. Se è vero che le specie non sono distribuite a caso sulla superficie terrestre ma che, al contrario, sono organizzate in gruppi di organismi in equilibrio dinamico (considerato stabile per tempi umanamente lunghi) tra loro e coll'ambiente in cui sono inseriti (Biocenosi), non è possibile che le espansioni geografiche delle regioni biogeografiche, dovute generalmente a cause climatiche, avvengano per spostamenti di singole specie. Questi spostamenti ci sono e rappresentano solamente le punte più avanzate di penetrazione di un organismo complesso, essendo effettuati da quelle specie più euriecie che vivono normalmente anche nelle aree di confine e di passaggio (ecotoni) e che di fatto si possono quindi considerare specie comuni alle due aree limitrofe. In sostanza, quindi, all'apparire di un significativo cambiamento climatico dal punto di vista biologico-biogeografico, è tutta la biocenosi che migra

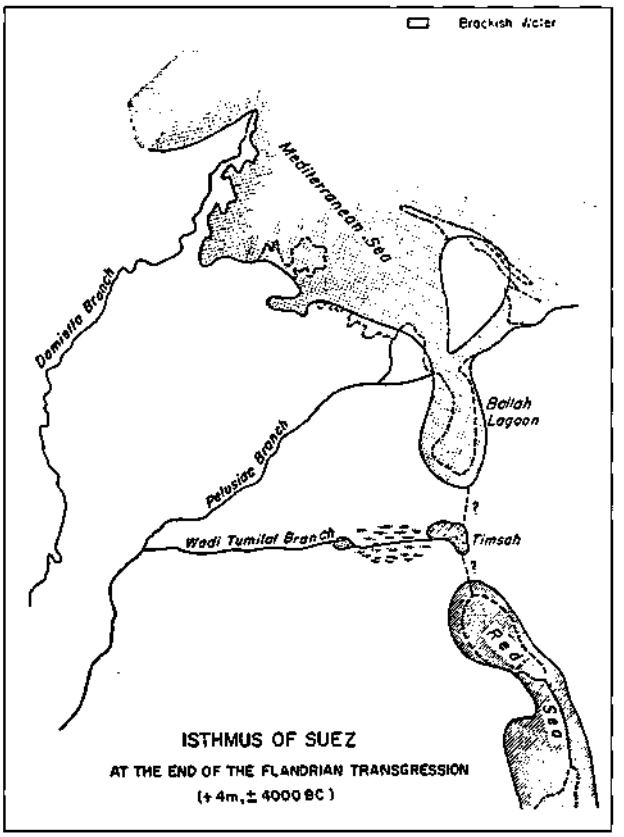



**Fig. 5** - Estensione presunta, lungo l'Istmo di Suez, del Mar Rosso e del Mediterraneo durante la trasgressione flandriana (da POR, 1971).

o si espande verso la nuova area, e non solamente alcune specie. Questo significa, in conclusione, che l'areale di espansione di una biocenosi, facendo astrazione da queste specie largamente euriecie, è generalmente più ampio di quello di una specie singola.

Molto istruttiva a tale riguardo è la storia recente di quelle faune, migrate dal Mar Rosso verso il Mediterraneo o per cause climatiche nell'Olocene o attraverso vie artificiali (Canali del tempo dei faraoni); come anche quella attuale delle migrazioni lessepsiane attraverso il Canale di Suez. La penetrazione lungo il canale di Suez della maggior parte delle specie migrate del Mar Rosso nel Mediterraneo (MOAZZO, 1936; GRUVEL, 1936; TILLIER & BAVAY, 1905), è facilitata da un fenomeno di preadattamento subito dalle specie in precedenti fasi (Fig. 5) nella regione settentrionale del Mar Rosso (POR, 1971; 1975). La fauna attuale dei Laghi Amari, lungi dall'essere costituita da casuali associazioni di specie pioniere, è composta principalmente da (POR, 1971):

a) Un gruppo di vere specie pioniere dotato di grande mobilità e costituito da pesci litorali, portunidi nuotatori e peneidi che sono stati i primi a comparire in Mediterraneo dopo l'apertura del Canale.
b) La fauna delle praterie di *Halophila stipulacea* comparabile a quella della Biocenosi Mediterranea delle Lagune Eurialine ed Euriterme di PÈRÉS & PICARD (1964).
c) La fauna dei fondi ciottolosi appartenenti al mesolitorale e all'infralitorale superiore.

Si tratta quindi di biocenosi ben strutturate in tutte le loro componenti, compatibili con la temperatura e salinità nonché con i substrati presenti nei Laghi Amari. Ad analoghe conclusioni si può arrivare analizzando la fauna fossile testimone della trasgressione Flandriana nell'area del Canale di Suez (FUCHS, 1878), con composizione del tutto simile (evidentemente solo per le specie fossilizzabili). Ma i Laghi Amari sono in una regione climaticamente compatibile con quella settentrionale del Mar Rosso per cui una volta raggiunti dalle sue acque hanno ospitato popolamenti uguali. Diverso è il caso del Mediterraneo orientale con acque a salinità e temperature meno elevate: in quest'area non è possibile una colonizzazione completa per espansione di areale geografico come per i Laghi Amari, senza un cambiamento climatico; è possibile solo l'arrivo di alcune specie bentonectoniche a più larga valenza e di alcune altre specie nectoniche (BARASH & DANIN, 1973; 1977; GHISOTTI, 1974; BEN-TUVIA, 1966) che hanno solamente il ruolo di specie accidentali nelle biocenosi bentoniche mediterranee. La loro eventuale espansione è possibile solo verso Est e verso Nord poiché le acque del Nilo e quelle del Mar Egeo costituiscono una vera e propria barriera. Secondo POR (1975) *"The lessepsian migration is, therefore, a fenomenon with a rather cleary set frame wich is rapidly approaching its fulfillment"*. Il rinvenimento di esemplari viventi di specie lessepsiane di molluschi nel Mar di Levante non è assolutamente frequente. Le esplosioni demografiche di alcune popolazioni, quali per esempio

*Brachidontes variabilis* (DI GERONIMO, 1971; ARCIDIACONO & DI GERONIMO, 1976) sono fenomeni transitori legati alla prima installazione (spesso artificiale) di una specie in un nuovo biotopo ove viene occupata una nicchia ecologica vuota in assenza di competitori o predatori specifici. Col tempo, in qualche caso pochi anni, le popolazioni si ridimensionano e tali specie possono anche scomparire, come è successo nella Baia di Brucoli al gasteropode *Cerithium scabridum*, altro ospite lessepsiano.

In conclusione sarebbe auspicabile che, in futuro, gli studi biogeografici venissero affrontati con ottica sinecologica piuttosto che autoecologica. Lo spostamento geografico di una specie per cause principalmente climatiche è un fenomeno comprensibile solo se inserito nello spostamento di un organismo ben più complesso ed in costante dinamico equilibrio: la biocenosi. E' la biocenosi che man mano si sposta con tutti i suoi componenti e che, eventualmente, subisce dei cambiamenti quantitativi (facies) in funzione di momentanee e compatibili variazioni di equilibrio sia per cause biologiche che ambientali chimico-fisiche. Le specie più euriecie, quelle periferiche e quelle che occupano gli ecotoni sono le prime a migrare nelle nuove aree e a presentare, spesso, fenomeni di esplosione demografica. Il ritorno di tali popolazioni abnormi a condizioni medie e la loro scomparsa significa l'arrivo e l'affermazione della nuova biocenosi quasi sempre con composizione e struttura più complessa di quella originaria.

**Bibliografia:**

ALLOUC J. (1987) - Les paléocommunautés profondes sur fond rocheux du Pléistocène Méditerranéen. Description et essai d'interprétation paléoécologique. *Geobios,* 20 (2): 241-263.

BARASH A., DANIN Z. (1973) - The Indo-Pacific species of Mollusca in the Mediterranean and notes on a collection from the Suez Canal. *Israel Journ. Zool.,* 21: 301-374, Tel Aviv.

BARASH A., DANIN Z. (1977) - Additions to the Knowledge of Indo-Pacific Mollusca in the Mediterranean. *Conchiglie,* 13 (5-6): 85-116, Milano.

BARRIER P. (1984) - Evolution tectono - sédimentaire pliocène et pleistocène du Detroit de Messine. (Italie). *These Univ. Aix-Marseille II:* 270 pp.

BENSON R.H., SYLVESTER-BRADLEY P.C. (1971) - Deep-Sea Ostracods and the transformation of the Ocean to Sea in the Tethys. *Bull. Centre, Rech. Pau - SNPA,* 5 (suppl.): 63 - 91.

BENSON R.H. (1972) - Ostracods as indicators of Threshold Depth in the Mediterranean during the Pliocene. In: *The Mediterranean Sea: A naturai Sedimentation laboratory:* 63-73; Dowden, Hutchinson & Ross Ed., Stroudsburg, Pennsylvania.

BOUCHET P., FONTES J. C. (1981) - Migrations verticales des larves de Gastéropodes abyssaux: arguments nouveaux dus à l'analyse isotopique de la coquille larvaire et postlarvaire. *C.R. Acad. Sc.,* Paris, 292:1005-1008.

BOUCHET P. (1976) - Mise en évidence de stades larvaires planctoniques chez des Gastéropodes Prosobranches des étages bathyal et abyssal. *Bull. Mus. nat. Hist. Nat.,* 31, 400: 947-971.

CITA M.B. (1973) - Mediterranean evaporite: Paleontological arguments for a deep-basin desiccation model in Drooges, C.W. Ed., Messinian events in the Mediterranean. *Kon. Nedl. Akad. Wetensch. Amsterdam:* 206-228.

CITA M.B., WRIGHT R.C., RYAN W.B.F., LONGINELLI A. (1978) - Messinian paleoenvironments. *Initial Rept. Deep Sea Drilling Projects,* 42 (1): 1003-1035.

CITA M.B. (1982) - The Messinian Salinity Crisis in the Mediterranean: a Review. *Alpine Mediterranean Geodinamics Series,* 7: 113-140.

DAVID L., POUYET S. (1984) - Les Bryozoaires méditerranéennes du Miocene à l'Actuel: succession stratigraphique, signification paléoécologique, essai biogéographique. *Ann. Géol. Pays Hellen,* 32: 129-130.

DELIBRIAS & TAVIANI M. (1985) - Dating the death of Mediterranean deep-sea Scleractinian Corals. *Marine geology,* 62: 175-180.

DI GERONIMO I., BELLAGAMBA M. (1985) - Malacofaune dei dragaggi BS 77-1 e BS 77-2 (Sardegna nord-orientale). *Boll. Soc. Paleont. Ital.,* 24 (2-3): 111-129.

DI GERONIMO I., LI GIOI R. (1980) - La malacofauna würmiana della stazione BS 77/4 al largo di Capo Coda Cavallo (Sardegna meridionale). *Ann. Univ. Ferrara,* n.s. S. 9, 6 suppl.: 123-151.

DI GERONIMO I., ZIBROWIUS H. (1983) - Le Scléractiniaire *Fungiacyathus fragilis* et l'Octocoralliaire Stolonifère *Scyphopodium ingolfi* dans le Pléistocène de la Méditerranée. *Rapp. Comm. int. Mer Médit.,* 28 (3): 303-306.

DI GERONIMO I. (1974) - I molluschi bentonici in sedimenti recenti batiali e abissali dello Ionio. *Conchiglie,* 10 (7-8): 133-172.

DI GERONIMO I. (1979) - Il Pleistocene in facies batiale di Valle Palione (Grammichele, Catania). *Boll. Malacologico,* 15 (5-6): 85-156.

DI GERONIMO I. (1987) - Bionomie des peuplements benthiques des substrats meubles et rocheux Plio - Quaternaires du Détroit de Messine; *Doc. et Trav. IGAL·,* 11: 153-169, Paris.

EKMAN S. (1953) - Zoogeography of the sea. 417 pp., Sidgwick e Jackson, London.

FORBES E. (1843) - Report on the Mollusca and Radiata of the Aegean Sea and on their distribution considered as hearing on geology. *Rept. British Ass. Adv. Sc.,* 30: 130-194.

FREDJ G., LAUBIER L. (1985) - The deep Mediterranean Benthos. In Mediterranean Marine Ecosystems, *NATO Conference Series,* 8 : 109-145, Ed. by M. Moraitou - Apostopoulou and V. Kiortsis, Plenum. Press, New York and London.

FREDJ G. (1974) - Stockage et explitation des données en écologie marine. Considération biogéographiques sur le peuplement bentique de la Mediterranée. *Mem. Inst. Océanographique, Monaco,* 7: 1-88.

FUCHS T. (1878) - Die geologische Beschaffenheit der Landenge von Suez. *Denkschr. Akad. Wiss. Wien., Math. nat. Kl.,* 38: 25-

GAETANI M., SACCA' R. (1984) - Branchiopodi batiali nel Pliocene e nel Pleistocene di Sicilia e Calabria. *Riv. Ital. Paleont. Strat.,* 90 (3): 407-458, Milano.

GRUVEL A. (1936) - Contribution a l'étude de la binomie général et de l'exploitation de la faune du Canal de Suez. *Mém. Inst. Egypte,* 29: 1-255, Le Caire.

HAYDEN B. P., DOLAN R. (1976) - Coastal marine fauna and marine climates of the Americas. *Biogeography,* 3: 71-81.

HSU K. J., MONTADERT L., BERNOUILLI D., CITA M. B., ERICKSON A., GARRISON R. E., KIDD R. B., MELIERES E, MULLER C., WRIGHT R. (1978) - History of the Mediterranean salinity crisis. *Initial Rept. Deep Sea Drilling Project,* 42 (1): 1053-1078.

LAUBIER L. (1975) - *Lacidonia laureti* sp. n. Anellide polychète nouvelle de l'étage abyssal de Méditerranée orientale. *Vie et Milieu,* 25 (1), 75.

MARS P. (1963) - Les faunes et la stratigraphie du Quaternaire méditerranéen. *Rec. Trav. St. Mar. Endoume,* 28 (43): 61-97.

MOAZZO P. G. (1939) - Mollusques testacés marins du canal de Suez. *Mém. Inst. Egypte,* 38: 1-238, Le Caire.

MONTENAT C. (1977) - Les bassins néogènes du Levant d'Alicante et de Murcia (Cordillères, bétiques orientales, Espagne). Stratigraphie, paléogéographie et évolution dynamique. *Doc. Lab. Géol. Fac. Lyon,* 69: 1-345.

MONTENAT C., OTT. D'ESTEVOU P., PLAZIAT J. C, CHAPEL J. (1980) - La signification des faunes marines contemporaines des évaporites messiniennes dans le Sud-Est de l'Espagne. Conséquences pour l'inteprétation des conditions d'isolement de la Méditerranée occidentale. *Géologie Méditerranéenne,* 7 (1): 81-90.

NESTEROFF W. D. (1973) - Mineralogy, petrography, distribution and origin of the Messinian Mediterranean evaporites. *Initial Rep. Deep Sea Drilling Project,* 13 (2): 673-694.

NORDGAARD O. (1915) - Haystrommene og den Norske marine fauna. *K. norske vidensk Selsk. Skr.* 1914, 1 (5): 1-34.

OTT. D'ESTEVOU P. (1980) - Évolution dynamique du bassin néogène de Sorbas (Cordillères Béntiques orientales). Thèse Univ. Paris. *Docum. et trav. I.G.A.L.,* 1: 264 pp.

PÈRÉS J. M., PICARD J. (1958) - Faunes "froides" et faunes "chaudes" de la Méditerranée quaternaire. *Rapp. Comm. Int. Mer Médit.,* 14: 509-514, Monaco.

PIELOU E. C. (1979) - Biogeography. 351 pp., John Wiley e Sons, New York.

POR F. D. (1971) - One hundred years of Suez Canal - A century of Lessepsian migration: retrospect and viewpoints. *Syst. Zoology,* 20: 138-159.

POR F. D. (1975) - Pleistocene pulsation and predaptation of biotas in Mediterranean Seas: consequences for Lessepsian migration. *Syst. Zoology,* 24: 72-78.

RAFFI S., MARASTI R. (1982) - The Mediterranean bioprovince from the Pliocene to the Recent: observations and hypotheses based on the evolution of the

taxonomic diversity of Molluscs. In Montanaro Gallitelli Ed., *Paleontology, Essential of Historical Geology:* 151-177, S.T.E.M. Mucchi, Modena.

RAFFI S. (1986) - The significance of marine boreal molluscs in the early Pleistocene faunas of the Mediterranean area. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology,* 52: 267-289.

RAFFI S., STANLEY S. M., MARASTI R. (1985) - Biogeographic patterns and Plio-Pleistocene extinction of Bivalvia in the Mediterranean and southern North Sea. *Paleobiology,* 11 (4): 368-388.

ROUX M., BARRIER R, DI GERONIMO I., MONTENAT C. (1988) - Problémes biogéographiques soulevés par la présence de Crinoides pédounculés bathiaux d'origine atlantique dans le Pliocène supérieur et le Pleistocène moyen méditerranéen. *C.R. Acad. Sc. Paris,* (in stampa).

RUGGIERI G., SPROVIERI R. (1976) - Considerazioni paleogeografiche sul Messiniano Superiore. *Boll. Soc. Geol. Ital., 95:* 1121-1126.

RUGGIERI G., SPROVIERI R. (1977) - A revision of italian Pleistocene stratigraphy. *Geol. Romana,* 16: 131-139.

RUGGIERI G. (1962) - La serie marina pliocenica e quaternaria della Romagna. *Pubbl. Camera di Commercio di Forlì, 11* pp.

RUGGIERI G. (1967) - The Miocene and later evolution of the Mediterranean Sea. In Adams and Ager Ed., Aspect of Tethyan Biogeography. *Systematics Ass. Pubbl.,* 7: 283-290.

SABELLI B., TAVIANI M. (1984) - The paleobiogeographic distribution of the Mediterranean benthic Molluscs and the messinian salinity crisis or where did the Molluscs go? *Ann. Geol. Pays, Helleri,* 32: 263-269.

SABELLI B., TAVIANI M. (1983) - A malacological view of the Meditierranean upper Miocene salinity crisis. *Abstracts of Eight Intern. Malacol. Congr. Budapest:* 124.

SARS O. (1879) - Nogle Bermaerkninger om den marine Faunas Character ved Norges nordlige Kyster. *Tromsø Mus. Aarsh., 2:* 58-64.

SCARLATO O. A. (1977) - Bivalve molluscs and temperature as an agent determining their geographical distribution. *Malacologia,* 16 (1): 247-250.

SCHLEICH H. H. (1977) - Geological and paleontological investigations of the Messinian gypsum deposits and their surrounding sediments at tabernas (Almeria, SE Spain). *Malaga, Messinian seminar n. 3, guidebook:* 64-68.

SCHMALZ R. (1969) - Deep-water deposition: a genetic model. *Bull. Am. Ass. Petr. Geol.,* 53 (4): 798-823.

SHAKLETON N. Y., BACKMAN J., ZIMMERMAN H., KENT D. V., HALL M. A., ROBERTS D. G., SCHNITKER D., BALDAUFF J. G., DESPRAIRIES A., HOMRIGHAUSEN R., HUDDLESTUN P., KEENE J. N., KALTEMBACK A. J., KRUMSIEK K. A. O., MORTON A. C., MURRAY J. W., WESTBERG-SMITH J. (1984) - Oxigen isotope calibration of the onset of ice-rafting and history of glaciation in the North Atlantic region. *Nature,* **307:** 620-623.

STEINITZ H. (1969) - Remarks on the Suez Canal as parthway and as habitat. *Rapp. Comm. Int. Mer Médit.,* 19: 139-141, Monaco.

SUC J. P., ZAGWIJN W. H. (1983) - Plio-Pleistocene correlations between N-W mediterranean and N-W Europe according to recent biostratigraphic and paleoclimatic data. *Boreas,* 12: 153-166.

TAVIANI M., COLANTONI P. (1984) - Paléobiocoenoses profondes à Scléractiniaires sur l'escarpment de Malte-Syracuse (Mer Méditerranée): leur structure, leur age et leur signification. *Rev. Inst. Franc. Pétrole,* 39 (5): 547-559, Paris.

TILLER J. B. (1902) - Le Canal de Suez et sa faune ichthyologique. *Mém. Soc. Zool. France,* 15:297-318.

TILLER J. B., BAVAY A. (1905) - Les Mollusques testacés du Canal de Suez. *Bull. Soc. Zool. France,* 32: 170-181.

WOODWARD S. P. (1866) - A manual of the Mollusca. A treatise on recent fossil shell. 542 pp., 2d ed., Virtue Brothers, London.

ZIBROWIUS H., HOVE H. A. Ten. (1987) - *Neovermilia falcigera* (ROULE, 1898) a deep and cold-water Serpulid Polychaete Common in the Mediterranean Plio-Pleistocene. *Biol. Soc. Wash. Bull.,* 7: 259-271.

ZIBROWIUS H. (1980) - Les Scléractiniaires de la Méditerranée et de l'Atlantique nord-oriental. *Mém. Inst. Océanogr.,* 11: 284 pp., Monaco.

ZIBROWIUS H. (1981) - Thanatocoenose pléistocène profonde à Spongiaires et Scléractiniaires dans la fosse hellénique. In Journées d'études sur la systematique évolutive et la biogéographie en Méditerranée, Cagliari, 9-18 Ottobre, 1980, *Comm. int. explor Scient. Mer Médit.:* 133-136, Monaco.

*OEBALIA 1990 Suppl., Vol. XVI-1: 51-59* *ISSN 0392-6613*

G. GIACCONE
Istituto ed Orto Botanico dell' Università
Via A. Longo, 19 - 95125 Catania, Italia

# BIOGEOGRAFIA DELLE ALGHE DEL MEDITERRANEO

La Biogeografia vegetale o Fitogeografia si articola classicamente in tre sezioni, che ormai sono diventate tre branche separate della Biologia vegetale: l'Ecologia, la Corologia e la Fitosociologia .

L'Algologia in generale e quella relativa alle alghe del Mediterraneo in particolare, ha approfondito raramente il discorso ecologico sia con sperimentazioni in campo che con prove di laboratorio. La Fisioecologia ha solo occasionalmente indagato sulle alghe mesolitorali (MUNDA I. M., KREMER B. P., 1982 ) e sulla efficienza della funzione fotosintetica nella crescita di alcune specie di profondità (DREW A. E. 1972).

In maniera più organica i metodi autoecologici sono stati utilizzati per la preparazione di biosaggi in presenza di liquami urbani ed industriali (GIACCONE G. *et al.,* 1976).

Le osservazioni in campo hanno portato ad attribuire a molte specie algali caratteri relativi alila valenza ecologica per la luce, l'idrodinamismo, i nutrienti, la tipologia del sub-strato su base di osservazioni empiriche (FELDMANN J. 1937, ERCEGOVIC A. 1952) o di elaborazioni statistiche di queste osservazioni, ma senza riferimento a parametri ambientali misurati strumentalmente (BOUDOURESQUE Ch. F. 1970).

Quest'ultima metodologia ha portato a raggruppare molte specie mediterranee in "gruppi ecologici statistici" privi di qualsiasi supporto di ecologia sperimentale sia in campo che in laboratorio.

Le categorie ecologiche attribuite alle alghe si possono riassumere nella tabella 1 (GIACCONE G., 1972).

Questi attributi ecologici spesso sono giustificati dall'areale di distribuzione delle specie e quindi dalla categoria corologica .

La Corologia in molti lavori didattici è identificata con la Biogeografia, ma in effetti ne è solo la branca, che indaga sull'origine e la distribuzione delle specie

Tab. 1 - *Categorie ecologiche*

SUBSTRATO
Epilitiche
Endolitiche o tranofite
Psammofile
Pelofile
Epibionti (epifitiche, epizoiche)
Endobionti (endofitiche, endozoiche)

TEMPERATURA
Euriterme
Stenoterme (macro-meso-microterme)

LUCE
Eurifotiche
Stenofotiche (sciafile, mesofotiche, eliofile)

SALINITÀ
Eurialine
Stenoaline (iper- meso- ipoaline)

IDRODINAMISMO
Reofile
Cumatofile
Galenofile

anche in rapporto ad elementi filogenetici e paleobotanici sperimentati o supposti.

La più semplice classificazione corologica delle alghe si basa sulla combinazione delle fasce climatiche con le principali province oceaniche del globo, in cui le varie specie sono distribuite o dalle quali si suppone che si siano diffuse nei mari originati dagli oceani principali.

La corologia dei vegetali nell'area mediterranea è stata fortemente determinata dall' orogenesi alpina, dalla tettonica delle microzolle ancora in atto e dai fenomeni climatici che hanno determinato le glaciazioni.

In particolare la flora algale e le angiosperme marine di questo mare si sono stabilmente impiantate solo dopo la crisi evaporitica del Messiniano nel Miocene.

I punti oscuri nella corologia dell'elemento paleoendemico sono legati alla carenza di elementi paleobotanici e sedimentologici, che dimostrino le vicende a cavallo tra la fine del bacino Tetide II e l'inizio del bacino oligocenico del Mediterraneo.

*Posidonia oceanica, Laminaria rodriguezii, Rissoella verruculosa* e gli altri paleoedemismi della Tetide II rimasero in aree marine marginali o rientrarono dagli stretti Rifani da un'area relitta della Tetide nel distretto senegalese e delle Canarie?

Problemi analoghi pongono i processi di speciazione del più caratteristico neoendemismo mediterraneo: specie del genere Cystoseira ed i generi della famiglia Cystoseiraceae.

Il genere si era già differenziato nella Tetide II, ma la spinta maggiore ai processi evolutivi si è avuta parallelamente al formarsi ed al riformarsi dei vari bacini e settori geografici in cui si articola l'attuale Mediterraneo.

La tipologia della segmentazione dello zigote, la biogenesi dei terpeni e dei terpenoidi, l'inserzione degli anteridi nel concettacolo e l'accrescimento delle parafisi sono gli elementi guida per leggere la filogenesi delle Cistoseire.

Su questi elementi si costruisce la tassonomia per gruppi, si interpretano gli accantonamenti geografici, come quello di *Cystoseira sedoides* nel canale di Sicilia, le peculiarità ancestrali delle specie dell'Egeo, dell'Adriatico e dello Jonio in contrasto con i caratteri recenti delle specie occidentali ed i casi di "chimere tassonomiche", come quello di *Cystoseira zosteroides*, che non è nè una vera Cystoseira né una Halydris alla quale in realtà è più simile (AMICO V., GIACCONE G., *et al* 1985).

Due aree geografiche hanno in Mediterraneo un particolare e curioso interesse corologico: lo Stretto di Messina tra la Sicilia e la penisola italiana e l'alto Adriatico tra l'Italia e la Jugoslavia.

Nello stretto di Messina sopravvivono intere associazioni vegetali che hanno come specie guida le specie atlantiche del genere Cystoseira: C. *tamariscifolia* e C. *usneoides* e le Laminariales: *Laminaria ochroleuca, Saccorhiza polyschides* e due specie del genere Phyllariopsis.

In Alto Adriatico sono accantonate le associazioni mesolitorali caratterizzate da *Catenella repens* e da *Fucus virsoides* (GIACCONE G., 1972).

Per spiegare queste due aree Atlantiche in Mediterraneo si fanno le ipotesi di aree relitte e di zone di rifugio.

La prima ipotesi è certamente giustificata per lo Stretto di Messina, dove non singole specie, ma intere associazioni vegetali hanno la composizione e la struttura dell'area lusitano senegalese nell'Atlantico.

Per l'Alto Adriatico forse è più opportuna un'ipotesi combinata tra un relitto iniziale e un rifugio attuale di specie ad affinità boreale, che, nel piano mesolitorale con marea medio-bassa, trovano un biotopo che conserva caratteristiche dell'Atlantico settentrionale anche nei parametri termoalini e nelle caratteristiche trofiche.

Una vasta area-rifugio per specie, questa volta pantropicali e/o indo-pacifiche, sono diventati l'Egeo meridionale e lo Jonio. Si tratta di specie lessepsiane introdotte da Suez, ma vi sono anche vecchi endemismi risalenti alla Tetide come *Beckerella mediterranea* e *Acanthophora najadiformis.*

Esaminando alcuni esempi di dinamismo evolutivo si può affermare che il

paleoendemismo mediterraneo è caratterizzato dall'assenza di potenzialità evolutiva: sono specie vecchie e stabili, veri fossili viventi; il neoendemismo al contrario è spesso dotato di un processo di speciazione ancora in atto e di alta potenzialità evolutiva.

L'esempio più classico di neoendemismo è quello del genere Cystoseira. Le 29 specie (con molte sottospecie, varietà e forme) presenti nel Mediterraneo hanno due aree di speciazione attiva: una occidentale ed una orientale. La prima interessa di più le specie che vivono nella frangia infralitorale ed in generale nell'infralitorale superiore, la seconda quelle dell'infralitorale medio e profondo.

L'aspetto corologico della Fitogeografia algale è stato recentemente sviluppato in Italia dalla scuola siciliana. In una recente monografia (GIACCONE G. *et al.*, 1985) le 873 specie algali della Sicilia, che comprendono oltre i 2/3 di tutta la flora algale mediterranea, sono state inquadrate nello spettro corologico della tabella 2.

**Tab. 2** - *Spettro corologico della flora marina della Sicilia (M = Mediterraneo; A = Atlantico, Indo-Atlantico, Atlanto - Pacifico; IP = Indo-Pacifico; C = Cosmopolita, Subcosmopolita; CB - Circunmboreale, Circumboreoaustrale; CT = Circumtropicale).*

| | M | A | IP | C | CB | CT |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Cyanophyceae | 19 | 56 | 17 | 88 | — | — |
| Rhodophyceae | 147 | 241 | 7 | 60 | 12 | 10 |
| Phaeophyceae | 52 | 75 | — | 27 | 5 | 4 |
| Xanthophyceae | - | - | - | - | - | - |
| Chlorophyceae | 27 | 76 | 4 | 11 | 3 | 7 |
| Angiospermae | 1 | 2 | | 1 | 1 — | — |
| **Totale** | 246 | 452 | 29 | 187 | 20 | 21 |
| Valori % | 25,7 | 47,3 | 3 | 19,6 | 2,1 | 2,2 |

Un approfondimento delle categorie corologiche delle alghe siciliane, valido per tutto il Mediterraneo, è stato fatto da CORMACI M. *et al.* (1982).

Le affinità tra le flore mediterranee studiate negli ultimi 50 anni sono state determinate sulla base dello spettro corologico da FURNARI G. (1984).

Dagli ultimi corologici riportati è possibile evidenziare un'area occidentale, un'area centrale, un'area meridionale ed un'area orientale. Le affinità maggiori si hanno tra l'area occidentale e l'area centrale, le minori tra queste due con le aree meridionale ed orientale. Le ragioni di queste affinità e differenze sono sia climatico - reologiche che evolutivo - tettoniche. Le ragioni climatiche e Teologiche sono evidenti e conosciute e non intendo approfondirle. Le vicende tettoniche, invece, spiegano il diverso comportamento evolutivo delle specie orientali ed adriatiche che rimasero tagliate fuori dalle ingressioni atlantiche successive al terziario.

L'incidenza dell'elemento endemico è scarso sia nella flora spagnola (19,24%) sia in quella greca (19,39%), i due ambienti, infatti, hanno acque e condizioni ecologiche alquanto diverse dai valori tipici del Mediterraneo. Un indice biogeografico introdotto da FELDMANN J. (1937) è il rapporto R/P, che però varia nei diversi piani bionomici ed in funzione dell'equilibrio ambientale (CORMACI M. *et al.*, 1985). Un andamento della distribuzione delle specie e dell'indice R/P nei vari piani è riportato nella tabella 3 per le alghe siciliane (GIACCONE G. *et al.*, 1985).

**Tab. 3** - *Distribuzione della Flora marina della Sicilia nel sistema fitale. (S = Sopralitorale; M = Mesolitorale; I = Infralitorale; C= Circalitorale; R/P = Rhodophyceae/ Phaeophyceae)*

| | S-M | M | S-M-I | M-I | I | I-C | C | M-I-C |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Cyanophyta | 2 | 29 | 3 | 98 | 45 | | | |
| Rhodophyta | | 18 | | 105 | 200 | 82 | 12 | 13 |
| Phaeophyta | | 1 | | 27 | 80 | 22 | 5 | 3 |
| Chlorophyta | 3 | 4 | | 59 | 41 | 8 | | 5 |
| Xantophyceae | | 1 | | 4 | | | | |
| Angiospermae | | | | 2 | 3 | | | |
| **Totale** | 5 | 53 | 3 | 295 | 369 | 112 | 17 | 21 |
| Percentuale | | 6,9 | | 33,7 | 42,2 | 12,8 | 1,9 | 2,4 |
| R/P | | 4,4 | | | 2,7 | | 2,4 | 4,4 |

Il capitolo più recente ed ancora non ben definito della Biogeografia delle alghe mediterranee è quello della Fitosociologia.

La Fitosociologia terrestre nell'Europa continentale ha raggiunto risultati notevolissimi sia nella ricerca di base, volta a definire la tipologia vegetazionale, sia in quella applicata allo sfruttamento razionale delle risorse vegetali e alla pianificazione del territorio silvo - pastorale e agricolo.

In Botanica Marina la Fitosociologia è stata approfondita con la stessa metodologia terrestre (scuola Zurigo-Montpellier) solo nell'area centrale e occidentale del Mediterraneo ed in Adriatico.

In queste regioni la ricerca di base si è sviluppata parallelamente a quella applicata ai problemi delle aree degradate, dei parchi e delle riserve, degli interventi di ripopolamento e di ricostituzione del manto vegetale.

Nelle tabelle 4 e 5 si riportano le principali associazioni vegetali descritte nel sistema fitale del Mediterraneo e la zonazione vegetazionale nell'infralitorale e nel circalitorale in funzione della stratificazione dei principali fattori abiotici (PERRERA G., GIACCONE G., 1986).

Il capitolo meglio conosciuto della Biogeografia delle alghe mediterranee, in conclusione, è quello della Corologia; quello meno indagato è quello dell'Ecologia sperimentale.

**Tab. 4** - *Distribuzione delle unità fitosociologiche nel sistema fitale del Mediterraneo*

| Unità fitosociologiche | Sopralitorale | | Mesolitorale | | Infralitorale | | Circalitorale | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Sup. | Inf. | Sup. | Inf. | Sup. | Inf. | Sup. | Inf. |
| Verrucario-Melaraphetum neiroidis | + | + | | | | | | |
| Acrochaetietalia | | | + | + | | | | |
| Chthamalion | | | + | | | | | |
| Chthamaletum stellati | | | + | | | | | |
| Porphyretum leucostictae | | | + | + | | | | |
| Enteromorphetum compressae | | | + | + | | | | |
| Nemalio-Rissoelletum vercuculosae | | | + | + | | | | |
| Neogoniolitho-Nemodermion | | | | + | | | | |
| Neogoniolitho-Lithophyllestum tortuosi | | | | + | | | | |
| Ceramietum ciliati | | | | + | | | | |
| Hildenbrandietum prototypi | | | | + | | | | |
| Fucetum virsoidis | | | | + | | | | |
| Cystoseiretalia | | | | | + | + | + | + |
| Sargassion vulgaris | | | | | + | | | |
| Cystoseiretum strictae | | | | | + | | | + |
| Cystoseiretum crinitae | | | | | + | | | |
| Cystoseiretum sauvageauanae | | | | | + | | | |
| Sargassion hornschuchii | | | | | | + | + | + |
| Cystoseiretum spinosae | | | | | | + | + | |
| Cystoseiretum zosteroidis | | | | | | + | + | + |
| Cystoseiretum usneoidis | | | | | | + | + | + |
| Pterocladio-Ulvetum | | | | | + | | | |
| Rhodymenietalia | | | | | + | + | + | + |
| Petroglosso-Plocamietum | | | | | + | | | |
| Udoteo-Aglaothamnietum tripinnati | | | | | + | + | + | + |
| Rodriguezelletum strafforelli | | | | | | | + | + |
| Posidonietum oceanicae | | | | | | | | |
| Phymatolitho-Mesophylletum corralloidis | | | | | + | + | | |

**Tab. 5** - *Zonazione dei principali Fattori Biotici delle Associazioni o Facies Fitobentoniche nell'Infralitorale e nel Circalitorale del Mediterraneo (sec. Giaccone G., 1973)*

| T | IL | B | Associazioni e Facies fitobentoniche | P | ZI |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | I |
| 12,5/26,0 | 100 | 0 | Cystoseiretum strictae e Petroglosso-Plocamietum | s.a. | M |
| 14,1/26,1 | 50 | 1 | | | |
| | | 2 | Cystoseiretum crinitae (Pterocladio-Ulvetum) | | |
| | | 3 | | I | |
| | | 4 | | s.b. | Bi |
| | | 5 | | | |
| | 20 | | | | |
| 14,2/23,5 | | 10 | Cystoseiretum sauvageauanea | | |
| | 10 | | | I | U |
| | | 15 | | i.a | o. |
| 14,4/20,5 | | 20 | | | |
| | 5 | | | | |
| | | 25 | | I | U |
| | | 30 | | i.b. | fl. |
| | 2 | | | | |
| | | 35 | | | |
| | | | Posidonietum oceanicae e facis a Maerl | | |
| 14,5/17,2 | | 40 | | | |
| | 1 | | Cystoseiretum spinosae e Udoteo-Agloothamnietum tripinnati | | |
| | | 45 | | | |
| | | 50 | | | |
| | 0,5 | | | | |
| | | 55 | | C | Co. |
| | | | | s. | fo. |
| 14,5/15,6 | | 60 | | | |
| | | 65 | | | |
| | | 70 | Cystoseiretum usneoidis (in correnti pulsanti) | | |
| | | 75 | | | |
| | | | Cystoseiterum zostoroidis e Rodriguezelletum straforellii | | |
| 14,5/15,1 | 0,1 | 80 | | | |
| | 0,05 | | | | |
| 14,5/14,5 | | 100 | Facies a Lamiraris ochroleuca (in correnti pulsanti) | | |
| | | 110 | | C | |
| | 0,02 | | | i. | |
| | | 120 | Facies a Laminaria rodriguezii | | |
| | | | Phymatolitho-Mesophylletum coralloidis | | |
| | | 130 | | | |
| | | 140 | | | |
| 13,5 | 0,01 | 200 | Facies a Cystoseira dubia | | |

T = temperatura; I L = intensità luminosa in %; B = batimetria in m; P = piani di vegetazione: I, infralitorale; C, circalitorale; s., superiore; i., inferiore; a., alto; b., basso; ZI = zone idrodinamiche di Riedl; M = multidirezionale; Bi = bidirezionale; U = unidirezionale; o., oscillante; fl., fluente; Co. = correnti; fo., di fondo.

La Fitosociologia costituisce il campo più interessante di ricerca sia per ragioni speculative che per scopi applicativi.

L'Algologia marina in Mediterraneo ha bisogno di un maggior numero di ricercatori, di più numerosi laboratori di ricerca e di campi sperimentali in riserve e parchi marini.

Il sistema migliore per fare avanzare le conoscenze biogeografiche delle alghe mediterranee si realizza mediante crociere internazionali ripetute stagionalmente in tutte le regioni ed i settori biogeografici del Mediterraneo. Le immersioni con ricercatori sommozzatori e le osservazioni con telecamere filoguidate sono le tecniche più efficaci di raccolta di campioni e di documentazione adatte a fornire elementi per uno studio esauriente sulle convergenze e le divergenze fitogeografiche esistenti nel Mediterraneo.

## Bibliografia

AMICO V., GIACCONE G., COLOMBO P., COLONNA P., MANNINO A.M., RANDAZZO R., (1985) - Un nuovo approccio allo studio della sistematica del genere Cystoseira C. Agardh (Phaeophyta, Fucales). *Boll. Acc. Gioenia Sci. Nat.* Catania, 18 (326): 887-985.

BOUDOURESQUE CH. F., (1970) - Recherches de bionomie analytique, structurale et expérimentale sur les peuplements bentiques sciaphiles de Méditerranée occidentale (fraction algale). Thèse, Marseille.

CORMACI M., DURO A., FURNARI G., (1982) - Considerazioni sugli elementi fitogeografici della flora algale della Sicilia. *Naturalista sicil.*, Palermo. S. IV, VI (Suppl. 1): 7-14.

CORMACI M., FURNARI G., GIACCONE G., COLONNA P., MANNINO A.M., (1985) - Metodo sinecologico per la valutazione degli apporti inquinanti nella rada di Augusta (Siracusa). *Boll. Acc. Gioenia Sci. Nat.* Catania, 18 (326): 829-850.

DREW E. A., (1972) - Growth of a kelp forest at 60 metres in the Straits of Messina. *Mem. Biol. Mar. Oceanogr.*, 2: 135-157.

FELDMANN J., (1937) - Recherches sur la végtation marine de la Méditerranée. La cote des Alberes. *Rev. Algol.*, 10: 1-339.

FURNARI G., (1984) - The benthic marine algae of Southern Italy. Floristic and geobotanic considerations. *Webbia,* Firenze. 38:349-369.

GIACCONE G., (1972) - Elementi di Botanica Marina I e II Pubbl. Ist. Bot. università di Trieste; serie didattica.

GIACCONE G., COLONNA P., GRAZIANO C., MANNINO A.M., TORNATORE E., CORMACI M., FURNARI G., SCAMMACCA B., (1985) - Revisione della flora marina di Sicilia e isole minori. *Boll. Acc. Gioenia Sci. Nat.* Catania, 18 (326): 537-782.

GIACCONE G., PRINCI M., RIZZI LONGO L., (1976) - Risposte morfologiche e fisiologiche di alghe marine in coltura all'inquinamento di liquami urbani ed industriali. *Ingegneria Ambientale,* 6: 572-582.

MUNDA I. M., KREMER B. P., (1982) - Ecophysiological studies of the Adriatica seaweed Fucus *virsoides. Marine Ecology,* 3(1): 75-95.

PERRERA G., GIACCONE G., (1986) - Il mare costiero visto dal biologo. *Stass,* Palermo, 1-152.

*OEBALIA 1990 Suppl., Vol. XVI-1: 61-71* *ISSN 0392-6613*

D. MARINO
Stazione Zoologica "A. Dohrn" - Villa Comunale, 80121 Napoli, Italia

# BIOGEOGRAFIA DEL FITOPLANCTON MEDITERRANEO

**Key words**: Phytoplankton , Mediterranean Sea, Biogeography

## Introduzione

"Our knowledge of geographical distribution of marine plankton algae is stili in its infancy" (HEIMDAL *et al.*, 1977).

"The peculiarity of the Mediterranean Sea is stili an open field for research" (BERLAND *et al*., 1980).

Le frasi sopra riportate sono solo alcune delle tante, nella vasta letteratura sul fitoplancton del Mediterraneo, che sottolineano quanto poco si sappia delle alghe planctoniche di questo bacino, che pure è stato oggetto di studi specifici per oltre un secolo. Partendo da queste affermazioni risulta doveroso chiedersi: "E' possibile, allo stato attuale delle conoscenze, una biogeografia del fitoplancton del Mediterraneo?" ed ancora "Le microalghe planctoniche sono un materiale adatto per condurre uno studio biogeografico, specialmente in un bacino complesso quale il Mediterraneo?"

La stretta interdipendenza dei vari fattori che sono stati di volta in volta definiti come i più importanti nel determinare la presenza e l'abbondanza delle varie specie è stata di recente sottolineata da SARÀ (1985). Fare della biogeografia del fitoplancton del Mediterraneo prendendo in considerazione tutti i fattori "storici" ed "ecologici" che determinano la diffusione delle specie è certamente impresa troppo ambiziosa, ma è comunque possibile fornire alcune indicazioni preliminari partendo dalla caratterizzazione fisiografica dell'area.

Il Mediterraneo si presenta come un bacino estremamente complesso a causa della notevole articolazione delle coste e della conformazione dei fondali. L'unica comunicazione naturale con l'oceano è costituita dallo Stretto di Gibilterra, che ha una larghezza di appena 15 Km ed una profondità massima che supera di poco i 300 m.

La separazione del Bacino dall' Indo-Pacifico nel Burdigaliano, l'interruzione del collegamento con l'Atlantico nel Miocene superiore con la conseguente "crisi di salinità" ed il successivo ristabilirsi della comunicazione con l'Oceano nel Pliocene costituiscono gli eventi geologici più significativi che hanno interessato il Mediterraneo e ne hanno determinato l'attuale configurazione (RUGGIERI, 1967). I periodi glaciali ed interglaciali del Quaternario hanno inoltre contribuito, con le conseguenti oscillazioni climatiche, a rendere ulteriormente complessa la storia geologica del Bacino. Alle variazioni climatiche dovute ad eventi geologici si sono sovrapposte infine le modificazioni introdotte in epoca storica dall'uomo. L'apertura del Canale di Suez (1869) e la costruzione della grande diga di Assuan (1966) sono gli esempi più vistosi dell'intervento antropico, ai quali si aggiungono con ritmo crescente tutti quei cambiamenti, anche profondi, delle proprietà delle acque marine dovuti all'incremento delle attività delle popolazioni che insistono sul Bacino.

## **Risultati** e **discussione**

Un dato che emerge dall'esame delle varie liste floristiche è che un ristretto numero di specie frequentemente costituisce, in tutte le diverse aree del Mediterraneo, la parte più consistente del popolamento fitoplanctonico. Tale dato emerge in modo particolare dall'esame dei risultati sulla distribuzione delle Diatomee, che sono le microalghe presenti con il maggior numero di specie ed anche le più studiate.

*Asterionella glacialis, Chaetoceros affine, C. curvisetum, C. decipiens, C. peruvianum, Cerataulina palgica, Leptocylindrus danicus, L. minimus, Nitzschia closterium, N. delicatissima, N. longissima, Rhizosolenia alata f. alata, R. styliformis, Skeletonema costatum, Thalassionema nitzschioides, Thalassiosira rotula* sono solo alcune delle 60 Diatomee costantemente citate per le diverse zone. Tali specie hanno un'alta valenza ecologica, un tasso di crescita generalmente elevato ed una diffusione areale estremamente ampia. E' difficile stabilire se queste specie cosmopolite provengano esclusivamente dall'Atlantico o derivino, almeno in parte, da specie autoctone pre-mioceniche che abbiano superato indenni la "crisi di salinità" grazie alla loro euriecia. Va osservato inoltre che la lista delle specie ubiquitarie sarebbe molto più lunga se si conducessero indagini approfondite su alcune specie ad ampia diffusione, ma di non facile identificazione, quali quelle appartenenti ai generi *Thalassiosira, Minidiscus* etc. Le osservazioni fatte conservano una loro validità sebbene risultino evidenti, in quasi tutte le liste, degli errori di identificazione. Ad esempio *Nitzschia seriata*, che è tipica di acque fredde, è probabilmente assente dal Mediterraneo (HASLE

1972; 1976), mentre *Thalassiosira decipiens* comprende almeno due specie diverse, *T angulata* (Grun.) Jorg. e *T. decipiens* (Greg.) Hasle, con distribuzione e caratteristiche ecologiche differenti (HASLE, 1979). L'areale di distribuzione di alcune specie è infine più ristretto di quanto risulti dai vari elenchi floristici. Ad esempio sono state spesso confuse *Thalassionema frauenfeldii* e *T. bacillaris,* che hanno morfologia molto simile (HALLEGRAEFF, 1986).

Prendendo in considerazione i Dinoflagellati a più ampia diffusione, si osserva che solo 16 specie vengono citate nelle liste floristiche di tutte le diverse aree e tra queste vi sono *Ceratium massiliense, C. furca, C. fusus, C. tripos* v. *tripos Dinophysis caudata, Oxytoxum scolopax, Prorocentrum micans, Protoperidinium depressum, P. diabolus.* La continua immigrazione di molte di queste specie dall'Atlantico fu sostenuta da JORGENSEN (1920; 1923). Purtroppo i lavori successivi non riportano liste floristiche così dettagliate né si riferiscono a campagne di rilevamento così estese come quella della "Thor", per cui risulta difficile verificare le ipotesi di Jorgensen, il quale legava la presenza della maggior parte delle specie più diffuse nel Mediterraneo al flusso delle correnti invernali dall'Atlantico. Va comunque sottolineato l'eccessivo schematismo di modelli di questo genere, che ricordano quello proposto da FURNESTIN (1968) per lo zooplancton, successivamente criticato da molti autori (es. SCOTTO DI CARLO, 1985). Va rilevato inoltre quanto poco si sappia circa la distribuzione dei piccoli Dinoflagellati non tecati, che spesso vengono riuniti in raggruppamenti molto generici.

La lista delle microalghe planctoniche che si ritrovano in tutte le aree del Mediterraneo comprende anche pochissimi Coccolitoforidi, tra i quali la specie *Emiliana huxleyi* è certamente la più diffusa ed abbondante. Tale specie, cosmopolita, deve la sua amplissima diffusione alla notevole tolleranza per condizioni ambientali molto diverse (PAASCHE, 1968). Il ristretto numero di specie di Coccolitoforidi rinvenuti in tutte le aree del Mediterraneo è da attribuire da un lato alla scarsa attenzione generalmente dedicata a queste alghe, dall'altro all'insufficienza di dati riguardanti le acque aperte oligotrofiche, dove spesso esse costituiscono una parte consistente del popolamento.

Informazioni più interessanti sulla biogeografia delle specie fitoplanctoniche derivano dall'esame dei dati di distribuzione delle specie non dominanti. Tali specie, a torto trascurate in molte indagini, presentano infatti una distribuzione alquanto disomogenea all'interno del Bacino.

Nella tabella 1 è indicato il numero di specie presenti nel Mediterraneo occidentale ed in quello orientale con le relative percentuali sull'intero elenco floristico. Le due aree, separate dal Canale di Sicilia (larghezza ~ 80 Km; profondità massima ~ 300 m), hanno caratteristiche morfologiche e idrografiche molto differenti (LACOMBE et TCHERNIA, 1972; HOPKINS,

1978), le quali si riflettono sulla composizione dei popolamenti vegetali ed animali. All'interno del Mediterraneo orientale è stato tenuto distinto il Mare Adriatico per le sue peculiarità dovute essenzialmente alla bassa profondità della parte settentrionale e centrale ed alla forte influenza esercitata sulle sue acque dagli apporti fluviali.

| | Diatomee | Dinoflagellati | Coccolitoforidi |
|---|---|---|---|
| Mediterraneo occidentale | 755<br>86,3% | 578<br>87,6% | 171<br>83,8% |
| Mediterraneo orientale | 457<br>52,3% | 342<br>51,8 % | 112<br>54,9% |
| Specie comuni ai due bacini | 338<br>38,6% | 262<br>39,6% | 59<br>28,9% |
| Mediterraneo orientale escl. Adriatico | 301<br>34,8% | 247<br>37,4% | 59<br>28,9% |
| Totale delle specie | 874 | 660 | 204 |

Tab. 1 - Numero di specie presenti nelle diverse aree e loro percentuale sul numero complessivo.

Ulteriori informazioni circa le caratteristiche complessive dei popolamenti fitoplanctonici si ottengono prendendo in considerazione le specie che sono state rinvenute solo in determinate aree del Bacino del Mediterraneo (Tab. 2).

| | Diatomee | Dinoflagellati | Coccolitoforidi |
|---|---|---|---|
| Mar di Alboran e delle Baleari | 12<br>1,4% | 41<br>6,2% | 3<br>1,5% |
| Mediterraneo occidentale | 417<br>47,7% | 316<br>47,9% | 112<br>54,9% |
| Mare Adriatico | 56<br>6,4% | 23<br>3,5% | 11<br>5,3% |
| Mar di Levante | 61<br>6,9% | 37<br>5,6% | 16<br>7,8% |
| Mediterraneo orientale | 119<br>13,6% | 80<br>12,1% | 53<br>25,0% |
| Specie presenti in tutte le aree | 60<br>6,9% | 16<br>2,4% | 3<br>1,4% |

**Tab. 2 -** Numero di specie caratteristiche di ciascuna area e loro percentuale sul numero complessivo.

I dati riportati (Tab. 1 e 2) risultano sostanzialmente omogenei per i tre gruppi algali considerati. Ciò consente di attribuire una certa attendibilità ai dati considerando che in molti casi i vari gruppi tassonomici sono stati studiati da autori diversi.

Si evidenzia in modo molto marcato la notevole ricchezza floristica del Mediterraneo occidentale, nel quale sono rappresentate oltre l'80% della specie rinvenute nell'intero Bacino. Circa la metà di queste non sono state mai riportate per il Bacino orientale, nel quale il fitoplancton ha una ricchezza specifica molto minore e risulta in gran parte (dal 53% per i Coccolitoforidi ad oltre il 76% per le Diatomee) costituito da specie presenti anche ad Ovest del Canale di Sicilia. Tale dato risalta in modo ancora più evidente se si esclude dal Bacino orientale il Mare Adriatico.

Il decrescere del numero di specie nel Mediterraneo procedendo da Ovest verso Est è stato riscontrato anche per altri organismi vegetali ed animali al punto che, secondo alcuni autori (es. BACESCU, 1985), il fenomeno può essere ritenuto generale.

La maggior parte delle specie segnalate solo nel Mediterraneo occidentale sono considerate tipiche dei mari temperati, le altre dei mari tropicali. Si può ritenere che questo popolamento, che possiamo definire "tipico" del Bacino occidentale, sia costituito in gran parte da specie che, provenienti dall'Atlantico e dotate di una valenza ecologica relativamente limitata, abbiano colonizzato solo le acque del Mediterraneo ad Ovest del Canale di Sicilia aventi caratteristiche non marcatamente oligotrofiche come quelle del Mar di Levante. Alcune di queste specie, quali ad esempio *Ceratium massiliense f. aequatoriale* (MARGALEF *et al.,* 1957), *Oxytoxum subulatum, Gonyaulax catenella* (MARGALEF and ESTRADA, 1987) e *Rhizosolenia alata* v. *genuina* (MARGALEF, 1957), hanno distribuzione ancor più limitata nel Mediterraneo essendo state finora segnalate solo nel Mare di Alboran e nel Mare delle Baleari.

Il fitoplancton delle acque ad Est del Canale di Sicilia risulta invece costituito per la maggior parte da specie proprie dei mari temperati caldi, che si ritrovano anche nel Bacino occidentale, alle quali si aggiungono specie tropicali, sulla cui origine molto si è discusso. Le forme "tipiche" del Mediterraneo orientale sarebbero infatti in parte autoctone ed in parte derivanti da migrazioni lessepsiane (DOWIDAR, 1974).

Le prime sarebbero forme o varietà selezionatesi a partire da specie di provenienza atlantica fino a separarsene, in alcuni casi, completamente. Ad esempio *Ceratium arietinum f. gracilentum* sostituisce ad Oriente *C. arietinum f. regulare,* presente nel Bacino occidentale ed in Atlantico (JORGENSEN, 1920); *Ceratium massiliense,* ampiamente diffuso in tutto il Bacino, è presente nel Mediterraneo orientale con la forma *protuberans.*

Più complesso è il problema delle specie che sarebbero immigrate nel Mediterraneo a seguito dell'apertura del Canale di Suez. Le dimensioni del fenomeno, per quanto riguarda il fitoplancton, sono state a lungo ritenute abbastanza cospicue.

DOWIDAR (1974) lega alle migrazioni lessepsiane la presenza nel Mar di Levante di tutte le specie non riportate nel Bacino occidentale. La portata del fenomeno è probabilmente contenuta in dimensioni più ridotte, in quanto alcune delle specie in questione non vanno considerate di origine indo-pacifica avendo una distribuzione molto più ampia (HEIMDAL *et al.,* 1977).

*Ceratium egyptiacum,* ad esempio, riportato come tipica specie recentemente immigrata (HALIM, 1963), è risultato essere sinonimo di *C. tripos v. pulchellum* (SOURNIA, 1967), che è ampiamente diffuso in tutti i mari temperati; *Rhizosolenia alata f. indica* ha distribuzione molto più ampia di quanto KIMOR (1972) ritenesse (HEIMDAL *et al.,* 1977).

Nell'ambito del Bacino orientale, attenzione particolare merita il Mare Adriatico per le sue peculiarità morfologiche ed idrologiche.

Questo Bacino, dove si verificano intense fioriture fitoplanctoniche che sempre più frequentemente evolvono in "maree rosse" paucispecifiche, presenta una notevole varietà di situazioni ambientali, ciascuna delle quali caratterizzata da associazioni microalgali di origine e significato ecologico diverso. Ritroviamo infatti specie d'acqua dolce (es. *Asterionella formosa, Cyclotella ocellata, Melosira granulata, Ceratium hirundinella),* che seguono le lame d'acqua a bassa salinità provenienti dai grandi fiumi, e specie salmastre (es. *Cyclotella kützingiana, Nitzschia sigma, Navicula cryptocephala, Ceratium aestuarium),* che convivono con le specie marine euriecie.

Nella lista floristica dell'Adriatico vi sono inoltre specie caratteristiche degli ambienti eutrofici (es. *Skeletonema costatum, Gonyaulax polyedra)* e specie tipiche dei mari oligotrofici, quali molti Coccolitoforidi, comuni nel Mediterraneo orientale e nel Mar di Levante in particolare.

La "originalità" del fitoplancton adriatico si evidenzia anche considerando che in esso si rinvengono almeno 90 specie che finora non sono state segnalate in nessuna altra area del Mediterraneo.

E' difficile stabilire, così come è stato fatto per le macrofite (GIACCONE, 1981), quante di queste specie siano realmente endemiche. Non è escluso infine, anche se difficile da verificare, che nel Nord Adriatico esista un certo numero di microalghe derivanti da relitti della Paratetide. Ciò sembra infatti provato per altri organismi dei quali esistono testimonianze fossili migliori di quelle disponibili per le alghe planctoniche (BACESCU, 1985).

## Conclusioni

Il numero di specie rinvenute in Mediterraneo, già elevato allo stato attuale delle conoscenze ed in continuo aumento man mano che nuove osservazioni si aggiungono, sembra confermare l'ipotesi che le variazioni climatiche cui il Bacino è stato sottoposto abbiano favorito una notevole diversificazione del popolamento agendo come una sorta di "diversity pump" (VALENTINE, 1985). La stragrande maggioranza di questa specie è certamente di origine atlantica, in quanto lo Stretto di Gibilterra non costituisce un ostacolo, così come è provato per gli organismi del bentos profondo ed anche per alcuni dello zooplancton (SCOTTO DI CARLO, 1985). L'esistenza, accanto al popolamento di origine atlantica, di una microflora sopravvissuta alla crisi di salinità costituisce un problema aperto, anche se è probabile che un numero limitato di specie ad alta valenza ecologica abbia origini pre-mioceniche.

Per quanto attiene alle differenze riscontrate tra le diverse aree, l'osservato impoverimento di specie nel Bacino orientale va presumibilmente attribuito alla marcata oligotrofia che caratterizza molte aree anche costiere del Mediterraneo orientale dove, alla ridotta diversità del popolamento, corrisponde anche una notevole povertà dello stesso in termini di abbondanza (es. AZOV, 1985; BERMAN *et al.,* 1986). Molte specie di origine atlantica non troverebbero dunque in queste acque condizioni ecologiche adatte, limitando la loro diffusione al Bacino occidentale. Ciò sarebbe confermato dal fatto che un buon numero di specie presenti in tale Bacino sono segnalate, ad Est del Canale di Sicilia solo nel Mare Adriatico, il quale presenta condizioni di elevato trofismo (es. REVELANTE and GILMARTIN, 1976). L'assenza di molte specie di origine atlantica nel Bacino di Levante appare solo in parte compensata dall'immigrazione di specie tropicali attraverso il Canale di Suez.

Da quanto esposto sembrerebbe dunque che il fitoplancton del Mediterraneo non abbia caratteri di vera originalità e che derivi esclusivamente dai popolamenti dei mari con cui è in comunicazione. Questa affermazione è almeno in parte falsa, in quanto lavori basati su campionamenti molto estesi (es. JØRGENSEN, 1920; 1923) evidenziano la presenza, in alcune aree del Mediterraneo, di forme e varietà differenti da quelle riscontrate al di fuori del Bacino. Ciò induce a ritenere che il Mediterraneo possa essere sede di fenomeni di intensa speciazione. Tuttavia la totale assenza di indagini di tipo genetico impedisce di far luce sull'argomento.

Le osservazioni fatte consentono dunque di affermare che è possibile trarre solo delle conclusioni di carattere molto generale sulla distribuzione del fitoplancton del Mediterraneo dal momento che non esistono informazioni adeguate a condurre un vero studio biogeografico. Più difficile è stabilire se il fitoplancton sia un "materiale" utilizzabile ai fini della biogeografia. La carenza di dati paleontologici

omogenei, i metodi di studio che portano ad accertare la presenza di alcune specie ma non a provare l'assenza di altre (WILLIAMS *et al.,* 1981) e l'estrema facilità con cui le specie si diffondono da un bacino all'altro indurrebbero a ritenere che non sia possibile una biogeografia delle alghe planctoniche. D'altro canto l'elevato ritmo produttivo delle microalghe (anche 3 div./giorno) fa sì che i processi evolutivi seguano tempi molto più brevi di quelli di altri organismi, per cui è possibile seguire attraverso esse i cambiamenti ambientali che si verificano su scale temporali relativamente brevi.

E' dunque utile condurre studi biogeografici sui vegetali planctonici, purchè se ne conoscano i limiti, lasciando che sia la distribuzione di altri organismi aventi "memoria" maggiore a testimoniare i grandi mutamenti che si realizzano su scale temporali di ampiezza geologica.

## Summary

*Information on the distribution of Mediterranean phytoplankton species is sparse and fragmentary. To date, it has been insufficient to allow for a biogeographic study in this area. Notwithstanding such limitations, it is possible to propose the following considerations.*

*The number of species recorded is high (874 diatoms, 660 dinoflagellates and 204 coccolithophorids) in analogy with observations on other marine organisms. This seems to confirm the hypothesis that the fluctuating climates of the Mediterranean Sea during its geologic history acted as a sort of diversity pump.*

*Most of the phytoplankton species belong to temperate-warm and tropical waters and may be considered as immigrants from the Atlantic Ocean. About 50% of the species recorded in the Western Mediterranean are lacking in the very oligotrophic waters of the Levantine Basin where phytoplankton concentrations are low and communities are less diversified. In this area tropical immigrants from the Red Sea only partially compensate the lack of many Atlantic species.*

*The Adriatic Sea is a very peculiar area in the Eastern Mediterranean. In fact, due to high nutrient concentrations, phytoplankton densities are high and populations are more diversified than in other areas of the Levantine Basin.*

*Although Mediterranean phytoplankton includes mainly Atlantic and Red Sea immigrants, there is reason to believe that today several areas are also the site of active speciation and diffusion. However, at present it is difficult to quantify the number of endemic species.*

## Bibliografia

AZOV Y. (1986) - Seasonal patterns of phytoplankton productivity and abundance in nearshore oligotrophic waters of the Levantine Basin. /. *Plankton Res.,* 8: 41-53

BACESCU M. (1985) - The effects of the geological and physico-chemical factors on the distribution of marine plants and animals in the Mediterranean. In: Mediterranean marine ecosystems. Moraitou-Apostolopoulou M. & Kiortsis V. (eds) *Plenum Press, N.Y. & London:* 195-212

BERLAND B. R. , BONIN D. J., MAESTRINI S. Y. (1980) - Azote ou phosphore? Considèrations sur le "paradoxe nutritionnel" de la mer Méditerranée. *Oceanol. Acta,* 3: 135-142

BERMAN T., AZOV Y., SCHNELLER A., WALLINE P., TOWNSEND D.W. (1986) - Extent, transparency and phytoplankton distribution of the neritic waters overlaying the Israeli coastal shelf. *Oceanol. Acta, 9:* 429-447

DOWIDAR N. M. (1974) - The phytoplankton of the Mediterranean waters of Egypt. I. A check-list of the species recorded. *Bull. Inst. Ocean. & Fish., A.R.E.,* 4: 321-344

FURNESTIN M. L. (1968) - Le zooplancton de la Méditerranée (Bassin Occidentale). Essai de synthèse. *J. Cons. perm. int. Explor. Mer.,* 32: 25-69

GIACCONE G. (1981) - Originalité biogéographique dans la composition des peuplements floristiques en Adriatique et dans le détroit de Messine. *Journées Etud. Biogéogr. Médit. Cagliari, C.I.E.S.M.:* 95

HALIM Y. (1963) - Microplancton des eaux égyptiennes. Le genre *Ceratium* Schrank (Dinoflagellés). *Rapp. P. -v. Reun. Comm. int. Explor. scient. Mer Medit.,* 17: 495-502

HALLEGRAEFF G. M.. (1986) - Taxonomy and morphology of the marine plankton diatoms *Thalassionema* and *Thalassiothrix. Diatom Res.,* 1: 57-80

HASLE G. R. (1972) - The distribution of *Nitzschia seriata* Cleve and allied species. *Nova Hedwigia Beih,* 39: 171-190

HASLE G. R. (1976) - The biogeography of some marine planktonic diatoms. *Deep-Sea Res.,* 23: 319-338

HASLE G. R. (1979) - *Thalassiosira decipiens* (Grun.) Jörg. (Bacillariophyceae). *Bacillaria, 2:* 85-108

HEIMDAL B. R., TAASEN J. P., ELBRACHTER M. (1977) - Net phytoplankton of the Great Bitter Lake in the Suez Canal: *Sarsia,* 63: 75-83

HOPKINS T. S. (1978) - Physical processes in the Mediterranean basins. In: *Estuarine Transport Processes.* Kierfve B. (ed) *Univ. South Carolina Press, Columbia:* 269-309

JØRGENSEN E. (1920) - Mediterranean Ceratia. In: *Report on the Danish Oceanographical expeditions 1908-1910 to the Mediterranean and adjacent seas.* Schmidt J. (ed) *A. F. Host & Son Copenhagen, 2, J.* 1: 1-110

JØRGENSEN E. (1923) - Mediterranean Dinophysiaceae. In: *Report on the Danish Oceanographical expeditions 1908-1910 to the Mediterranean and adjacent seas.* Schmidt J. (ed.) *A. F. Host & Son Copenhagen, 2, J. 2:* 1-48

KIMOR B. (1972) - The Suez Canal as a link and a barrier in the migration of planktonic organisms. *Israel J. Zool.,* 21: 391-403

LACOMBE H., TCHERNIA P. (1972) - Caractères hydrologiques et circulation des eaux en Méditerranée. In: *The Mediterranean Sea, a natural sedimentation laboratory.* Stanley D. J. (ed.), *Dowden, Hutchinson and Ross, Inc., Pennsylvania:* 25-36

MARGALEF R. (1957) - Fitoplancton de las costas de Blanes (Gerona) de agosto de 1952 a junio de 1956. *Inv. Pesq.,* 8: 89-95

MARGALEF R., ESTRADA M. (1987) - Synoptic distribution of summer microplankton (Algae and Protozoa) across the principal front in the Western Mediterranean. *Inv. Pesq.,* 51: 121-140

MARGALEF R., MUÑOZ F., HERRERA J. (1957) - Fitoplancton de las costas de Castellon de enero de 1955 a junio de 1956. *Inv. Pesq.,* 7: 3-31

PAASCHE E. (1968) - Biology and physiology of Coccolithophorids. *Ann. Revue Microbiol.,* 22: 71-86

REVELANTE N., GILMARTIN M. (1976) - The effect of Po river discharge on Phytoplankton dynamics in the Northern Adriatic Sea. *Mar. Biol.*, 34: 259-271

RUGGIERI G. (1967) - The Miocene and latter evolution of the Mediterranean Sea. In: *Aspects of Tethyan biogeography*. Adams C. G. & Ager D. V. (eds), *Syst. Ass. Publ. London, 7*

SARA' M. (1985) - Ecological factors and their biogeographic consequences in the mediterranean ecosystems. In: *Mediterranean marine ecosystems.* Moraitou-Apostopoulou M. & Kiortsis V. (eds) *Plenum Press. N. Y. & London:* 1-17

SCOTTO DI CARLO B. (1985) - Appunti sullo zooplancton del Mediterraneo. *Nova Thalassia,* 7 *Suppl.* 3: 83-97

SOURNIA A. (1967) - Le gerire *Ceratium* (Péridien planctonique) dans le canal de Monzambique. Contribution a une révision mondiale. *Vie Milieu, Sér. A* 18: 375-500

VALENTINE J. W. (1967) - The influence of climatic fluctuations on species diversity within the Tethyan provincial system. In: *Aspects of Tethyan biogeography.* Adams C. G. & Ager D. V. (eds), *Syst. Ass. Publ. London, 7*

WILLIAMS W. T., BUNT J. S. JOHN R. D., ABEL D. J. (1981) - The community concept and the Phytoplankton. *Mar. Ecol. Prog. Ser.,* 6: 115-121

*OEBALIA 1990 Suppl., Vol. XVI-1: 73-91* ISSN 0392-6613

E. GHIRARDELLI
Dipartimento di Biologia dell'Università di Trieste

# ALCUNE CONSIDERAZIONI SULLA DISTRIBUZIONE DELLO ZOOPLANCTON DEL MEDITERRANEO.

**Abstract**

Some reflexions on the Mediterranean Zooplankton Distribution.

*The origin of Mediterranean zooplankton populations and the influence exerted by the Gibraltar threshold on the present ones are mentioned. The exchanges between Mediterranean and Red sea and those with the Black Sea are also reported. Their effects on the mediterranean zooplankton are commented upon. Finally, species isolating mechanisms due to geographical, hydrological and also genetical factores are emphasized.*

**Key-Words**: Mediterranean zooplankton, origin, distribution, indicators

La distribuzione geografica dello zooplancton del Mediterraneo è stata oggetto di molte ricerche, ricordo soltanto alcune delle crociere durante le quali è stato raccolto il materiale sul quale sono fondate le nostre conoscenze sulla distribuzione del plancton mediterraneo. Fra le più importanti quella della nave danese "Thor" (1902-1910). Nell'Adriatico negli anni che precedettero la prima guerra mondiale operarono navi italiane, austriache, cecoslovacche ed ungheresi, fra queste le austriache "Pola" (1894) e la "Rudolf Virchov" (1907-1911) e poi nell'ambito un programma in cooperazione italo-austriaco la "Ciclope" e la "Najade" (1910-1914). Fra quelle più recenti molto importante fu una crociera organizzata da PICOTTI E D'ANCONA fatta dal dragamine "306" della Marina Militare. In un mese, nell'agosto e settembre del 1955 venne percorso tutto l'Adriatico, un periodo breve con condizioni simili il che aumenta l'attendibilità dei dati raccolti relativi all'alta produzione primaria e secondaria dell'Adriatico settentrionale rispetto a quelle dell'Adriatico meridionale (D'ANCONA et al., 1959). Importanti sono pure i risultati delle crociere fatte nel secondo dopoguerra

dalle navi iugoslave Hvar, Arnonavt nell'Alto Adriatico e Andrija Mohorovicic che ha fatto 48 stazioni dalla traversale foce del Po - Rovigno al Canale di Otranto. Il materiale di queste due ultime crociere è già stato studiato, si attende, invece, che vengano pubblicati i risultati delle crociere del programma in collaborazione italo-iugoslavo (ASCOP) fatte nei primi anni 80. Altre notizie sulle ricerche in Adriatico sono riportate da ZAVODNIK (1983).

Moltissime sono le pubblicazioni sul plancton, FONDA UMANI e SPECCHI (1979) elencano per il solo Adriatico 568 lavori fatti dal 1844 al 1977. Fra le pubblicazioni più recenti ne ricordo alcune soltanto che riportano un'ampia bibliografia: FURNESTIN (1966,1968,1979,1983), GAUDY (1985), KIORTSIS (1985), MORAITOU APOSTOLOPOULOU (1985), SCOTTO DI CARLO (1985), SCOTTO DI CARLO e IANORA (1983a). La lettura di questi lavori dà ampie e dettagliate informazioni sulla distribuzione dello zooplancton nel Mediterraneo e pertanto mi limiterò ad esporre alcune osservazioni ed idee recenti relative al modo di interpretare i fatti osservati. Trattando della distribuzione dello zooplancton se ne possono considerare diversi aspetti come ad esempio la distribuzione di singole specie o di comunità, la distribuzione delle biomasse e della produzione secondaria e così via. I risultati differiscono, in modo notevole secondo le scale spaziali e temporali che vengono usate e, ovviamente anche dipendono in larghissima misura dai metodi di raccolta e dal successivo trattamento del materiale e dei dati. Basti pensare alla difficoltà che si incontrano quando si vogliono confrontare i dati della produzione di aree differenti.

Parlare di zoogeografia a proposito del plancton e dell'oloplancton d'altura in particolare, può sembrare un non senso perchè ci si riferisce ad associazioni formate da organismi che, per definizione, sono trasportati passivamente dalle correnti, tuttavia, specialmente in aree isolate vi possono essere "unità planctoniche" ben riconoscibili la cui esistenza è subordinata alla presenza di barriere idrologiche (FURNESTIN, 1979).

Non vi è dubbio, tuttavia, che la distribuzione geografica dello zooplancton è il prodotto della storia geologica degli oceani e dei mari, delle barriere continentali, dei circuiti delle correnti e della mobilità delle singole specie. La loro presenza in un dato luogo e tempo è dovuta anche alla pressione selettiva alla quale sono sottoposte che può favorire o limitare le loro capacità di sopravvivenza. Fattori abiotici e biotici (SARÀ, 1985), ai quali si tende a dare una maggiore importanza, contribuiscono a formare un disegno che, a seconda della scala usata può presentarsi abbastanza uniforme oppure frammentato o mutevole anche in tempi molto brevi. Così, ad esempio, le improvvise ed imponenti fioriture di fitoplancton oltre a causare cospicue variazioni nella composizione e nella biomassa del fitoplancton, possono avere effetti sullo zooplancton la cui biomassa può essere incrementata dall'abbondante nutrimento disponibile ma può anche diminuire per la presenza di sostanze antibiotiche prodotte dal fitoplancton o perchè gli

zooplanctonti vengono intrappolati nelle masse mucose che talvolta compaiono in seguito alle fioriture algali o, infine, per l'instaurarsi di persistenti condizioni di anossia.

Differenze su di un lungo periodo sono state osservate confrontando i risultati delle pescate di plancton fatte a Trieste dopo il 1963 con i calendari del plancton redatti dai ricercatori della Stazione Zoologica di Trieste alla fine del secolo scorso e nel primo decennio di questo, *Penilia avirostris* non compare in questi calendari e *Podon polyphemoides* è ritenuto specie rara. *P. avirostris* che ora è frequente sarebbe penetrata in Mediterraneo dopo il 1905 facendo la sua comparsa a Trieste nel 1914. L'enigmatico protozoo *Sticolonche zanclea* sempre segnalato nei calendari del plancton sembra essere scomparso dalle acque del Golfo come alcune specie di copepodi dei generi *Sapphirina* e *Copilia* (STEUER, 1908).

## *Origine dei popolamenti planctonici del Mediterraneo*

Uno degli argomenti più discussi è l'origine dei popolamenti zooplanctonici del Mediterraneo. La FURNESTIN (1968) aveva dato una notevole importanza all'influenza della corrente atlantica, che penetra in Mediterraneo dallo stretto di Gibilterra ed alle sue ramificazioni che distribuiscono elementi atlantici specialmente nel bacino occidentale. Secondo SCOTTO DI CARLO (1985) questo modello, stimolante ma un pò schematico perchè non dà sufficiente rilievo alle differenti scale temporali che regolano i fenomeni idrologici e quelli biologici, fu accolto in modo acritico dai planctonologi mediterranei. La critica di SCOTTO DI CARLO si appunta anche sulle specie ritenute indicatrici di acque atlantiche perchè molte di esse, come i copepodi: *Mecinocera clausi, Calocalanus styliremis, Isias clavipes, Lucicutia flavicornis,* sono attualmente considerate specie indigene del Mediterraneo. Tuttavia non vi è alcun dubbio che nel mare di Alboran e nelle aree finitime alcune specie atlantiche siano relativamente abbondanti e non si può nemmeno escludere il trasporto a distanza di alcune specie, come è il caso del chetognato *Pterosagitta draco* presente nelle acque marocchine. FURNESTIN (1957) in quattro anni ne ha raccolto 250 esemplari quasi tutti nei mesi freddi. La specie è rarissima a Villefranche ed a Napoli, in due anni di ricerca ne ho raccolti tre esemplari in tutto (GHIRARDELLI, 1950, 1952), ancor più rara in Adriatico dove i pochi esemplari provengono dalla zona di Dubrovnik, qui HURE (1955), ne segnala due esemplari su un totale di 11.000 Chetognati determinati, mentre GAMULIN (1979,1982) su circa 500.000 Chetognati dell'Adriatico ne segnala solo quattro. E' chiaro che specie come questa hanno un peso irrilevante sulla composizione del plancton del Mediterraneo ed uno scarsissimo valore come indicatori idrologici perchè la loro presenza si può considerare accidentale. Sulla

questione degli indicatori planctonici tornerò tra poco.

Per quanto riguarda le somiglianze fra lo zooplancton dell' Atlantico e quello del mare di Alboran ricordo che anche la FURNESTIN (1979) ammette che queste non sono assolute perchè alcune specie presenti ad ovest di Gibilterra non ci sono in Mediterraneo e quelle presenti nei due mari lo sono con frequenza diversa.

Le differenze sono più accentuate in profondità per l'effetto barriera della soglia di Gibilterra profonda 320 m MARGALEF (1985) ha definito lo Stretto di Gibilterra un estuario inverso a due livelli che si apre nell'oceano. Il volume di acqua scambiata nei due sensi è circa 70 volte quello dell'acqua che vien persa in seguito all'evaporazione che innesca le correnti. Quella superficiale proveniente dall'oceano trasporta molti organismi che vivono negli strati più alti ma non mancano organismi di acque profonde che, almeno in alcune ore del giorno o in alcuni periodi dell'anno migrando verso l'alto superano il livello della soglia.

La continua penetrazione nel Mediterraneo di specie atlantiche ha fatto pensare ad una colonizzazione permanente di questo mare; sembra invece che nella maggior parte dei casi le specie atlantiche non sopravvivano a lungo nel nuovo ambiente e che, comunque, non siano sempre in grado di assicurare la discendenza. Inoltre è probabile che, in molti casi, le popolazioni atlantiche e quelle mediterranee siano riproduttivamente isolate per ragioni geografiche o ecologiche o, come vedremo in seguito, genetiche. Pur ammettendo che i popolamenti zooplanctonici del Mediterraneo abbiano avuto origine atlantica SCOTTO DI CARLO (1985) ritiene che le specie attuali possano essere specie relitte discendenti da quelle che popolavano il mare all'inizio dell'era neozoica. Questo come conseguenza delle vicende geologiche che, nel Messiniano hanno isolato il Mediterraneo dall'Atlantico impedendo che la forte evaporazione venisse compensata dall'apporto di acque oceaniche. Il bacino del Mediterraneo divenne, come provano i fossili ed i sedimenti, una depressione desertica costellata di laghi salmastri. Nel Pliocene la depressione venne di nuovo riempita d'acqua atlantica attraverso una soglia assai più profonda di quella attuale, 2000 circa, che ha consentito il passaggio di organismi batiali di cui restano solo fossili. La soglia attuale è relativamente recente, compare nel Pleistocene o al massimo nel Pliocene, interrompe la comunicazione in profondità determinando la graduale scomparsa del termoclino profondo; si instaura così l'attuale circolazione termosferica che sostituisce quella psicrosferica con acque fredde sul fondo. Attualmente, al largo nei periodi d'isotermia la temperatura oscilla al largo attorno ai 13°C. Sono così scomparse le specie di acque profonde fredde e quelle di acque superficiali o meno profonde, attualmente presenti, sono adattate alle nuove condizioni ambientali.

Tenendo conto di quanto ho detto appare opportuno riconsiderare alcune delle ipotesi sulle quali è stata impostata la biogeografia del plancton del Mediterraneo; fra queste, come ho già detto, il ruolo preponderante della diffusione con le

correnti delle specie atlantiche e ad essa strettamente legate, il ruolo di indicatori di alcuni organismi.

## Gli indicatori planctonici

Come è noto, RUSSEL (1935), nel suo classico lavoro sulla distribuzione di alcune specie di chetognati nel mare del Nord dove *Sagitta elegans* indicherebbe la presenza di acque la cui salinità supera il 35% e che provengono dall'Oceano mentre *S. setosa* preferisce acque più diluite. BONE *et al.*, (1987) hanno supposto che la distribuzione di queste specie sia in qualche modo legata alla loro differente galleggiabilità. Alle due specie citate J. FURNESTIN (1938) ha aggiunto *S. serratodentata atlantica* indicatrice di salinità nettamente superiore al 35%. Questi tre chetognati indicherebbero dunque una caratteristica ecologica dell'acqua, la salinità. Altre specie come *Pt. draco, S. friderici,* specie atlantiche e *Krohnitta subtilis* che assai di rado si trova nel golfo di Trieste provenendo dallo Ionio, indicherebbero il percorso di correnti e sono ritenute indicatori idrologici. Si possono trovare lontano dal luogo d'origine, anche in acque che per effetto del mescolamento hanno caratteristiche differenti da quelle in cui le specie stesse abitualmente vivono; BOLTOVSKOI (1986) le chiama traccianti biologici. Indicatori ecologici sono invece le specie che vivono in acque nelle quali i parametri ambientali non sono soggetti a variazioni sensibili. Possono essere identificate con i sensori biologici di Boltovskoi che non tollerano variazioni dei parametri ambientali e che pertanto restano confinate in masse d'acqua le cui caratteristiche sono stabili.

La nozione di specie indicatrici è stata oggetto di discussioni anche accese al punto da non ritenere valida la definizione di indicatori biologiche pure esistono e sono numerosi e non solo marini (GHIRARDELLI, 1980; BRATKOVICH, 1988; SOULE e KLEPPEL, 1988). La definizione di specie indicatrici sia idrologiche che ecologiche va comunque usata cori una certa attenzione perchè una stessa specie può avere comportamenti differenti a seconda dell'età e dell'area di distribuzione: *S. elegans* è una specie artico boreale a larga distribuzione che in alcuni periodi è eurialina nella parte nord della sua area di distribuzione mentre è stenoalina e stenoterma a sud come ad esempio nel canale della Manica (SOUTHWARD, 1984). Ciò che è stato detto a proposito dell'origine dello zooplancton del Mediterraneo toglie il valore di indicatore di acque atlantiche a molte specie. Il valore di indicatori può dunque essere attribuito soltanto localmente (FURNESTIN, 1966) a specie di cui si conosce bene la biologia e non esteso a tutta l'area della loro distribuzione.

*Comunità indicatrici*

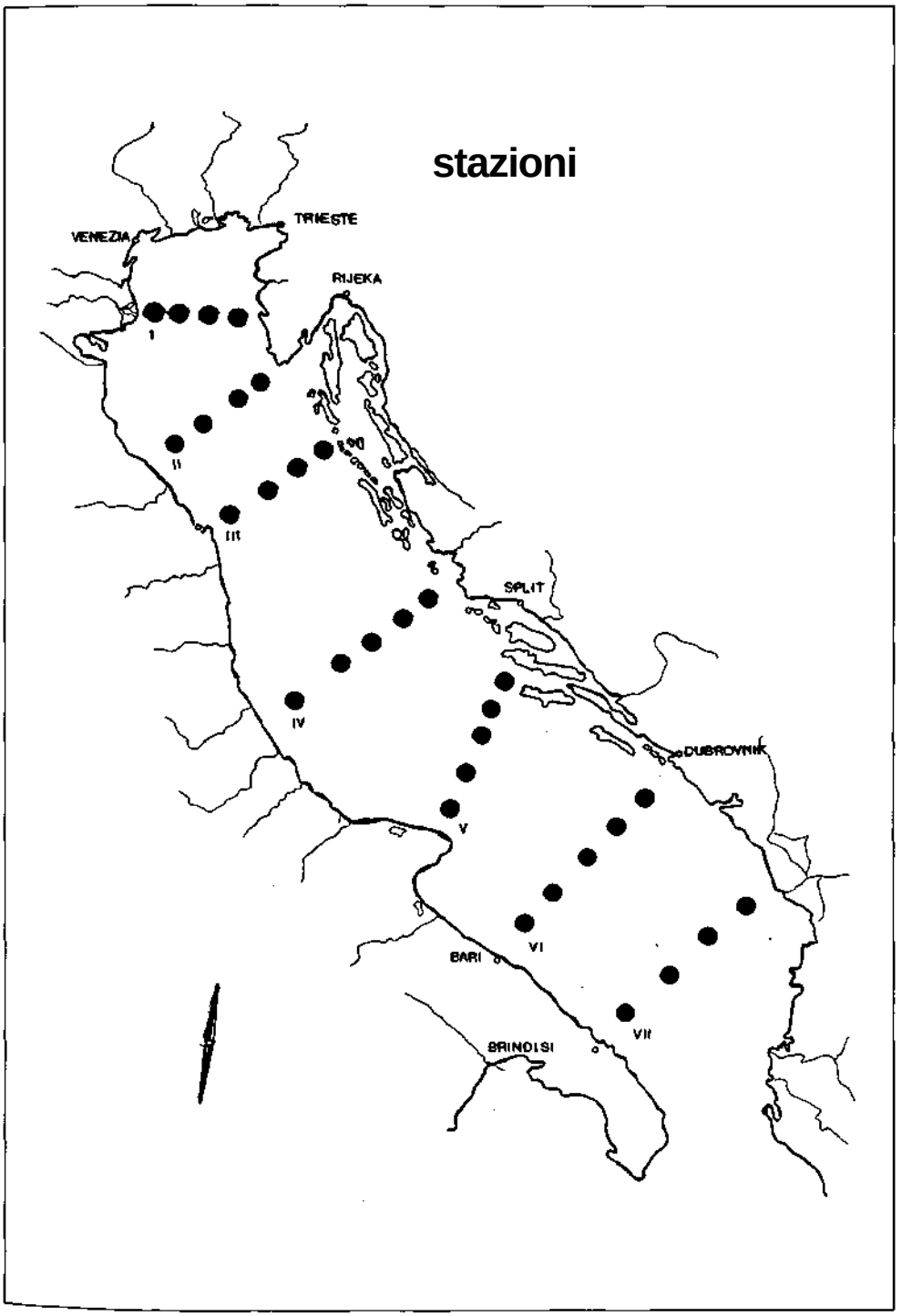
Se per singole specie vi sono dubbi sulle loro qualità di indicatrici sembra che questi non ci siano per comunità planctoniche che, pur non avendo il valore di unità biocenotiche possono indicare differenze fra masse d'acqua che, almeno allo stato attuale, non è sempre possibile descrivere con esattezza individuando i valori di ciascuno dei parametri che le caratterizzano, soprattutto di quelli meno comuni e le loro interazioni. In questo campo i dati biologici sono un utile complemento di quelli chimico-fisici. Posso citare a questo proposito i risultati delle ricerche di HURE *et al.* (1980) sui copepodi e quelle sui Chetognati dell'Adriatico (GAMULIN e GHIRARDELLI, 1983), risultati che sono perfettamente sovrapponibili. Ciascuna delle tre zone: alto, medio e basso Adriatico in cui abitualmente questo mare è suddiviso è popolato da comunità ben individuabili di Copepodi e di Chetognati. Nell'alto Adriatico, infatti, predominano le specie neritiche, numerose sono invece quelle di mare aperto e di acque profonde nell'Adriatico meridionale, mentre al centro vi sono elementi dell'una e dell'altra comunità le cui proporzioni variano con un aumento delle forme neritiche se si va verso il nord, con la loro diminuzione ed aumento delle specie d'altura andando verso sud. (fig. 1)

Un altro confronto interessante è quello fra i Chetognati del Golfo di Napoli e quelli di Dubrovnik (Adriatico meridionale). Differenze qualitative molto significative si hanno nei primi 100 m. per la prevalenza a Napoli delle specie costiere, *Sagitta setosa* in particolare; a 1000 m. di profondità, invece, le differenze qualitative scompaiono mentre restano differenze quantitative, a Dubrovnik il numero di esemplari per $m^2$ è doppio di quello di Napoli (GAMULIN e GHIRARDELLI, 1985). (fig. 2)

Anche i Copepodi, nelle acque profonde delle due località mostrano una composizione faunistica del tutto simile (HURE E SCOTTO DI CARLO, 1969)

**Le comunità delle acque profonde e le caratteristiche delle acque**

Secondo VINOGRADOV E SAZHIN (1978) nei mari semichiusi senza zonazione verticale non vi è nemmeno zonazione verticale delle comunità planctoniche, ciò che le caratterizza è una biomassa minore di quella degli oceani a profondità corrispondenti. SCOTTO DI CARLO *et al.*, (1984) propongono un modello alternativo in cui, in mare aperto, sia in Mediterraneo che in Atlantico, si possono individuare comunità che si differenziano per la loro composizione specifica più che per la distribuzione verticale. La comunità delle acque superficiali (0-100 m.) è più povera di quella atlantica anche se alla sua formazione


stazioni
VENEZIA
TRIESTE
RIJEKA
I
II
III
IV
SPLIT
V
DUBROVNIK
VI
BARI
VII
BRINDISI

I

II

III

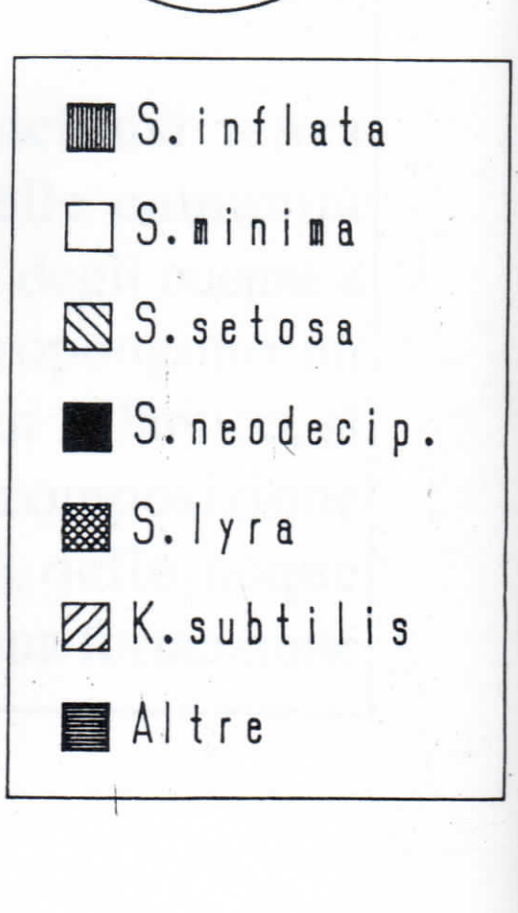
IV

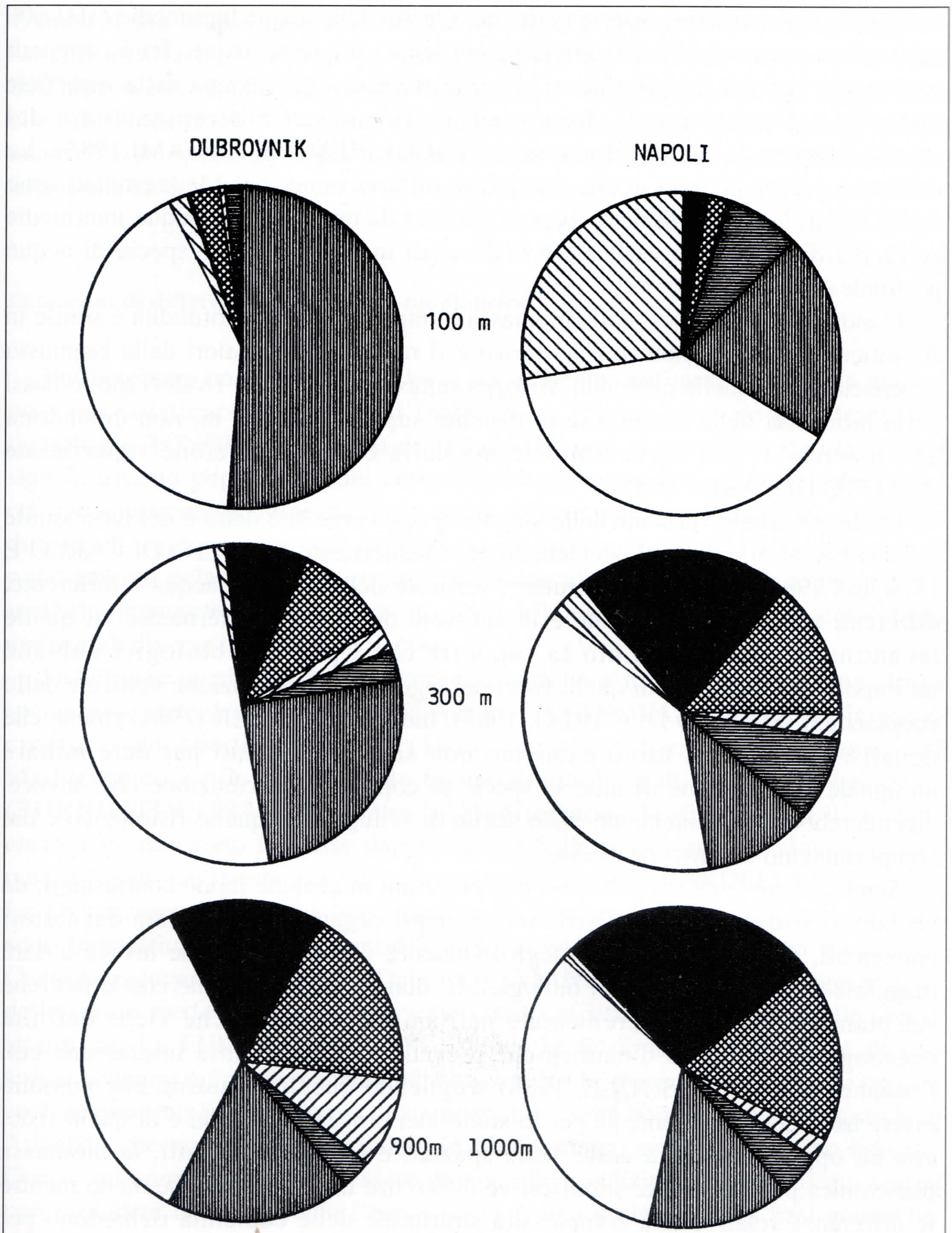
V

V

VI

VII




DUBROVNIK
NAPOLI
100 m
300 m
900m
1000m

contribuiscono numerose specie neritiche. Quella delle acque intermedie (100-600 m) sembra essere abbastanza strettamente legata a queste acque; fra i copepodi sono pochi i grandi migratori, così che il trasferimento di energia dalla superficie al fondo è probabilmente dovuto ad organismi del macroplancton e del micronecton in particolare Eufausiacei (GUGLIELMO e ZAGAMI, 1985). Le comunità profonde sono quelle che più si differenziano; nel Mediterraneo sono molto stabili le comunità dei copepodi formate da una specie di acque intermedie ad ampia distribuzione verticale e nelle quali mancano le vere specie di acque profonde dell'Atlantico.

L'andamento dei valori della biomassa in rapporto con la profondità è simile in Atlantico e in Mediterraneo e lo stesso è il rapporto fra i valori della biomassa superficiale e di quella profonda. Bisogna tuttavia rilevare che i valori molto bassi della biomassa delle acque alle profondità superiori ai 600 m, non dipendono dall'assenza di una fauna abissale ma dalla bassa produzione superficiale (SCOTTO DI CARLO, 1985).

La distribuzione verticale delle singole specie come si è detto è del tutto simile nei due bacini orientale ed occidentale del Mediterraneo (SCOTTO DI CARLO e IANORA, l983b) anche se la struttura verticale delle masse d'acqua è differente, differenti sono infatti l'origine e lo spessore delle acque intermedie, di quelle levantine in particolare; ciò fa supporre che i processi biologici abbiano un'importanza maggiore di quelli fisici nel regolare la distribuzione verticale dello zooplancton (SCOTTO DI CARLO, 1985). Inoltre, BOUCHER (1984) ritiene che uguali condizioni di idrodinamismo non siano sufficienti per determinare un'uguale distribuzione di tutte le specie di copepodi, distribuzione che, invece, dipenderebbe prevalentemente dallo stadio di sviluppo, da quello fisiologico e dal comportamento di ciascuna di esse.

Sembra dunque che si delineino due posizioni in qualche modo contrastanti; da un lato si sostiene che la distribuzione degli organismi è regolata dai fattori ambientali, di qui l'importanza degli indicatori, dall'altro si tende invece a dare maggiore importanza ai fattori biologici. E' dunque indispensabile che le ricerche sul plancton vengano incrementate nell'ambito di quella che viene definita oceanografia biologica dinamica che prevede una più intensa interazione con l'oceanografia fisica (SOULE, 1988) scegliendo quegli organismi che possono essere usati convenientemente per lo studio dei processi biologici e di quelli fisici con un'opportuna scelta delle scale spaziali e temporali. Infatti, la biomassa planctonica può presentare significative differenze in 24 ore o anche meno mentre le differenze relative alla complessità strutturale delle comunità richiedono per essere evidenti dai due ai dieci giorni e che la risoluzione delle scale temporali è più fine di quella delle scale spaziali. Sembra che qui vi sia un'altra di quelle contraddizioni, reali o apparenti, che costellano il progresso nei campi della biologia marina e della oceanografia biologica. Da un lato l'esigenza di avere una

visione il più ampia possibile dei fenomeni, (nelle ricerche sul fitoplancton i satelliti artificiali ci danno rappresentazioni che abbracciano un intero oceano), dall'altro la necessità di uno studio minuzioso di ambienti limitati e di una precisa classificazione degli organismi, data la frammentazione di quelle che un tempo erano ritenute specie ad ampia distribuzione, in ecotipi, in razze locali o addirittura in qualche caso in sottospecie se non addirittura in specie vere e proprie.

*Fenomeni di differenziamento nello zooplancton*

Può sembrare poco verosimile che in un ambiente continuo come quello marino possano verificarsi fenomeni d'isolamento. Questi sono noti da tempo in limnologia, TONOLLI (1964) ha descritto differenze biometriche, statisticamente significative in popolazioni del Copepode *Mixodiaptomus laciniatus* della stessa età, raccolte contemporaneamente in punti differenti del lago Maggiore. L'Autore dubita che ciò possa esser dovuto ad un isolamento genetico, tuttavia il popolamento pelagico del lago appare frammentato in sub unità demografiche morfologicamente separabili, molto probabilmente ciò è dovuto a condizioni ambientali diverse durante lo sviluppo.

Differenze morfologiche fra forme atlantiche e mediterranee di una stessa specie sono state descritte da diversi Autori; CASANOVA (1980) le ha rilevate in crostacei decapodi, ROTTINI (1974) nei sifonofori. *Sagitta setosa* del Mediterraneo è più piccola delle forme atlantiche e di quelle del mar Nero (FURNESTIN, 1983). Ma anche in Mediterraneo le dimensioni di questo chetognato non sono le stesse dappertutto: a Villefranche-sur-mer, lunghezza 12 mm, a Napoli e Trieste, lunghezza massima 9 mm (GHIRARDELLI, 1950,1952). Le popolazioni di *Calanus helgolandcus* di Trieste, di Dubrovnik e di Messina sono biometricamente differenziabili (CATALFANO, 1968), lo stesso accade per *Centropages typicus* di Trieste e Dubrovnik (VIANELLO, 1968). La maggior parte delle specie mediterranee studiate sotto questo aspetto è più piccola delle specie atlantiche. La FURNESTIN (1983) ritiene che le dimensioni massime di una specie vengano raggiunte soltanto nel luogo in cui la specie stessa ha avuto origine così, ad esempio *S. setosa* forma di acque fredde, come ho già detto, è più grande in Atlantico che non nel Mediterraneo. In Mediterraneo sarebbe un relitto boreale. Queste differenze potrebbero essere dovute alle condizioni ambientali ma non si può escludere che esse siano l'espressione di una variabilità con basi genetiche. Gli unici dati sperimentali che conosco sono dovuti alla scuola di Battaglia (FAVA e BATTAGLIA, 1985) che integrano e spiegano i risultati di una lunga serie di osservazioni fatte in natura su *Tisbe clodiensis.* Anche se questo Copepode non è planctonico, i dati sono molto indicativi perchè mostrano una netta diversificazione

genetica anche nelle forme interfeconde come sono quelle di Grado e di Venezia, diversificazione che in altri casi (Ponza e Arcachon) giunge alla quasi totale sterilità.

*Popolamenti zooplanctonici di aree diverse*

Avviandomi alla conclusione accennerò ad alcune caratteristiche del plancton delle maggiori aree del Mediterraneo e del plancton neritico. Un'analisi minuziosa non mi pare opportuna anche per ragioni di spazio e di tempo ma sopratutto perchè è già stata fatta dalla FURNESTIN (1968,1979,1983), da SCOTTO DI CARLO e IANORA (1983a) e da SCOTTO DI CARLO (1985). Un aggiornamento sui popolamenti zooplanctonici dei due bacini, orientale ed occidentale del Mediterraneo è stato fatto rispettivamente dalla MORAITOU-APOSTOLOPOULOU (1985) e da GAUDY (1985). Questo ultimo autore conferma ciò che si sapeva già nei primi decenni di questo secolo sui bassi valori della biomassa del macroplancton mediterraneo (JESPERSEN, 1923) che sarebbero da mettere in relazione con la scarsa quantità di fosfati. I valori della biomassa, tuttavia, non sono poi molto diversi da quelli delle aree temperate dell'Atlantico. Vi sono però, anche aree molto, produttive come il mar d'Alboran e la regione algero-ligure (SCOTTO DI CARLO, 1985). Per ciò che si riferisce all'aspetto qualitativo pteropodi, eteropodi ed Ostracodi sono abbondanti al largo, mentre cladoceri e appendicularie vi compaiono con minore frequenza. Le specie endemiche sono relativamente poche e poco evidenti sono anche le differenze nella composizione specifica rispetto all'Atlantico. Notevoli le mescolanze fra le costiere e quelle del largo. A questo proposito SCOTTO DI CARLO (1985) fa rilevare che per il Mediterraneo è improprio definire specie oceaniche tutte le specie che vivono al largo perchè, anche a distanza dalla costa vi sono molte specie neritiche specialmente nei periodi in cui queste presentano i loro massimi MORAITOU-APOSTOLOPOULOU (1985) conferma la sostanziale somiglianza fra lo zooplancton dei due bacini; la diminuzione della varietà da ovest a est basata sullo studio dei taliacei e sifonofori non è confermata per altri taxa, 132 sono le specie dei copepodi delle acque egiziane, 141 quelle del golfo della Sirte e delle acque levantine, 120 quelle dell'Egeo e 105 sono le specie delle acque libanesi.

Nel bacino occidentale il gruppo di specie più importante è dato dai copepodi di cui però, come del resto nell'alto Adriatico solo un piccolo numero di specie è dominante, anche nell'Egeo questo carattere è accentuato nella regione costiera. Alcune specie come *Centropages violaceus* sono favorite da elevate temperature e salinità mentre altre *(Oithona plumifera* ad es.) non sopportano queste condizioni. L'alta salinità non è favorevole nemmeno ai Cladoceri che sono abbondanti solo

nelle acque costiere in golfi e seni riparati. Notevoli differenze sono state osservate fra il plancton del bacino meridionale e quello del bacino settentrionale dello stesso mare che mostra una spiccata tendenza all'isolamento ecologico, come prova la grande abbondanza di *Temora stylifera* di *Coycaeus giesbrechti* e *Candacia aethiopica* alla quale si contrappone la scarsità di *Paracalanus parvus*, *Oithona plumifera* e *Mecynocera clausi*. La fauna dell'Egeo meridionale pur essendo simile a quella del resto del Mediterraneo ha caratteristiche di transizione.

Di particolare interesse nel lavoro della MORAITOU-APOSTOLOPOULOU le notizie relative agli effetti di azioni antropiche. Così la diga di Assuan ha causato una diminuzione della produttività nelle acque egiziane; lungo le coste del Libano non si osservano più l'aumento autunnale del plancton e la sciamatura di *Podon polyphemoides*. L'aumento della salinità ha reso meno sensibili le differenze che vi erano fra la salinità del mare e quelle del canale di Suez al suo sbocco nel Mediterraneo favorendo l'ingresso di specie provenienti dal mar Rosso. Una ventina sarebbero quelle che si sono già installate in Mediterraneo (FURNESTIN, 1983). Anche le dighe costruite sui fiumi che sfociano nel mar Nero stanno provocando effetti sensibili anche nel Mediterraneo. La diminuzione del flusso che dai Dardanelli penetra nel Mediterraneo con conseguente aumento di quello che si dirige verso il mar Nero tende a causare la "mediterraneizzazione" di quel mare. Anche l'inquinamento di origine urbana ed industriale fa sentire i suoi effetti sulle comunità zooplanctoniche della baia di Elefsis dove si notano significative differenze rispetto alla parte sud del golfo Saronico meno inquinato. Qui l'abbondanza di nutrienti ha determinato un notevole aumento della biomassa: una media annuale di 9244 individui $m^3$ ad Elefsis, 1287 individui/$m^3$ nel golfo Saronico dove, però, la diversità specifica è maggiore.

### *Il plancton neritico*

Il plancton neritico ha una notevole uniformità lungo tutte le coste del Mediterraneo; in molti casi forma comunità simili capaci di tollerare le grandi variazioni delle condizioni ambientali tipiche della regione costiera. Il plancton neritico è monotono con elevata biomassa (GHIRARDELLI, 1983) ed è soggetto ad ampie fluitazioni stagionali sia quantitative che qualitative dovute anche alle specie meroplanctoniche. Queste differenze possono essere più accentuate in acque parzialmente isolate con coste molto antropizzate. A questo proposito KIORTSIS (1985) propone di considerare le comunità di queste aree come unità caratteristiche risultanti dalla evoluzione e dal differenziamento delle regioni biogeografiche contermini. L'Autore si chiede poi se siano state le condizioni ecologiche a determinare le caratteristiche degli attuali popolamenti favorendo l'instaurarsi di

comunità di organismi che in ogni caso fanno parte dello stock faunistico delle acque mediterranee, oppure se queste comunità isolate siano il risultato di condizioni biogeografiche che, in passato, hanno creato caratteristiche unità in grado di reagire alle attuali stimolazioni ambientali.

Il confronto fra i popolamenti di diverse aree portuali mi farebbe propendere per la prima ipotesi ma è evidente che una risposta convincente a questa domanda richiede ancora molto lavoro.

Come abbiamo visto vi sono questioni che riguardano la ricerca di base la sistematica fine, l'ecologia, la struttura genetica delle attuali popolazioni zooplanctoniche del mediterraneo devono essere la base sulla quale costruire. Le ricerche in questi campi dovrebbero precedere le ricerche biochimiche e quelle di biologia molecolare e non viceversa. Non sono poi da trascurare le ricerche sulle possibili modificazioni della struttura delle popolazioni costiere dovute all'inquinamento e ad altre azioni antropiche ed i cui risultati sono utili per indicare razionali provvedimenti per la salvaguardia del mare. Purtroppo la diversità delle situazioni ambientali, assieme alla cronica carenza di mezzi ha avuto come conseguenza uno studio frammentario del Mediterraneo che è stato considerato un mosaico di subregioni invece di un tutto unitario (SCOTTO DI CARLO, 1983).

## Riassunto

La distribuzione e le caratteristiche dello zooplancton del Mediterraneo sono il risultato della storia del mare, dei fattori ecologici e delle risposte degli organismi agli stimoli ambientali. Così, ad esempio, la soglia di Gibilterra che impedisce alle acque profonde atlantiche di penetrare nel Mediterraneo è la causa dell'assenza di una vera fauna abissale in questo mare. Sono ricordate le caratteristiche dei popolamenti zooplanctonici delle acque superficiali e profonde dei differenti bacini e l'influenza che sui loro popolamenti hanno gli apporti atlantici, quelli dal mar Rosso e la comunicazione col mar Nero attraverso i Dardanelli ed il Bosforo. Vengono inoltre espresse alcune considerazioni sul plancton delle aree di transizione, di quelle parzialmente isolate e sugli "indicatori". Si accenna, infine, alle probabili cause che, in alcune specie, hanno determinato la comparsa di forme morfologicamente differenziabili da quelle atlantiche ed ai probabili casi di isolamento genetico. A questo proposito viene ribadita l'importanza e l'insostituibile ruolo della sistematica per le ricerche sul plancton.

## Bibliografia

BOLTOVSKOY D. (1986) - Biogeography of the southwestem Atlantic: overview, current problems and prospects, pag. 14-24, in: Spoel van der S. Pierrot-Bults A.C., Zahuranec B. e Johnson R. *Pelagic biogeography,* pp. 295. UNESCO, Paris.

BONE Q., BROWNLEE C., BRYAN G. W., BURT C. R., DANDO P. R., LIDDICOAT M. L, PULSFORD A.L., RYAN K. P. (1987 ) - On the differences between the two "indicators" species of chaetognath, *Sagitta setosa* and *S. elegans. J. mar biol.* Ass. U. K. 67, 545-560.

BRATKOVICH A. (1988 ) - The Use of Planktonic Organism Distribution as an Indicator of Phisical Variability in Marine Environments, pag. 13-34, in: Soule F. and Klepper G. S. Ed. 1988.

BOUCHER J. (1984 ) - Localization of zooplancton populations in the Ligurian marine front: role of ontogenic migrations. *Deep Sea Research,* 31 (5) 469-484.

CASANOVA J. P. (1981) - Variations morphologiques et speciation en Méditerranée et dans l'Atlantique orientai chez quelques crustaces micronectonique. *Journées Etud. System. et Biogeogr. Médit.* Cagliari CIESM, 155-174.

CATALFAMO E. (1968) - Ricerche biometriche su tre popolazioni di *Calanus helgolandicus. Boll. Soc. Adriatica Sc. Trieste,* 46 (1), 58-72.

D'ANCONA U., BATTAGLIA B., MOZZI C., VARAGNOLO A. M. (1959 ) Influence of Surrounding Lands on the distribution of Productivity in the Adriatic Sea. *"Preprints" American Ass. Advanc.* Sc.,Washington, 12 sept. 1959; 572-575.

FAVA G., BATTAGLIA B. (1985) - Processes of differentiation between Mediterranean populations of the super-species Tiabe clodiensis, Battaglia and Fava (1963), pag. 333-345 in: Moraitou- Apostolopoulou and Kiortsis V. Ed. 1985.

FONDA UMANI S., SPECCHI M. (1979) - Primi risultati di una bibliografia sullo zooplancton dell'Adriatico. Nova Thalassia, 3 suppl., 49-88.

FURNESTIN J. (1938) - Influence de la salinité sur la repartition du Gerire *Sagitta* dans l'Atlantique Nord-Est. *Rev. Trav. Office Pêches maritimes,* XI (3), 425-437.

FURNESTIN M. L. (1957) - Chaetognates et zooplancton du secteur atlantique marocains. *Rev. Trav. Inst. Pêches marit.* 21 (1-2), pp. 356.

FURNESTIN M. L. (1966) - Le plancton indicateur hidrologique, 5-30 in: Furnestin M. L., Lee Y. J. et Raimbault R. (1966) - *Elements de Planctonologie applique e* Inst. (scient. tech.) Pêches marit. Paris.

FURNESTIN M. L. (1968 ) - Le zooplancton de la Mediterranee (Bassin Occidentale) Essay de synthése. *J. Cons. perma int. Eplor. Mer.* 32(1 ), 25-69.

FURNESTIN M. L. (1979) - Aspects of the zoogeography of the Mediterreanean plankton, pag. 191-253 in: Spoel van der S. and Pierrot-Bults A. C. *Eds. Zoogeography and diversity of plankton,* E. Arnold London-Bunge Sc. Publ. Utrecht.

FURNESTIN M. L. (1983) - Plancton et biogeographie: quelques exemples. *Oceania,* 9, 289-316.

GAMULIN T. (1979) - Zooplankton istocne obale Jadranskog Mora. *Acta Biologica Zagreb.* 8 (1-10), 171-270.

GAMULIN T. (1982) - Andrija Mohorovicic 1974-1976. Report and results of the oceanographic investigations in the Adriatic sea. Zooplankton, Chaetognatha. Hidrograph. Inst. Yugoslav Navy, Split. 205-210.

GAMULIN T., GHIRARDELLI E. (1983) - Les Chaetognates de la Mer Adriatique. *Rapp. Comm. int. Mer Médit.* 28 (9), 175-177.

GAMULIN T, GHIRARDELLI E. (1985) - Les communautes des Chaetognathes de la mer Adriatique meridionale et du Golfe de Naples. *Rapp. Comm. int. Mer Médit.* 29(9); 275-276.

GAUDY R. (1985) - Features and Peculiarities of Zooplankton Communities from the Western Mediterranean, pag. 279-301 in: Moraitou-Apostolopoulos, M. and Kiortsis V. Edg. 1985.

GHIRARDELLI E. (1950) - Osservazioni biologiche e sistematiche sui Chetognati della baia di Villefranche sur mer. *Boll. Pesca Piscicolt. Idrobiol.* 5(1), 105-127.

GHIRARDELLI E. (1952) - Osservazioni biologiche e sistematiche sui Chetognati del Golfo di Napoli. *Pubbl. Staz. Zool. Napoli,* 23, 296-312.

GHIRARDELLI E. (1980) - Gli indicatori biologici, *Cultura e Scuola,* 76, 223-233.

GHIRARDELLI E. (1983) - Lo zooplancton degli ambienti neritici, *Nova Thalassia,* 6 suppl. 9-29.

GUGLIELMO L., ZAGAMI G. (1985) - Role of Euphausiid in DSL of western Mediterranean Sea. *Memorie Biologia marina e oceanografia,* 15, 191-206.

SCOTTO DI CARLO B., IANORA A. (1983a) - Standing Stocks and Species Composition of Mediterranean Zooplankton in: Quantitative Analysis and Simulation of Mediterranean Coastal Ecosystems: the Gulf of Naples, a case study, 59-69 in: Carrada G. C., Hopkins T. S., JEFTIC L. and MORCOS S. Editors, *Unesco reports in marine sciences,* 20, 59-69.

SCOTTO B., IANORA A. (1983b) - Atlantis II Cruises: copepod assemblages in Deep Mediterranean Waters. *Rapp. Comm. int. Mer Médit.,* 28 (9), 149-151.

SCOTTO DI CARLO B., IANORA A., FRESI E., HURE J. (1984) - Vertical zonation patterns for Mediterranean Copepods from the surface to 3000 m at a fixed Staffon in the Thyrrenian Sea. J. *Plankton res.,* 61(6), 1031-1056.

SOULE F.D. (1988) - Marine Organisms as Indicators Reality or Wishful Thinking pag. 1-11 in: Soule D. F. Kleppel G. S. Eds.

SOULE D. F, KLEPPEL G. S. EDS. (1988) - Marine Organisms as Indicators, pp. 342. Springer-Verlag, New-York, 1988.

SOUTHWARD A J. (1984) - Fluctuations in the "indicator" Chaetognaths Sagitta elegans and Sagitta setosa in the Western Channel. *Oceanologica acta,* 7, 229-239.

SPECCHI M. (1965) - Il plancton del Golfo di Trieste . I Cladoceri, *Boll. Zool.* 32, 183-196.

SPOEL van der S., HEYMAN R. P. (1983) - A Comparative Atlas of Zooplankton, Biological Patterns in Oceans, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New-York, Tokio, 1983, pp. 186.

STEUER A. (1908) - Die Sapphirinen und Copilien der Adria. Boll. *Soc. Adriatica Sc. Nat. Trieste,* 24, 159-166.

TONOLLI V. (1964) - Introduzione allo studio della Limnologia, Ed. *Ist. Italiano Idrobiologia,* Pallanza, pp. 224-387.

VIANELLO G. (1968) - Ricerche biometriche su due popolazioni di Centropages typicus. *Boll. Soc. Adriatica Sc. Trieste,* 46 (1), 73-89.

VINOGRADOV M. E., SAZHIN A. F. (1978) - Vertical distribution of the major groups of zooplankton in the northern part of the Sea of Japan, *Oceanology Wash. (Transl. of Okeanologiya, Mosk.),* 13, 904-907.

ZAVODNIK D. (1983) - 400 years of the marine science. *Thalassia jugoslavica,* 19, 405-429.

HURE J. (1955) - Distribution annuelle verticale du zooplancton sur une station de l'Adriatique meridionale. *Acta Adriatica,* 7(7), 1-72.

HURE J., SCOTTO DI CARLO B. (1969) - Ripartizione quantitativa e distribuzione verticale dei Copepodi pelagici di profondità su una stazione dell'Adriatico meridionale. *Pubbl. Staz. Zool. Napoli,* 37,51- 83.

HURE J., IANORA A., SCOTTO DI CARLO B. (1980) - Spatial and temporal distribution of Copepod communities in the Adriatic Sea. *J. Plankton Res.* 2(4), 295-316.

JESPERSEN R (1923) - On the quantity of macroplankton in the Mediterranean and in Atlantic, *Rep. Dana Oceanogr. Exped. Medit.* 3(3), 1-17.

KIORTSIS V. (1985) - Mediterranean Marine Ecosystems: Establishment of zooplankton communities in transitional and partly isolated areas, pag. 377-385, in Moraitou-Apostolopoulou M. and Kiortsis V. Eds. 1985.

MARGALEF R. (1985) - Environmental Control of the Mesoscale Distribution of Primary Producers and its Bearing to Primary Production in the Wester Mediterranean pag. 213-229, in: Moraitou-Apostolopoulou M. and Kiortsis V. Ed. 1985.

MORAITOU-APOSTOLOPOULOU M. (1985) - The Zooplankton Communities of the Eastern Mediterranean (Levantine Basin, Aegean Sea): Influence of Man-Made Factors, pag. 303-331. in Moraitou-Apostolopoulou M. and Kiortsis Ed. 1985.

MORAITOU-APOSTOLOPOULOU, KIORTSIS V. Editors, (1985) - Mediterranean Marine Ecosystems. *Nato Conference Series,* Plenum Press, New-York and London, 1985 pp. 407.

ROTTINI L. (1974) - Recherches biometriques sur Muggiaea kochi Will et *Muggiaea atlantica* Cunningam. *Rapp. Comm. int Mer Medit.,* 22 (9), 129-131.

RUSSEL F. S. (1935) - On the Value of Certain Plankton Animals as Indicators of Water Movements in the English Channel and North Sea, *J. Mar . Biol. Ass.* 20 (2), 309-332.

SARA' M. (1985) - Ecological factors and their biogeographical consequences in mediterranean ecosystems. in: Moraitou-Apostolopoulou M. and Kiortsis V. Eds. 1-17.

SCOTTO DI CARLO B. (1985) - Appunti sullo zooplancton del mediterraneo. *Nova Thalassia,* 7 suppl. 3, 83-97.

*OEBALIA 1990 Suppl., Vol. XVI-1: 93-102* ISSN 0392-6613

M. INNAMORATI L.LAZZARA C. NUCCIO
P. SENESI G. BURACCHI
Dipartimento di Biologia Vegetale, Laboratorio di Ecologia dell'Università,
via Micheli 1, 50121 Firenze (Italy).

# VARIAZIONI STAGIONALI E SPAZIALI DELLE CENOSI FITOPLANCTONICHE NEL MAR LIGURE (1979-1982)*.

**Abstract**

Seasonal and spatial variations of phytoplankton coenosis in ligurian sea (1979-1982)

*Surface phytoplankton populations of the Ligurian Sea have been studied in relation to their seasonal and spatial variations (March 1979 February 1982). The seasonal variation observed fits well with the classic annual cycle in temperate seas and the geographical distribution of phytoplankton coenosis in spring and summer shows a well marked difference between neritic and oceanic regions. The first one is characterized by the presence of Bacillariophyceae and usually by a more complex composition of the coenosis. The oceanic region, on the contrary, shows a strong dominance of Cryptophyceae in spring and of Dinophyceae in summer.*

Key words: phytoplankton, coenosis, seasonal variation, Ligurian Sea.

## Introduzione

Gli studi sul fitoplancton del Mar Ligure, sebbene intrapresi da molti anni con varietà di metodi di campionamento a causa delle tecniche in uso e dalla disponibilità strumentale (FORTI, 1922; ISSEL, 1925; RAMPI, 1951, 1954;

*(ricerca finanziata dal Progetto Finalizzato "Oceanografia e Fondi marini" U.O. Frassetto R. e con stanziamento per la ricerca dell'Università di Firenze)*

BERNHARD e RAMPI, 1967; BERNHARD *et al.*, 1969), hanno considerato la composizione floristica, in alcuni casi indipendentemente dalla struttura dei popolamenti e dai fattori ambientali, ma in ogni caso limitatamente ad alcune aree costiere. Si ha quindi una discreta informazione sulla flora planctonica, la sua variazione stagionale ed alcuni suoi aspetti ecologici, ma esclusivamente in ambiente neritico.

Sono state quindi svolte alcune campagne oceanografiche nell'intero Mar Ligure allo scopo di contribuire alla conoscenza della distribuzione spaziale e temporale della biomassa fitoplanctonica e della sua composizione specifica in ambiente oceanico e neritico. In questo primo lavoro vengono delineate, limitatamente allo strato superficiale, le principali caratteristiche della variazione spaziale e stagionale della fitocenosi.

## Metodi

Durante le campagne Ligure IV (19.3-9.4.79, N/O Marsili), V (1-13.3.80, N/O Bannock), VI (5-20.6.81, N/O Marsili), VII (8-14.11.81, N/O Marsili), VIII (20-27.2.82, N/O Marsili) sono state rilevate: temperatura, salinità, pH, irradianza spettrale, torbidità, seston, clorofille (spettrofotometria e fluorimetria *in vivo)* e abbondanza specifica (prelievi con bottiglia e analisi dopo sedimentazione Ütermöhl) e, ad eccezione della Ligure VI, nitriti, nitrati, fosfati, silicati. Dati e metodi sono riportati in dettaglio nei relativi resoconti (INNAMORATI *et al.* 1985, 1986, 1987). I popolamenti o cenosi fitoplanctoniche sono state differenziate rispetto all'abbondanza relativa delle principali classi tassonomiche ed a quella di un gruppo arbitrario, denominato "alia" nel quale sono state incluse tutte le classi scarsamente rappresentate nell'insieme di tutti i campioni esaminati. Le cenosi, quindi, sono state denominate e raggruppate per somiglianza secondo l'ordine di abbondanza decrescente delle classi, escludendo quelle con abbondanza relativa inferiore al 10%.

## Risultati

I dati raccolti durante le campagne (Fig. 1) sono apparsi rappresentativi delle quattro stagioni e l'evoluzione stagionale dei fattori ambientali e della biomassa fitoplanctonica nelle acque superficiali (Fig. 2) presenta le caratteristiche solitamente riscontrate nei mari temperati. Le massime concentrazioni dei nutrienti si hanno nei mesi inverno-primaverili ed autunnali in seguito al rimescolamento

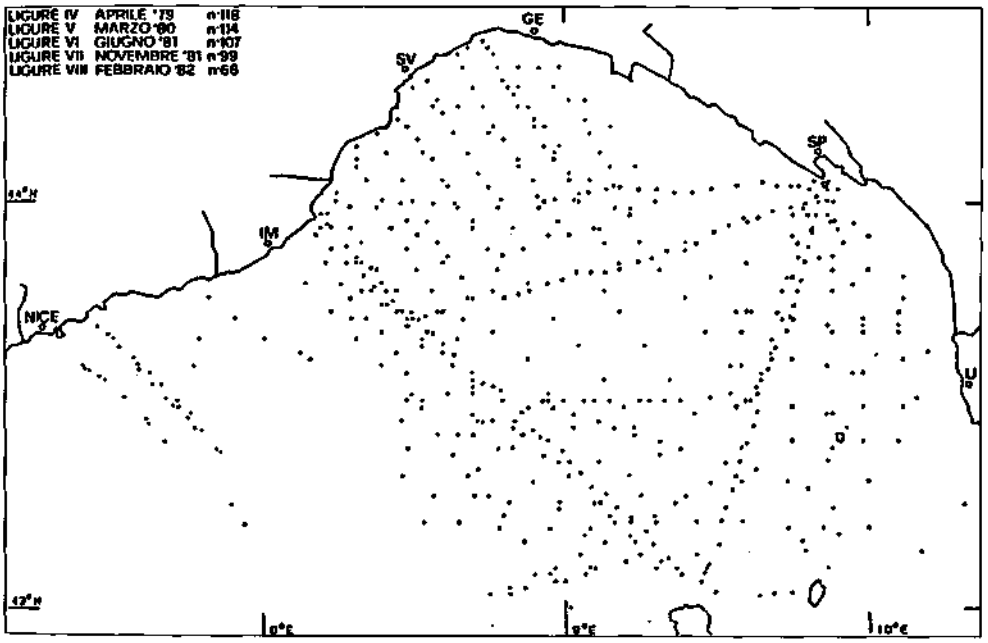



**Fig. 1** - Rilievi effettuati nel Mar Ligure durante le cinque campagne oceaniche

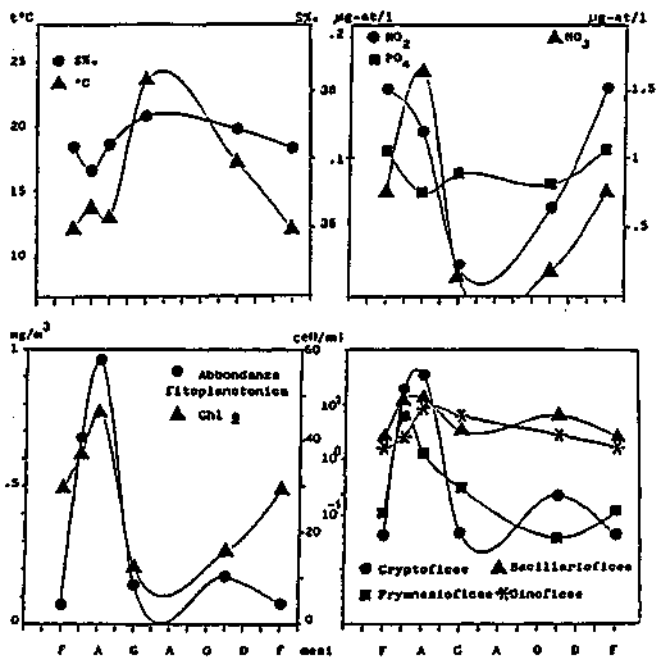



**Fig. 2** - Variazioni stagionali delle medie di alcuni fattori ambientali; della abbondanza totale e delle classi fitoplanctoniche in superficie

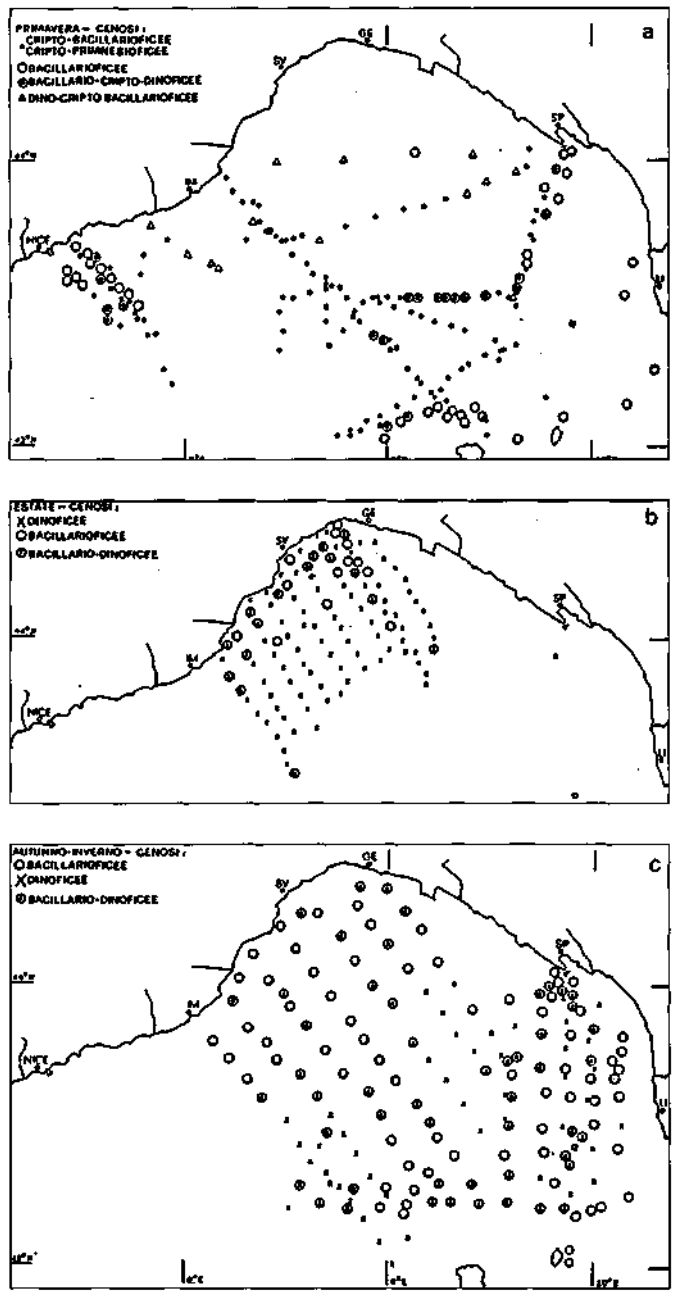



**Fig. 3** - Distribuzione spaziale delle cenosi fitoplanctoniche in: a) primavera; b) estate; c) autunno-inverno.

della colonna d'acqua, e la biomassa fitoplanctonica, stimata sia come clorofilla con feopigmenti che come abbondanza cellulare, presenta i massimi durante la fioritura primaverile e quella autunnale. L'andamento dell'abbondanza fitoplanctonica (Fig. 2) è determinato dalle Bacillarioficee, che predominano in inverno e in autunno, e dalle Criptoficee che, in entrambe le campagne primaverili, hanno determinato la fioritura (fino a 278 cell/ml). Le Dinoficee presentano nel periodo estivo la loro massima abbondanza rispetto agli altri gruppi.

Sono stati identificati i seguenti cinque tipi di cenosi: i) a Bacillarioficee (B); ii) a Dinoficee (D); iii) a BacillarioDinoficee o DinoBacillarioficee (simboleggiate solo come BD, anche se le due classi hanno abbondanza relativa molto simile e si alternano nella dominanza); iv) a CriptoPrimnesioficee o CriptoBacillarioficee (CP o CB) e v) a BacillarioCriptoDinoficee o DinoCriptoBacillarioficee (BCD o DCB).

La distribuzione di queste cenosi fitoplanctoniche oltre a diversificarsi durante l'evoluzione stagionale si presenta differenziata tra le masse d'acqua neritica ed oceanica presenti nel Mar Ligure.

In primavera (Fig. 3a) le sole cenosi a dominanza di Criptoficee (CB o CP), maggiori responsabili della fioritura, sono dominati in acque oceaniche mentre in acque neritiche e nelle zone marginali, sono presenti cenosi a BCD, DCB e a Bacillarioficee. In estate (Fig. 3b) in acque oceaniche sono quasi esclusivamente dominanti le cenosi e Dinoficee e in acque neritiche si hanno cenosi a Bacillarioficee , Dinoficee e a BD. Le acque neritiche si differenziano dalle acque oceaniche in queste due stagioni per la presenza di più tipi di cenosi e soprattutto per la costante presenza di quelle a Bacillarioficee. In autunno e in inverno (Fig. 3c) prevalgono le cenosi a Bacillarioficee, ma non si ha una chiara differenziazione spaziale e le cenosi di tipo B, D e BD, sono distribuite su tutta l'area indagata.

Anche l'analisi della distribuzione dell'abbondanza fra le specie che raffigura lo stadio della successione fitoplanctonica raggiunto dalle cenosi, e quindi anche la loro diversità, mostra acque neritiche ed acque oceaniche caratterizzate stagionalmente da differenti fasi di sviluppo. In Fig. 4 sono riportate le distribuzioni di alcuni campioni rappresentativi delle varie cenosi. Le cenosi oceaniche si trovano in primavera allo stadio iniziale della successione, con una o al massimo due specie dominanti, e in fase più avanzata in estate, quando il popolamento è dominato dalle Dinoficee, peraltro già presenti nelle cenosi primaverili. Tra le cenosi neritiche quelle a dominanza di Bacillarioficee si trovano in primavera allo stadio finale della successione, con una più equa distribuzione dell'abbondanza tra varie specie, mentre in estate o si mantengono, come le cenosi BD, ad uno stadio maturo con alta diversità, o passano nuovamente ad uno stadio iniziale, con una specie dominante. In autunno e in inverno le cenosi delle due regioni si trovano a stadi simili e piuttosto avanzati della successione, con dominanza di diverse specie sia di Bacillarioficee che di Dinoficee.

**Discussione e conclusioni**

Il Mar Ligure è caratterizzato dalla presenza di una circolazione ciclonica permanente (STOCCHINO e TESTONI, 1976) con un'area centrale di divergenza che determina la risalita delle acque profonde più fredde e più ricche di nutrienti; ciò differenzia quest'area rispetto alla zona di transizione e alla zona neritica nelle sue caratteristiche fisiche e chimiche (INNAMORATI *et al.*, 1985, 1986, 1987).

L'analisi dei popolamenti ha evidenziato che le cenosi individuate sono caratterizzate da una diversa distribuzione geografica, identificabile con la differenziazione tra le acque costituite dai flussi provenienti dall'Alto Tirreno e dalla corrente occidentale corsa e confinate sulla piattaforma sia dalla natura del fondo che dal vortice ciclonico e le acque oceaniche centrali, situate in posizione sud-occidentale.

Inoltre è apparso evidente (Fig. 5) che la diversa distribuzione spaziale è caratterizzata anche da una diversa evoluzione stagionale della successione delle cenosi presenti. Le acque oceaniche in primavera sono infatti dominate da cenosi a Criptoficee (Fig. 5c). Le Criptoficee fanno parte del nannoplancton flagellato che può talvolta rappresentare una percentuale maggioritaria della biomassa fitoplanctonica in condizioni ambientali favorevoli ad una rapida crescita. La loro presenza è stata comunque registrata, soprattutto come Criptomonadacee, in acque salmastre e neritiche del Golfo di Marsiglia (JACQUES, 1969), ma anche in acque superficiali oceaniche, al largo della costa catalana (ESTRADA *et al.*, 1985) con concentrazioni superiori a 50 cell/mi, e sempre in periodo inverno-primaverile, quando si hanno le maggiori concentrazioni di nutrienti. Questa condizione si verifica anche nelle acque centrali del Mar Ligure, dove la divergenza determina una zona con condizioni nutritive che si distingue dalla generale oligotrofia delle altre.

In estate, le cenosi oceaniche a dominanza di Criptoficee sono sostituite da cenosi Dinoficee (Fig. 5c), tipiche dei periodi di maggior povertà nutritizia e di stadio avanzato della successione, con dominanza di diverse specie di *Gymnodinium* e di *Gyrodinium fusiforme.* Una relativa eterogeneità delle cenosi oceaniche, con la presenza sporadica di Bacillarioficee, può essere messa in relazione con l'esistenza di chiazze termiche in movimento alle quali sono associati diversi popolamenti fitoplanctonici (INNAMORATI *et al.*, 1982).

In acque neritiche è evidente la costante presenza di cenosi a Bacillarioficee (Fig. 5b), sia in primavera che in estate insieme ad altre cenosi (BCD, BD, DCB) che non compaiono in acque oceaniche e che presentano una abbondanza più distribuita tra le classi. La presenza neritica delle Bacillarioficee è riportata in tutte le aree indagate del Mediterraneo (cfr. ESTRADA *et al.*, 1985) con le specie dominanti in periodo inverno-primaverile, ritrovate anche nel Mar Ligure:

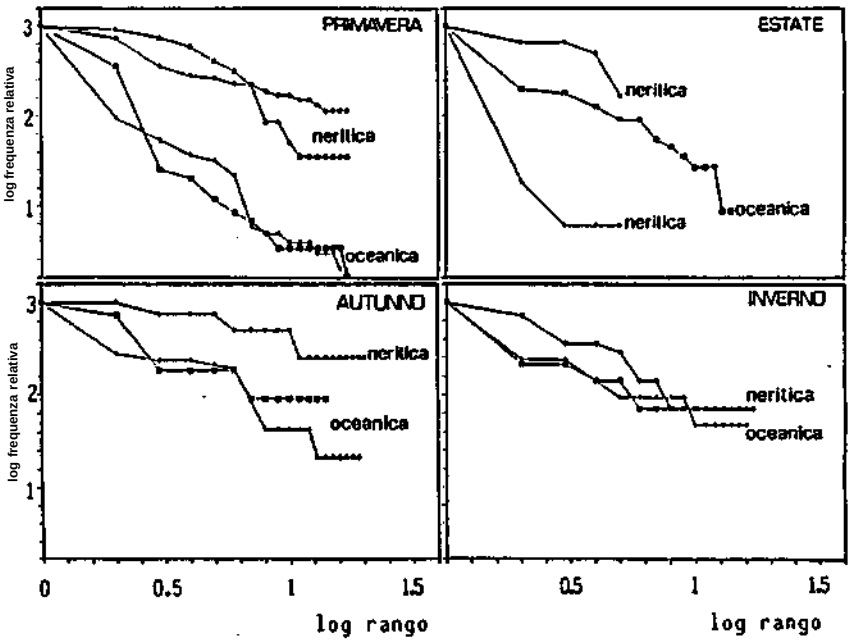



**Fig. 4** - Distribuzione della frequenza relativa delle specie in popolamenti tipici delle quattro stagioni.

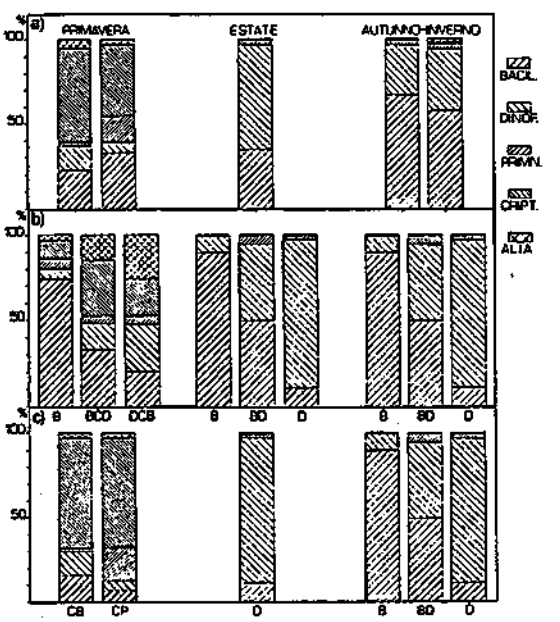



**Fig. 5** - Evoluzione stagionale dei popolamenti fitoplanctonici:
a) composizione media; b) cenosi di acque neritiche; c) cenosi di acque oceaniche.

*Nitzschia "tipo seriata", Chaetoceros curvisetus, Thalassionema nitzschioides, Skeletonema costatum.* Nel periodo estivo la presenza della Bacillarioficee di cenosi più differenziate sottocosta, così come la netta dominanza delle Dinoficee più al largo, sono state messe in evidenza anche nelle acque dell'Arcipelago Toscano (LAZZARA *et al.*, 1987).

La situazione neritica è caratterizzata dunque da una maggiore eterogeneità di composizione delle cenosi, nelle quali le Bacillarioficee, pur variando di peso, sono tuttavia sempre presenti, e da una evoluzione delle successioni che avviene con maggiore frequenza, cioè nell'ambito di scale spaziali e temporali più ridotte di quanto non avvenga nelle acque oceaniche.

Questo studio del fitoplancton nel Mar Ligure indica che l'indagine fitoplanctonica condotta su vaste aree, anche con frequenza non elevata, può consentire di mettere in evidenza sia l'evoluzione stagionale dei popolamenti che la loro differenziazione nelle regioni neritica ed oceanica, in corrispondenza con le diverse masse d'acqua presenti, che ne vengono ad essere così caratterizzate.

## Summary

*Preliminary analyses about the seasonal and spatial variations of surface phytoplankton coenosis in the whole Ligurian Sea are reported. Data has been collected in different periods of the year during five oceanographic cruises (Ligure IV: 10/3-9/4/1979, V: 1-13/3/1980, VI: 5-20/6/1981, VIII: 8-14/11/1981, VIII: 20-27/2/1982). From relative abundance of the phytoplanktonic classes in each sample, the following five coenosis have been identified: i) Bacillariophiceae (B) ii) Dinophyceae (D); iii) BacillarioDinophyceae (BD); iv) CryptoPrymnesiophyceae or CryptoBacillariophyceae (CP-CB); v) BacilarioCrypto Dinophyceae or DinoBacillariophyceae (BCD-DCB).*

*Seasonal variations of physical and chemical conditions fit well with a typical annual cycle of temperate seas; phytoplankton biomass also follows this pattern, with a marked spring bloom, dominated by Cryptophyceae, a summer scarcity with dominance of Dinophyceae and a second peak in autumn, dominated by Bacillariophyceae. However, this seasonal evolution of phytoplankton composition is different in the various waters of the Ligurian Sea. In spring, in the oceanic waters, delimited by the permanent cyclonic circulation and characterized by the presence of the divergence, which leads up the colder and nutrient rich waters, the CP-CB coenosis are mainly dominant. In neritic and marginal areas we find B coenosis together with BCD-DCB coenosis. In summer, oceanic waters are dominated by D coenosis and neritic ones are characterized by the presence of B and BD coenosis. In autumn and winter the B, D and BD coenosis show a*

*widespread distribution, without marked spatial differences. The stage of succession of these phytoplankton coenosis have a different temporal in different waters: just in the neritic ones there is the contemporary presence of the three stages.*

*Therefore, neritic waters compared to the oceanic ones, are characterized by a large variety of coenosis and by the constant presence of the Bacillariophyceae ones; secondarily the evolution of neritic phitoplankton succession is related to shorter scales in time and space.*

**Bibliografia**

BERNHARD M., RAMPI L. (1967) - The annual cycle of the "Ütermöhl - phytoplankton" in The Ligurian Sea in 1959 and 1962. *Pubbl. Staz. Zool. Napoli,* 35: 137-169.

BERNHARD M., RAMPI L., ZATTERA A. (1969) - La distribuzione del fitoplancton nel Mar Ligure. *Pubbl. Staz. Zool. Napoli,* 37 (suppl.): 73-114.

ESTRADA M., VIVES E, ALCARAZ M. (1985) - Life and Productivity of the Open Sea. In: "Western Mediterranean" ed. R. Margalef, Pergamon Press, Oxford.

FORTI A. (1922) - Ricerche sulla flora pelagica (fitoplancton) di Quarto dei Mille. *Mem. R. Comit. Talass. Ital.,* 97: 1-248.

INNAMORATI M., BURACCHI G., MANNUCCI M., SENESI P. (1982) - Chiazze termiche e fitoplanctoniche nel Mar Ligure. Campagna Ligure VI - Giugno 1981. *Boll. Mus. Ist. Biol. Univ. Genova,* 50 (Suppl.): 228-235.

INNAMORATI M., ALBEROTANZA L., LAZZARA L., DE POL M., MANNUCCI M. (1985) - Popolamenti fitoplanctonici e condizioni idrologiche nel Mar Ligure. Ligure IV N/O "L.F. Marsili" 19/3-9/4/1979. Resoconti dei rilevamenti in mare, n. 1, Firenze, pp. 40.

INNAMORATI M., ALBEROTANZA L., DE POL M., MANNUCCI M., NUCCIO C., FARGION G., INNOCENTI G., MORI G., LAZZARA L. (1986) - Popolamenti fitoplanctonici e condizioni idrologiche nel Mar Ligure. Ligure V - N/O "Bannock" 1-13/3/1980. Resoconti dei rilevamenti in mare, n. 2, Firenze, pp. 56.

INNAMORATI M., ALBEROTANZA L., DE POL M., LAZZARA L., MANNUCCI M., MORI G., BURACCHI G., NUCCIO C., SENESI P. (1987) - Popolamenti fitoplanctonici e condizioni idrologiche nel Mar Ligure. Ligure VI, N/O "L.F. Marsili" 5-20 giugno 1981; Ligure VII, N/O "L.F.Marsili" 8-14 novembre 1981; Ligure VIII, N/O "L.F. Marsili" 20-27 febbraio 1982. Resoconti dei rilevamenti in mare n. 3, Firenze, pp. 99.

ISSEL R. (1925) Ricerche sulle variazioni del plancton nelle acque di Rovigno e Quarto. *Mem. R. Comit. Talass. Ital.,* 115: 3-41.

JACQUES G. (1969) - Aspects quantitatifs du phytoplancton de Banyuls-sur-mer (Golfe du Lion). II. Cycle des Flagellés nanoplanctoniques (Juin 1965- Juin 1967). *Vie et milieu,* XX (1B): 17-33.

LAZZARA L., INNAMORATI M., NUCCIO C., MAZZOLI A.R., CECCATELLI G. (1989) - Popolamenti fitoplanctonici dell'Arcipelago Toscano in periodo estivo. *Oebalia,* XV (1), N.S.: 453-462.

RAMPI L. (1951) - Ricerche sul fitoplancton del Mar Ligure. XI. Il fitoplancton delle acque di San Remo. *Atti Accad. Lig. Sci. Lett.* 8: 1-50.

RAMPI L. (1954) - Variazioni stagionali del fitoplancton di superficie raccolto nel Golfo di Genova e Punta del Mesco (La Spezia). *Atti Acc. Lig. Sci. Lett.* 10: 11-52.

STOCCHINO C., TESTONI A. (1976) - Nuove osservazioni sulla circolazione delle correnti nel Mar Ligure. *Istituto Idrografico della Marina F.C.* 1076, Genova.

*OEBALIA 1990 Suppl., Vol. XVI-1: 103-111* *ISSN 0392-6613*

D. BEDULLI* A. PUGNETTI** I. FERRARI**

* Museo di Storia Naturale, Università, 43100 Parma, Italia

** Istituto di Zoologia, Università, 44100 Ferrara, Italia

# EVOLUZIONE RECENTE DEI POPOLAMENTI ZOOBENTONICI E ZOOPLANCTONICI IN UNA LAGUNA DEL DELTA DEL PO

Abstract

Zoobenthos and Zooplankton in a Lagoon of the Po River Delta

*Macrozoobenthos and zooplankton samples collected from 1985 to 1988 in a lagoon of the Po River Delta, the Sacca del Canarin, were examined. The main community parameters (number of species, density and diversity) were evaluated. Comparison was made with results of research carried out from 1976 to 1979. The changes observed in the structure of communities were analyzed in relation to the recent evolution of the lagoon trophic state.*

Key-words: Po River Delta, coastal lagoons, macrozoobenthos, zooplankton, eutrophication and dystrophy

## Introduzione

Ricerche ecologiche sulla sacca del Canarin, una piccola laguna del Delta Padano (fig. 1), furono condotte dal 1976 al 1979 prima dell'entrata in funzione della centrale termoelettrica di Porto Tolle (AMBROGI, 1985); in particolare durante quel triennio fu affrontato per la prima volta in modo organico lo studio della struttura del macrozoobenthos (AMBROGI *et al.,* 1983; PARISI *et al.,* 1985) e

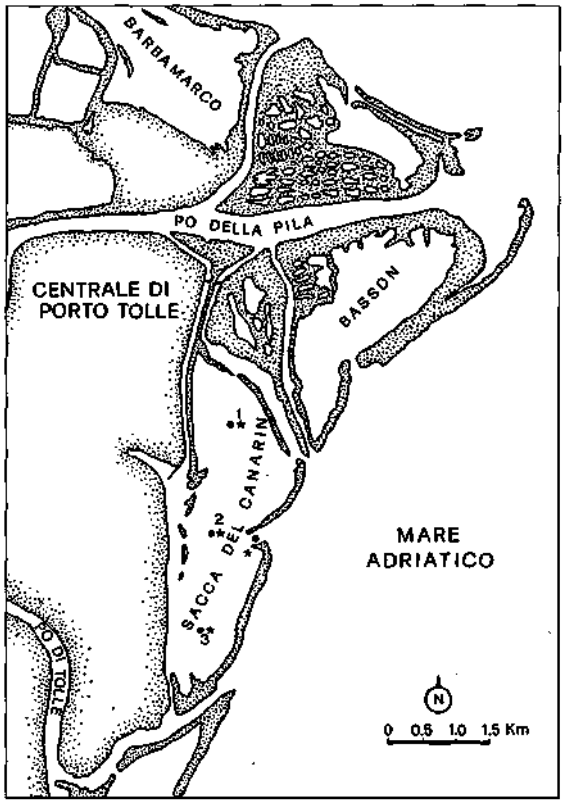



**Fig. 1** - Mappa della Sacca del Canarin; sono indicate le stazioni di campionamento del macrozoobentos (*) e dello zooplancton (°).

dello zooplancton (FERRARI e MAZZOCCHI, 1985). Più recentemente, dopo l'entrata in esercizio della centrale, dal 1985 al 1988, è stato condotto un nuovo ciclo di ricerche su queste biocenosi. Scopo del presente lavoro è descrivere i cambiamenti di struttura dei popolamenti nell'arco del tempo indicato in rapporto all'evoluzione delle caratteristiche idrografiche e di stato trofico della laguna. Si ricorda che l'evento più importante che ha segnato tale evoluzione è rappresentato dalla chiusura (alla fine del 1979) di Busa Bonifazi, un canale che collegava il Po di Pila alla sacca facendovi affluire un rilevante apporto di acque fluviali (circa il 6% della portata a Pontelagoscuro). Si è avuto, inoltre negli ultimi anni, un progressivo interramento della laguna, sopratutto nella parte settentrionale. Rispetto al periodo precedente la chiusura di Busa Bonifazi, la salinità è notevolmente aumentata; d'altra parte si è assistito a un graduale processo di eutrofizzazione delle acque. Nel 1987 e nel 1988 lo sviluppo di banchi di *Ulva rigida* in laguna è apparso molto più rilevante rispetto agli anni precedenti e nei mesi estivi - durante le fasi di "acqua morta"- ha contribuito all'insorgere di fenomeni di distrofia.

## Materiali e Metodi

Il macrobentos è stato campionato con benna Van Veen da 0.06 $m^2$ nelle quattro stazioni indicate in Fig. 1, eseguendo tre replicazioni per stazione. I prelievi sono stati effettuati con periodicità stagionale nel corso di 14 sopralluoghi dal gennaio 1976 all'ottobre 1979 e di 8 sopralluoghi dal novembre 1985 al luglio 1987. Per

ciascun campione il numero delle specie è stato analizzato in relazione alla distribuzione delle abbondanze relative; i dati di densità delle singole specie nelle diverse date e stazioni di campionamento sono stati elaborati applicando l'Analisi delle Componenti Principali.

I campioni di zooplancton sono stati raccolti ogni 1-2 mesi in tre stazioni poste lungo l'asse longitudinale della sacca (stazioni 1, 2 e 3 di Fig.l); in estate sono stati eseguiti campionamenti a breve termine durante cicli di 24 ore, in superficie e in profondità, da una stazione fissata sulla bocca a mare (Fig. 1). Per i prelievi è stata usata una trappola di Patalas della capacità di 15 1, munita di rete da 50 µm di apertura di maglia; per ogni campione sono stati filtrati almeno 150 1 d'acqua. In questo lavoro sono presentati i dati di densità dello zooplancton totale e di alcuni dei taxa più rappresentativi nei campioni raccolti nel corso di 12 sopralluoghi dal marzo 1987 al luglio 1988. E' inoltre presentata una elaborazione dei dati di densità relativi a un ciclo giorno-notte di prelievi eseguito in data 15-16 luglio 1987, al fine di valutare il bilancio giornaliero delle entrate e delle uscite dei principali taxa planctonici attraverso la sezione unitaria corrispondente alla verticale di cambiamento sulla bocca a mare; è stato calcolato l'indice $(N^{+}+N^{-}) / (/N+/+/N/)$ dove $N^{+}$ è, per ogni gruppo sistematico, il numero di individui in ingresso nella sacca e $N^{-}$ è il numero di individui esportati a mare nelle 24 ore (MAZZOCCHI, 1981).

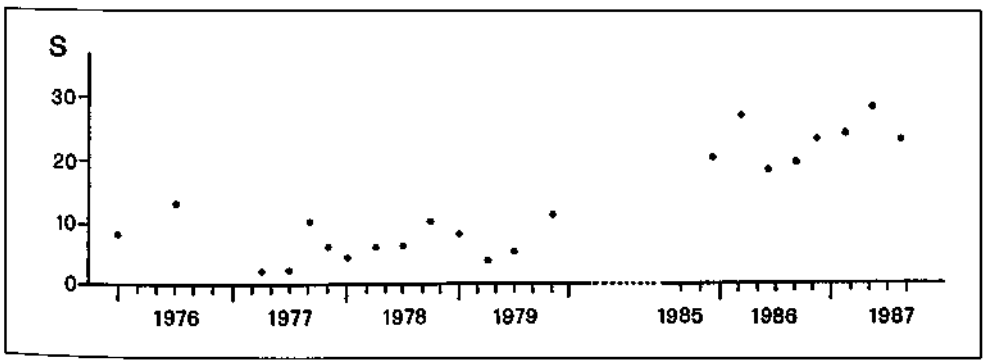



**Fig. 2** - Evoluzione del numero totale di specie del macrozoobenthos

## Risultati e Discussione

### *Macrozoobenthos*

Sono state complessivamente identificate 49 specie (1 di celenterati, 15 di policheti, 9 di crostacei, 18 di bivalvi, 5 di gasteropodi e 1 di briozoi). Dal 1976-79 al 1986-87 il numero totale di specie osservate nelle quattro stazioni è in forte aumento (Fig. 2). Nel primo periodo il numero di specie è massimo in estate (nelle altre stagioni agisce come fattore limitante l'intensa dolcificazione delle acque); nel secondo

periodo diventano probabilmente limitanti le condizioni associate agli episodi di distrofia estiva e il numero massimo di specie si osserva nei mesi più freddi.

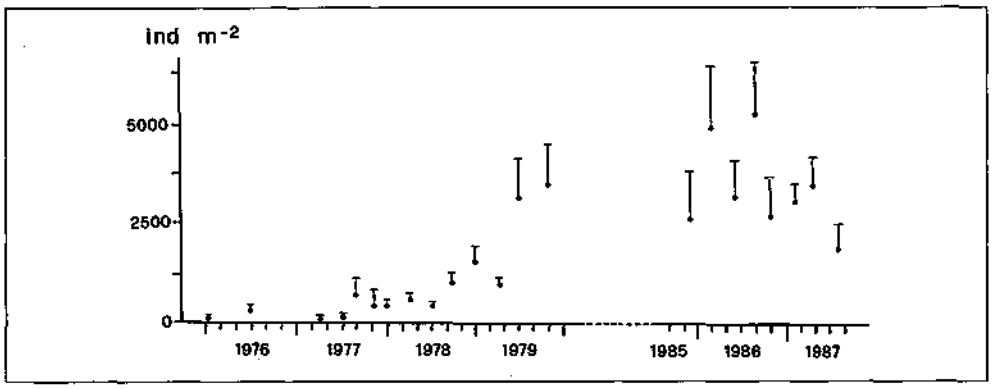



**Fig. 3** - Valori medi e di dispersione (es) della densità totale del macrozoobenthos relativamente alle quattro stazioni di Fig. 1.

La densità totale del popolamento (Fig. 3) dal 1976 al 1979 presenta un trend crescente (con oltre 3000 ind. $m^{-2}$ alla fine del periodo) inversamente correlato con l'andamento della portata media del fiume nei quattro anni (GREGO e MIONI, 1985); nel secondo periodo la densità resta su valori relativamente alti ma scende sotto i 2000 ind.$m^{-2}$ nell'estate 1987.

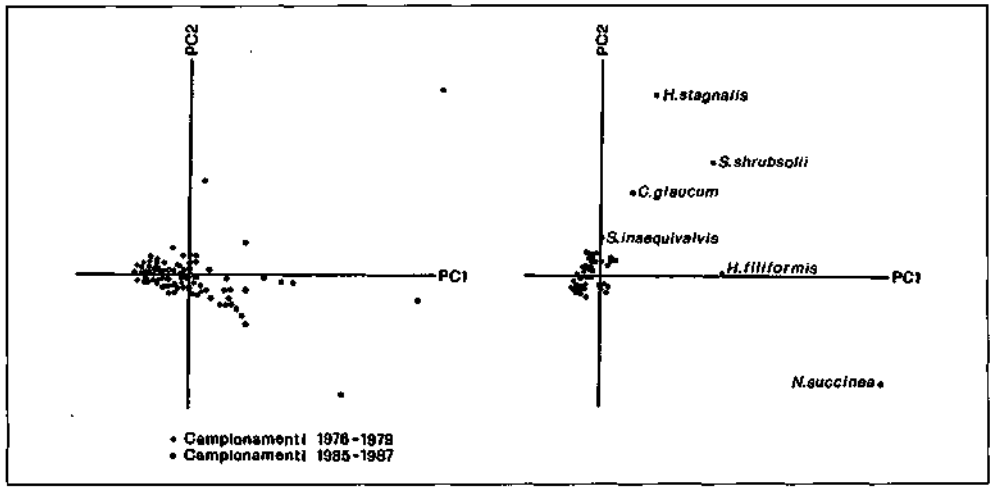



**Fig. 4** - Risultati dell'Analisi delle Componenti Principali: ordinamento dei campioni (a sinistra) e delle specie (a destra) del macrozoobenthos.

L'analisi della relazione specie-abbondanze sui singoli campioni ha messo in evidenza, nel secondo periodo, comunità caratterizzate non solo da una più alta varietà specifica ma anche da un più elevato grado di equiripartizione degli individui nelle specie. Una elaborazione condotta con i metodi della teoria della biogeografia delle isole (BEDULLI e FERRARI, 1988) ha mostrato inoltre che,

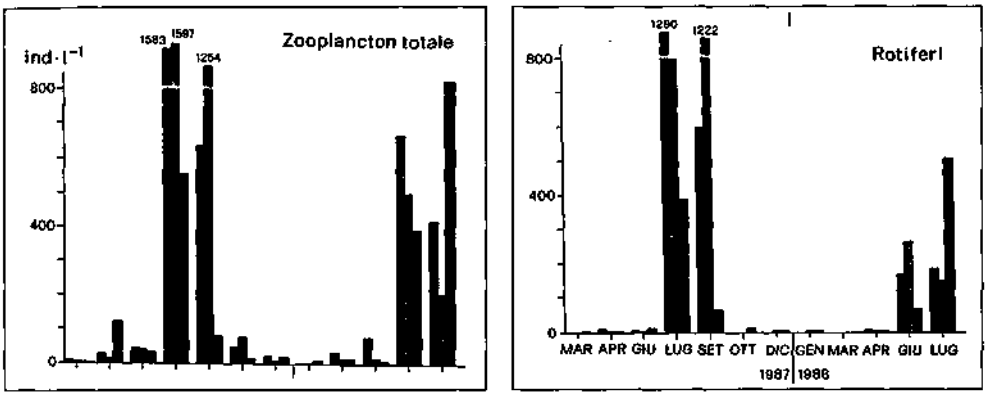



**Fig. 5** - Densità dello zooplancton totale e della componente a rotiferi nelle tre stazioni della sacca (da sinistra a destra sono riportate le densità relative alle stazioni 1, 2 e 3 di Fig. 1).

passando dai campioni del 1976-79 a quelli del 1985-87, il turnover delle specie determinato sui tassi di colonizzazione e di estinzione diventa assai più lento.

I risultati dell'Analisi delle Componenti Principali eseguita su una matrice 49 (numero della specie) x 88 (numero dei campioni) sono riportati in Fig. 4. Sul piano delle prime due componenti (24.4% della varianza totale) si ha una buona separazione dei campioni relativi ai due distinti periodi della ricerca. L'ordinamento delle specie evidenzia anzitutto un "cluster" compatto che comprende tutte le forme che hanno scarsa frequenza di comparsa e debole incidenza numerica. Da queste si staccano nettamente le specie dominanti: sul piano delle prime due componenti (66.2% della varianza totale) si osserva una netta contrapposizione tra il polichete *Neanthes succinea* che è dominante solo durante il primo periodo e il gasteropode *Hydrobia stagnalis* che compare con alte densità solo nel secondo periodo. In posizione intermedia si collocano specie con presenza significativa già in alcuni campioni del 1976-77 e con abbondanze relativamente sostenute nella maggior parte di quelli del 1985-87: si tratta dei policheti *Streblospio shrubsolii* ed *Heteromastus filiformis* e del bivalve *Cerastoderma glaucum.* E' da segnalare la presenza, con densità piuttosto modeste in alcuni campioni del 1985-87, del bivalve *Scapharca inaequivalvis,* specie che solo recentemente ha colonizzato le coste adriatiche.

*Zooplancton*

L'analisi dei campioni raccolti in Sacca nel 1987-88 mostra una notevole disomogeneità spaziale delle abbondanze e una successione stagionale con massimi di densità estivi assai pronunciati (fino ad oltre 1500 ind. $l^{-1}$), sostenuti principalmente da rotiferi del genere *Synchaeta* (Fig. 5). Da aprile ad ottobre sono

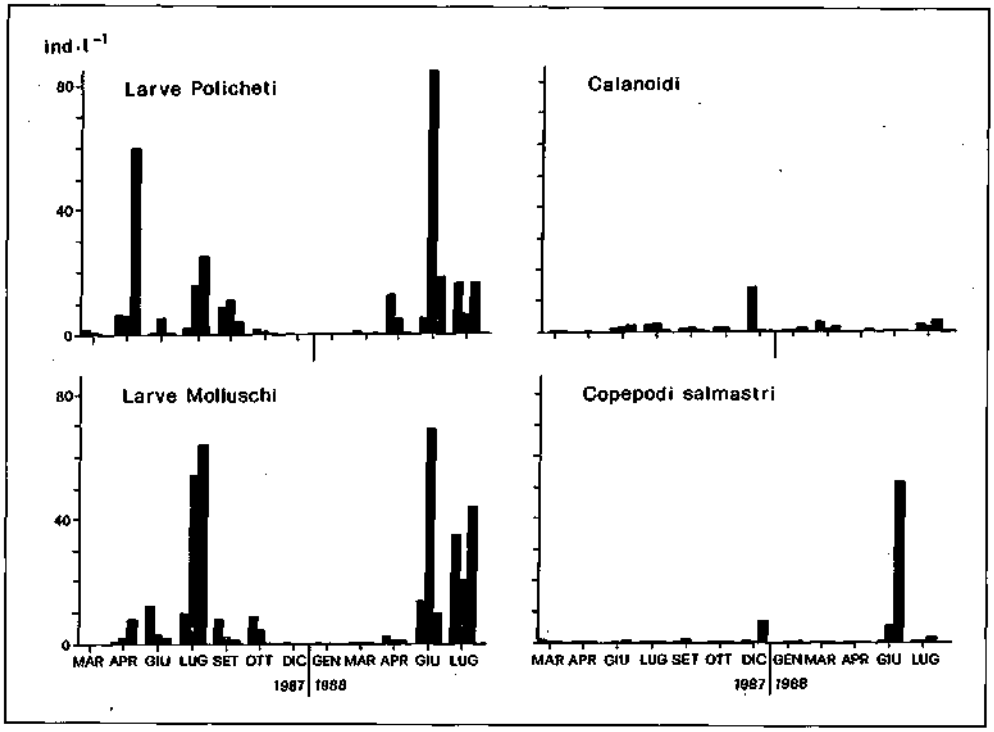



**Fig. 6** - Densità di alcuni taxa zooplanctonici tra i più rappresentativi nelle tre stazioni della sacca (vedi Fig. 5).

numericamente importanti anche le larve di policheti, di bivalvi e di gasteropodi (Fig. 6) oltre che di cirripedi e di decapodi. AMBROGI *et al.* (1987) in uno studio sulle serie di campioni prelevati in Sacca e nel mare antistante durante il 1986 hanno documentato l'appartenenza di questi taxa (sia rotiferi che gruppi meroplanctonici) allo zooplancton autoctono della laguna. Densità e diversità di questa componente del popolamento sono grandemente aumentate rispetto al periodo precedente la chiusura di Busa Bonifazi (FERRARI e MAZZOCCHI, 1985). Una forte evidenza in questo senso è fornita dal confronto dei dati di trasporto attraverso la bocca a mare, relativi al ciclo di prelievi giorno-notte del luglio 1987 (Fig. 7), con i dati di un ciclo di prelievi eseguiti con le stesse metodiche nel luglio 1979 (MAZZOCCHI, 1981; FERRARI *et al.* 1982).

Nei campioni raccolti in Sacca negli ultimi anni compaiono altre forme autoctone.

- specie di Calanoidi del genere Acartia (A. *latisetosa, A. margalefi* e *A. tonsa,* quest'ultima mai precedentemente segnalata nell'Adriatico settentrionale) presenti con densità molto modeste solo nei mesi estivi (le densità dei Calanoidi riportate in Fig. 6 sono principalmente sostenute da *Acartia clausi,* che è specie propria del plancton marino costiero);

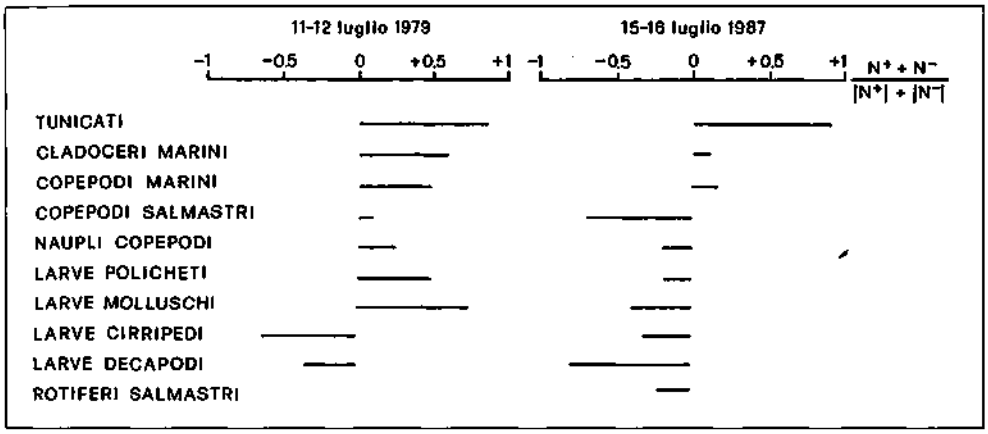



**Fig. 7** - Bilancio giornaliero delle entrate e delle uscite attraverso la bocca a mare dei più importanti taxa zooplanctonici (vedi testo): confronto tra cicli di campionamento di 24 ore del luglio 1979 e del luglio 1987.

-specie di copepodi "salmastri" (*Calanipeda aquaedulcis, Cyclopina gracilis, Halyciclops* sp., copepoditi e adulti di *Canuella perplexa, di Tisbe* sp. e di altri arpacticoidi bentici o fitali) che in un campione del giugno 1988 prelevato su banchi di *Ulva rigida* compaiono con una densità eccezionalmente alta, oltre 50 ind. $l^{-1}$ (Fig. 6).

La scarsa abbondanza di specie di *Acartia* segregate nella laguna (si ricordano gli elevati valori di densità di *A. margalefi* nella Sacca di Scardovari-Ferrari e Colombo, 1987) e, d'altra parte, l'importante presenza numerica che specie di copepodi associate ai banchi di *Ulva* possono assumere, se pure occasionalmente, nei mesi estivi sono probabilmente espressione degli squilibri trofici che si sono più recentemente manifestati nell'evoluzione dell'ecosistema lagunare.

## Summary

*Up to 1979 the Sacca del Canarin, a small lagoon of the Po River Delta, received a strong freshwater inflow from Busa Bonifazi, a canal connected to the Po di Pila. In late autumn 1979 Busa Bonifazi was closed : as a consequence, lagoon underwent remarkable changes in both hydrodynamics and trophic state. In the last few years accelerated eutrophication of waters led to dystrophy phenomena (for instance, the appearance of large beds of* Ulva rigida*) Particularly evident in summer 1987 and 1988.*

*In this paper the evolution of macrozoobenthos and zooplankton of the lagoon is evaluated, by comparing results of research on these biocoenoses carried out from 1976 to 1979 and from 1985 to 1988. Over this period macrozoobenthos*

*showed a great increase in number of species and in total density and biomass. Before the closure of Busa Bonifazi community was dominated by detritivorous Polychaetes, more recently by gastropods and bivalves. The dominant species were* Neanthes succinea, Streblospio shrubsolii, Heteromastus filiformis, *and then* Cerastoderma glaucum *and* Hidrobia stagnalis. *A significant decline in total density of macrozoobenthos was observed in summer 1987.*

*A striking increase in the total zooplankton density over the period taken into account was also observed: this increase was mainly supported by autochthonous taxa, such as rotifers and polychaete, bivalve, gastropod, Cirriped and decapod larvae. The calanoid* Acartia *includes, besides* A. clausi, *other three species (A.* tonsa, A. latisetosa, A. margalefi) *which are typical of plankton native to the lagoon: they generally showed quite low densities. In a summer zooplankton sample a large number of phital copepods associated to beds of* Ulva rigida *was found.*

## Bibliografia

AMBROGI, R. (ed.) (1985). Ecologia del Delta del Po. *Nova Thalassia* 7, suppl. 2, 454 pp.

AMBROGI R., BEDULLI D., MATRICARDI G., PARISI V., RELINI G. (1983). Le macrobenthos de la lagune "Sacca del Canarin" (Delta del Po). *Rapp. Comm. Int. Mer Medit.* 28, 6: 297-301.

AMBROGI R., FERRARI I., GERACI S. (1987). Biotic exchange between river, lagoon and sea: the case of the zooplankton in the Po Delta. *Proc. 22nd EMBS*, Barcellona, in stampa.

BEDULLI D., FERRARI I. (1988). L'approccio della biogeografia delle isole nello studio del macrobentos di una laguna del Delta Padano. *Oebalia,* in stampa.

FERRARI L, CECCHERELLI V. U., MAZZOCCHI M. G., CANTARELLI M. T. (1982). Seasonal and diel variations of zooplankton populations in a lagoon of the Po River Delta. *Neth. J. Sea Res.* 16: 333-344.

FERRARI I., COLOMBO G. (1987) Struttura e dinamica dello zooplancton nelle lagune salmastre italiane. In: Carrada G. C., Cicogna F. e Fresi E. (Eds) *Le lagune costiere: ricerca e gestione:* 107-117.

FERRARI L, MAZZOCCHI M. G. (1985). Composizione, dinamica e ruolo trofico dello zooplancton nel Delta del Po. *Nova Thalassia* 7. suppl. 2: 187-214.

GREGO G., MIONI F. (1985). Aspetti morfologici ed idrologici attuali del Delta del Po e confronto con il passato. *Nova Thalassia* 7, suppl. 2: 27-87.

MAZZOCCHI M. G. (1981). Variabilità a breve termine e trasporto dello zooplancton in una laguna del Delta Padano, *Riv. Idrobiol.* 20, 2: 441-467.

PARISI V., AMBROGI R., BEDULLI D., MEZZADRI M. G., POLI P. (1985). Struttura e dinamica dei popolamenti bentonici negli ambienti sedimentari del Delta Padano. *Nova Thalassia* 7, suppl. 2: 215-251.

*OEBALIA 1990 Suppl., Vol. XVI-1: 113-121* ISSN 0392-6613

A. COSSU V. GAZALE *

Istituto di Botanica dell'Università
via Muroni 25, 07100 Sassari, Italia.
*Co.Ri.Sa. (Consorzio Ricerche Sardegna)
reg. Baldinca 07040 S. Giovanni (SS), Italia.

# LA FLORA ALGALE BENTONICA DELLA SARDEGNA. ALCUNI ASPETTI GEOBOTANICI.

**Abstract**

The benthic algal flora of Sardinia. Some geobotanical aspects.

*The present work intends to consider the level of knowledge of Sardinian flora as well as to compare it with the principal areas that have been studied in the Mediterranean Sea. The comparisons have been effected with normalized euclidean distance and with principal component analysis. Our results have demonstrated a central-mediterranean characteristic of Sardinian flora and its strong connection with Corsican and Balearic Islands flora.*

**Key words**: benthic marine algae, flora, distribution, Sardinia.

## Indroduzione

Le conoscenze attuali sulla flora bentonica della Sardegna si basano su un modesto numero di lavori e quelli che forniscono la maggior parte delle segnalazioni appartengono al secolo scorso. Gli AA si sono posti l'obbiettivo innanzitutto di fare il punto sulle conoscenze floristiche dell'Isola valutando l'attualità del contingente e se esso potesse essere utilizzato per delle considerazioni geobotaniche con altre flore del Mediterraneo. Tutti i lavori di questo tipo infatti escludono dalle loro considerazioni la Sardegna probabilmente Per la difficile reperibilità della relativa bibliografia. Il primo passo è stato quello

di portare le entità segnalate alla nomenclatura attuale, rivalutando le vecchie segnalazioni con le recenti revisioni, al fine di disporre di un materiale che fosse il più possibile omogeneo con quello delle altre flore del Mediterraneo. Ciò ha permesso di individuare un contingente di circa 400 entità costituito da: 26% di Phaeophyceae, 60% di Rhodophyceae, 14% di Chlorophyceae; dato il modesto numero di segnalazioni, le cianoficee, in questo contesto non vengono considerate.

## Materiali e Metodi

L'elenco floristico sardo è stato estratto da tre lavori risalenti al secolo scorso (Piccone, 1878; 1884; Barbey, 1884) e da altri sufficientemente attuali (BRAMBATI *et al*., 1980; CHIAPPINI, 1970; DESSI, 1975; GIACCONE *et al.*, 1988; MOLINIER, 1955; SOLAZZI, 1974,1971,1968,1969): quindi è stato confrontato con gli elenchi floristici rispettivamente di: Adriatico (GIACCONE, 1978); Spagna (BALLESTEROS e MARTINENGO, 1982); Pirenei orientali (FELDMANN, 1937, 1938-42); BOUDOURESQUE *et al.*, 1984); Grecia (GERLOFF e GEILSER, 1971; GIACCONE, 1978; HARITONIDIS e TSEKOS, 1974, 75, 76; NIZAMUDDIN e LEHNBERG, 1970; TSEKOS e HARITONIDIS, 1974, 1977); Napoli, Ischia e Cilento (FUNK, 1927,1955; CINELLI *et al.*, 1971; EDWARDS *et al.*, 1975); Linosa (CINELLI *et al*., 1976); Tunisia (BEN MAIZ *et al*, 1987); Baleari (RIBERA *et al*., 1984); Corsica (BOUDOURESQUE e PERRET, 1977, 1987); Sicilia (GIACCONE *et al.*, 1985).

I confronti fra le flore sono stati effettuati adottando la distanza Euclidea normalizzata (radice quadrata della distanze). I clusters sono stati costruiti col metodo del legame medio (GOWER, 1967). Per l'analisi dei clusters, dalla matrice dei dati sono state eliminate tutte le specie cosmopolite poichè esse non portano alcuna informazione, inoltre per cercare di attenuare il diverso grado di approfondimento con cui è stato effettuato lo studio delle singole flore, si è ritenuto opportuno eliminare anche quelle che hanno presenza in una sola e tutte le varietà. La matrice delle specie considerate ammonta a 572 entità per 10 differenti aree. Come modello di ordinamento è stato scelto quello dell'analisi delle componenti principali eseguita sulla matrice di correlazione tra le variabili.

## Risultati

Il numero totale ammonta a circa 400 entità segnalate ed esse sono state raccolte in 51 località differenti che sono lungi da essere esemplificative dei 1840 Km di costa della Sardegna.

Delle entità, 224 sono state segnalate solo in una località e di queste 35 prima del 1900. Inoltre un certo numero di segnalazioni dovrà essere confermato da successive raccolte in quanto dubbia appare la loro presenza in quest'area.

La flora algale della Sardegna mostra uno spettro corologico che è perfettamente in sintonia con quello delle altre flore del Mediterraneo centrooccidentale (Tab. 1) che conferma la relativa omogeneità corologica di quest'area (FURNARI, 1983; CORMACI *et al.*, 1982).

**Tab. 1** - Percentuale dei principali gruppi corologici riferita al totale delle specie.

| | Mediter. | Atlant. | Indopac. | Circumbor. | Circumtrop. | Cosmopol. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Sardegna | 23.0; | 50.2; | 2.3; | 2.8; | 3.1; | 18.5; |
| Sicilia | 25.7; | 47.3; | 3.0; | 2.1; | 2.2; | 19.6; |
| Napoli | 30.1; | 48.0; | 0.5; | 2.3; | 3.3; | 14.7; |
| Pirenei | 24.9; | 54.4; | | 2.2; | 3.0; | 15.3; |
| Lipari | 28.4; | 49.6; | 1.4; | 1.6; | 3.3 | 15.7; |
| Adriatico | 31.1; | 49;1; | 0.7; | 2.4; | 2.6; | 13.9; |
| Grecia | 19.4; | 52.2; | 0;8; | 4.4; | 3.8; | 19.4; |
| Spagna | 19.2; | 57.4; | | 2.1;. | 3.0; | 18.2; |

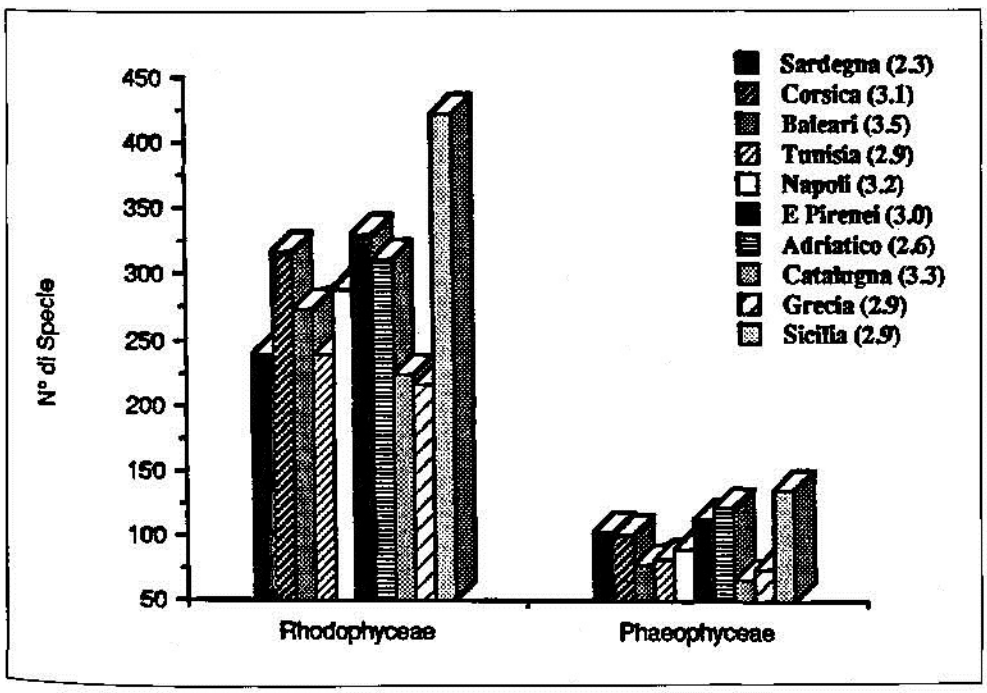



**Fig. 1** - Confronti fra i contingenti floristici delle flore esaminate. Dentro parentesi il rapporto R/P.

La Fig. 1 mostra il confronto tra il numero delle Rhodophyceae, delle Phaeophyceae e il loro rapporto in alcune aree europee. Si evidenzia come per le zone che abbiano un numero adeguato di osservazioni ed aree sufficientemente vaste, le Rhodophyceae superano le trecento entità contro le 240 della Sardegna. Inoltre la flora sarda ha il più basso rapporto R/P tra quelli riportati (2,3) contro un valore atteso di 3-3,1 per il Mediterraneo centrale (GIACCONE, 1969).

Il cluster, (Fig. 2) costruito sulla matrice delle distanze euclidee, evidenzia il legame tra le flore della Sardegna, della Corsica e delle Baleari; ciò è in accordo con l'esistenza di una zona relativamente calda centromediterranea (BOUDOURESQUE, 1972; RIBERA *et al.,* 1984).

Ad avvalorare questa affermazione concorre anche l'analisi delle componenti principali (Fig. 3) che mostra un gruppo insulare piuttosto staccato dalle altre flore. La varianza totale dei primi tre assi fattoriali spiega circa il 50% della varianza totale e risulta quindi abbastanza significativa; si constata inoltre come il terzo asse possa essere indicativo di un gradiente di termofilia. Va tuttavia detto che tale affinità non deriva da un gruppo peculiare di quest'area biogeografica ma piuttosto dalla co-presenza di specie tra queste isole ed aree anche geograficamente lontane e ciò a dimostrare ancora una volta la generale omogeneità del Mediterraneo.

In conclusione si può affermare che benchè le conoscenze della flora algale della Sardegna siano ancora da ampliare, soprattutto per ciò che concerne il gruppo delle Rhodopyceae, esse tuttavia permettono di effettuare delle prime considerazioni geobotaniche.

La flora della Sardegna mostra caratteri di centromediterraneità abbastanza spiccati come dimostrano i valori delle specie atlantiche e mediterranee. Essa ha

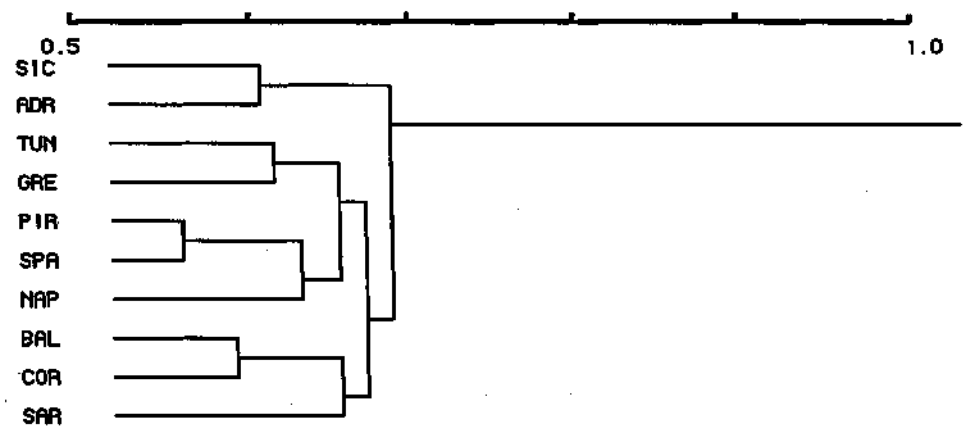
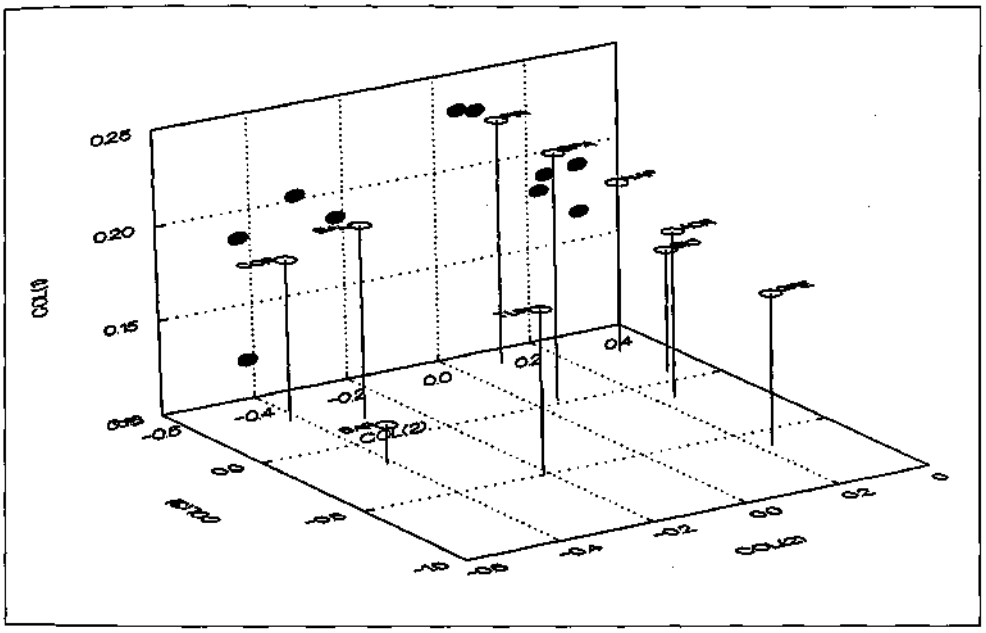



**Fig. 2** - Dendrogramma delle flore. Le distanze sono riportate in unità arbitrarie e si riferiscono alla distanza euclidea normalizzata (range 0-1 ).




b - Analisi delle componenti principali delle flore. Gli assi (col. 1,2,3) rappresentano gli assi a maggior contenuto di varianza (Var. totale = 49,6%). I cerchi vuoti rappresentano le flore nello spazio fattoriale; i cerchi pieni sul piano formato dagli assi 1 e 2 ne rappresentano le proiezioni.

anche un ottimo livello di affinità con la flora della Corsica con cui condivide circa il 60% delle segnalazioni floristiche ed insieme a quest'ultima e alle Baleari costituisce un gruppo insulare dalle caratteristiche peculiari nell'ambito dell'omogeneità del Mediterraneo.

Si è posta particolare enfasi a sottolineare la fragilità di queste deduzioni basate probabilmente su un contingente floristico incompleto ed è per tale motivo che gli AA intendono pianificare delle raccolte nei differenti piani litorali dei principali biotopi dell'Isola.

**Summary**

*The present work intends to consider the level of knowledge of Sardinian flora as well as to compare it with the principal areas that have been studied in the Mediterranean Sea. The principal geobotanical works exclude this contingent, probably because of the difficult possibilities of finding the relative bibliography.*

*So, the Authors thought it was opportune to consider the whole information to the relative deductions.*

*Sardinian benthonic algal contingent, which has been indicated amounts to 400 units, divided into 103* Phaeophyceae, *240* Rhodophyceae, *57* Chlorophyceae *whit a Rh/Ph ratio of 2,3; this result proves that the* Rhodophyceae *number is certainly underestimated, above all if is compared with the mean number of the Central Mediterranean Sea.*

*The level about biogeographical informations who results by the sardinian-corsican contingent can be considered acceptable in order to attempt a comparison between the principal mediterranean floras; if cosmopolitan entities are separated by entities indicated in a single flora, whit the intention to contain the mistake associated to the different level of floristical knowledge, our results show that the number of mediterranean species examined in our elaboration amounts to 572 and 233 of them are present in Sardinia.*

*The cluster elaborated on the distances euclidean matrix and the principal component analysis gives prominence to the elevated connection between Corsican, Sardinian and Balearic Islands flora and permits to notice their characteristics in comparison with the others.*

*But it's impossible to omit the fragility of these deductions, founded on probably incomplete floristical contingents. In fact, the Authors intend to plan the harvest on the different littoral plans about the principal biotopes of the Island.*

## Bibliografia

BALLESTEROS E., MARTINENGO J. (1982) - Catalogo de las algas bentonica (con exclusion de las Diatomeas) de la costa Catalana. *Collect. Bot.* 13 (2): 723-765.

BARBEY W. (1884) - Flora Sardoae Compendium. Lausanne.

BEN MAIZ N., BOUDOURESQUE C.F., OUAHCHI F. (1987) - Inventaire des algues et phanèrogames marines benthiques de la Tunisie. *Giorn. Bot. Ita.* 121: 259-304.

BOUDOURESQUE C.F. (1972) - Contribution à la flore des algues marines de la Corse (Méditerranée occidentale). *Soc. Phycol. de France* 17:13-21.

BOUDOURESQUE C.F., PERRET. M. (1977)- Inventaire de la Flore Marine de Corse (Méditérranée): Rhodophyceae, Phaeophyceae, Chlorophyceae et Bryopsidophyceae. Bibliot. Phycol. 25.

BOUDOURESQUE C.F., PERRET M. (1987) - A Checklist of the Benthic Marine Algae of Corsica. *Gis* Posidonie publ. Marseilles, Fr. : 1-1221.

BOUDOURESQUE C.F., PERRET- BOUDOURESQUE M. KNOEPFFLER¬ PEGUY M. (1984) - Inventaire des algues marines benthiques dans les Pyrénéés-orientales (Méditerranée, France). *Vie et Milieu* 34 (1): 41-59.

BRAMBATI A., GHIRARDELLI E., GIACCONE G., OREL G., VIO E., (1980) - Bionomia del Canale di S. Pietro. *Nova Thalassia* 4:135-171.

CHIAPPINI M. (197O) - Ricerche sulle Alghe marine della Sardegna. Nota 1: Dalla costa da Cagliari a Flumini Morisia 2:37-45.

CINELLI F. (1971)- Alghe bentoniche di profondità raccolte alla Punta S.Pancrazio nell'isola di Ischia. *Giorn. Bot. Ital.* 105 (5): 207-236.

CINELLI F., DRAGO D., FURNARI G., GIACCONE C., SCAMMACCA B., SOLAZZI A., SORTINO M., TOLOMI C., (1976) - Flora marina dell'isola di Linosa (Arcipelago delle Pelagie). *Mem. Biol. Mar. Ocean.* 6 (5): 141 - 172.

CORMACI M., DURO A., FURNARI G., (1982) - Considerazioni sugli elementi fitogeografici della flora algale della Sicilia. *Nat. Sicil.,* ser IV, 6 (1): 7 - 14.

DESSI P. (1975) - Osservazioni di algologia nel Golfo di Alghero (Tesi di laurea in Sc. Naturali. Univ. di Sassari)

EDWARDS P., BIRD E., COTGREAVE B., COSSINS A., CROMPTON K., FOWLER W., HERDSON D., HUDSON J. (1975) - Marine phytobenthos of the Castellabate (Cilento) Naturai Park, Salerno, Italy. *Phytocoenologia* 1 (4): 403 - 426.

FELDMANN J. (1937) - Les algueus marines de la cote des Albères. I-III. Cyanophyceés, Chlorophycées. et Phaeophycées Rev. Alg. 9:141 - 331.

FELDMANN J. (1939-42) - Les algues marines de la cote des Albéres. IV. Rhodophycées. Rev. Alg. 11: 247-330; ibid. 12, 1941: 77-100; Trav. Alg. 1, 1942: 29-118.

FUNK G. (1927) - Die Algenvegetation des Golfs von Neapel. *Pubbl. Staz. Zool. Napoli* 7 (suppl.).

FUNK. G. (1955) - Beirtage zur kenntnis der Meeresalgen von Neapel. Pubbl.

FURNARI G. (1983) - The benthic marine algae of Southern Italy. Floristic and geobotanic considerations. *Webbia* 28: 349-369.

GERLOFF J., GEISSLER U. (1971) - Eine revidierte Liste der Meeresalgen Griechlands. *Nova Hedwigia* 22 (3-4): 721-793.

GIACCONE G. (1968) - Raccolte di fitobenthos nel Mediterraneo Orientale. *Giorn. Bot. Ital.* 102 (3): 217-228.

GIACCONE G. (1969) - Raccolte di fitobenthos sulla banchina continentale italiana. *Giorn. Bot. Ital.* 103: 485-514.

GIACCONE G. (1978) - Revisione della flora marina dell'Adriatico. WWF e Parco Marino di Miramare, Trieste. *Annuario* 6 (19 suppl.): 1-118.

GIACCONE G., COLONNA P., GRAZIANO C., MANNINO A.M., TORNATORE E., CORMACI M., FURNARI G., SCAMMACCA B. (1985) - Revisione della flora marina della Sicilia e isole minori. *Boll. Acc. Gioenia Sci. nat.* Catania 18 (326): 537-781.

GIACCONE G., COSSU A., MUSCETTA G. e DE LORENZO R. (1987) - Studio di Impatto Ambientale nella rada antistante la zona industriale di Porto Torres (Sardegna Nord-Occidentale) *Bol. Soc Sarda Sci. Nat* (in stampa)

GIACCONE G., RIZZI LONGO L. (1976) - Revisione della flora dello Stretto di Messina (Note storiche, bionomiche e corologiche). *Mem. Biol. Mar. Ocean.* N.S. 6 (4): 69 -123.

GIACCONE G., SORTINO M., SOLAZZI A., TOLOMIO C. (1973) - Tipologia e distribuzione estiva della vegetazione sommersa dell'isola di Pantelleria. *Lav. Ist. Bot. Giard. Col.* Palermo 25: 103 - 117.

GOWER J.C. (1967) - A comparision of some methods of cluster analysis. *Biometrics* 23 : 623 - 637.

HARITONIDIS S., TSEIKOS I. (1976) - Marine algae of the Greek West Coast. *Bot. mar.* 19 (5); 273 - 286.

HARITONIDIS S., TSEKOS I. (1974) - A survey of the marine algae of Thassos and Mytilene islands, Greece. *Bot. mar.* 17 (1): 30 - 39.

HARITONIDIS S., TSEKOS I. (1975) - Marine algae of northern Greece. *Bot. mar.* 18 (4): 203 -221.

MOLINIER R. (1955) - Aperçu de bionomie marine sur le côtes septentrionales de la Sardaigne. Bul. Staz. Acquic. Pêche, *Castiglione* 7: 373-400.

NIZAMUDDIN M., LEHNBERG W. (1970) - Studies on the marine algae of Paros and Sikinos islands, Greece. *Bot. mar.* 13 (2): 116-130.

PICCONE A. (1878) - Florula Algologica della Sardegna. Giorn. *Bot. Ital* 10 (3): 289-367

PICCONE A. (1884) - Nuovi materiali per l'algologia Sarda. Giorn. *Bot. Ital* 16 (1): 33-49

RIBERA SIGUAN M.A., GOMEZ GARRETA A. (1984) - Catalogo de la flora marina bentonica de las Islas Baleares, I. (Rhodophyceae). *Collect. Bot.* 15: 377-406.

RIBERA SIGUAN M.A., GOMEZ GARRETA A. (1985) - Catalogo de la flora marina bentonica de las Isias Baleares, II. (Phaeophyceae, Chlorophyceae). *Collect. Bot.* 16:25-41.

RIBERA SIGUAN M.A., GOMEZ GARRETA A., SEONE-CAMBA J.A. (1984) - Estudo biogeografico de la flora algologica bentonica marina de las Isias Baleares. *Anales de Biologia* 2: 147-159.

SOLAZZI A. (1968) - Flora algale della Sardegna Nord-Occidentale (I.di Tavolara, Molara e Scoglio Molarotto) - *Accademia Naz. dei Lincei Ser.* VIII VOL XLV fasc. 6

SOLAZZI A. (1969) - Su alcuni ritrovamenti interessanti di alghe in Puglia e in Sardegna. *Giorn. Bot. Ital.* 103 (2): 163-167.

SOLAZZI A. (1971) - Le alghe della Sardegna *Giorn. Bot. Ital.* 105 (4): 201-202

SOLAZZI A. (1974) - Le alghe della Sardegna. *Atti e mem. Accademia Patavina di Sc. Lettere e arti Vol* LXXXVI (1973-74) P. II° Classe di Scienze mat. e Nat.

TSEKOS I., HARITONIDIS S. (1974) - The marine algae of Rhodos island, Greece. *Br. phycol. J.* 9 (4): 399-406.

TSEKOS I., HARITONIDIS S. (1977) - A survey of the marine algae of the Ioniam islands, Greece. *Bot. mar.* 20 (1): 47-65.

*OEBALIA 1990 Suppl., Vol. XVI-1: 123-131* ISSN 0392-6613

C. LARDICCI* C. MORRI** C.N. BIANCHI*** A. CASTELLI****
* Dip. Sci. Ambiente e Territorio Univ., via Volta 6, I - 56100 Pisa
** Ist. Zoologia Univ., via Balbi 5, I - 16126 Genova
*** ENEA-CREA S. Teresa, 316, C.P. I - 16100 La Spezia
**** Dip. Biologia Animale Univ., via Università 4, I - 41100 Modena

# CONSIDERAZIONI BIOGEOGRAFICHE SUI POLICHETI DELLE COSTE TOSCANE: NOTA PRELIMINARE

**Abstract**

First note on polychaete biogeography of Tuscany coasts

*A total of 163 species of Polychaetes was reported from the infralittoral sedimentary bottoms of 7 coastal zones of Tuscany (Italy). The dominant biogeographical group was constituted by the circumtropical species which, together with the atlantico-tropical and the indopacific species, give a thermophilic physiognomy to the polychaete fauna of this region. However, the relative high number of boreal species underlines the transitional character of this marine tract between the colder Ligurian sea and the warmer Tyrrhenian Sea.*

Key words: Biogeography, Polychaetes, benthos, infralittoral, Mediterranean sea.

## Introduzione

Il tratto di mare antistante le coste toscane è situato in una posizione particolarmente interessante dal punto di vista biogeografico: nell'ambito del Mediterraneo occidentale, esso si trova infatti al confine tra il settore centrale (Mar Tirreno), caratterizzato da una fauna tipicamente mediterranea, e quello settentrionale (Mar Ligure), la cui fauna presenta maggiori affinità boreali (PÈRÉS e PICARD, 1964). .

In tale area di transizione appare pertanto di notevole interesse esaminare i popolamenti biologici in termini di gruppi corologici, al fine di evidenziare eventuali gradienti faunistici e biografici. In questo lavoro viene in particolare esaminata la fauna di policheti dei fondi molli infralitorali (dalla superficie a circa 20 m di profondità).

Lavori sulla biogeografia dei policheti sono assai scarsi in letteratura, anche perchè tale classe era considerata, fino a pochi decenni fa, composta prevalentemente di specie cosmopolite (RULLIER, 1958). Solo recentemente ha cominciato ad essere affrontato il problema della reale distribuzione geografica della specie "cosmopolite" o comunque "a larga ripartizione geografica" (HARTLEY, 1984; WESTHEIDE e RIEGER, 1987), ed è stata tentata l'individuazione di aree faunistiche basandosi sulla distribuzione dei policheti (SAN MARTIN, 1984; POCKINGTON e TREMBLAY, 1987).

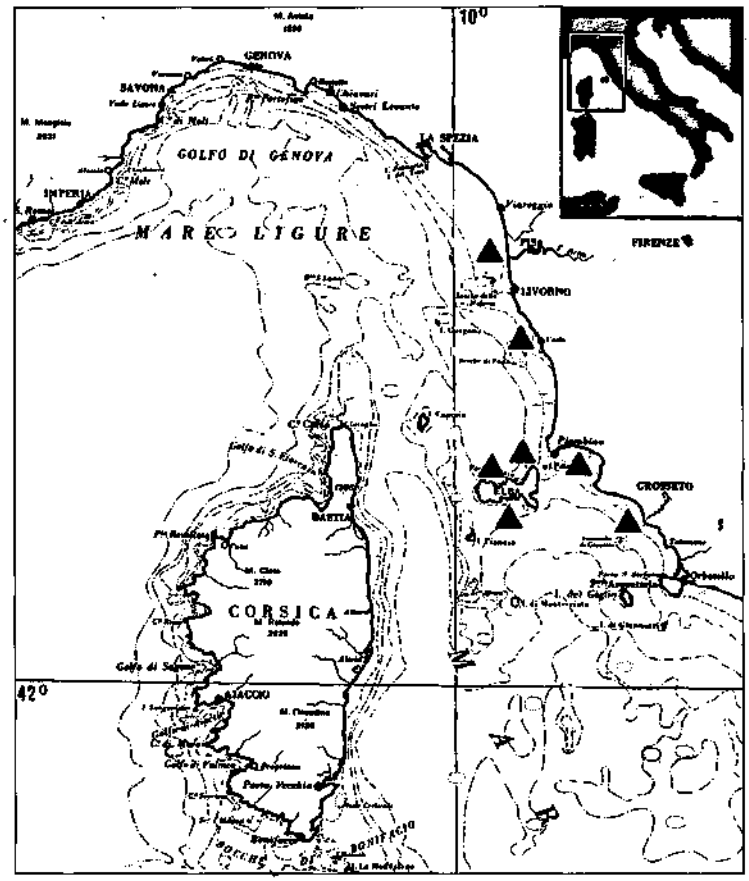



Fig. 1 - Posizione geografica del tratto marino in esame. I triangoli neri rappresentano le singole zone considerate.

## Materiali e Metodi

Sono stati presi in esame i policheti raccolti durante una serie di ricerche svolte negli ultimi anni sui fondi molli infralitorali delle coste toscane (Fig. 1): sul litorale antistante la foce dell' ARNO (CASTELLI, 1982; CASTELLI *et al.*, 1982, 1986a), sul litorale antistante Rosignano Solvay (Cognetti *et al*., 1987), sul litorale antistante la foce dell'Ombrone (CASTELLI *et al.*, 1986b), nella Baia di Portoferraio (CASTELLI e LARDUCCI, 1985) e lungo le coste meridionali dell'Isola d'Elba (FARINA *et al.*, *1*985); sono stati inoltre presi in considerazione ulteriori dati inediti riferiti alle coste settentrionali dell'Isola d'Elba ed al Golfo di Follonica.

Le specie raccolte sono state divise, a seconda della loro distribuzione, negli 8 gruppi biogeografici seguenti:

*Endemiche mediterranee* - Sulla base di quanto proposto da TORTONESE (1985), vengono considerate appartenenti a questo gruppo solamente le specie rinvenute unicamente nel Mediterraneo in senso stretto. Molte sono per ora da considerarsi presumibilmente endemiche, in quanto la loro mancata segnalazione lungo le coste portoghesi e marocchine potrebbe essere dovuta più alla scarsità delle ricerche che alla loro reale assenza, soprattutto nel caso di taxa recentemente descritti.

*Atlantico-mediterranee* - Specie endemiche della provincia atlantico-mediterranea *s. str*. comprendente, secondo FREDJ (1972), la regione lusitanica, la regione mauritanica e quella mediterranea in senso stretto.

*Atlantico-boreale* - Specie presenti nelle regioni temperate e tropicali del solo Oceano Atlantico.

*Indo-pacifiche* - Specie presenti nel Mar Rosso, nell'Oceano Indiano e/o nell'Oceano Pacifico occidentale.

*Circumtropicali* - Specie panoceaniche presenti essenzialmente nelle regioni tropicali e temperate calde.

*Cosmopolite* - Panoceaniche aventi, in almeno un oceano, una distribuzione latitudinale molto ampia.

*Altre* - Specie che per vari motivi presentano un'areale disgiunto (a causa di trasporto favorito dall'uomo, di una distribuzione più ampia ma non ancora conosciuta, di possibile confusione tra specie affini, ecc.).

### Risultati

Nell'area presa in esame sono state rinvenute complessivamente 163 specie di Policheti (Tab. 1).

Il numero di specie appartenenti a ciascuna delle categorie biogeografiche

individuate, e la percentuale di ciascuna di esse rispetto al totale, sono riportati in Tab. 2.

Dall'esame di tali dati, la fauna di policheti presa in esame appare costituita principalmente da una forte componente di specie ad ampia ripartizione in mari caldi, le cosiddette specie "circumtropicali"; tale componente può essere considerata sostanzialmente termofila, pur se alcune specie si spingono anche profondamente in aree temperate.

Una percentuale abbastanza elevata di specie appartiene alla componente ad affinità spiccatamente "fredda", quella delle specie boreali, alcune delle quali presenti anche nei mari artici.

Le frazioni più spiccatamente termofile, costituite dalla specie indo-pacifiche e dalle specie atlantico-tropicali, sono meno rappresentate, costituendo entrambe meno del 10%; la loro somma, tuttavia, permette di arrivare ad una percentuale abbastanza simile a quella delle specie boreali (18.4% rispetto a 21.5%).

Anche le forme endemiche del Mediterraneo rappresentano meno del 10% delle specie presenti e quelle atlantico-mediterranee sono ancor meno numerose. Le specie ad ampia ripartizione, da considerare "cosmopolite" in base ai dati bibliografici, sono relativamente più importanti e costituiscono quasi il 15% del totale. Infine la presenza di specie con areali disgiunti è trascurabile.

La ripartizione in "gruppi biogeografici" delle specie non varia molto se, invece di considerare il totale delle specie, vengono considerate solamente le specie "più significative" (contrassegnate da un asterisco nella Tab. 1), ovvero quelle costantemente presenti con un abbondante numero di individui, oppure quelle dominanti in alcune delle aree esaminate. Un procedimento di tal genere permette di ridurre le specie da 163 a 90.

Le maggiori variazioni sono rappresentate (Tab. 2) dalla diminuzione delle specie boreali e dall'aumento delle circumtropicali. L'aumento di queste ultime è controbilanciato però dalla leggera diminuzione delle due componenti più spiccatamente termofile. Nell'insieme le caratteristiche generali del popolamento non appaiono modificate sostanzialmente.

**Tab. 1** - Lista delle specie rinvenute e loro areale biogeografico: con un asterisco sono contrassegnate le specie "più significative" (spiegazione nel testo). M= Endemiche mediterranee; A= Atlantico-mediterranee; B= Atlantico-boreale; T= Atlantico-tropicali; I= Indopacifiche; C= Circumtropicali; 0= Cosmopolite; R=Altre.

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Aglaophamus rubellus* | B | | *Lagis koreni* | B | * | *Pherusa plumosa* | O | |
| *Ampharete acutifrons* | O | | *Laonice cirrata* | O | * | *Phyllodoce lamelligera* | I | |
| *Aonides oxycephala* | O | | *Leanira hyleni* | C | | *Phyllodoce laaminosa* | I | |
| *Aricidea assimilis* | O | * | *Leiochone clypeata* | A | | *Phyllodoce lineata* | T | |
| *Aricidea capensis bansei* | B | * | *Levinsenia gracilis* | O | * | *Phyllodoce pusilla* | M | |
| *Aricidea catherinae* | B | * | *Lumbrinerides acuta* | T | * | *Phyllodoce rubiginosa* | B | |
| *Aricidea cerrutii* | C | * | *Lumbrineriopsis paradoxa* | T | | *Phylo foetida* | I | * |
| *Aricidea claudiae* | M | * | *Lumbrineris emandibulata* | | | *Pilargis verrucosa* | A | |
| *Aricidea simonae* | B | | *mabiti* | M | * | *Pionosyllis pulligera* | B | |
| *Armandia cirrosa* | B | | *Lumbrineris funchalensis* | A | | *Pisione remota* | I | |
| *Armandia polyophthalma* | B | | *Lumbrineris gracilis* | C | * | *Pista cristata* | O | * |
| *Capitella capitata* | O | * | *Lumbrineris impatiens* | C | * | *Plattynereis dumerillii* | C | * |
| *Capitomastus minimus* | B | * | *Lumbrineris latreilli* | C | * | *Poecilochaetus serpens* | T | |
| *Caulleriella bioculata* | B | * | *Lysidice minetta* | C | | *Polydora armata* | C | |
| *Caulleriella caput-esocis* | B | * | *Magelona minuta* | B | * | *Patamilla reniformis* | B | |
| *Chaetozone setosa* | O | | *Magelona papillicornis* | C | * | *Prionospio caspersi* | A | * |
| *Chone duneri* | B | * | *Magelona rosea* | B | * | *Prionospio cirrifera* | C | * |
| *Chone filicaudata* | T | * | *Marphysa bellii* | C | * | *Prionospio malmgreni* | C | * |
| *Chrysopetalum debile* | I | | *Mastobranchus trinchesii* | I | | *Protoaricia oerstedi* | I | |
| *Cirrophorus branchiatus* | O | | *Mediomastus capensis* | T | * | *Protodorvillea kefersteini* | T | * |
| *Cirrophorus furcatus* | O | * | *Megalomma vesiculosum* | C | | *Protomystides bidentata* | B | |
| *Cossura soyeri* | T | * | *Melinna palmata* | A | * | *Psammolyce arenosa* | T | |
| *Diopatra neapolitana* | C | | *Micronephtys sphaerocirrata* | I | * | *Pseudobrania limbata* | I | * |
| *Diplocirrus glaucus* | B | | *Microphthalmus thyrrenicus* | M | | *Pseudoleiocapitella fauveli* | M | * |
| *Ditrupa arietina* | C | | *Myriochele heeri* | B | | *Pseudopolydora antennata* | I | |
| *Dorvillea rubrovittata* | C | | *Myriochele oculata* | B | * | *Schistomeringos rudolphii* | C | * |
| *Drilonereis filum* | C | | *Nainereis laevigata* | C | * | *Scolepis squamata* | C | |
| *Ehlersia ferruginea* | C | | *Nematonereis unicornis* | C | * | *Scolepis tridentata* | R | * |
| *Eteone picta* | B | | *Nephthys cirrosa* | B | * | *Scoloplos armiger* | O | * |
| *Euclymene collaris* | M | | *Nephthys hombergii* | B | * | *Sigalion mathildae* | I | * |
| *Euclymene lumbricoides* | C | | *Nephthys hystricis* | B | * | *Sigambra tentaculata* | R | * |
| *Euclymene oerstedi* | C | * | *Nephthys incisa* | B | * | *Sphaerodorum peripatus* | B | |
| *Eulalia viridis* | C | | *Nereis caudata* | C | * | *Sphaerosyllis criptica* | C | * |
| *Eunereis longissima* | B | | *Nereis irrorata* | B | | *Sphaerosyllis hystrix* | B | |
| *Eunice vittata* | C | * | *Nereis mossambica* | T | | *Sphaerosyllis piriferia* | C | * |
| *Eurysyllis tuberculata* | C | | *Nereis rava* | T | | *Sphaerosyllis taylori* | T | * |
| *Eusillis assimilis* | C | * | *Nereis zonata* | O | | *Sphaerosyllis thomasi* | M | * |
| *Exogone dispar* | I | * | *Nicolea venustola* | O | | *Spio decoratus* | C | * |
| *Exgone hebes meridionalis* | M | * | *Notomastus latericeus* | O | * | *Spio filicornis* | O | * |
| *Exogone naidina* | O | * | *Onuphis eremita* | C | | *Spiophanes bombyx* | O | * |
| *Exogone verugera* | B | * | *Onuphis falesia* | M | * | *Spiophanes kroyeri reyssi* | M | * |
| *Glycera alba* | C | * | *Ophelia bicornis* | A | | *Sthenelais boa* | C | * |
| *Glycera convoluta* | C | * | *Ophiodromus flexuosus* | B | | *Sthenelais ctenolepis* | M | |
| *Glycera rouxii* | C | * | *Oriopsis armandi* | I | | *Sthenelais limicola* | T | * |
| *Glycera tessellata* | C | | *Owenia fusiformis* | O | * | *Streptosyllis arenae* | B | |
| *Goniada maculata* | O | | *Paradoneis armata* | I | * | *Streptosyllis websteri* | C | * |
| *Harmothoe longisetis* | B | | *Paradoneis ilvana* | M | * | *Syllides fulva* | C | * |
| *Harmotoe antilopes* | T | | *Paralacydonia paradoxa* | C | | *Syllis columbretensis* | M | |
| *Hesionura augeneri* | A | | *Parapionosyllis elegans* | A | * | *Syllis garciai* | B | * |
| *Heteromastus filiformis* | O | * | *Parapionosyllis labronica* | M | * | *Syllis gracilis* | O | |
| *Hyalinoecia bilineata* | T | | *Parapionosyllis minuta* | A | * | *Syllis prolifera* | O | |
| *Hyalinoecia fauveli* | T | | *Perinereis cultrifera* | C | * | *Tharyx heterochaeta* | A | * |
| *Hydroides elegans* | C | | *Pettiboneia urciensis* | M | * | *Tharyx marioni* | C | * |
| *Kefersteinia cirrata* | C | | *Pherusa eruca* | C | * | | | |

**Tab. 2** - Numero di specie (No) appartenenti ad ogni singola categoria biogeografica e percentuale (%) rispetto al totale. Nelle prime colonne sono considerate tutte le 163 specie rinvenute, nelle seconde solo 90 specie contrassegnate con un asterisco in Tab. 1

| Categorie | No | % | No | % |
|---|---|---|---|---|
| ENDEMICHE MEDIT. | 15 | 9.2 | 10 | 11.1 |
| ATLANTICO-MEDIT. | 10 | 6.1 | 5 | 5.6 |
| ATLANTICO-BOREALI | 35 | 21.5 | 17 | 18.9 |
| ATLANTICO-TROPICALI | 16 | 9.8 | 7 | 7.8 |
| INDO-PACIFICHE | 14 | 8.6 | 6 | 6.7 |
| CIRCUMTROPICALI | 47 | 28.9 | 29 | 32.1 |
| COSMOPOLITE | 24 | 14.7 | 14 | 15.6 |
| ALTRE | 2 | 1.2 | 2 | 2.2 |
| **Totali** | 163 | 100.0 | 90 | 100.0 |

## Discussione e Conclusioni

Il popolamento dei policheti dei fondi molli infralitorali delle coste toscane appare caratterizzato dalla dominanza di elementi più o meno marcatamente termofili (circumtropicali, indo-pacifici e atlantico-tropicali), che nel complesso appaiono più rappresentati di quelli ad affinità fredda (boreali). Ciò sembra confermare quanto già messo in evidenza nella polichetofauna dei fondi duri superficiali dell'Isola di Capraia da CASTELLI *et al.* (1988). Nelle comunità macrobentiche circalitorali e batiali dell'Arcipelago Toscano, Albertelli et al. (1984) rilevano invece una maggiore affinità lusitano-boreale.

Queste differenze confermano il ruolo di cerniera biogeografica, tra Mar Ligure e Tirreno, giocato da questa zona. Il carattere "Ligure" (dominanza di fauna ad affinità "fredda") dei popolamenti più profondi potrebbe essere indizio del fatto che le acque di fondo della platea e della scarpata facciano già parte del circuito ligure, come d'altra parte la posizione geografica lascia supporre. Viceversa, il carattere ancora "tirrenico" dei popolamenti più superficiali (affinità "calda") potrebbe essere legato al minor raffreddamento invernale che le acque superficiali di questa zona subiscono rispetto alle acque liguri; elaborazioni della banca dati idrologici dell'Enea (BRUSCHI e SGORBINI, 1986) deporrebbero a favore di questa ipotesi (Fig. 2) che d'altra parte è in accordo anche con le conoscenze relative alla flora algale, come già notato da CASTELLI *et al.*, (1988).

Nel caso dei policheti, tuttavia, la presenza di un elevato numero di specie considerate tuttora cosmopolite e la difficoltà di definire con precisione la corologia di ciascuna specie, rendono necessario un approfondimento delle ricerche sulla loro distribuzione. Lo studio biogeografico dell'Arcipelago Toscano sulla base di altri taxa sarebbe auspicabile.

**Summary**

*The biogeographycal affinity of the polychaete fauna reported from the infralittoral sedimentary bottoms of 7 coastal zones of Tuscany (Italy) was studied. The 163 species collected were divided in 8 biogeographycal groups: Mediterranean endemics (M); Atlantico-Mediterranean endemics (A); Boreal-Atlantic (B); Tropical-Atlantic (T); Indopacific (I); Circumtropical (C); Cosmopolitan, or very widely distributed species (O); Others (R), i.e., species with an insufficiently known geographycal distribution.*

*Circumtropical species turned out to be the dominant group and, together with the Tropical-Atlantic and the Indopacific species, gave a thermophylic physiognomy to the polychaete fauna of the region. However, the relative high number of boreal species underlined the transitional character of this marine*

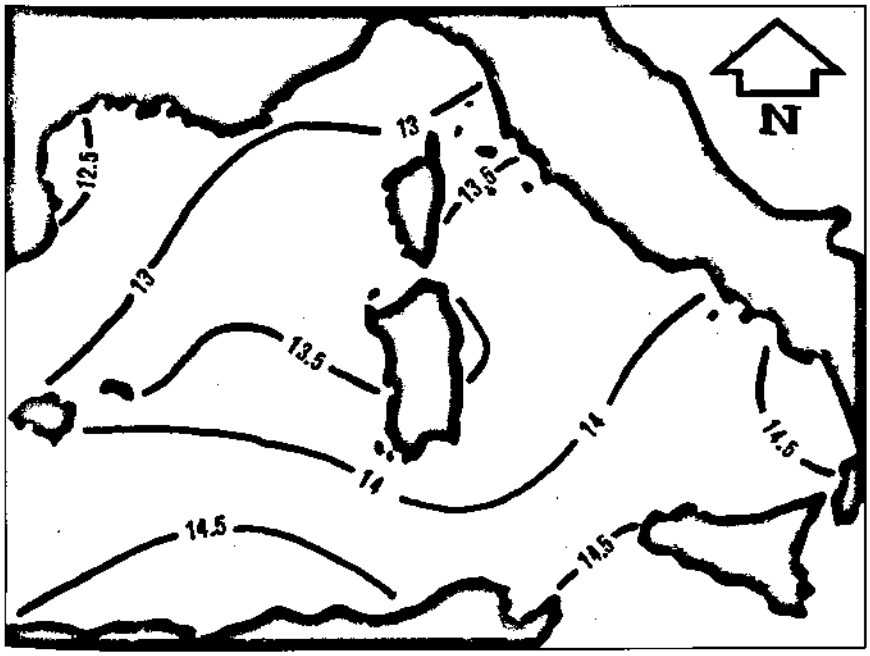



**Fig. 2** - Andamento delle isoterme medie superficiali nel mese di febbraio in Mediterraneo occidentale (elaborazione della banca dati idrologica dell'Enea di S. Teresa).

*tract, between the colder Ligurian sea and the warmer Tyrrhenian sea. All the remaining groups were scarcely represented. The comparison of these results with literature data, suggested the hypothesis that the shelf and slope faunas already exhibit a "Ligurian" character, due to the general water mass circulation, whereas the shallow ('infralittoral') faunas are still "Tyrrhenian", thanks to a warmer winter climate. Other studies are claimed to verify such a hypothesis and to clarify the meaning and the role of the so-called "cosmopolitan" species.*

## Bibliografia

ALBERTELLI G., CATTANEO M., DRAGO N., DELLA CROCE N. (1984) - Macrobenthos delle isole dell'Arcipelago Toscano (nota preliminare). *Atti Conv. Lincei,* 62: 211-217.

BRUSCHI A., SGORBINI S. (1986) - Banche dati ambientali: idrologia del mar Mediterraneo. *Acqua aria,* 6: 565-578.

CASTELLI A. (1982) - Distribuzione dei Policheti alla foce dell'Arno. *Atti Soc. Nat. Mat. Modena,* 113: 53-66.

CASTELLI A., BIANCHI C.N., LARDICCI C., ABBIATI M., MORRI C., GIANGRANDE A. (1988) - Considerations biogéographiques sur le peuplement annélidien de l' île de Capraia (Archipel Toscan, Italie). *Rapp. Comm. Int. Mer Médit.,* 31 (2): 317.

CASTELLI A., CURINI-GALLETTI M., GIANGRANDE A., LARDICCI C, ZUNARELLI VANDINI R. (1986a) - Cap. 1: Zoobenthos. In: G. Cognetti (a cura di), Situazione ecologica del tratto terminale dell'Arno e dell'area antistante la foce,. Dipartimento di Scienze dell'ambiente e del Territorio, Università di Pisa: 2-15.

CASTELLI A., CURINI-GALLETTI M., LARDICCI C. (1986b) - Cap. 3: Zoobenthos. In: G. Cognetti (a cura di), Indagine conoscitiva sulle caratteristiche ecologiche delle acque costiere nel tratto compreso tra i fiumi Brugna e Ombrone. Centro Interuniversitario di Biologia Marina, Livorno: 24-29.

CASTELLI A., LARDICCI C. (1985) - Note preliminari allo studio dei policheti della Baia di Portoferraio (Isola d'Elba). *Oebalia,* 11 (3), N.S. 763-766.

CASTELLI A., LARDICCI C., MAIONE V. (1982) - Struttura delle comunità bentoniche alla foce dell'Arno. *Atti Soc. Tosc. Sci. Nat.,* Ser. *B,* 89: 165-174.

COGNETTI G., CASTELLI A., CURINI-GALLETTI M., LARDICCI C., ZANABONI C. (1987) - Cap. 4. Analisi delle comunità zoobentoniche. In: R. Ferrara (a cura di), Studio dell'ambiente marino nella zona compresa tra Castiglioncello e la foce del Fiume Cecina (LI). Centro Interuniversitario di Biologia Marina, Livorno: 35-49.

FARINA R., CASTELLI A., LARDICCI C. (1985) - Comunità bentoniche dei fondi mobili infralitorali della costa meridionale dell'Isola d'Elba. *Atti Soc. nat. Mat. Modena,* 116: 25-34.

FREDJ G. (1972) - Stockage et exploitation des données en ecologie marine. A - Un fichier sur ordinateur des Invertebrés macrobenthiques. *Mem. Ist. Oceanogr.,* Monaco, 4: 1-61.

HARTLEY J.P. (1984) - Cosmopolitan Polychaete species: the status of *Aricidea belgicae* (Fauvel, 1936) and notes on the identity of *A. suecica* Eliason, 1920 (Polychaeta; Paraonidae). in: P. A. Hutchings (ed.), *Proc. Ist int. Polychaete Conf.,* Sydney: 7-20.

PÈRÉS J.M., PICARD J. (1964) - Nouveau manuel de bionemie bentique de la Mer Méditerranée. *Rec. Trav. Stat. Mar. Endoume,* 31 (47): 1-137.

POCKLINGTON P., TREMBLAY M.J. (1987) - Faunal zones in the northwestern Atlantic based on Polychaete distribution. *Can. J. Zool.,* 65: 391-402.

RULLIER F. (1958) - Répartition géographique des Annélides Polychétes. *Bull. Lab. Mar. Dinard,* 43: 69-78.

SAN MARTIN G. (1984) - Estudio biogeografico, faunistico y systematico de los Poliquetos de la familia Silidos (Syllidae: Polychaeta) en Baleares. *Tesis doctoral, Universidad Complutenze,* Madrid: 1-529.

TORTONESE E. (1985) - Distribution and ecology of endemic elements in the Mediterranean fauna (fishes and echinoderms). In: M. Moraitou-Apostolopoulou & V. Kiortis (eds), *Mediterranean marine ecosystems.* Plenum Press, New York: 57-83.

WESTHEIDE W., RIEGER R.M. (1987) - Systematics of the amphiatlantic *Microphthalmus listensis* species group (Polychaeta: Hesionidae): Facts and concepts for reconstruction of phylogeny and speciation. *Z. Zool. Syst. Evolut.-Forsch.,* 25: 12-39.

*OEBALIA 1990 Suppl., Vol. XVI-1: 133-141* ISSN 0392-6613

D. BEDULLI* R. SABELLI**
* Museo di Storia Naturale, Università, Parma, Italia.
** Dipartimento Biologia Evoluzionistica Sperimentale,
Università, Bologna, Italia.

# E' POSSIBILE UNA ZOOGEOGRAFIA DELLE LAGUNE MEDITERRANEE ATTRAVERSO LA DISTRIBUZIONE DEI MOLLUSCHI?

**Abstract**

Zoogeography of Mediterranean Lagoons.

*The malacological associations of 38 Mediterranean and Black Sea lagoons, reported from literature, have been studied. On the basis of Zoogeographic affinities of the 161 species considered it is possible to recognize: a) a Tyrrhenian-Provencal area, b) a Northadriatic area, c) a Southern area and d) a Pontic area. We have moreover tried to outline the recent history (from Miocene to now) of the brackish malacofauna.*

**Key words**: Zoogeography, Paleozoogeography, Mediterranean lagoons, Molluscs.

## Introduzione

Scopo del presente lavoro è quello di verificare se, attraverso i dati bibliografici di distribuzione dei Molluschi bentonici viventi nelle lagune mediterranee, sia possibile caratterizzare zoogeograficamente questi biotopi, cioè se sia possibile riconoscere aree con affinità faunistiche e, in caso positivo, individuarne i fattori storici, geografici e climatici responsabili.

Ricerca eseguita con fondi M.P.I. 60%

## Materiali e metodi

E' stata esaminata la letteratura degli ultimi cinquant'anni relativa alle lagune del Mediterraneo e del Mar Nero. Le liste malacologiche sono state vagliate criticamente considerando solo i Molluschi raccolti viventi nelle stazioni francamente lagunari. Per ciascuna laguna è stata prodotta un'unica lista a carattere qualitativo accorpando i dati delle diverse stazioni ed anche i dati di eventuali lavori succedutisi nel tempo.

Non sono invece state considerate una parte delle piccole lagune studiate da MARS (1966), da VATOVA (1951) e da PARISI *et al.* (1985) perchè le liste fornivano dati fortemente parziali e ridondanti per lo scopo del presente lavoro. Si è proceduto ad aggiornare la nomenclatura secondo il catalogo di BRUSCHI *et al.* (1985) ai quali si rimanda per le designazioni di autore ed anno relative a ciascuna specie. In base ai lavori più recenti abbiamo eliminato le possibili sinonimie, di cui le principali sono riportate in tab. 1. Stante le difficoltà di identificazione sulla

| NOMENCLATURA IN BIBLIOG. | NOMENCLATURA ADOTTATA |
|---|---|
| *Acanthochitona aenea* | *Acanthochitona fascicularis* |
| *Acanthochitona communis* | *Acanthochitona fascicularis* |
| *Gibbula adansoni* | *Gibbula adriatica*[1] |
| *Monodonta sitis* | *Monodonta mutabilis* |
| *Monodonta turbiformis* | *Monodonta articulata* |
| *Cerithium mediterraneum* | *Cerithium rupestre* |
| *Natica millepunctata* | *Naticarius punctatus* |
| *Semicassis undulata* | *Phalium granulatum* |
| *Pisania maculosa* | *Pisania striata* |
| *Fasciolaria tarentina* | *Fasciolaria lignaria* |
| *Nassarius costulatus* | *Nassarius cuvierii* |
| *Chrysallida obtusa* | *Chrysallida interstincta* |
| *Musculus marmoratus* | *Musculus subpictus* |
| *Loripes lucinalis* | *Loripes lacteus* |
| *Cardium lamarcki* | *Cerastoderma glaucum* |
| *Mactra corallina* | *Mactra stultorum* |
| *Tellina fabuloides* | *Tellina fabula* |
| *Abra pellucida* | *Abra ovata* |
| *Venerupis rhomboides* | *Venerupis aurea*[2] |

Tab. 1. Principali sinonimie adottate. [1]Si ritiene che *Gibbula adansoni* riportata per le lagune di Grado e Marano, estremamente rara in Alto Adriatico, sia in realtà la più comune, ma conchigliologicamente simile *G. adriatica*. [2]Errore di determinazione (comunicazione dell'autore).

base della sola morfologia conchigliare i generi *Hydrobia* e *Haminoea* sono stati considerati senza ulteriore distinzione specifica come *Hydrobia* spp. e *Haminoea hydatis/navicula.*

Le lagune sono state raggruppate nelle seguenti aree e settori geografici indicati da PÉRÈS & PICARD (1964): Mar Nero (N), Alto Adriatico (An), Settore settentrionale del bacino occidentale (Wn), Settore centrale del bacino occidentale (Wc), Settore meridionale del bacino occidentale (Ws) e Settore meridionale del bacino orientale (Es).

## Risultati

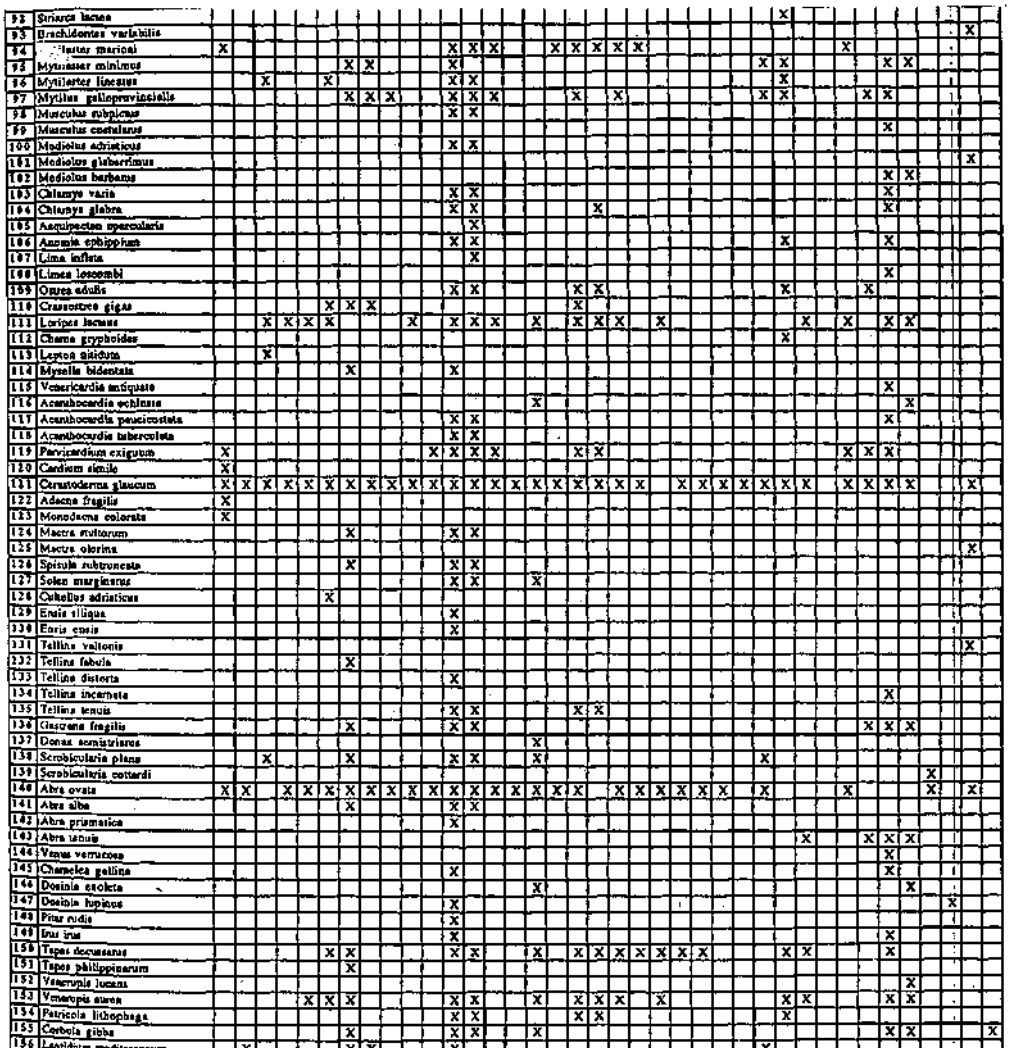
In totale sono stati considerati 38 ambienti lagunari per un totale di 161 specie (Tab. 2). In base all'affinità zoogeografica si ottiene il seguente raggruppamento: 31 specie, pari al 19,3% sono endemiche del Mediterraneo; 18 specie, pari al 11,2% sono lusitaniche; 17 specie, pari al 10,6% si distribuiscono lungo le coste occidentali africane; 21 specie, pari al 13% sono distribuite lungo le coste atlantiche nordeuropee; 15 specie, pari al 9,3% sono ad affinità indopacifica; 3 specie, pari al 1,9% sono ad affinità pontocaspica ed infine 56 specie, pari al 34,8% sono a larga ripartizione.

All' interno del Mediterraneo le specie risultano così distribuite: N, 12 specie (7,5%); An: 34 specie (21,1%); Wn: 97 specie (60,3%); Wc: 51 specie (31,7%); Ws: 75 specie (46,6%); Es: 32 specie (19,9%) (percentuali non cumulabili a 100 in quanto la medesima specie può essere presente in più settori). In tab. 3 viene mostrato come i tre contingenti di specie aventi affinità rispettivamente: atlantico-settentrionale, atlantico-meridionale ed indopacifica si distribuiscono nelle lagune mediterranee.

Se invece si considerano esclusivamente le specie rinvenute nelle lagune di un unico settore le 88 specie rimaste sono così distribuite: N, 4 specie (4,5%); An: 9 specie (10,2%); Wn: 33 specie (37,5%); Wc: 4 specie (4, 5%); Ws: 26 specie (29, 5%); Es: 12 specie (13, 6%). Quest 'ultimo contingente di specie considerate (88) è dato in gran parte da forme marine ad ampia distribuzione mediterranea che possono colonizzare le acque lagunari; è interessante notare, nell'ambito del bacino occidentale, come le specie che colonizzano le lagune dei settori settentrionale e meridionale sono spesso diverse.

Un discorso a parte meritano il Mar Nero, l'Alto Adriatico e il Settore meridionale del bacino orientale. Delle 4 specie del Mar Nero ben 3 sono endemiche di questo bacino: *Cardium simile* Milaschevich, *Adacna fragilis* Milaschevich e *Monodacna colorata* Eichwald. Per quanto riguarda le 9 specie dell'alto Adriatico, *Gibbula adriatica* (Philippi), *Gibbula leucophoea* (Philippi) e

| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | AREE | N | N | A | A | A | A | A | A | A | A | W | W | W | W | W | W | W | W | W | W | W | W | W | W | W | W | W | W | W | W | W | W | E | E | E | E | E | E |
| | SETTORI | | | a | a | b | b | b | a | a | a | a | a | a | a | a | b | c | c | c | c | c | c | c | c | c | c | c | c | c | c | c | c | f | f | f | f | f | e |
| 1 | Lepidochitona cinerea | | | | | | | | | | | | X | X | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | Lepidochitona capreanum | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | X | | | | | |
| 3 | Chiton olivaceus | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | |
| 4 | Acanthochitona fascicularis | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | X | | | X | | | | | |
| 5 | Diodora italica | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | |
| 6 | Diodora graeca | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | |
| 7 | Fissurella nubecula | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | |
| 8 | Patella caerulea | | | | | | | | | | | | X | X | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | X | | | | | |
| 9 | Fujubipus striatus | | | | | | | | | | | | X | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10 | Monodonta mutabilis | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11 | Monodonta articulata | | | | | | | | | | | | X | X | | | | | | | X | | | | | | | | | X | | X | X | | | | | |
| 12 | Gibbula adansoni | | | | | | | | | | | | X | X | | | | | X | X | X | | X | | | | | | X | | | | | | | | | | |
| 13 | Gibbula adriatica | | | X | | X | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 14 | Gibbula albida | | | X | X | | X | | | | X | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 15 | Gibbula ardens | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | | X | | | | | |
| 16 | Gibbula divaricata | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 17 | Gibbula leucophaea | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 18 | Gibbula umbilicaris | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | |
| 19 | Tricolia tenuis | | | | | | | | | | | | X | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | |
| 20 | Tricolia pullus | | | | | | | | | | | | X | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | |
| 21 | Littorina neritoider | | | | | | | | | | | | X | X | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | |
| 22 | Hydrobia sp.p. | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | | X | | X | X | X | | | | | | X | | X | | X | X | X | X | | | |
| 23 | Potamopyrgus jenkinsi | X | | | | | | | | | | | X | | X | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 24 | Paludinella littorina | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 25 | Truncatella subcylindrica | | | | | | | | | | | | X | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 26 | Rissoa grossa | | | | | | | | | | | | X | X | X | | | | X | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 27 | Rissoa ventricosa | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 28 | Gonlostoma auriscalpium | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | |
| 29 | Turboella lineolata | | | | | X | X | | | | | | X | X | X | | | | | X | X | | | | | | | | X | | | | | | | | | | |
| 30 | Turboella marginata | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 31 | Vermetus triquetus | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | |
| 32 | Caecum trachea | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 33 | Thiara tuberculata | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | X | | |
| 34 | Pirenella cailliaudi | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | |
| 35 | Pirenella conica | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | X | X | | X | X |
| 36 | Bittium reticulatum | X | | X | | | X | | | | | | X | X | X | | | | | X | X | | | | | | | | | | | | | X | X | | | | |
| 37 | Cerithidium submammillatum | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 38 | Cerithium vulgatum | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | X | X | X | | X | | | | | | | X | X | | X | X | | | | |
| 39 | Cerithium rupestre | | | | | | | | | | | | X | X | | | | | | | | X | | | | | | | | X | | | | | | | | | |
| 40 | Cerithium scabridum | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X |
| 41 | Epitonium commune | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 42 | Calyptraea chinensis | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 43 | Aporrhais pespelecani | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | |
| 44 | Lunatia guillemini | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 45 | Neverita josephinia | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | X | | | | | |
| 46 | Payraudeautia intricata | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 47 | Naticarius punctatus | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | |
| 48 | Phalium granulatum | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | |
| 49 | Bolinus brandaris | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | |
| 50 | Ptyllonotus truncatus | | | | | | | | | | | | X | X | | | | | | X | X | X | | X | | | | | | | X | | | X | | | | | |
| 51 | Ocenebra erinacea | | | | | | | | | | | | X | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | |
| 52 | Ocinebrina edwardsi | | | | | | | | | | | | X | X | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | X | | | | | |
| 53 | Thais carinifera | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | |
| 54 | Buccinulum corneum | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | |
| 55 | Pisania striata | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | X | X | | | X | | | | | |
| 56 | Columbella rustica | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | |
| 57 | Fasciolaria lignaria | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | |
| 58 | Fusinus syracusanus | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | |
| 59 | Cyclope neritea | | | X | X | X | X | X | X | | X | | X | X | X | | | | | X | X | X | X | X | | | | | | X | | X | X | X | | | | | |
| 60 | Cyclope donovani | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | |
| 61 | Nassarius corniculus | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | X | | | | | | | | | X | X | | X | | | | | | |
| 62 | Nassarius limi | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | |
| 63 | Nassarius mutabilis | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | |
| 64 | Nassarius cuvieri | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | |
| 65 | Hinia reticulata | | | X | | | X | X | X | | | | X | X | | | | | | | X | | | X | | | | | | | | X | | X | X | | X | | |
| 66 | Hinia pygmaea | | | | | | | | | | | | X | X | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | X | X | | | | |
| 67 | Conus ventricosus | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | X | | X | | | | | | | X | | | X | | | | | |
| 68 | Retusa truncatula | | | | | | | | | | | | X | X | X | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 69 | Bulla striata | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | X | X | | | | |
| 70 | Haminaea hydatis/navicula | | | | | | | X | X | | X | | X | X | | | | | | | | X | | X | X | | | | | | | | X | X | X | | | | |
| 71 | Philine aperta | | | | | | | | | | | | X | X | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | X | X | | | | |
| 72 | Akera bullata | | | | | | | | | | | | X | X | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 73 | Chrysallida interstincta | | | X | | | | X | | | | | X | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 74 | Chrysallida turboniloides | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 75 | Eulimella pointeli | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 76 | Odostomia rissoides | | | | | | | | | | | | X | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 77 | Aplysia depilans | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | |
| 78 | Aplysia punctata | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 79 | Umbraculla lanchii | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 80 | Ascidiella rubra | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 81 | Calma glaucoides | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | |
| 82 | Elysia viridis | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 83 | Bouvieria surrentina | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | |
| 84 | Sparilla neapolitana | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 85 | Dentalium inaequicostatum | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 86 | Dentalium dentalis | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | |
| 87 | Fustaria rubescens | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | |
| 88 | Nucula nucleus | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | |
| 89 | Nuculana pella | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | |
| 90 | Arca noe | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | |
| 91 | Scapharca inaequivalvis | | | | | | | X | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |



**Tab. 2** - Elenco dei taxa considerati per i 38 ambienti studiati. La serie numerica della testata si riferisce ai biotopi di seguito riportati e dei quali si fornisce il riferimento bibliografico. (1 - Razelm) TEODORESCU-LEONTE R. & LEONTE V. (1969) Rapp. Comm. int. Mer Médit. XIX, 5: 861-863. (2 - Delta Danubio) BACESCO M. & DUMITRESCO H. (1958) Verh. internat. Ver Limnol. XIII, 699-709. (3 - Grado e Marano) ZUCCHI STOLFA M.L. (1977) Atti Soc. ital. Sci. nat. Museo civ. Stor. nat. Milano. CXIIX, 2: 144-164. (4 - Spolverina, 5 - Venier, 6 - Casone) POLUZZI A., SABELLI B. & TAVIANI M. (1980) Bollettino della Società Paleontologica Italiana. XX, 2: 169-178. (7 - Canarin, 9 - Bertuzzi) PARISI V., AMBROGI R., BEDULLI D., MEZZADRI M.G. & POLI P. (1985) Atti del Seminario di Studi, Università di Parma, 11-12 aprile 1985. Nova Thalassia VII, suppl. 2: 215-248. (8 - Scardovari) COLOMBO G., CAVALLINI G., CECCHERELLI V.U., (1981 Rapp. Comm. int. Mer Médit. XXVII, 4.(10 - Comacchio) COLOMBO G., CECCHERELLI V.U. & GAIANI V. (1977) Atti del IX Congresso della Società Italiana di Biologia Marina. Lacco Ameno d'Ischia 19-22 Maggio 1977. (11 - Doul) BOUTIERE H. (1975) Rapp. Comm. int. Mer Médit. XXIII, 3: 93-94. (12 - Berre) FEBVRE J. (1968) Rec. Trav. St. Mar. Endoume II, 44: 298-355. (13 - Thau, 14 - Salses, 15 - Canet) MARS P. (1966) Vie et Milieu, XX suppl.: 1-359. (16 - Prevost) GUELORGET O. & MICHEL P. (1979) Téthys IX, 1:49-77. (17 - Biguglia, 18 - Diana, 19 - Urbino) DE CASABIANCA M.L., KIENER M. L., HUVE` H. (1972-73). Vie Milieu XXIII, 2:187-227. (20 - Orbetello) MARI M. (1976) Atti della Società Toscana di Scienze Naturali. Memorie. Serie B. LXXXIII: 190-204. (21 - Sabaudia) PERDICARO R., MAGLIOCCHETTI LOMBI P. & GIANGRANDE A. (1980) Quad. Ist. Idrobiol. Acquatic. Brunelli, 1 (2): 3-23. (22 - Caprolace, 23 - Fogliano, 24 - Lungo, 25 - Monaci, 26 - Fondi) SCALETTA F. (1985) Nova Thalassia VII, suppl. 3:432-433. (27 - Patria) SACCHI C.F. (1963) Delphinos, N.S., suppl. V: 1-145. (28 - Fusaro) FERRO R., RUSSO G.F. (1982) Bollettino della Società dei Naturalisti in Napoli. XCI: 3-19. (29 - Ganzirri, 30 - Faro) SPADA G. (1969 Conchiglie V, 5-6: 60-66. (31 - Mellah) ZAOUALI J., BAETEN S. & SEMROUD R. (1985) Rapp. Comm. int. Mer Médit. XXIX, 4: 205-209. (32 - Tunis) ZAOUALI J. (1974) Haliothis, IV: 1-2. (33 - Bizerte) ZAOUALI J. (1979) Bulletin de l'Office National des Pêches de Tunisie. III, 2:107-140. (34 - Bahiret el Biban) GUELORGET O., FRISONI G.F., PERTHUISOT J.P. (1982) Mem. Soc. geol. Fr., N.S. CXLIV. (35 - Mayr, 36 - Idku) STEUER A. (1939) Thalassis III, 4. (37 - Bardawil) POR F.D. & BEN-TUVIA A. (1981). Rapp. Comm. int. Mer Médit. XXVII, 4:101-107. (38 - Elefsis) ZARKANELLAS A. J. (1979) Applied Science Publishers, England.

*Cultellus adriaticus* Coen risultano endemiche di questo settore; a queste si potrebbe aggiungere *Gibbula albida* (Gmelin) che solo recentemente è stata introdotta nella laguna tirrenica di Caprolace; mentre le due specie indopacifiche di apporto antropico *Scapharca inaequivalvis* (Bruguiere) e *Tapes philippinarum* (Adams & Reeve) per quanto riguarda il Mediterraneo sono presenti solo in quest'area. *Thiara tuberculata* (Mueller), *Pirenella cailliaudi* (Potiez & Michaud), *Cerithium scabridum* Philippi, *Thais carinifera* Lamarck, *Brachidontes variabilis* (Krauss), *Modiolus glaberrimus* (Dunker), *Mactra olorina* Philippi, Tellina valtonis Hanley, cioè 8 specie sulle 12 rinvenute nelle lagune del settore meridionale del bacino orientale sono esclusive di questo bacino.

## Discussione e Conclusioni

Come risulta dal raggruppamento sulla base dell'affinità zoogeografica, il tasso di endemismo è piuttosto elevato, pari al 21,2% (19,3% endemiti mediterranei e 1,9% endemiti pontocaspici). Le rimanenti specie mostrano in gran parte un'affinità atlantica ad esclusione del 9,3% che mostra un'affinità indopacifica; tale percentuale appare piuttosto elevata se si confronta con il 10,6% di specie ad affinità atlantico-meridionale (mauretanico-senegalese) o il 13% ad affinità atlantico settentrionale (celtico-boreale) e testimonia l'enorme e crescente influenza che le migrazioni lessepsiane stanno avendo nel modificare le comunità bentoniche mediterranee.

Se consideriamo le specie rinvenute all'interno delle lagune delle varie aree del Mediterraneo appare evidente la sproporzione fra le percentuali relative all'area occidentale (Wn, Wc, Ws) e le altre. Ciò è imputabile da una parte al maggior numero di biotopi investigati, 23 contro i 2 del Mar Nero, gli 8 dell'Adriatico e i 5 dell'area orientale; dall'altra al fatto che l'Etang de Berre (Wsn) e il Lac de Bizerte (Ws) sono due lagune di dimensioni considerevolmente più grandi di tutte le altre e presentano una maggior differenziazione di microhabitat. A parziale conferma di

| | A | Ws + Wc | Wc + Wm | Em + Wm | Med |
|---|---|---|---|---|---|
| Atlantico settentrionale | 2 | 13 | 0 | 1 | 5 |
| Atlantico meridionale | 0 | 3 | 3 | 6 | 5 |
| Indopacifico | 3 | 0 | 0 | 10 | 2 |

**Tab. 3** - Ripartizione delle specie di alcuni gruppi di affinità zoogeografica nelle lagune mediterranee delle diverse aree e settori. Med = larga ripartizione in Mediterraneo.

questa interpretazione sta la percentuale più bassa di specie nell'area centrale (Wc).

Per quanto attiene la ripartizione delle specie di alcuni gruppi di affinità zoogeografica nelle lagune mediterranee dei diversi settori (Tab. 3) ci sembra particolarmente interessante evidenziare che: 1) le specie ad affinità indopacifica sono sostanzialmente presenti in due distinti settori, in quello adriatico per apporto antropico e in quello meridionale delle coste africane e medioorientali in buona parte per migrazione lessepsiana. 2) Le specie ad affinità mauretanico-senegalese non penetrano nelle lagune Adriatiche mentre sono presenti nelle altre aree, principalmente nei settori meridionali. 3) Le specie ad affinità celtico-boreale tendono a colonizzare principalmente le lagune tirreniche. Da questi dati non si evidenzia un "subatlantismo" delle lagune altoadriatiche (SACCHI *et al.*, 1985) Pare invece che vari fattori ambientali abbiano un'influenza nel determinare la colonizzazione delle lagune settentrionali da parte di elementi "freddi" e di quelle meridionali da parte di elementi "caldi". Tali fattori sono individuabili nelle diverse situazioni ambientali caratterizzate al Nord da maggiori apporti dulcicoli e da una temperatura più bassa ed al Sud da salinità più alte o addirittura da fenomeni di sovrassaturazione dovuti anche a temperature più elevate.

Quanto esposto è interpretabile alla luce degli eventi succedutisi nel Mediterraneo dal Miocene ad oggi. Solo *Thiara tuberculata (= Melanopsis tuberculata* dei paleontologi), *Adacna fragilis* e *Monodacna colorata,* tutte e tre specie esclusive di acque ipoaline, hanno antenati miocenici mediterranei sopravvissuti alla crisi messiniana (GILLET, 1968) e quindi possono essere considerati come paleoendemiti in particolare, la prima specie del Mediterraneo, e le altre due del Mar Nero. Col Pliocene si ha una ricolonizzazione del bacino del Mediterraneo da parte di forme atlantiche, oggi largamente dominanti; è stata tuttavia avanzata l'ipotesi di un'espansione in Mediterraneo di specie sarmatiche nel Pliocene inferiore; a questa espansione si potrebbe in alternativa ricondurre la comparsa di *A. fragilis* e di *M. colorata* di cui si è detto. In mancanza di dati paleontologici affidabili è difficile fare ipotesi sull'origine degli endemismi altoadriatici; questi potrebbero essersi differenziati; come neoendemismi, da elementi di origine atlantica dopo la crisi pliocenica (fine del Tabianiano) individuata da RAFFI e MARASTI (1982), oppure più tardivamente durante una fase interglaciale quando l'Alto Adriatico potrebbe aver funzionato come area di rifugio per specie "fredde" (GIACCONE, 1980). L'ultimo contingente faunistico penetrato recentemente in Mediterraneo è costituito da specie indopacifiche discriminabili in due gruppi: quelle lessepsiane che sono ancora limitate alle lagune medioorientali, ma che in futuro potrebbero espandersi in altre zone del Mediterraneo (come è avvenuto per alcune specie francamente marine) e quelle di apporto antropico che stabilitesi o introdotte nelle lagune altoadriatiche.

In conclusione nonostante che le specie che colonizzano gli ambienti lagunari, tolleranti di variazioni discrete dei parametri ambientali, siano ritenute ad ampia distribuzione geografica, è possibile in Mediterraneo riconoscere, come in parte suggerito da BIANCHI (1985): a) un settore tirreno-provenzale, b) un settore nord-adriatico, c) un settore meridionale e d) un settore pontico.

## Summary

*The aim of this work is to outline, if possible, the zoogeography of Mediterraneans lagoons by means of Molluscs distribution; moreover we have tried to delineate the recent history (from Miocene to now) of the brackish malacofauna. The malacological associations of 38 Mediterranean and Black Sea lagoons, reported from literature, have been studied, on a whole 161 species. Considering the species found in a one area the subsequent division is proposed: Black Sea, 4 species (4,5%); North Adriatic, 9 species (10,2%); northern sector of the Western Basin, 33 species (37,5%); central sector of the Western Basin, 4 species (4,5%); southern sector of the Western Basin 26 species (29,5%); southern sector of the Eastern Basin, 12 species (13%).*

*In a subdivision by geographic affinity 21,2% of taxa are Mediterranean or Pontic endemism, 10,6% show a Mauretania-Senegalese affinity, 13% a Celtic-Boreal affinity, 9,3% an Indopacific affinity, the other species present a larger extramediterranean diffusion. The great Indopacific affinity points out the increasing influence of Lessepsian migrations.*

*Only* Adacna fragilis *Milaschevich and* Monodacna colorata *Eichwald in the Black Sea and* Thiara tuberculata *(Mueller) in the Eastern basin have Miocene ancestors which might have survived the Messinian salinity crisis, and shall be considered paleoendemisms. The origin of North Adriatic endemism is not supported by Paleontological evidence. They might be neoendemisms originated from Atlantic populations during a Pliocene crisis or Pleistocene Interglacial Period.*

*In conclusion in the Mediterranean Basin we can recognise a) a Tyrrhenian-Provencal area, b) a North Adriatic area, c) a South area and d) a Pontic area.*

## Bibliografia

BIANCHI C.N. (1985) - Biogeographie des lagunes méditerranéennes d'après la distribution des Polychetes Serpuloidea. *Rapp. Comm. int. Mer Médit.,* XXIX, 4: 39-40.

BRUSCHI A., CEPPODOMO I., GALLI C., PIANI P. (1985) - Catalogo dei molluschi conchiferi viventi nel Mediterraneo. Organizzazione su elaboratore elettronico. ENEA-CREA Ed., La Spezia, pp: 1-112.

GIACCONE G. (1980) - Originalitè biogeographique dans la composition des peuplements floristiques en Adriatique et dans le detroit de Messine. Journèes Etud. System. et *Biogeogr. Medit.* Cagliari. CIESM: 95-96.

GILLET S. (1968) - La faune messinienne des environs d'Ancona. Avec notice geologique par E. Ceretti. *Gior. Geol. 30,* 2: 69-100.

PÈRÉS J.M., PICARD J. (1964) - Noveau manuel de bionomie bentique de La Mer Méditerranée. *Rec. Trav. Stat. mar.* Endoume LII: 1-137.

RAFFI S., MARASTI R. (1982) - The Mediterranean bioprovince from the Pliocene to the recent: observations and hypotheses based on the evolution of the taxonomic diversity of Molluscs. Proceedings of the First International Meeting on *"Paleontology, Essential of Historical Geology."* Venice, 2-4 june 1981: 151-177.

SACCHI C., BIANCHI N., MORRI C., AMBROGI A., SCONFIETTI R. (1985) - Biogeographie des lagunes cotieres nord-adriatiques. *Rapp. Comm. int. Mer Médit.* XXIX, 4.

*OEBALIA 1990 Suppl., Vol. XVI-1: 143* *ISSN 0392-6613*

C.N. BIANCHI (1) F. BOERO (2) R. CATTANEO VIETTI (3)
C. MORRI (3) M. PANSINI (3) M. SARÀ (3)
(1) ENEA-CREA di S.Teresa, La Spezia
(2) Dipartimento di Biologia, Università di Lecce
(3) Istituto di zoologia, Università di Genova

# CONTRIBUTO DI ALCUNI GRUPPI DELLO ZOOBENTHOS ALLA CONOSCENZA DELLA BIOGEOGRAFIA DEL MEDITERRANEO

L'attuale quadro biogeografico della fauna mediterranea si basa essenzialmente su pesci, echinodermi e, in parte, molluschi. In questo lavoro vengono considerati poriferi (502 specie), idromeduse (266), gorgonacci (21), madreporari (33), Serpuloidei (63), brachiopodi (12) ed opistobranchi (294). Sono state riconosciute le seguenti categorie biogeografiche: endemiche mediterranee, atlantico-mediterranee, (artico-boreali, atlantico-(sub)tropicali, indopacifiche, circum(sub)tropicali e cosmopolite.

Pur nell'ambito di una sostanziale conferma delle affinità atlantico-mediterranee, evidenziate specialmente da gorgonacci e da madreporari, si rivela che ogni gruppo zoobentonico offre una diversa immagine della biogeografia mediterranea. In particolare, poriferi, brachiopodi ed opistobranchi mostrano una notevole affinità "fredda" (lusitano-boreale), al contrario di Serpuloidei ed idromeduse in cui sono frequenti i casi di ampia ripartizione con prevalente affinità calda" (circumtropicale, indopacifica, ecc.); anche il tasso di endemismo mediterraneo, in senso stretto, è eterogeneo tra i vari gruppi ed è massimo nelle faune ad affinità più "fredda" (poriferi ed opistobranchi).

Questi risultati suggeriscono cautela nelle generalizzazioni fatte a partire da singoli gruppi, tanto più che il numero di specie per il Mediterraneo è in continuo aumento. Le differenze possono dipendere dalle diverse storie delle varie faune e dalle loro specializzazioni bioecologiche. Non deve essere trascurato, tuttavia, il ruolo del fattore antropico ed in particolare la migrazione lessepsiana attraverso il canale di Suez ed il trasporto passivo.

*OEBALIA 1990 Suppl., Vol. XVI-1: 145-152* *ISSN 0392-6613*

M. INNAMORATI L. LAZZARA S. VANUCCI
Dipartimento di Biologia Vegetale, Laboratorio di Ecologia dell'Università,
via Micheli n.1, 50121 Firenze (Italy).

# IRRADIANZA SPETTRALE SOTTOMARINA E BIOMASSA FITOPLANCTONICA

**Abstract**

Underwater spectral irradiance and phytoplankton biomass.

*Measurements of downwelling and upwelling spectral irradiance and of chlorophyll concentrations were performed at 40 stations in Ligurian, Thyrrenian and Adriatic Seas.*

*The vertical attenuation coefficient K (λ), the reflectance ratio R (X), and the optical water types have been determined significant correlations have been found for the regression of log K (440), log ($E_u$ (440) \ $E_u$ (560) ) and log (R (440) \ R (560)) versus log (chlorophyll a + pheopigments).*

**Key words**: Irradiance, phytoplankton, underwater spectra.

## Introduzione

Negli studi di ecologia del fitoplancton la misurazione della irradianza spettrale sottomarina può essere utilizzata principalmente sia per conoscere la qualità e quantità dell'energia radiante disponibile per la fotosintesi (PAR) e la fotomorfogenesi, sia per ottenere informazioni sulla qualità e quantità delle varie sostanze sospese e disciolte in mare; tra le quali vi sono, di particolare interesse, le cellule fitoplanctoniche con le sostanze in esse contenute e dalle quali, la clorofilla Principalmente, si traggono stime della loro biomassa. In relazione a ciò, JERLOV

(1976) ha classificato le acque marine sulla base dello spettro del coefficiente di attenuazione dell' irradianza discendente K (λ); e MOREL e PRIEUR (1977) hanno usato le misure spettrali, in particolare il rapporto di riflettanza R (λ) per stabilire relazioni con la quantità ed il tipo di sostanze presenti nell'oceano e dedurne stime della biomassa fitoplanctonica.

A tal fine, nel corso di alcune campagne oceanografiche, abbiamo svolto dosaggi dei pigmenti fotosintetici e misure di irradianza spettrale discendente ed ascendente in zone di mare con differenti caratteristiche morfobatimetriche, idrodinamiche, di trofia fitoplanctonica e quindi biologiche ed ottiche.

## Materiali e Metodi

I rilevamenti sono stati effettuati nel corso di otto campagne oceanografiche condotte nel Mar Ligure, Tirreno ed Adriatico, al largo e sottocosta (Tab.l, Fig.l).

Le misure spettrali ($400 < \lambda < 700$ nm) sono state eseguite con lo spettroradiometro subacqueo costruito in questo laboratorio (INNAMORATI 1978), contemporaneamente a quelle dell' irradianza globale incidente in superficie rilevata

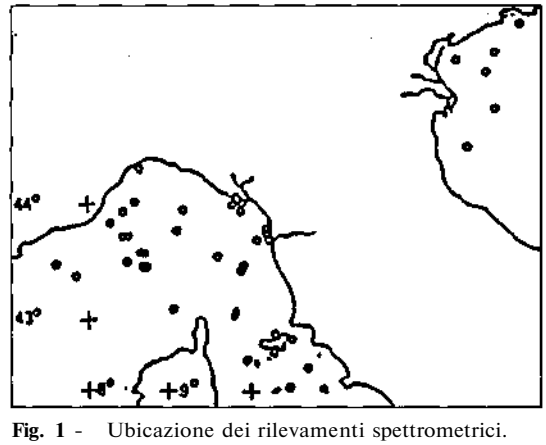



**Fig. 1** - Ubicazione dei rilevamenti spettrometrici.

con un solarimetro Kipp e Zonen CM5, CC1, BD8 ($300 < \lambda < 2500$ nm). Gli spettri di irradianza discendente E (λ), sono stati misurati a 0 m (in aria) ed a più profondità comprese tra 5 e 50 m, mentre quelli di irradianza ascendente E (λ) sono stati effettuati per lo più a 5 m.

$E_d$ (λ) ed $E_u$ (λ) sono stati misurati in unità proporzionali a quelle assolute di irradianza (E= costante * $W/m^2$ * nm ) e normalizzati rispetto al proprio massimo (E (λ) / E max % ) per evidenziare la variazione della struttura dello spettro al variare della profondità. Inoltre è stato calcolato lo spettro del rapporto di

**TABELLA 1**

| CAMPAGNA | DATA rilevamento | STAZIONE n° | lat. N | long. E | TIPO OTTICO K( )* | R%( )** |
|---|---|---|---|---|---|---|
| LIGURE IV | 19.03.79 | 7 | 43°29'.5 | 7°35'.2 | IB – II | — |
| | 22.03.79 | 66 | 43°25'.8 | 7°48'.2 | III | Verde 2° caso |
| | 27.03.79 | 100 | 43°42'.2 | 8°31'.0 | II – III | Verde 1° caso |
| | 01.04.79 | 156 | 43°32'.3 | 8°44'.4 | 1 – 3 | Verde 1° caso |
| | 02.04.79 | 188 | 43°38'.4 | 9°40'.2 | IB – II | Blu–verde |
| LIGURE V | 04.03.80 | 1 | 43°56'.0 | 9°46'.5 | 3 – 5 | Verde 2° caso |
| | 09.03.80 | 28 | 43°50'.7 | 8°19'.7 | IB – II | Blu–verde |
| | 10.03.80 | 56 | 43°5'.6 | 9°5'.7 | IB – II | Verde 2° caso |
| | 11.03.80 | 91 | 43°34'.0 | 8°41'.8 | 1 – 3 | Verde 1° caso |
| | 13.03.80 | 110 | 43°42'.5 | 8°29'.8 | III – I | Verde 1° caso |
| LIGURE VI | 13.06.81 | 28 | 44°22'.2 | 8°39'.0 | II – III | Blu |
| | 14.06.81 | 55 | 44°2'.4 | 8°37'.2 | IA | Blu–verde |
| | 15.06.81 | 80 | 43°27'.7 | 8°43'.5 | II | Blu |
| | 16.06.81 | 99 | 43°30'.4 | 8°31'.5 | IB | Blu |
| | 17.06.81 | 117 | 43°57'.7 | 9°13'.3 | IA | Blu |
| LIGURE VII | 08.11.81 | 1 | 43°59'.5 | 9°49'.5 | 3 | Verde 2° caso |
| | 09.11.81 | 27 | 43°47'.3 | 9°07'.9 | IB – II | Verde 1° caso |
| | 10.11.81 | 55 | 43°57'.4 | 8°28'.7 | III | Blu–verde |
| | 11.11.81 | 81 | 43°28'.2 | 8°43'.4 | II – III | Blu–verde |
| | 12.11.81 | 100 | 43°25'.6 | 9°56'.2 | II | Blu–verde |
| LIGURE VIII | 25.02.82 | 62 | 43°40'.5 | 10°05'.9 | 1 – 3 | Verde 2° caso |
| ELBA 1982 | 03.10.82 | 9 | 42°48'.9 | 10°26'.9 | IA – II | Blu–verde |
| | 04.10.82 | 11 | 42°48'.4 | 10°20'.4 | II – III | Verde 2° caso |
| | 05.10.82 | 30 | 42°43'.6 | 10°20'.1 | IB | Verde 2° caso |
| ELBA 1983 | 07.07.83 | 24 | 42°37'.3 | 10°00'.3 | — | Blu–verde |
| | 08.07.83 | 37 | 42°22'.8 | 10°07'.3 | — | Blu–verde |
| | 09.07.83 | 53 | 42°17'.0 | 10°27'.0 | — | Blu |
| | 10.07.83 | 67 | 42°33'.4 | 10°41'.7 | — | Blu–verde |
| ADRIA 1984 | 26.08.84 | 3 | 45°34'.7 | 13°20'.8 | 3 | Verde 2° caso |
| | 27.08.84 | 24 | 45°19'.8 | 13°00'.2 | 3 | —— |
| | 30.08.84 | 69 | 44°50'.0 | 13°00'.0 | 3 – 5 | Verde 1° caso |
| | 31.08.84 | 39 | 45°10'.0 | 12°53'.0 | 3 | —— |
| | 31.08.84 | PIAT | 45°18'.1 | 12°30'.1 | 1 – 3 | Verde 2° caso |
| | 01.09.84 | 109 | 44°30'.0 | 12°39'.0 | 1 – 3 | Verde 2° caso |
| S. ROSSORE 1985 | 21.03.85 | 1 | 43°40'.7 | 10°16'.1 | 7 – 9 | —— |
| | 21.03.85 | 5 | 43°44'.1 | 10°16'.3 | 7 | —— |
| | 21.03.85 | 9 | 43°47'.6 | 10°15'.7 | 9 | —— |
| | 29.05.85 | 1 | 43°40'.7 | 10°16'.1 | 3 | —— |
| | 29.05.85 | 5 | 43°44'.1 | 10°16'.3 | 5 | —— |
| | 29.05.85 | 9 | 43°47'.6 | 10°15'.7 | 3 – 5 | —— |

* = secondo Jerlow (1976); numeri romani: tipi oceanici, numeri arabi: tipi costieri.

** = secondo Morel e Prieur (1977).

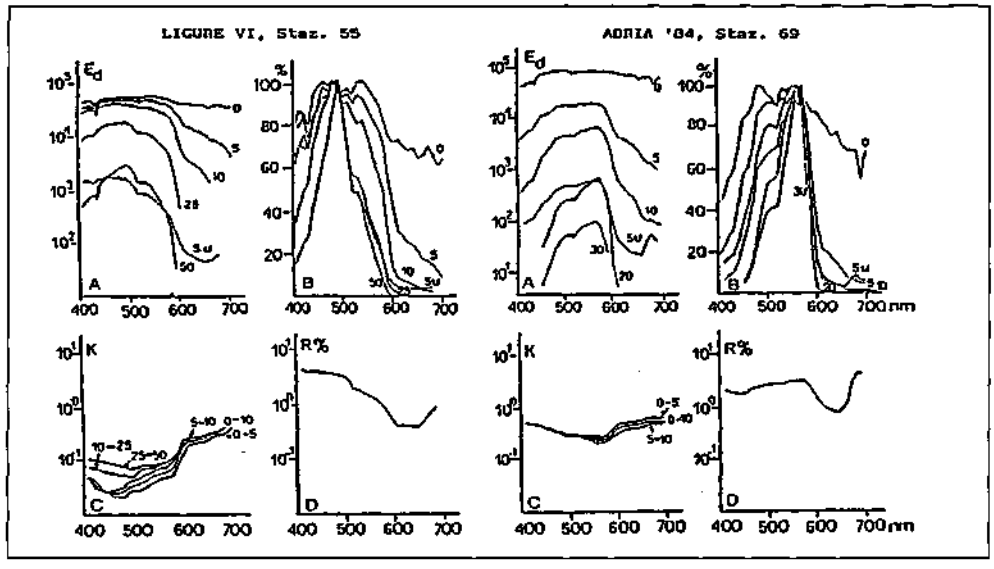



**Fig. 2** - Spettri di irradianza discendente ($E_d$) ed ascendente ($E_u$), in unità relative (A), normalizzati rispetto al proprio massimo (B) alle diverse profondità indicate in metri (5u indica la profondità di 5 metri per lo spettro di $E_u$). Spettri del coefficiente medio di attenuazione della irradianza (K) in $m^{-1}$ per i diversi strati tra le profondità indicate (C) e spettri del rapporto di riflettanza (R%) a 5 m (D).

riflettanza $R(\lambda) + E_u(\lambda) / E_d(\lambda)$ a 5 m e quello del coefficiente medio di attenuazione dell'irradianza discendente $K(\lambda)$ per lo strato 0-10 m e per altri strati.

Alle stesse stazioni sono state effettuate misure fisiche, chimiche e biologiche per le quali si rimanda a INNAMORATI *et al.* (1985, 1986, 1987). La concentrazione di clorofilla è stata determinata secondo il metodo spettrofotometrico SCOR-UNESCO (1966).

## Risultati

Data la grande eterogeneità delle acque sondate che si è riflessa nelle misure ottiche, sono state ottenute le più varie forme di $E(\lambda)$, $K(\lambda)$, e di $R(\lambda)$ che sono state classificate in base ai tipi spettrali di JERLOV (1976) e di MOREL e PRIEUR (1977), e riportati in Tab. 1 In Fig. 2 si riportano a titolo di esempio gli spettri ottenuti nella Campagna Ligure VI nella staz. 55 e nella Campagna Adria, nella staz. 69 che individuano due tipi molto differenti di masse d'acque. Si tratta, nel primo caso di acque "oceaniche blu-verdi" e nel secondo di acque "costiere verdi 1° caso". La concentrazione media dei pigmenti fitoplanctonici nella colonna d'acqua 0-10 m è 0.2 mg $m^{-3}$ nella stazione 55 e di oltre 2 mg·$m^{-3}$ nella stazione 69 (Fig. 3). Nella stazione 55, il $K(\lambda)$ per gli strati 10-25 m e 25-50 m, è più alto che

a 0-10 m; la concentrazione di clorofilla presenta un incremento di oltre 10 volte (fino 4 mg $nr^3$) fra 10 e 50 m, tale da giustificare gli aumenti di attenuazione. Il K (λ) permette quindi di individuare stratificazioni di fitoplancton che in una stessa zona risultano evidenti in estate quando anche le acque superficiali sono termicamente stratificate e scompaiono in inverno - primavera, quando la stratificazione termica scompare; ciò permetterebbe di campionare in modo mirato ed esaminare con maggiore attenzione il contenuto fitoplanctonico.

La stretta relazione esistente fra alcune grandezze spettrali dell'acqua e cioè più in generale fra il colore del mare ed il suo contenuto di pigmenti fitoplanctonici, ha indotto molti autori a ricercare algoritmi adatti ad esprimere quantitativamente tale relazione e poterla applicare a dati rilevati da satellite. A

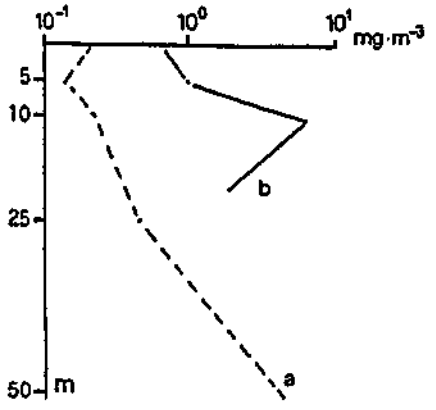



**Fig. 3** - Profilo verticale della concentrazione di clorofilla a + feopigmenti: a) LIGURE VI staz. 55; b) ADRIA '84 staz. 69.

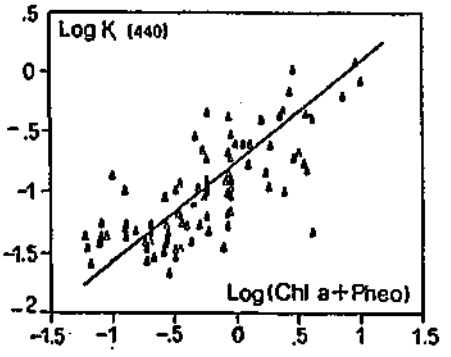



**Fig. 4** - Regressione lineare del Log (K(440)) rispetta al Log (clorofilla a + feopigmenti). N = 92, r = 0.75, p<0.01.

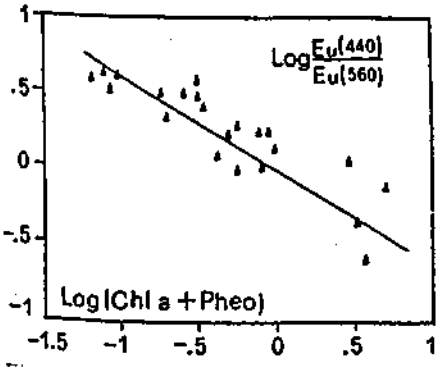



**Fig. 5** - Regressione lineare del Log ($E_u$ (440)/$E_u$ (560) rispetto al Log (clorofilla a + feopigmenti). N = 22, r = -0.88, p « 0.01.

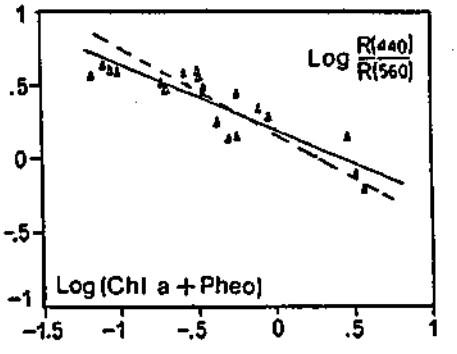



**Fig. 6** - Regressione lineare del Log (R(440)/R (560)) rispetto al Log (clorofilla a + feopigmenti). N = 19, r = -0.87, p « 0.01. In tratteggio è riportata la retta di regressione di MOREL (1980).

tal fine è stata esaminata da MOREL (1980) la relazione tra la concentrazione dei pigmenti fitoplanctonici nelle acque superficiali ed il quoziente tra i rapporti di riflettanza = R (440) / R (560), e da Clark (GORDON e MOREL, 1983) con il quoziente tra radianze $L_u$ (443) $L_u$ (550) a lunghezze d'onda prossime rispettivamente al massimo ed al minimo di assorbimento della clorofilla a in vivo. Le regressioni da noi ottenute tra K (440), $E_u$ (440) / $E_u$ (560), R (440) / R (560) e la concentrazione della clorofilla sono rispettivamente riportate nelle figg. 4, 5 e 6.

## Discussione e conclusioni

Tutte e tre le regressioni presentano un buon coefficiente di correlazione per quanto i parametri ottici utilizzati non siano esenti dall'effetto di disturbo della sostanza organica disciolta (gilvina) e delle particelle non fitoplanctoniche, effetto che è ovviamente minimo per le acque oceaniche e tutt'altro che trascurabile per quelle costiere.

Il K (440), pur essendo sensibile alla presenza del fitoplancton, risente in buona misura anche della gilvina, che ha un forte assorbimento alle lunghezze d'onda più basse, e delle particelle non fitoplanctoniche che hanno uno spettro sia di assorbimento che di diffusione approssimativamente "bianco". Nella seconda e nella terza regressione l'effetto delle particelle non fitoplanctoniche è in parte eliminato dal rapporto del massimo di assorbimento della clorofilla a con il suo minimo, mentre quella della gilvina permane. Tali considerazioni e gli elevati coefficienti di correlazione ottenuti permettono di considerare quindi queste due ultime regressioni buone stime delle relazioni che rappresentano. In particolare va detto che la regressione ortogonale da noi calcolata con le acque blu, blu-verdi e verdi 1° caso riportata in fig. 6 (N = 19, r = -0.87) non si discosta molto da quella riportata da MOREL (1980); ciò riconferma la validità dell'algoritmo di Morel in quanto anche con un campione a minor campo di variazione, centrato verso più basse concentrazioni di clorofilla, e con meno di 1/3 della numerosità dei rilievi si avvicina a quell'andamento. Per quanto attiene alla possibilità di ottenere un unico algoritmo che esprima quantitativamente la relazione fra dato ottico e dato biologico, questa è legata da una parte alla numerosità delle misure (che per la durata e le condizioni meteomarine che richiedono non sono sempre fattibili) e soprattutto, dall'altra, alla omogeneità ottica delle acque sondate, cioè alla possibilità di avere un effetto spettrale delle sostanze non fitoplanctoniche che sia il più costante possibile.

**Summary**

*The optical properties of the sea water can be used to gain important informations about nature and concentration of dissolved and suspended particles, and therefore, of phytoplankton pigments, contained in the sea.*

*Measurements of downward, upward spectral irradiance and of phytoplankton pigments were performed at 40 stations in Ligurian, Thyrrenian, Adriatic Seas, during several Oceanographic cruises occurred from 1979 to 1985. The optical measurements were made by a spectroradiometer built in this laboratory (INNAMORATI, 1978), the chlorophyll was determined according to SCOR UNESCO (1966) method.*

*The spectral values of downward irradiance attenuation coefficient K (X) and of reflectance R (X) were calculated. The water masses investigated were classified according to JERLOV (1976) and MOREL and PREIEUR (1977) optical types.*

*Significant correlations were found for log K (440), log* $(E_u(440)/E_u$ *(560)) and log (R(440)/R(560))* versus *log (chlorophyll a + pheopigments). An improvement of these correlations, especially for the last two, could be reached with a larger set of data obtained in optically similar waters.*

**Bibliografia**

GORDON H.R., MOREL A.Y. (1983) - Remote Assessment of Ocean Color for Interpretation of Satellite Visible Imagery. A Review. Springer-Verlag, New York, pp. 114.

INNAMORATI M. (1978) - Spettri della radiazione sottomarina nell'Arcipelago delle Galapagos in "Galapagos, Studi e Ricerche" Gruppo di Ricerche Scientifiche e Tecniche. Firenze, 1-59.

INNAMORATI M., ALBEROTANZA L., LAZZARA L., DE POL M., MANNUCCI M. (1985) - Popolamenti fitoplanctonici e condizioni idrologiche del Mar Ligure. Campagna Ligure IV - N/O C.N.R. "L.F. Marsili" 10/3-9/4 1979. *Resoconti dei rilevamenti in mare,* n. 1, Firenze, pp. 40.

INNAMORATI M., ALBEROTANZA L., DE POL M., MANNUCCI M., NUCCIO S., FARGION G., INNOCENTI G., MORI G., LAZZARA L. (1986) Popolamenti fitoplanctonici e condizioni idrologiche nel Mar Ligure. Campagna Ligure V - N/O C.N.R. "Bannock" 1-13/3/1980. *Resoconti dei rilevamenti in mare,* n. 2, Firenze, pp. 56.

INNAMORATI M., ALBEROTANZA L., DE POL M., LAZZARA L., MANNUCCI M., MORI G., BURACCHI G., NUCCIO C., SENESI P. (1987) - Popolamenti fitoplanctonici e condizioni idrologiche nel Mar Ligure. Campagna Ligure VI - N/O C.N.R. "L.F. Marsili" 5-20/6/1981; Campagna Ligure VII - N/O C.N.R. "L.F. Marsili" 8-14/11/1981; Campagna Ligure VIII - N/O C.N.R. "L. F. Marsili" 20-27/2/1982. *Resoconti dei rilevamenti in mare,* n. 3, pp. 99.

JERLOV N.G. (1976) - Marine Optics, Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam, pp. 231.

MOREL A. (1980) - ln-water and remote measurement of ocean color. *Boundary Layer Meteorology,* 18: 117-201.

MOREL A., PRIEUR L., (1977) - Analysis of variations in ocean color. *Limnology and Oceanography,* 22: 709-722.

SCOR - U.N.E.S.C.O. (1966) - Determination of photosyntetic pigments in seawater. Monographs on oceanographic methodology. UNESCO, Paris, pp. 69.

*OEBALIA 1990 Suppl., Vol. XVI-1: 153-162* ISSN 0392-6613

M. INNAMORATI G. MORI L.LAZZARA S. VANUCCI
Dipartimento di Biologia Vegetale, Laboratorio di Ecologia dell'Università,
Via Micheli 1, 50121 Firenze (Italy).

# EUTROFIA E OLIGOTROFIA NELL'OCEANO ANTARTICO*

**Abstract**

Eutrophic and oligotrophic conditions in antarctic ocean.

*The chlorophyll distribution in the Western Ross Sea during austral summer '87-88 is examined in 40 stations and for several routes of 1900 miles. Despite the low values reported for Antarctic Ocean (0.2-0.5 mg/m$^3$), we have found means between 0.5-2.5 mg/m$^3$ from 0 to 100 m ($P<0.05$) and the highest values of 9-14 mg/m$^3$ in four stations nearly one hundred miles from the coast. A bloom is registered during late-january and early-february as all the stations sampled show very high chlorophyll concentrations and continuous fluorimetry records exhibit very dense patches of phytoplankton.*

**Key Words**: Antarctic Ocean, phytoplankton, eutrophy.

## Introduzione

L'Oceano Antartico é stato considerato per lungo tempo una delle aree a più elevata produzione primaria soprattutto in base all'alta concentrazione di nutrienti fitoplanctonici, alla ricca fauna e agli estesi e cospicui banchi di krill. Già nel 1942 però Hart, in base a conteggi di cellule fitoplanctoniche, aveva avanzato dubbi in merito e dagli anni '60 in poi, le misure dirette di $^{14}C$ e la determinazione della

* Ricerca svolta con i finanziamenti del Programma Nazionale di Ricerche in Antartide, Spedizione 1987-1988.

clorofilla hanno rafforzato tali dubbi, facendo rivedere completamente le precedenti opinioni. HOLM-HANSEN *et al.* (1977) in base ai dati di tre campagne dell' Eltanin (la 38, 46 e 51) concludono che, a dispetto dell'alto contenuto di nutrienti, la velocità di accrescimento specifico fitoplanctonico é meno di 1/3 di quella che si ha in zone temperate o tropicali ed anche la produzione primaria non è così alta come ci si potrebbe attendere. In particolare, in base all'esplorazione di 12 stazioni in tutto il Mare di Ross (crociera 51, 1972) rilevano 1,4 mg/m$^3$ di clorofilla *a* come massimo assoluto della campagna e valori intorno a 0,5 mg/m$^3$ nella maggior parte dei casi. JACQUES e TREGUER (1986), che riportano concentrazioni medie in tutto l'oceano di 0.2-0.5 mg/m$^3$, parlano di situazione paradossale, per la grande ricchezza di nutrienti ma una biomassa e produzione fitoplanctoniche paragonabili a quelle dei mari più oligotrofici. Il problema é tuttora oggetto di discussione. Quanto segue risulta da un primo esame dei dati della I Spedizione Oceanografica Italiana nel Mare di Ross (12/1987, 2/1988) e si pone quale contributo al problema.

## Materiale e Metodi

I rilievi sono stati effettuati da bordo della nave "Polar Queen" in 40 stazioni formanti un reticolo di 40 x 50 miglia nella Baia di Terranova; lungo il parallelo 74° 45' S fino a 125 miglia dalla costa; lungo le rotte riportate in Fig. 1.

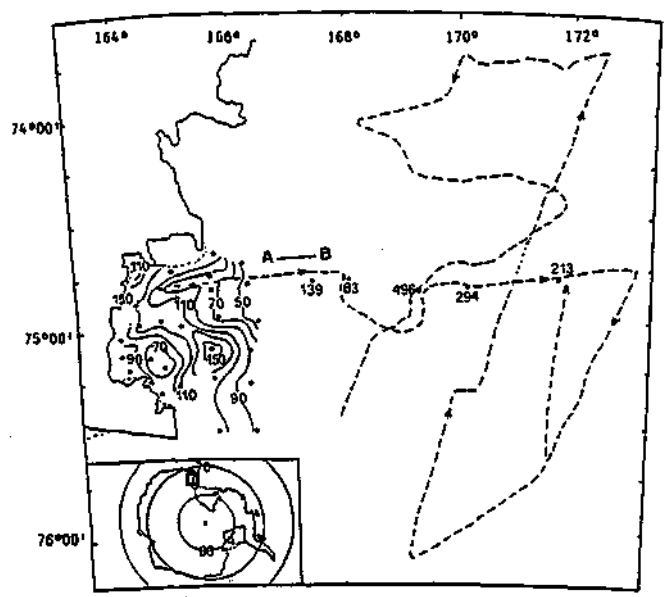



**Fig. 1** - Zone di indagine, ubicazione delle stazioni, tracciato delle rotte al largo con isoplete della clorofilla *a* (mg/m$^2$) integrata per lo strato 0-100 m.

I campionamenti sono stati eseguiti in due periodi, 5-15/1/88 e 24/1-14/2/88 alle profondità di 0, 10,25, 50, 100, 200 m (bottiglia Niskin da 10 1). Le clorofille sono state determinate mediante filtrazione di 3 1 (Whatman GF/C + $MgCO^3$), immediata estrazione in acetone 90%, conservazione a -20° C e successiva analisi spettrofotometrica (JEFFREY e HUMPHREY, 1975) o fluorimetrica (LORENZEN, 1966), se la D.O. <0,05. I feopigmenti sono stati analizzati con il metodo di Lorenz secondo RIEMANN (1978). Mediante fluorimetro BackScat ME sono stati inoltre rilevati il profilo verticale e quello orizzontale della clorofilla *a* in unità di fluorescenza dello strumento (1 U.F. = ca. 0,25 mg/$m^3$). Sono stati rilevati anche lo spettro di irradianza discendente, l' irradianza ascendente e sferica, con strumenti LI-COR, la temperatura, le altre usuali misure di batisonda (ME-KMS) ed altri rilevamenti biologici e chimici (INNAMORATI *et al.*, 1989).

## Risultati

La concentrazione della clorofilla *a* (Fig. 2) mostra generalmente il massimo tra 10 e 25 m ed é in media di 1,7 mg/$m^3$, é compresa tra i limiti fiduciari (P <0,05) di 0,9 e 2,5 mentre nella colonna tra 0 e 100 m é di 1,25 ed é compresa tra 0,5 e 2,5 mg/$m^3$. La fluorescenza della clorofilla in genere segue il profilo termico come in Fig. 3.

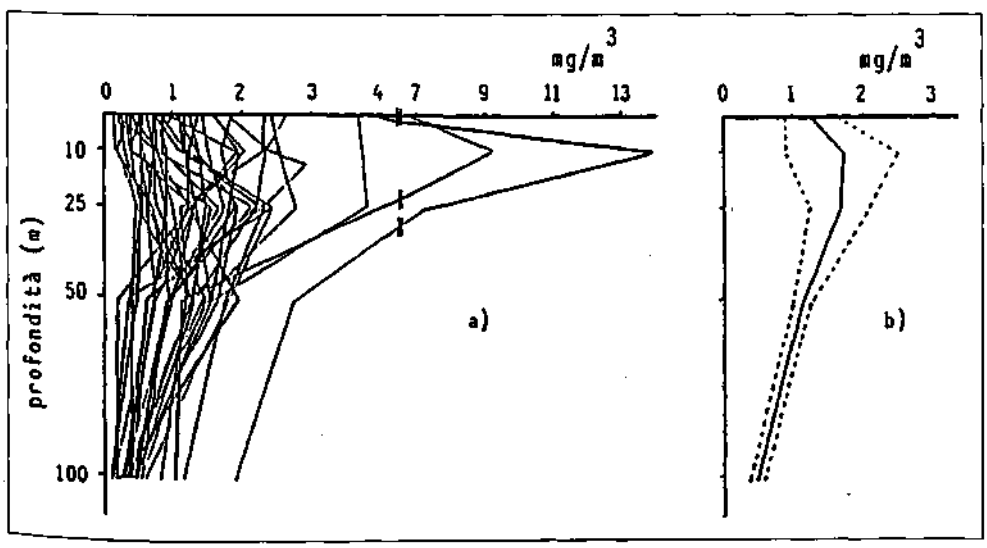



**Fig. 2** - Profilo verticale della clorofilla *a:*
a) per tutte le stazioni;
b) profilo medio e limiti fiduciari delle medie.

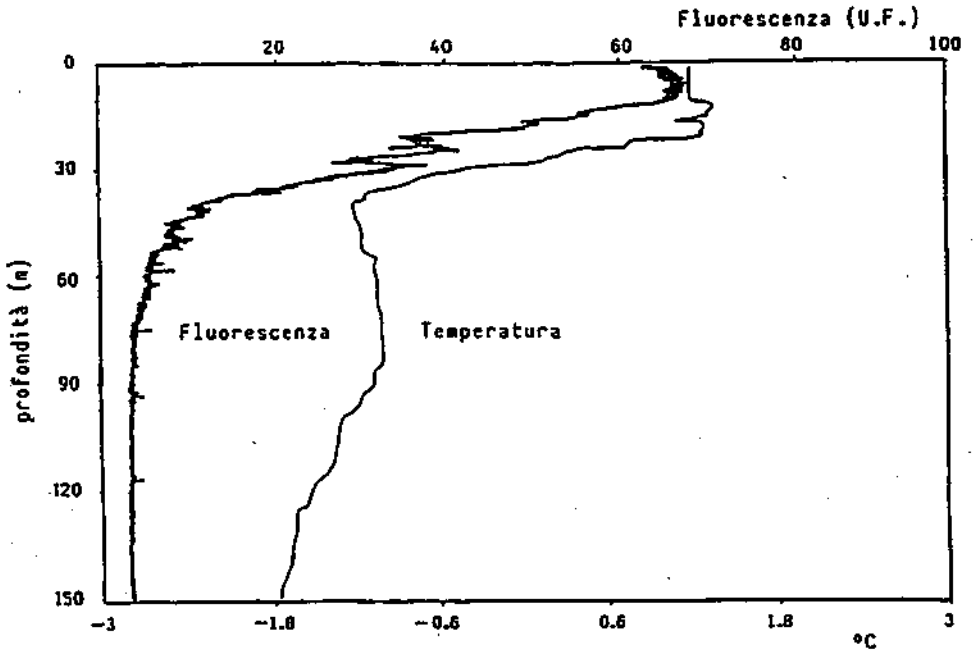



**Fig. 3** - Profilo verticale della fluorescenza, in unità relative (U.F.) e della temperatura (stazione 51).

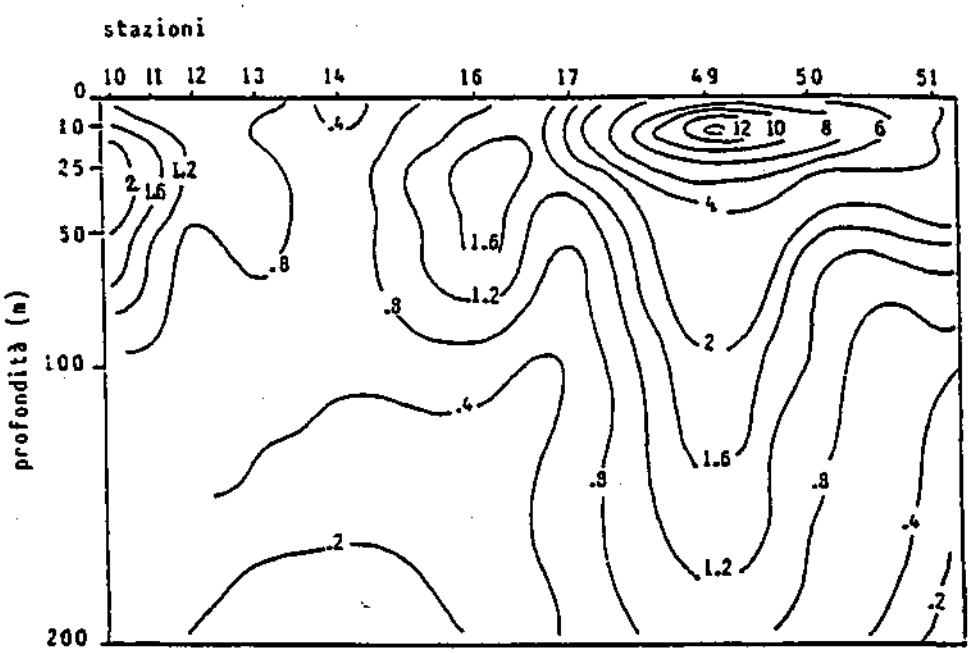



**Fig. 4** - Sezione verticale lungo la direttrice costa-largo: isoplete della clorofilla *a* (mg/m$^2$).

In Fig. 4 sono riportate le isoplete della clorofilla lungo il piano verticale del transetto dalla costa verso il largo. In corrispondenza della stazione 49 si hanno 14 mg/m$^3$ a 10 m, ma in generale tutta la colonna d'acqua e le zone adiacenti sono risultate interessate da concentrazioni notevoli. La media di tutte le stazioni integrata tra 0 e 100 m é di 107 mg/m$^2$ e in Fig. 1 sono visibili chiazze fino a 150 mg/m$^2$. Anche da alcuni campioni di fitoplancton esaminati risulta un'abbondanza cellulare elevata. Alla stazione 48, a 0 m, il popolamento é di 1800 cell/ml, di cui 1500 della primnesioficea *Phaeocystis pouchetii*. La profondità della zona eufotica (1% dell' irradianza sulla superficie) é bassa (tra 17 e 30 m) e varia in modo inverso alla clorofilla, indicando che la notevole attenuazione della luce é sostanzialmente determinata dal fitoplancton.

Alla variabilità spaziale si sovrappone però anche quella temporale in quanto la zona sottocosta é stata campionata circa 20 giorni prima delle stazioni al largo e in Fig. 5a si nota che dal 25° giorno (30/1) si ha un netto aumento di clorofilla che, passando tra 1,5 a 3 e poi a 6 mg/m$^3$, dimostrano l'esplosione di una intensa

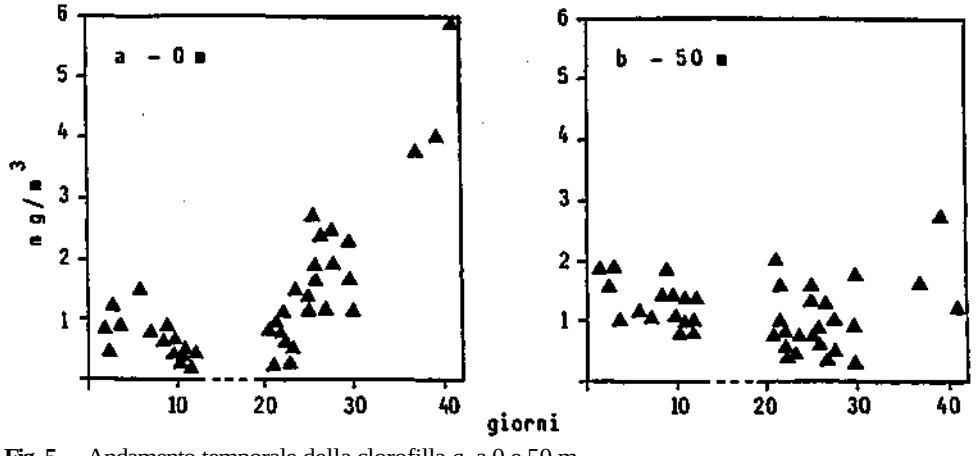



**Fig. 5** - Andamento temporale della clorofilla *a*, a 0 e 50 m.

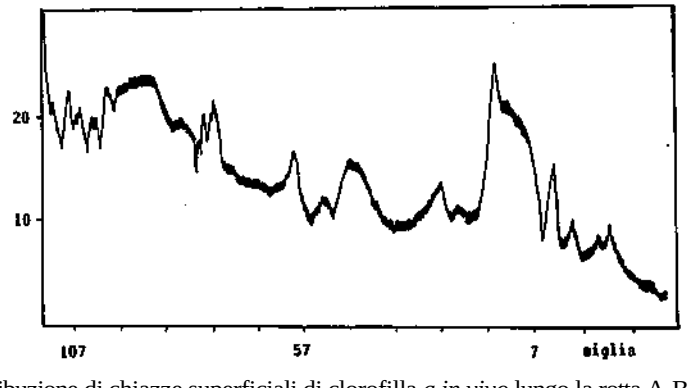



**Fig. 6** - Distribuzione di chiazze superficiali di clorofilla *a in vivo* lungo la rotta A-B di Fig. 1.

fioritura. Mancano campionamenti successivi per poterne definire la durata e l'intensità del massimo che però deve essere stata superiore a quella di 6 mg/m$^3$, osservata a 0 m, in quanto il processo é stato colto in fase iniziale, dato che ha interessato solamente gli strati superficiali. Infatti l'andamento fino a 25 m, qui non riportato, é analogo a quello di Fig. 5a, mentre a 50 m non sembra verificarsi ancora alcuna variazione temporale (Fig. 5b). La fioritura giunge comunque a livelli di notevole estensione e intensità. In Fig. 6 (tracciato della fluorescenza lungo la rotta del 4/2, A-B di Fig. 1) sono chiaramente visibili chiazze dalle dimensioni di anche 20 miglia e comunque molto ravvicinate. I massimi registrati, e qui non riportati, superano il fondo scala (100 U.F.).

**Discussione e conclusioni**

Nell'Oceano Antartico i rilevamenti, specie in alcuni mari e settori, non sono stati così frequenti nel tempo e nello spazio da poter permettere di trarre la conclusione che l'intero Oceano ha dei valori di biomassa, espressa come clorofilla, compresi tra 0,2 e 0,5 mg/m$^3$ e pari quindi a quelli dei mari più oligotrofici (JAQUES e TREGUER, 1986). E' ad esempio evidente che la crociera Eltanin 51 (17.1 - 24.2.1972, HOLM-HANSEN *et al.*, 1977) non ha avuto l'opportunità di rilevare alcuna fioritura fitoplanctonica nel Mare di Ross con le 12 stazioni effettuatevi, certo non sufficienti per trarne una buona stima sulla densità e distribuzione del fitoplancton. Tanto più che questa distribuzione, come in genere quelle della maggior parte dei viventi, é anisotropa e addensata, a "chiazze" nello spazio e nel tempo, talché durante una stessa stagione vegetativa a Baia Terranova si possono succedere più di un episodio di fioritura e tutti anche molto intensi. Inoltre le fioriture sono in genere più ritardate alle maggiori latitudini (RAYMONT, 1980; SAKSHAUG e HOLM-HANSEN, 1984; VALELIA, 1984) così che le navi, ritornando verso nord prima del riformarsi dei ghiacci (intorno alla 2a metà di febbraio), perdono i rilevamenti dell'ultimo mese estivo nel quale é avvenuta quella da noi osservata.

I nostri risultati dimostrano che la biomassa fitoplanctonica nel Mare di Ross non é affatto scarsa e non permette la similitudine con i mari oligotrofici. Infatti le concentrazioni di clorofilla da noi rilevate già nella prima parte della nostra campagna sono decisamente superiori a quelle rilevate sia da HOLM-HANSEN *et al.* (1977) nel 1972, sia a quelle citate da JAQUES e TREGUER (1986). Inoltre le concentrazioni rilevate durante la fioritura tardo-estiva non sono le massime, perché questa é stata colta solo nella fase ascendente (Figg. 5 e 6), senza poterne conoscere il massimo e la durata, non avendo potuto rilevare la fase calante.

Nella seconda parte della campagna (fine gennaio - la metà di febbraio), sia

nelle stazioni lungo il parallelo 74°45' S, che nelle registrazioni della fluorescenza, che per brevità non si riportano, lungo le ca. 1900 miglia percorse, sono state rilevate da 20 - 30 UF fino a più di 100 (fondo scala dello strumento, pari a ca. 25 $mg/m^3$), valori che si sono mantenuti per decine di miglia. Inoltre, ritornando alla Base alla fine della campagna oceanografica (metà di febbraio), i biologi marini e gli algologi subacquei ci hanno segnalato che una intensa fioritura fitoplanctonica era avvenuta anche a Baia Terranova (AMATO, FOCARDI, SCAMMACCA, VACCHI, com. per., 1988). Questa aveva intorbidato e colorato le acque in modo visibile in superficie, in immersione e nell'acqua pompata dal mare negli acquari. Inoltre le cellule fitoplanctoniche avevano intasato i filtri del sistema di desalificazione (in serie con maglie da 50, 25 e 5 µm) che avevano dovuto essere sostituiti giornalmente con maggior frequenza.

Tutto ciò dimostra che l'evento era esteso sia al largo che sottocosta: per quanto distribuito a chiazze aveva un fondo tra le chiazze superiore ai massimi rilevati dall'Eltanin 51 (0,5 - 1,4 $mg/m^3$) e nelle chiazze era di 10-100 volte superiore alle fioriture primaverili delle nostre zone oligotrofiche (INNAMORATI *et al.*, 1987).

Per quanto riguarda il reticolo delle stazioni antistanti Baia Terranova, anche WILSON *et al.*, (1986), che nel dicembre 1983 hanno operato un pò più a sud, riportano valori simili ai nostri, pur sottolineando, come EL SAYED (1984), oltre ad una grande variabilità per l'intero Antartico, anche una differenza tra zone costiere più ricche e quelle di mare aperto più povere. EL SAYED (1984) riporta addirittura 190 $mg/m^3$ di clorofilla nel SW del Mar di Weddel, considerando però episodi simili del tutto sporadici e isolati. La differenza costa-largo non ci sembra tuttavia generalizzabile, perché nel nostro caso non si può sostenere che costa e largo siano sostanzialmente differenti. E' vero piuttosto l'effetto di smorzamento della turbolenza ondosa, che preserva la stabilità ed é imposto dai banchi di ghiaccio più frequenti verso la costa, ma che non ha nulla a che vedere con l'effetto nutritivo terrigeno delle nostre latitudini.

ALEXANDER e NIEBAUER (1981), SMITH E NELSON (1985) ed altri AA. oltre a quelli citati fanno notare che le fioriture possono essere legate all'instaurarsi del picnoclino in seguito alla fusione dei ghiacci: con la conseguente stabilità che si crea é impedito il mescolamento della colonna d'acqua e l'affondamento fitoplanctonico sotto la zona eufotica, cosicché, data la intensa irradianza superficiale e la disponibilità di nutrienti, ne risulta favorito uno sviluppo fitoplanctonico anche molto intenso. A ciò aggiungiamo anche l'effetto di smorzamento del moto ondoso di cui sopra, ma soprattutto che il massimo contributo all'instaurarsi del picnoclino, non solo vicino ai ghiacci ma anche in acque libere, che in estate hanno una maggiore estensione anche a sud, é dato dalla elevata irradianza giornaliera (600-700 $cal/cm^2$ d) anche da noi rilevata, che eguaglia e supera quella equatoriale. Si crea così un termoclino che mantiene la stratificazione anche molto dopo la fusione della banchisa ed assomma alle altre

condizioni favorevoli anche una maggior temperatura, tant'è che sopra vi si adagiano spesso degli strati in cui la densità delle cellule fitoplanctoniche é molto elevata (fig. 3).

Il problema può apparentemente cambiare aspetto se si considera il rapporto di nutrizione, tra biomassa e nutrienti disponibili (INNAMORATI, 1989), che può risultare basso e vicino a quello di alcune zone oligotrofiche, ma ciò non tanto per la scarsità di biomassa, quanto per la grande quantità di nutrienti disponibili anche da noi rilevata (INNAMORATI *et al.*, 1989).

Ad ogni buon conto, se ci sembra che l'Oceano Antartico, del quale il Mare di Ross é parte, é in grado di produrre una biomassa fitoplanctonica ben più elevata di quella dei mari oligotrofici, non sembra che con i dati attualmente disponibili sia plausibile ottenere una buona stima della biomassa prodotta da tutto l'Oceano Antartico.

**Summary**

*The Antarctic Ocean has long been considered as an area of extraordinary biological richness, on the basis of the high nutrient concentrations and conspicuous number of animals of high trophic levels (penguins, whales, etc.). This traditional view is now being replaced by the idea that production in very large areas is more similar to that of oligotrophic seas. The chlorophyll content of the Western Ross Sea is examined during austral summer 87-88. The concentrations are quite high, generally in the range 0,5-2,5 mg/m$^3$, with highest values (9 and 14 mg/m$^3$) in some stations offshore.*

*The beginning of a bloom is registered as, in the stations sampled at the of January, the chlorophyll concentrations are higher than before. The "in vivo" fluorimetry recorded along several routes in february shows the presence of dense extended phytoplankton patches.*

*Further observations suggest a bloom extended to the entire Ross Sea, with intensity at least an order of magnitude higher than in oligotrophic seas. The Antarctic ocean is then capable of supporting a rich primary production. Several authors think that this phenomena are restricted to small areas.*

*Considering extension of the Antarctic Ocean and the scarcity of data on such a large zone, the difficulties of sampling due to ice, larger sets of data are required to draw more general conclusions.*

**Bibliografia**

ALEXANDER V., NIEBAUER H. J. (1981) - Oceanography of the Bering Sea ice-edge zone in spring. *Limnol. Oceanogr.,* 26: 1111-1125

EL-SAYED S. (1984) - Productivity of Antarctic waters. A reappraisal. In: "Marine Phytoplankton and Productivity" Ed. by O. Holm-Hansen, L. Bolis, R. Gilles, pp. 19-34, Springer-Verlag, Berlin.

HART T. J. (1942) - Phytoplankton periodicity in antarctic surface waters. *Discovery Rep.,* 21 : 261-356.

HOLM-HANSEN O., EL SAYED S. Z., FRANCESCHINI G. A., CUHEL R. (1977) - Primary production and factors controlling phytoplankton growth in the Southern Ocean. In "Adaptations within Antarctic ecosystems", ed. Llano Smithsonian Inst., 11-50.

JACQUES G. e TREGUER P. (1986) - Ecosystèmes pélagiques marins, Masson Ed., Paris.

JEFFREY S. W., HUMPREY G. F. (1975) - New spectrophotometric equations for determining chlorophylls a, b, c and c2 in algae, phytoplankton and higher plants. *Biochem. Physiol. Plant,* 167: 191-194.

INNAMORATI M. (1989) - Proprietà statistiche e processi di rinnovo dei nutrienti e del fitoplancton in mare. *Oebalia,* 15,1, n.s. 357-374.

INNAMORATI M., ALBEROTANZA L., DE POL M., LAZZARA L., MANNUCCI M., MORI G., BURACCHI G., NUCCIO C., SENESI P. (1987) - Popolamenti fitoplanctonici e condizioni idrologiche nel Mar Ligure. Resoconti dei rilevamenti in mare. n° 3.

INNAMORATI M., MORI G., CATALANO G., BENEDETTI F. (1989) - Distribuzione della biomassa fitoplanctonica in rapporto ai fattori ambientali nel Mare di Ross - Baia di Terranova, Antartide. Resoconti dei rilevamenti in mare. n° 4.

LORENZEN C. J. (1966) - A method for the continuous measurement of *in vivo* chlorophyll concentration. *Deep-Sea Res.* 13: 223-227.

RAYMONT J. E. G. (1980) - Plankton and Productivity in the Oceans. 2nd Ed. Vol. 1, Pergamon Press, Oxford.

RIEMANN B. (1978) - Carotenoid interference in the spectrophotometric determination of chlorophyll degradation products from natural populations of phytoplankton. *Limnol. Oceanogr*. 23 (5): 1059-1066.

SAKSHAUG E., HOLM-HANSEN O. (1984) - Factors governing pelagic production in Polar Oceans. In: "Marine Phytoplankton and Productivity". Ed. by O. Holm-Hansen, L. Bolis, R. Gilles, pp. 1-18, Springer-Verlag, Berlin.

SMITH W. O., NELSON D.M. (1985) - Phytoplankton bloom produced by a receding ice edge in the Ross Sea. Spatial coherence with the density field. *Science,* 227: 63-166.

VALIELA I. (1984) - Marine ecological processes. Springer-Verlag, Berlin.

WILSON D. L., SMITH W. O. JR., NELSON D. M. (1986) - Phytoplankton bloom dynamics of the western Ross Sea ice edge. I. Primary productivity and species-specific production. *Deep-Sea Res.*, 33 (10): 1375-1387.

*OEBALIA 1990 Suppl., Vol. XVI-1: 163* *ISSN 0392-6613*

GUGLIELMO L. (º) COSTANZO G. (º) ZAGAMI G. (º)
CALAFIORE N. (º) VALBANOSI A. (º º)
(º) Dipartimento di Biologia Animale ed Ecologia Marina, Università di Messina
(º º) Dipartimento di Biologia Cellulare Univ. Camerino

# DISTRIBUZIONE SPAZIALE DELLE COMUNITÀ ZOOPLANCTONICHE NELLA RADA DI AUGUSTA

Precedenti ricerche hanno evidenziato che la Rada di Augusta è un ambiente idoneo per studiare gli effetti che un inquinamento di tipo industriale petrolchimico ha sulle popolazioni zooplanctoniche costiere.

Infatti, sia la selezione spaziale che la formazione di microhabitat possono essere evidenziati in questa Rada eutrofizzata dove, per la sua particolare conformazione, si possono isolare, dal punto di vista idrodinamico, aree particolari. Il suo interesse aumenta anche per la possibilità di prelevare in tempi brevi organismi sia nella parte interna dove essi sono soggetti ad intensi e ripetuti stress, sia in prossimità dell'area di avamporto in cui avvengono scambi con il mare aperto.

Partendo dal presupposto, evidenziato in nostri precedenti studi (Guglielmo, 1973; Magazzù, 1973) che le zone di avamporto possono determinare un'arricchimento di specie planctoniche per l'azione fertilizzante di alcune sostanze che vengono diluite, nel 1983 abbiamo effettuato una fitta rete di stazioni all'interno della Rada di Augusta, procedendo verso l'esterno in acque più pelagiche.

Nel corso di due campagne oceanografiche (Febbraio e Maggio), complete della maggior parte dei parametri fisici, chimici e biologici, sono stati prelevati 61 campioni di zooplancton con una rete di WP2 trainata dal fondo alla superficie.

I primi risultati mostrano una caratteristica biocenosi zooplanctonica costiera all'interno della Rada, evidenziata in molti altri ambienti chiusi. *(Oithona nana, O. helgolandica, acartia clausi, Paracalanus parvus, Clausocalanus furcatus, Oikpleunra dioica e Podon polyphaemiodes).* Nella zona di avamporto altre specie come *Oithona lumifera, Centropages typicus, Oikopleura rufescens e O. cophacerca* si aggiungano a quelle riscontrate all'interno della Rada.

Un certo gradiente di abbondanza numerica e specifica è evidenziabile procedendo dalla costa verso il largo.

*OEBALIA 1990 Suppl., Vol. XVI-1: 165* *ISSN 0392-6613*

L. GUGLIELMO A. ASCIOTI G. ZAGAMI
Dipartimento di Biologia Animale ed Ecologia Marina Università di Messina

# ANDAMENTO ANNUALE DELLA BIOMASSA ZOOPLANCTONICA IN ACQUE COSTIERE DEL BASSO TIRRENO

Un avvicinamento ai problemi della produzione organica nel mare, è possibile attraverso lo studio della produzione zooplanctonica, dato che gli organismi di questo gruppo costituiscono, in generale, i principali consumatori di fitoplancton.

Allo scopo di meglio comprendere le interrelazioni fito-zooplanctoniche nello strato eufotico (0-100 m), sono state scelte 10 stazioni permanenti ripartite lungo la fascia costiera del Basso Tirreno, fra Capo Peloro e Capo D'Orlando e sino alle Isole Eolie.

L'andamento annuale della produzione primaria ha costituito oggetto di una precedente pubblicazione (MAGAZZÙ, ANDREOLI E MUNAO, 1975), mentre in questo lavoro vengono trattati gli aspetti quantitativi dello zooplancton.

Su un totale di 280 campioni, raccolti mensilmente dal giugno 1969 al giugno 1970 sono state effettuate misure di peso umido, peso secco e volume per spostamento. E' stato utilizzato il retino Juday-Bogorov modificato (diametro 50 cm e maglie da 310 µm) in pescate orizzontali e verticali rispettivamente da 50 m e da 100 m alla superficie. Le pescate sono state effettuate sempre fra le 11 e le 13, cioè a dire all'istante in cui il ritmo nictemerale delle migrazioni verticali delle specie passa per la fase di equilibrio diurno.

In superficie la più alta biomassa è stata riscontrata in primavera (10-20 mg/10 $m^4$). Nello strato 50-0 m i valori di peso secco sono compresi fra 6 e 54 mg/10 m e nello strato 100-50 m tra 1 e 70 mg/10 $m^4$. Nel mese di maggio, in conseguenza del precedente periodo di fioritura algale, lo zooplancton è concentrato nello strato più superficiale, mentre nel mese di agosto un secondo massimo è rilevabile nello strato 100-50 m. Ciò può essere messo in relazione alla formazione di un netto termoclino in cui si accumulano i detriti provenienti dalla superficie. Ad ottobre, quando il termoclino scompare e l'acqua comincia nuovamente a mescolarsi, lo zooplancton si distribuisce uniformemente in tutta la colonna d'acqua. Un'elaborazione attraverso metodi di regressione lineare ha consentito di stabilire una relazione tra il peso secco e il peso umido.

*OEBALIA 1990 Suppl., Vol. XVI-1: 169-184* ISSN 0392-6613

G. BOMBACE
Istituto Ricerche Pesca Marittima (I.R.PE.M.)
C.N.R. - Ancona - Italy

# DISTRIBUZIONE DELL'ITTIOFAUNA E FISIONOMIA DI PESCA DEL MEDITERRANEO

Key-words: Mediterranean, Fish fauna, catchs, biogeography.

## Introduzione

Dal punto di vista biogeografico, il Mediterraneo appartiene alla provincia Atlanto-mediterranea. Ciò significa che la sua fauna e prevalentemente quella vivente nell'Est Atlantico, a Nord e a Sud dello Stretto di Gibilterra, praticamente dalle coste della Mauritania a Sud, all'ingresso del Canale della Manica a Nord. Per quasi tutta l'epoca terziaria, il Mediterraneo fu una parte del vasto oceano primordiale, la Tetide, che era, secondo l'ipotesi più diffusa, largamente aperto sulla regione indo-pacifica e popolato dal cosiddetto *"Elemento Paleomediterraneo"* costituito da faune aventi carattere tropicale. Nel corso del Pliocene, in seguito al cambiamento di clima ed all'abbassarsi della temperatura, mentre si chiudevano le comunicazioni con l'Indopacifico, parte delle faune si modificava per dar luogo alla nascita dell' *"Elemento Endemico"*, cioè a specie tipiche del Mediterraneo e contemporaneamente gran parte dell'elemento paleomediterraneo scompariva. Nel frattempo il Mediterraneo diveniva via via un mare temperato, carattere che conserverà fino all'epoca attuale. Entra in questa fase in Mediterraneo l' *"Elemento Atlanto-Mediterraneo"* che resterà costante e che costituisce l'elemento principale dei popolamenti attuali.

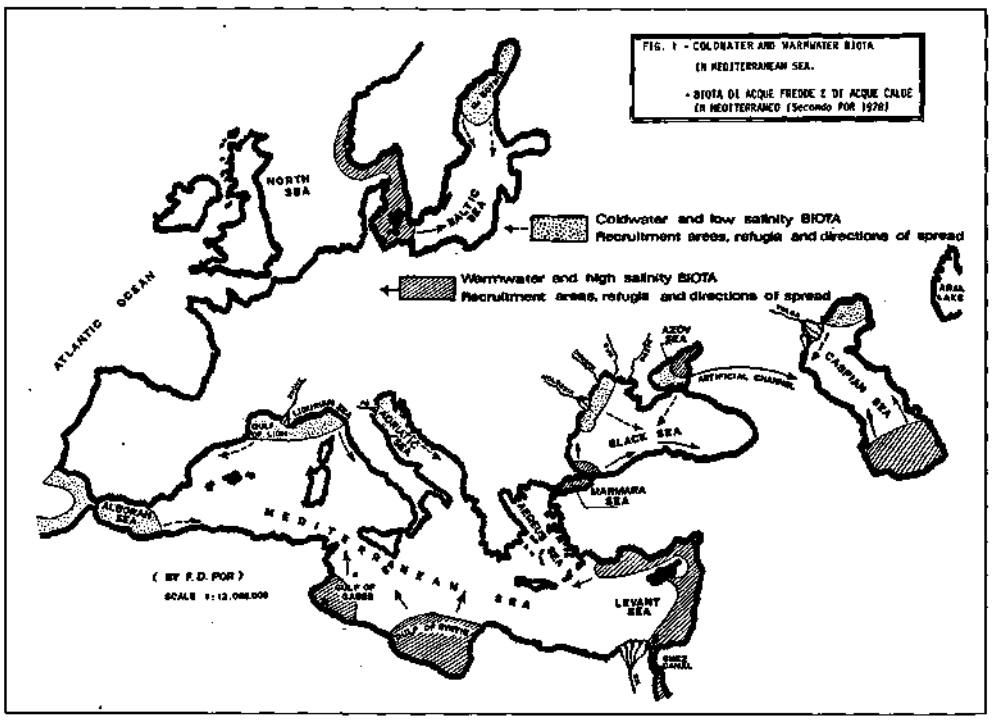
Durante le vicende del quaternario, con le alternanze di regressioni (periodi freddi) e trasgressioni (periodi caldi), si assisterà in Mediterraneo all'avvicendarsi dell' "*Elemento Settentrionale"* o dell' *" Elemento Senegaliano"*, per cosi dire in sovraimpressione agli elementi endemico ed atlanto-mediterraneo. Ma,

sull'Elemento Senegaliano, a livello della fauna ittica bisognerà precisare alcune cose, come vedremo.

Dopo la grande deglaciazione postwurmiana, la situazione è pressocché quella attuale. L'aumento progressivo di salinità ha condotto all'estinzione della quasi totalità delle specie settentrionali, pervenendo all'assetto faunistico seguente: maggioranza costituita da specie atlanto-mediterranee (entrate durante il Pliocene) e di specie endemiche (formatesi durante il Calabriano-Siciliano). A questi due insiemi, numericamente dominanti, si aggiungono i rifugiati dell'Elemento Senegaliano (entrati durante il Tirreniano propriamente detto) ed alcuni rifugiati dell'Elemento Settentrionale (entrati al Würm). (PÈRÉS et PICARD 1964).

E' importante sottolineare che l'alternanza di faune calde e fredde in Mediterraneo non è dovuta a variazioni di temperatura, bensì alle modificazioni del regime delle correnti nello stretto di Gibilterra, modificazioni legate alle oscillazioni climatiche e quindi al bilancio idrico del Mediterraneo.

Secondo alcuni Autori, nel corso delle alterne vicende del Pleistocene, oltre ad aversi immigrazioni ed emigrazioni di faune in Mediterraneo, sia attraverso Gibilterra che attraverso il Bosforo, si sarebbero avute estensioni dei biomi freddi e dei biomi caldi esistenti in Mediterraneo a seconda delle situazioni climatiche che venivano instaurandosi (POR 1978). (Fig. 1).



## *1. - Biogeografia del Mediterraneo*

In seguito alle vicende paleogeografiche, nel Mediterraneo si possono oggi distinguere, almeno per ciò che riguarda il benthos, i seguenti distretti biogeografici:

1) il mare d'Alboran; 2) il Mediterraneo Occidentale; 3) il Mediterraneo Orientale; 4) l'Adriatico; 5) il Mar Nero che è un mare a se stante.

Salvo che per il Mare d'Alboran, le altre aree biogeografiche si possono suddividere ulteriormente.

Il Mediterraneo Occidentale comprende una zona settentrionale (Mar Ligure, Golfo del Leone) dove durante l'inverno si forma per raffreddamento superficiale e caduta (cascading) l'acqua profonda tirrenica, una zona centrale ed una zona meridionale legata alla costa Nord Africana; il Mediterraneo Orientale, che è certamente quello più ricco di elementi endemici e che ha delle affinità con la regione-pacifica per motivi di carattere storico, si può suddividere in una parte settentrionale che comprende le coste greche e quelle dell'Asia Minore ed in una parte meridionale. Questa parte meridionale è altresì caratterizzata dalle cosiddette specie lessepsiane, cioè a dire le specie entrate in Mediterraneo attraverso il Canale di Suez e provenienti dal Mar Rosso, quindi dalla regione indo-pacifica. All' incirca 130 specie appartenenti a diversi gruppi o TAXA si sono distribuite lungo le coste israeliane egiziane e libiche, nel Canale di Sicilia fino a lambire le coste Sud-Siciliane. Oltre il 30% di questi immigrati è costituito dai Pesci. Interessanti i problemi di competizione che si sono scatenati tra specie autoctone e specie immigrate. Così ad es. tra *Mullus barbatus,* la comune triglia di fango e *Upeneus moluccensis* (the yellow-striped goat fish = pesce capra giallo listato), tra *Saurida undosquamis e Merluccius merluccius* (il comune nasello).

Infine abbiamo l'Adriatico che si può dividere in tre subaree, di cui l'Alto e Medio con maggiore affinità biologica ed oceanografica, rispetto al Basso Adriatico.

L'Alto e Medio Adriatico sono caratterizzati da basse profondità, da temperature invernali molto basse e da salinità che possono scendere anche al di sotto del 25 ‰ sotto costa per il notevole apporto d'acqua dolce (oltre 3.000 $m^3/s$). Vi si riscontrano specie di pesci che in Atlantico sono molto settentrionali e che in Mediterraneo sono cantonate nelle aree più fredde. Così ad es. il merlano, *Merlangius merlangus merlangus* si spinge in Atlantico fino alle coste norvegesi e islandesi, mentre in Mediterraneo è riscontrabile nel Golfo del Leone, nel Mar di Marmara, Egeo e Mar Nero *(M. merlangus euxinus).* Così la papalina *Sprattus sprattus.* La forma atlantica va dalle Lofoten al Baltico e a Sud, non oltre Gibilterra. La forma baltica va da Kiel al Golfo di Botnia e dal Golfo di Riga alle

isole Aaland. La forma mediterranea non si riscontra sulle coste del Nord Africa. Così anche le due specie di passera: *Platichtys flesus flesus* e *Platichthys flesus luscus.* L'Adriatico meridionale invece, per la sua posizione presenta una mescolanza di elementi "occidentali" ed "orientali". Una situazione di mescolanza si ha pure lungo le coste ioniche della Calabria e della Sicilia. Infine si ha l'area biogeografica del Mar Nero. Dopo aver fatto parte della Thethys, il Mar Nero mantenne uno stretto corridoio con il Mediterraneo anche in epoca successiva, mentre dall'altra parte costituiva il Mare Sarmatico che riuniva il Mar Caspio ed il Lago d'Arai e con un altro corridoio giungeva fino alla regione indo-pacifica. Alcuni biogeografi ritengono che l'ultimo legame del Mediterraneo con la regione indo-pacifica sia avvenuta tramite l'Adriatico ed il mare Sarmatico. Una testimonianza in questo senso sarebbe data dalla presenza in Alto Adriatico, nel Mar Nero e nel mar Caspio di alcune specie uguali di Storioni. Successivamente, interrottesi le comunicazioni dell'Adriatico con il Mare Sarmatico e di questo con l'Indo-Pacifico, il Mare Sarmatico subì profonde modificazioni, frammentandosi nelle tre parti attuali del Mar Nero, Mar Caspio e Lago d'Arai.

### *1.2. - Frequenza e rappresentatività di specie*

Considerando la provincia Atlanto-mediterranea, a partire dalla regione lusitanica e mauretanica, man mano che si entra in Mediterraneo e si procede da Ovest verso Est diminuisce in genere la frequenza e l'abbondanza di alcune specie ittiche. Così dice MAURIN (1968): nella sua "Ecologie- ichthyologique des fonds chalutables Atlantiques et de la Mediterranée Occidentale: "La percentuale di specie già catturate da noi in Atlantico, fra Capo S. Vincent (Sud Portogallo) e Tamxat (Mauritania) e riprese nei diversi settori mediterranei, diminuisce da Ovest verso Est". Tuttavia ci sono alcune specie, i cui valori di frequenza e d'abbondanza aumentano, man mano che si passa da Ovest verso Est. Un altro fatto importante osservato da Maurin in Atlantico a Nord e a Sud di Gibilterra, è che, a livello di alcune specie caratteristiche della fauna ittica della platea continentale, lo spartiacque delle due regioni (Lusitanica e Mauretanica) non è lo Stretto di Gibilterra, come generalmente si scrive. La fauna ittica lusitanica scende infatti a latitudini molto più basse, fino a Capo Juby (Marocco atlantico). Il fenomeno è ancora più accentuato con la fauna ittica della scarpata continentale. Le specie ittiche tropicali si tengono a latitudini meridionali, al di sotto del parallelo passante per Capo Bianco. Così conclude MAURIN la sua prima parte d'indagine sulla distribuzione della fauna ittica a Nord e a Sud di Gibilterra:

a) "I pesci di fondo viventi al largo della Penisola Iberica e del Marocco, costa atlantica, appartengono ad una sola e stessa fauna. Da questo punto di vista il

limite Sud della regione detta lusitanica non si situa alla latitudine di Gibilterra, ma nei paraggi Sud del Capo Juby.

b) la fauna delle coste sahariane ha i suoi caratteri propri, ma la maggior parte delle specie ittiche che la compongono esiste nelle zone vicine. La sua originalità viene soprattutto dall'estrema abbondanza di certi pesci, in particolare di molti Sparidi, di taluni Scienidi, degli Epinephelus e di Emulidi come *Plectorhinchus mediterraneus*. "Questa fauna, continua MAURIN (1968), non presenta una vera e propria unità: le specie atlanto-mediterranee bordeggiano delle forme ad affinità tropicale. Queste ultime, soprattutto numerose nei paraggi di Capo Bojador e a Sud di Villa Cisneiros hanno, salvo eccezione, una larga estensione geografica; i pesci appartenenti alla fauna intertropicale africana sono ancora molto rari a Nord della penisoletta del Capo Bianco".

c) "Anche a tener conto delle variazioni stagionali, talvolta importanti, il Capo Bianco ed il banco d' Arguin costituiscono un importantissimo limite faunistico. In seguito alle sue osservazioni MAURIN avanza alcune proposizioni:

- la fauna ittiologica marocchina appartiene alla provincia Atlanto-Mediterranea, regione lusitanica che, appunto per ciò si potrebbe chiamare *regione ibero-marocchina";*

- la fauna ittiologica di Rio de Oro appartiene anch'essa alla provincia Atlanto-Mediterranea, ma costituisce una regione particolare, l'antica regione mauritanica che sarebbe preferibile chiamare *regione sahariana* per evitare ogni confusione.

- Si può legare la fauna ittiologica della Mauritania e del Nord Senegal alla fauna guineana, creando per essa una nuova regione, la *regione senegalese.* Queste due regioni sono dei sotto-settori intermediari tra le faune atlanto-mediterranea e guineana. In definitiva, solo gli elementi faunistici litorali e superficiali sono ad affinità tropicale, mentre che gli elementi faunistici (pesci soprattutto) circalitorali e batiali sono parte dell'elemento settentrionale o boreale. La spiegazione è di carattere idrologico. FURNESTIN (1959), nel suo studio d'insieme dell'idrologia del Marocco atlantico ha messo in evidenza la particolarità di questa regione Nord-Africana. A partire dalla primavera, un upwelling (rimonta d'acque profonde dovuto ai venti dominanti) invade la zona marina in vicinanza della costa, consentendo l'estensione massima in estate delle acque a temperatura ed a salinità basse (rispettivamente 15° a 16°C e 35,9 a 36,10 ‰) L'influenza dell'upwelling cessa in autunno, stagione durante la quale le acque di profondità lasciano il posto alle acque del largo più calde (18° a 20°C).

Ciò spiega perché al Marocco, la fauna ittiologica di profondità conserva nell'assieme un carattere relativamente settentrionale, mentre che si ritrovano al largo delle specie pelagiche ad affinità tropicale quali: *Makaira albida, Lepidocybium flavobruneum,* Corifene e altri (FURNESTIN 1959). Si e detto come, procedendo da Ovest verso Est diminuiscano, salvo alcune eccezioni, la frequenza e l'abbondanza delle specie ittiche (MAURIN 1968). Il fatto è stato

inoltre confermato da confronti operati tra i popolamenti della zona batiale del Basso Adriatico e del Basso Tirreno (BOMBACE e FROGLIA 1973; ARENA e BOMBACE 1970).

Sono stati osservati i seguenti fatti:

a) una dilatazione batimetrica degli orizzonti della biocenosi dei fanghi batiali del Basso Adriatico;

b) l'assenza di specie che nella biocenosi dei fanghi batiali del Basso Tirreno, pur essendo poco abbondanti sono tuttavia sempre presenti, quali il Nemictide *Nemicthys scolopaceus,* il Pandalide *Plesionika edwardsii;*

c) la presenza di specie limitata ad individui isolati di cui le taglie sono molto ridotte rispetto a quelle tirreniche, come p. es. nel caso di *Symphurus ligulatus, Chimaera monstrosa, Nettastoma melanura.*

E' stato osservato inoltre, come specie che nel Basso Tirreno si trovano alla rottura della platea continentale, cioè sui 150-200 m, si ritrovano ben più profonde, fino a 300 m, come nel caso di *Macroramphosus scolopax.* In conclusione i popolamenti della zona batiale del Basso Adriatico appaiono impoveriti in specie ed in numero d'individui in confronto ai popolamenti del Basso Tirreno.

In maniera analoga questo fenomeno è stato osservato da VAMVAKAS (1970) comparando i popolamenti della biocenosi batiale del Sud dell'Egeo con quelli del Mediterraneo Occidentale.

### *1.3. - Migrazioni atlanto-mediterranee e migrazioni interne al Mediterraneo*

La suddivisione della provincia atlanto-mediterranea in regioni biogeografiche diverse, non dev'essere intesa in senso rigido e statico. I limiti di queste regioni cambiano secondo le stagioni, nel senso che le specie che di preferenza abitano le zone temperato-calde del Mediterraneo (cioè il Mediterraneo centrale ad Est della Tunisia ed il mare del Levante) che sono le aree a carattere sub-tropicale, man mano che le isoterme estive guadagnano in latitudine, si spostano anch'esse verso aree più settentrionali. In questo senso, le coste settentrionali di Sicilia, come anche le coste basso e medio-tirreniche e basso e medio-adriatiche, tra il 35° ed 40° parallelo costituiscono un osservatorio importante.

Così avviene che durante la stagione estivo-autunnale facciano la loro comparsa in piccoli o grandi gruppi lungo le coste Nord-Siciliane alcuni pesci importanti dal punto di vista economico, quali *Seriola dumerilii, Naucrates ductor, Coryphaena hippurus, Tetrapturus belone, Xiphias gladius, Belone belone, Scomberesox saurus, Exocoetus volitans, Hirundichthys rondeleti, Lepidopus caudatus, Centracanthus cirrus* ed infine i Tonnidi quali *Thunnus thynnus, Thunnus alalunga, Euthynnus alletteratus, Euthynnus* (Katsuwonus) *pelamis* ecc.

la cui migrazione, a scopo genetico interessa gran parte della provincia atlanto-mediterranea.

Nel periodo primaverile-estivo i branchi entrano attraverso Gibilterra e, seguendo la corrente atlantica e le sue ramificazioni, interessano le coste Nord Siciliane, Tirreniche, Sarde, Liguri, Spagnole (Baleari) ecc., come anche le acque adriatiche.

La posizione delle tonnare, che una volta si distribuivano lungo le coste spagnole di Gibilterra, marocchine, algerine, siciliane, sarde, tirreniche ecc. come anche l'inizio del periodo di cattura, segnavano quasi le tappe temporali e spaziali della migrazione dei branchi di riproduttori di tonni che entravano da Gibilterra e venivano a riprodursi nelle acque mediterranee. Infine in Ottobre-Novembre si pescano (ed è delittuoso) nelle stesse acque i giovani tonni nati nell'anno. Alcune delle specie indicate sono circumtropicali. Secondo TORTONESE (1982) su circa n. 550 specie di Pesci segnalati in Mediterraneo, almeno n. 44 (8%) sono da qualificare come epipelagici e circumtropicali "sensu lato". Esse sono più frequenti, come si è detto nel Mediterraneo meridionale e orientale. Sempre secondo Tortonese (1976) n. 77 specie (su n. 550) sono probabilmente endemiche. Di esse, n. 6 appartengono ai Condroitti, n. 71 agli Osteitti. Oggi si calcola in un centinaio il numero degli endemici. Non tutte le specie endemiche sono correlabili a forme atlantiche. Così ad es. il gen. *Kinipowitschia* (Gobiidae) con n. 3 specie *(K. caucasia, K. longecaudata, K. panizzae)* ha una origine pontico-sarmatica, mentre che, quale relitto della fauna paleomediterranea può essere considerato il gen. *Lepidotrigla,* già esistente nella Tetide ed oggi essenzialmente indo-pacifico, ma presente in Mediterraneo con due specie: *Lepidotrigla cavillone* e *L. dieuzeidei.* Il numero di specie ittiche di alcune aree costiere del mare orientale (Libano) non sembra raggiungere la metà del totale delle specie presenti in Mediterraneo. (MOUNEIMNE 1977). Secondo un recente ed aggiornato lavoro di FREDJ e MAURIN (1987) la situazione sarebbe la seguente:

il numero di specie ittiche mediterranee, (compreso il Mar Nero) sarebbe di 638; di esse, n. 533 sono ascrivibili al Mediterraneo Occidentale (83,5%) n. 383 all'Adriatico (60%), n. 468 al Mediterraneo Orientale (73,5%), n. 156 al Mar Nero (24,5%).

Le forme endemiche ammontano a n. 117 (18,3%), mentre i migranti lessepsiani sono costituiti da n. 43 specie. Parecchie specie ittiche penetrate dall'Atlantico in Mediterraneo, a causa della loro plasticità genetica si sono alquanto differenziate circa taluni caratteri morfologici e biometrici. Questo fatto ha spinto alcuni Autori a considerare talune forme come sottospecie mediterranee e quindi ad adottare la nomenclatura trinomia. Così ad es. *Sardina pilchardus sardina, Merluccius merluccius mediterraneus, Trisopterus minutus capelanus* oppure *Alosa fallax nilotica, Pomatoschistus pictus adriaticus* o la specie *Syngnathus typhle* che presenta due sottospecie, ma che è ad ampia ripartizione *(S.*

*t. rondeletii)* l'altra che trovasi cantonata in Alto Adriatico *(S. t. rotundatus)*. TORTONESE 1976).

## *2. Catture nominali della pesca in Mediterraneo*

I dati sulle catture nominali della pesca in Mediterraneo, così come si deducono dal Bollettino Statistico n. 6 del C.G.P.M. (F.A.O.), confermano i fatti e le osservazioni qualitative già esposti. Le catture nominali {I dati statistici ufficiali dei diversi paesi del Mediterraneo (C.G.P.M.) sottostimano le catture reali}, per il 1985 (Tab. I) ammontano a Tonn. 1.835.092 di cui Tonn. 838.555 provengono dal Mar Nero che costituisce una entità biogeografica a sé stante. Quasi l'80% dei

CATTURE NOMINALI 1972 – 1985 (Tonn. Metr.)

| | SUBAREA OCCIDENT. (A) | | SUBAREA CENTRALE (B) | | SUBAREA ORIENT. (C) | | MEDITERR. (A+B+C) | | MAR NERO | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| SUPER GRUPPI DI SPECIE | 1972 | 1985 | 1972 | 1985 | 1972 | 1985 | 1972 | 1985 | 1972 | 1985 |
| PESCI DIADROMI | 2.939 | 2.397 | 1.459 | 692 | 28 | 242 | 4.426 | 3.331 | 97.948 | 135.377 |
| PESCI DEMERSALI | 80.839 | 80.613 | 39.805 | 102.541 | 27.112 | 48.002 | 147.756 | 231.156 | 13.279 | 45.633 |
| P. PELAGICI COSTIERI | 164.909 | 205.824 | 104.799 | 175.980 | 36.240 | 87.895 | 305.948 | 469.699 | 284.194 | 642.569 |
| P. MARINI N.C.A. | 38.856 | 39.370 | 47.389 | 64.089 | 10.952 | 11.144 | 97.197 | 114.603 | 6.173 | 291 |
| CROSTACEI | 11.753 | 14.091 | 9.344 | 26.586 | 3.086 | 6.146 | 24.183 | 46.823 | 700 | 5.935 |
| MOLLUSCHI | 48.183 | 36.010 | 50.237 | 87.401 | 2.363 | 7.184 | 100.783 | 130.595 | 9.800 | 8.685 |
| AN. ACQUAT. DIVERSI | 600 | 117 | 153 | 171 | – | 42 | 753 | 330 | – | 65 |
| TOTALI | 348.080 | 378.422 | 253.186 | 457.460 | 79.780 | 160.655 | 681.046 | 996.537 | 412.094 | 838.555 |
| | +8,7% | | +80,7% | | +101,4% | | +46,3% | | +103,5% | |

pesci catturati in Mar Nero è costituito da Pesci Pelagici Costieri. La quantità crescente di acido solfidrico che, a partire da 150-200 m di profondità si riscontra nelle acque del mar Nero, non consente la vita alle specie demersali.

Queste vengono catturate sulla platea continentale che è in generale molto stretta, ad eccezione della zona di Nord-Ovest, dove sboccano numerosi grandi fiumi quali il Danubio, il Dnester, il Bug, il Dneper ecc. Escludendo il Mar Nero che è un mare particolare dal punto di vista ecologico, le catture nominali mediterranee 1985 ammontano a Tonn. 996.537 di cui Tonn. 378.422 provengono dalla sub-area o sotto-zona occidentale, Tonn. 457.460 provengono dalla Sub-area o sotto-zona centrale e Tonn. 160.655 proviene dalla sotto-zona orientale.

In definitiva, considerando la media di catture nel periodo 1981-1985, il 41% della produzione viene dalla sotto-zona occidentale del Mediterraneo, il 45% viene

dalla sotto-zona centrale ed appena il 14% viene dalla sotto-zona orientale. (Fig. 2 e Tab. II).

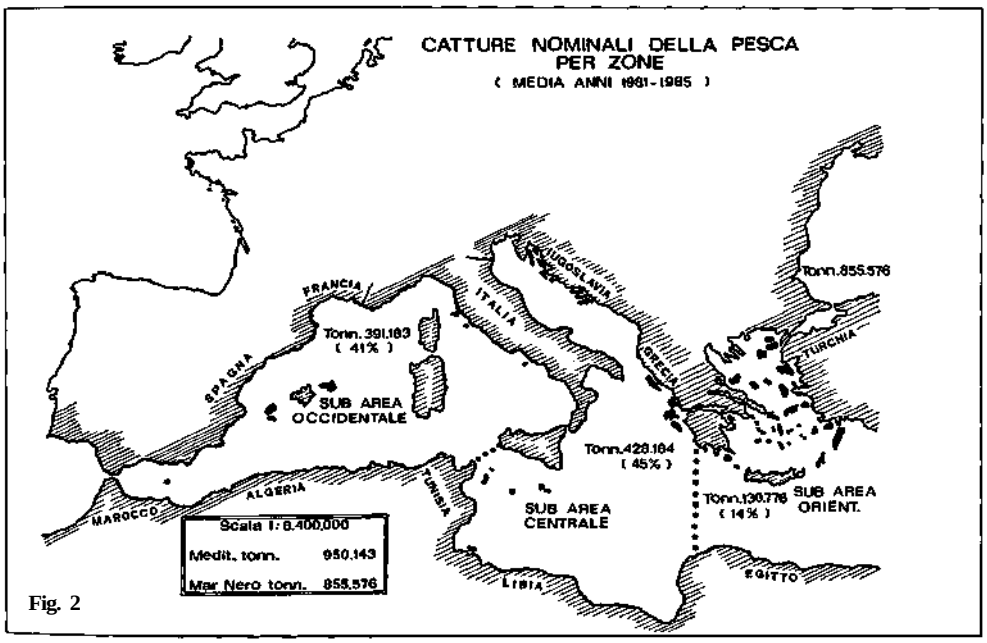



**Fig. 2**

**Tab. 2**

CATTURE PER SUPER GRUPPI DI SPECIE IN MEDITERRANEO E SOTTO ZONE

( TONN. METR. – MEDIA ANNI 1981-1985 )

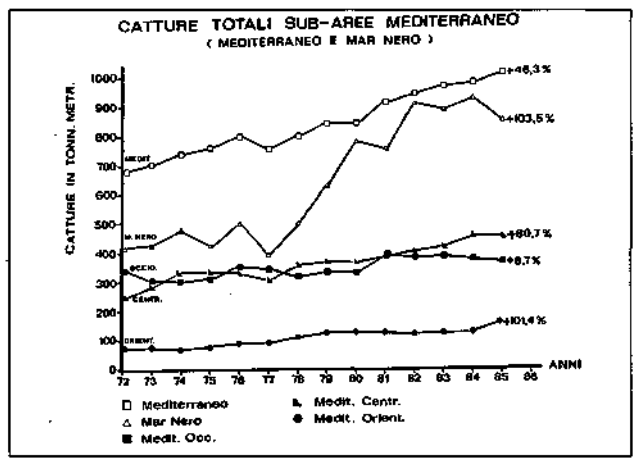
| SUPER GRUPPI DI SPECIE | MEDITERR. | SOTTO Z. OCCID. | SOTTO Z. CENTR. | SOTTO Z. ORIENT. |
|---|---|---|---|---|
| PESCI DIADROMI | 3.606 | 2.533 | 859 | 216 |
| PESCI DEMERSALI | 195.957 | 77.297 | 76.895 | 41.765 |
| PESCI PELAG. COST. | 459.738 | 220.944 | 173.670 | 65.124 |
| PESCI MAR. N.C.A. | 128.604 | 42.614 | 74.149 | 11.841 |
| CROSTACEI | 38.001 | 12.410 | 20.287 | 5.304 |
| MOLLUSCHI | 123.603 | 35.017 | 82.149 | 6.437 |
| AN. ACQUAT. DIV. | 632 | 368 | 175 | 89 |
| totale | 950.143 | 391.183 | 428.184 | 130.776 |
| percentuale | 100% | 41% | 45% | 14% |

N.C.A.: non compresi altrove

Confrontando le catture mediterranee per il periodo 1972-1985, si riscontra un aumento globale delle catture in tutti i bacini e sub-aree considerate. In Mar Nero si è avuto un incremento di produzione del 103,5%. In Mediterraneo si è avuto un incremento della produzione globale del 46,3%.

Considerando le diverse sub-aree, gli incrementi maggiori, nel periodo considerato, si sono avuti nella Sub-area Centrale (+ 80,7%) e nella Sub-area orientale (101,4%). Modesto l'incremento di produzione nel decennio nella Sub-area Occidentale (+ 8,7%) registratosi soprattutto a livello dei Pesci Pelagici Costieri. (Fig. 3). Le catture per aree statistiche sono date nella Tab. III.

**Fig. 3**




**Tab. 3**

MEDITERRANEO E MAR NERO

CATTURE TOTALI PER AREE STATISTICHE
( tonn. metr. )

| AREE STATISTICHE | 1975 | 1977 | 1981 | 1985 |
|---|---|---|---|---|
| BALEARI-SPAGNA ALGERIA-MAROCCO | 167.799 | 217.250 | 243.117 | 232.829 |
| GOLFO DEL LEONE | 47.925 | 40.412 | 51.983 | 42.805 |
| SARDEG.-TIRRENO | 98.012 | 94.814 | 95.991 | 102.788 |
| **BAC. OCCIDENTALE** | **313.736** | **352.476** | **391.091** | **378.422** |
| ADRIATICO | 170.811 | 162.861 | 237.222 | 221.242 |
| IONIO-EST-TUNISIA | 120.060 | 143.392 | 153.964 | 236.218 |
| **BAC. CENTRALE** | **290.871** | **306.253** | **391.186** | **457.460** |
| EGEO | 58.648 | 70.266 | 86.064 | 116.696 |
| MARE LEVANTE | 24.159 | 22.613 | 38.985 | 43.959 |
| **BAC. ORIENTALE** | **82.807** | **92.879** | **125.049** | **160.655** |
| **MEDITERRANEO** | **687.414** | **751.608** | **907.326** | **996.537** |
| MAR NERO | 418.576 | 389.340 | 745.101 | 838.555 |
| MEDIT.+MAR NERO | 1.105.990 | 1.140.948 | 1.652.427 | 1.835.092 |
| TONNI | 20.161 | 26.628 | 46.882 | 50.539 |

Considerando le n. 23 famiglie o gruppi di specie ittiche più importanti e che contribuiscono alla produzione mediterranea (media anni 1981/85) con circa 655.000 tonn. su 950.000 tonn. (68% all' incirca) la cattura di esse e di oltre 300.000 tonn. nella Sub-area Occidentale, di circa 247.000 tonn. nella Sub-area Centrale, di oltre 107.000 tonn. nella Sub-area Orientale. (Tab. IV). Le catture di n. 8 gruppi di specie o famiglie (88% in peso) (delle n. 23 considerate) diminuiscono passando da 264.000 tonn. per la Sub-area Occidentale a circa 200.000 tonn. per la Sub-area Centrale (- 25%) fino a circa 69.000 tonn. per la Sub-area Orientale. (- 66% rispetto a quella centrale e - 74% rispetto a quella occidentale). (Tab. V).

CATTURE TOTALI PER GRUPPI DI SPECIE
MEDIA ANNI 1981-1985 ( tonn. metr. )

Tab. IV

| PESCI PER GRUPPI DI SPECIE | SUBAREA OCCIDENT. | SUBAREA CENTRALE | SUBAREA ORIENTALE |
|---|---|---|---|
| 1-DIADROMI | 2.533 | 859 | 216 |
| 2-PLEURONECTIFORMES | 3.513 | 4.301 | 1.783 |
| 3-GADIFORMES | 28.451 | 20.191 | 3.426 |
| 4-CONGRIDAE | 1.182 | 136 | 153 |
| 5-SERRANIDAE | 442 | 2.470 | 1.452 |
| 6-MORONIDAE | 1.469 | 1.158 | 550 |
| 7-SPARIDAE | 22.739 | 17.368 | 14.277 |
| 8-CENTRACANTHIDAE | 1.364 | 3.590 | 7.499 |
| 9-MULLIDAE | 8.286 | 9.809 | 5.928 |
| 10-GOBIIDAE | 843 | 3.925 | 1.437 |
| 11-SCORPAENIDAE | 1.522 | 3.366 | 779 |
| 12-TRIGLIDAE | 339 | 95 | 807 |
| 13-LOPHIIDAE | 2.458 | 2.338 | 560 |
| 14-DEMERSALI DIVERSI | 492 | 613 | 1.688 |
| 15-BELONIDAE | 352 | 528 | 216 |
| 16-SPHYRAENIDAE | 8 | 74 | 2.747 |
| 17-MUGILIDAE | 5.660 | 6.234 | 4.853 |
| 18-ATHERINIDAE | 527 | 2.454 | 620 |
| 19-POMATOMIDAE | 4 | 3 | 1.238 |
| 20-CARANGIDAE | 18.711 | 12.678 | 10.726 |
| 21-CLUPEOIDEI | 186.891 | 145.421 | 39.171 |
| 22-SCOMBRIDAE | 8.712 | 5.703 | 5.749 |
| 23-ELASMOBRANCHII | 4.163 | 7.528 | 1.796 |
| **Totale: 655.000** | **320.861** | **250.642** | **107.469** |

*CATTURE TOTALI IN MEDITERRANEO : 950.000

GRUPPI DI SPECIE LE CUI CATTURE DIMINUISCONO PASSANDO DALLA SUBAREA OCCIDENTALE A QUELLA CENTRALE E ORIENTALE
MEDIA ANNI 1981-1985 (tonn. metr.)

Tab. V

| PESCI PER GRUPPI DI SPECIE | SUBAREA OCCIDENT. | SUBAREA CENTRALE | SUBAREA ORIENT. |
|---|---|---|---|
| 1-DIADROMI | 2,533 | 859 | 216 |
| 2-GADIFORMES | 28.451 | 20.191 | 3.246 |
| 3-CONGRIDAE | 1.182 | 136 | 153 |
| 4-MORONIDAE | 1.469 | 1.158 | 550 |
| 5-SPARIDAE | 22.739 | 17.368 | 14.277 |
| 6-LOPHIIDAE | 2.458 | 2.338 | 560 |
| 7-CARANGIDAE | 18.711 | 12.678 | 10.726 |
| 8-CLUPEOIDEI | 186.891 | 145.421 | 39.171 |
| **Totale** | **264.454** | **200.349** | **68.899** |

−25% −66% −74%

Solo n. 4 gruppi di specie o famiglie (delle n. 23 considerate) aumentano, come catture, passando da oltre 1.800 tonn. per la Sub-area Occidentale a circa 4.300 tonn. per la Sub-area Centrale (+ 129%) fino ad oltre 13.000 tonn. per la Sub-area Orientale. (+ 207% rispetto alla Sub-area Centrale e + 600% rispetto alla Sub-area Occidentale). (Tab. VI).

Esistono poi famiglie di pesci le cui catture o aumentano o diminuiscono nella Sub-area Centrale rispetto a quella Occidentale e orientale. Considerando l'area che va dalla costa fino all'isobata di -500 m, come uniformemente sfruttabile per la pesca, la produzione per unita di spazio (Tonn./Mn2) {Mn2 = Miglio nautico quadrato} è di 6,80 per il Mediterraneo Occidentale, di 3,92 per il Mediterraneo Centrale, di 1,99 per il Mediterraneo Orientale. Per tutto il Mediterraneo il rapporto è di 4,8. (Tab. VII). Non si hanno dati attendibili sulla distribuzione dello sforzo di pesca, soprattutto in Mediterraneo Orientale, ma indici del tipo indicato, rivelano diversità di produttività naturale (fattori ambientali ed accessibilità alle risorse) nei tre bacini considerati.

GRUPPI DI SPECIE LE CUI CATTURE AUMENTANO PASSANDO DALLA SUBAREA OCCIDENTALE A QUELLA CENTRALE E ORIENTALE
MEDIA ANNI 1981-1985 ( tonn. metr. )

Tab. VI

| PESCI PER GRUPPI DI SPECIE | SUBAREA OCCIDENT. | SUBAREA CENTRALE | SUBAREA ORIENT. |
|---|---|---|---|
| CENTRACANTHIDAE | 1.364 | 3.590 | 7.499 |
| DEMERSALI DIVERSI | 492 | 613 | 1.686 |
| SPHYRAENIDAE | 6 | 74 | 2.747 |
| POMATOMIDAE | 4 | 3 | 1.238 |
| **Totale** | **1.866** | **4.280** | **13.170** |

PRODUZIONE PER MIGLIO NAUTICO QUADRATO

| MEDITERRANEO | S.Z. OCCIDEN. | S.Z. CENTR. | S.Z. ORIEN. |
|---|---|---|---|
| PROD. 950.143 | 391.183 | 428.184 | 130.776 |
| SUP. 232.858 | 57.542 | 109.299 | 66.017 |
| RAPP. 4,80 | 6,80 | 3,92 | 1,99 |

Tab. VII

PRODUZIONE IN TONN. METR.
SUPERFICIE IN MIGLIA NAUTICHE QUADRATE

### *3. Produttività naturale e pesca*

Si è visto come escludendo il Mar Nero, il 41% della produzione proviene dalla Sub-area occidentale, quasi il 45% proviene dalla Sub-area Centrale ed appena il 14% proviene dalla Sub-area Orientale. Questa maggiore produzione delle Sub-aree occidentale e centrale, rispetto a quella orientale e dovuta, da un lato alla produttività naturale dei bacini interessati, dall'altro alla maggiore accessibilità alle risorse (platea continentale più estesa e strascicabile). Lo sforzo di pesca infatti, (cioè la capacità di prelievo di risorse da parte delle flottiglie di pesca) è aumentato dappertutto in Mediterraneo, anche se in maniera diversa tra i Paesi tecnologicamente avanzati dell'area Nord Mediterranea, rispetto ai paesi in via di sviluppo dell'area Sud mediterranea. La maggiore produttività naturale delle sub-aree occidentale e centrale è dovuta ad alcuni fatti rilevanti: da un lato agisce la corrente atlantica entrante che, come un vero e proprio fiume apporta in Mediterraneo una biomassa importante di organismi viventi e rende ad es. molto produttivo il mare di Alboran (coste Sud spagnole e Nord algero-marocchine). Tra l'altro come è stato già detto, con la corrente atlantica entrano in Mediterraneo i branchi di riproduttori di Tonno rosso ed altri Scombriformi migratori stagionali, importanti per la pesca; dall'altro lato si ha la formazione di grandi fronti termici tra le coste spagnole e le Baleari ciò che comporta concentrazioni di plancton e di pesci planctonofagi in quelle aree. Sono infine alla base della produttività naturale gli apporti di sali nutritivi e di materiale organico provenienti da fiumi e corsi d'acqua. Significativi sono gli apporti biogenici del Rodano, del Nilo e del Po. Questo processo di arricchimento (eutrofizzazione) è utile per un mare strutturalmente povero come il Mediterraneo, anche se esso comporta alla fine un cambiamento degli ecosistemi costieri i quali passano da sistemi ad alto indice di diversità, in cui l'energia si disperde in molti reticoli trofici, non sempre utili all'uomo, a sistemi meno diversificati, più monotoni, ma più produttivi. Si passa così da ecosistemi che privilegiano i detritivori a sistemi ecologici che privilegiano i planctonofagi ed i sestonofagi in genere. (Es. Clupeidi, Engraulidi e molluschi bivalvi). Un confronto della produttività di pesca tra i diversi mari italiani da un'idea del ruolo che può giocare la produttività naturale. (BOMBACE e CINGOLANI 1988). D'altra parte l'eutrofizzazione va gestita, puntando al riciclaggio di questa enorme energia bio-chimica (maricoltura ecc.).

**Summary**

*Biogeographical areas established for the mediterranean benthos not always correspond to the ones outlined for the fish fauna. In fact, lusitanian fish fauna extends in Atlantic considerably south of the Straits of Gibraltar. The explanation*

*stays in the phenomena of upwelling wich in the spring-summer period concern the atlantic moroccan coast. Both the abundance and the frequency of some fish species decrease going eastward from Gibraltar. Some differences exist between the Southern Tyrrhenian sea and the Southern Adriatic sea concerning the vertical distribution of the bathyal populations. The Northern Adriatic sea and partially Gulf of the Lion, the coldest mediterranean areas are characterized by fish species which in the Atlantic are spread much northerner. (A.e.* Merlangius merlangus, Sprattus sprattus *and the two species of* Platichthys). *The Eastern Mediterranean is characterized by lessepsian species. Over the 30% consist of fish species on n. 130 belonging to different* TAXA. *The problems of interspecific competition derived from this migration are interesting. Cold and warm biota (or bioma), distinguished by faunistic groups having boreal or subtropical affinity respectively, are very located in Mediterranean sea. The seasonal evolution, with the consequent displacement of the isotherms towards the much northern latitudes, allows the migration of some species from warm biota towards the North during the spring-summer period, the reverse occurs in winter. About the fisheries aspects, the mediterranean catchs are over 950.000 metric tons. (Average years 1981-85). The Western Basin contributes for the 41% about, the Central Basin for the 45%, while the Eastern Basin contributes only for the 14%. Considering the n. 23 most abundant families or groups of fish species which alone contribute to 69% of the mediterranean production, it results that their catch is over 300.000 tons in the Western Subarea, about 247.000 tons in the Central Subarea, and over 107.000 tons in the Eastern Subarea.*

*The catchs of n. 8 groups of species or families (from the n. 23 considered) decrease going from 264.000 ton for the Western Subarea to 200.000 tons for the Central Subarea, until to 69.000 tons about for the Eastern Subarea. The catchs increase, going from over 1.800 tons for the Western Subarea, to 4.300 tons about for the Central Subarea, until to 13.000 tons for the Eastern Subarea, only for n. 4 groups of species or families (from the n. 23 considered).*

*Considering the area from the coast up to the isobath of -500 m, as uniformly exploitable by the fishing activity, the catch/surface (Tons/Square Nautical Mile) is 6,80 for the Western Mediterranean, 3,92 for the Central Mediterranean, 1,99 for the Eastern Mediterranean. For the whole Mediterranean the average value is 4,8.*

## Bibliografia

ARENA P., BOMBACE G. (1970) - Bionomie benthique et faune ichthyologique des fonds de l'étage circalittoral et bathyal des golfes de Castellammare (Sic. Nord-Occid.) et de Patti (Sic. Nord-Orient.). *Journées ichthyol. CIESM,* pp. 145-156.

BEN-TUVIA A. (1977) - New Records of Red Sea Immigrants in the Eastern Mediterranean. *Cybium* 3e Serie 1, Pagg. 95-102.

BEN-TUVIA A. (1978) - Immigration of fishes through the Suez Canal. *Fishery Bulletin* Vol. 76 N. 1 - pp. 249-255.

BOMBACE G., FROGLIA C. (1973) - Premières remarques sur les peuplements de l'étage bathyal de la Basse Adriatique. *Rev. Trav. Inst. Pêches Marit.* 37 (2) pp. 159-161.

BOMBACE G., CINGOLANI N. (1988) - Distribution de l'effort de pêche dans le mers ital. FAO, - Rapport sur les pêches N. 394, pp. 234-244.

EKMAN S. (1967) - Zoogeography of the Sea - Sidgwick & Jackson, London.

FISCHER W., BAUCHOT M.L., SCHNEIDER M. (1987) - Fiches FAO d'identification des espèces pour les besoins de la pêche. Vol. II Medit. et Mer Noir. Pagg. 761-1530.

FREDJ G., MAURIN C. (1987) - Les poissons dans la banque de données MEDIFAUNE. *Cybium,* Vol. 11, n. 3, pp. 219-341.

FURNESTIN J. (1959) - Hydrologie du Maroc atlantique. *Rev. Trav. Inst. Pêches Marit.* 23 (1): pp. 5-77.

MARS P. (1963) - Les faunes, marines et la stratigraphie du Quaternaire méditerranéen. *Rec. Trav. St. Mar. Endoume 28* (43).

MAURIN C. (1968) - Ecologie Ichthyologique des fonds chalutables atlantiques *Rev. Trav. I.S.T.P.M.,* Tome XXXII, Fasc. 1, pp. 1-147.

MAURIN C. (1976) - Caracteristiques de la faune ichthyologique Méditerranéenne. *Rev. Trav. Inst. Pêches Marit.* 40 (3e 4) pp. 667-668.

MOUNEIMNE N. (1977) - Liste des poissons de la côte du Liban. *Cybium* 3e Série. 1, pp. 37-66.

PERES J.M., PICARD J. (1964) - Nouveau Manuel Bionomie Benthique de la Mer Méditerranée *Rec. Trav. Stat. Mar. Endoume* Bull. N. 31, Fasc. 47, pp. 1-137.

POR F.D. (1978) - Lessepsian Migration; Springer Verlag Heidelberg pp. 1-288

SARA' M. (1968) - La biogeografia marina, Enciclop. Natura pp. 709-742 Casini Edit. Bol.

TORTONESE E. (1976) - Endemic elements in the Mediterranean fish fauna. *Rev. Trav. Inst. Pêches Marit.* 40 (3 e 4) pp. 771-772.

TORTONESE E . (1982) - I pesci a distribuzione circumtropicale presenti nel Mediterraneo - *Mem. Biol. Mar. e Ocean.* Vol. XII, N. 3 pp. 191-203.

TORTONESE E. (1987) - Pesci del Mediterraneo, Recenti studi intorno alla sistematica e distribuzione. *Quad. Istit. Idrob. e Acquac.* "G. Brunelli" - Roma - pp. 1-111.

VAMVAKAS (1970) - Pueplements benthiques des substrats meubles de l'étage bathyal du Sud de la mer Egée, *Téthys* 2 (1) pp. 89-130.

C.G.P.M. - F.A.O. (1984) - Bulletin Statistique du C.G.P.M. N. 5 Captures nominales 1972-1982.

C.G.P.M. - F.A.O. (1987) - Bulletin Statistique du C.G.P.M. N. 6 Captures nominales 1973-1985.

*OEBALIA 1990 Suppl., Vol. XVI-1: 185-193* ISSN 0392-6613

G. LEMBO* M.T. SPEDICATO* V. D'AGOSTINO**
* Coop. Coispa - Km 818,8 ss 16, strada Padovano, Casella
Postale 62 - 70042 Mola di Bari, Bari, Italia
** TECNOPOLIS - strada prov. per Casamassima Km 3
70010 Valenzano, Bari, Italia

# AREALI DI DISTRIBUZIONE DEI PRINCIPALI STOCKS DEMERSALI NEL MEDIO E BASSO TIRRENO

**Abstract**

Distribution area of *M. merluccius* in Southern Tyrrhenian Sea

*The aim of this paper is to illustrate a first geostatistical application carried out in order to assess the distribution area of* M. merluccius *in the southern Tyrrhenian sea. The experimental data were collected during four trawl-surveys from 1985 to 1986. By employing a stratified random sampling design we planned to carry out these trawlsurveys. Here preliminary results of this work are presented and discussed.*

**Key words**: geostatistics, kriging method, jacknife technique, trawl-survey.

## Introduzione

In questo lavoro si prende in considerazione una prima applicazione delle tecniche geostatistiche alla valutazione delle risorse demersali. Il dominio applicativo che è servito come banco di prova di tali tecniche ed ha fornito le verifiche più numerose è stato la stima dei giacimenti minerari. Lo scopo è in definitiva quello di individuare l'ipotesi, il modello spaziale e la tecnica interpolativa di tipo probabilistico più idonei all'analisi e alla descrizione spaziale dei fenomeni di volta in volta considerati.

Nel nostro caso i dati sperimentali sono stati acquisiti nel corso di quattro campagne di pesca, effettuate dall'aprile 1985 al settembre 1986 nel Medio e Basso Tirreno, fra la foce del Fiume Garigliano ed il Capo Suvero, nell'ambito del programma "Valutazione Risorse Demersali", promosso dal Ministero Marina Mercantile.

Il disegno di campionamento è stato di tipo random-stratificato. In ogni trawl-survey sono state effettuate 50 cale, distribuite in 5 strati batimetrici fino ad un massimo di 700 m, allocate in funzione dell'area e della varianza della popolazione in ogni strato. Sono stati considerati i rendimenti di pesca relativi alla specie *M. merluccius,* espressi come peso totale delle catture ottenute in un'ora di pesca per ogni stazione.

## Materiali e metodi

Tutto il processo può essere suddiviso in cinque fasi: 1) acquisizione dei dati; 2) modelling; 3) analisi strutturale; 4) ricostruzione puntuale della variabile, tecniche di kriging; 5) restituzione cartografica. Della prima fase si e già detto nell'introduzione. La fase definita modelling è quella che serve a legare l'aspetto fisico di un fenomeno a quello concettuale di modello. Pertanto le relazioni fra ipotesi sul modello, comportamento del fenomeno oggetto di studio (nel nostro caso i rendimenti di *M. merluccius)* e funzione da inferire statisticamente possono essere definite come in Tab. 1.

**Tab. 1** - Modelling

| IPOTESI SUL MODELLO | COMPORTAMENTO DEL FENOMENO | FUNZIONE |
|---|---|---|
| STAZIONARIETÀ | MOLTO REGOLARE | COVARIANZA |
| INTRINSECA | REGOLARE/POCO REGOLARE | VARIOGRAMMA |
| INTRINSECA DI ORDINE K | IRREGOLARE | COVARIANZA GENERALIZZATA DI ORDINE K |

Nel nostro caso abbiamo ritenuto più stringente definire il fenomeno come poco regolare e attenerci ad un'ipotesi intrinseca con una funzione Variogramma da inferire statisticamente:

$$\Gamma(h) = 1/2 \text{ var } [z(x+h) - z(x)]$$

dove nel caso di assenza di correlazione fra z(x+h) e z(x) si ha:

$$\Gamma(h) = \text{var } z(x)$$

con var che identifica la varianza. Nel nostro caso abbiamo utilizzato il valore assoluto delle differenze e non i quadrati per ridurre l'ordine di grandezza dei dati.

L'analisi strutturale del fenomeno è stata condotta sulla base dei grafici sperimentali del Variogramma. Sono state cioè individuate le coordinate del piano [x(i); y(i)] per ogni cala effettuata ed i rispettivi valori z(i) dei rendimenti in peso. Si è proceduto successivamente alla misura delle N(N-1)/2, con N numero totale di cale, distanze D(ij) fra ogni coppia i, j di cale ed alla relativa associazione dei valori z(ij), espressi come differenza fra ogni coppia di valori di rendimento per tutte le combinazioni possibili.

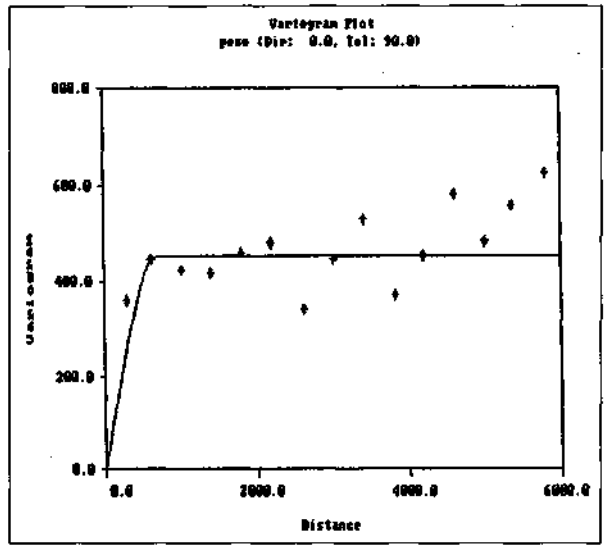
All'interno di un intervallo definito LAG, generalmente maggiore della distanza minima fra i valori campionati, si è calcolata la media di tutti i valori z(ij) in esso compresi, associando poi a quel LAG il corrispondente valore medio z(ij). La riproposizione di questo processo per ogni direzione del piano, secondo classi di angoli prefissate, ci ha consentito di valutare le eventuali anisotropie, ovvero i comportamenti diversi, nelle differenti direzioni del piano, del fenomeno da noi studiato.

Dal grafico sperimentale del Variogramma, ottenuto con i dati della campagna di pesca condotta nell'aprile del 1985 (Fig.1), si può riconoscere un andamento della curva di tipo sferico culminante in un punto definito SILL, pari alla varianza totale del campione ($450^2$), misurabile sull'asse delle ordinate in corrispondenza del valore 450. Il punto corrispondente misurato sull'asse delle ascisse individua il RANGE, cioè la distanza oltre la quale il fenomeno diventa scorrelato, nel nostro caso pari a 700' ovvero circa 21 Km.

Una ulteriore verifica sperimentale dei risultati ottenuti è stata condotta attraverso l'applicazione di metodi di "Cross-Validation" o "Jacknife Technique". In pratica, escludendo un valore per volta dal campione e stimandolo con i restanti valori sono stati ottenuti N valori di $z^*(i)$, attraverso i quali è stato possibile calcolare il RMS error come: $RMS = 1/N \ \Sigma [z(i) - z^*(i)]^2$

A conclusione del processo descritto, il metodo interpolativo applicato è stato il kriging lineare ordinario: $z^*(i) = \Sigma \lambda(i) z(i)$

dove $\lambda(i) \ldots . \lambda(n)$ rappresentano il vettore di pesi determinati in maniera da




| Lag | Distance | Pairs | Gamma |
|---|---|---|---|
| 1 | 288.464 | 28 | 359.107 |
| 2 | 615.721 | 65 | 444.385 |
| 3 | 1013.717 | 73 | 422.397 |
| 4 | 1397.379 | 86 | 414.942 |
| 5 | 1800.383 | 68 | 458.603 |
| 6 | 2190.668 | 69 | 478.768 |
| 7 | 2614.137 | 76 | 340.724 |
| 8 | 3004.768 | 51 | 445.000 |
| 9 | 3402.659 | 62 | 527.016 |
| 10 | 3813.768 | 64 | 370.937 |
| 11 | 4189.518 | 55 | 451.909 |
| 12 | 4602.282 | 54 | 581.574 |
| 13 | 5002.060 | 63 | 481.825 |
| 14 | 5355.284 | 40 | 557.625 |
| 15 | 5792.758 | 40 | 626.125 |

Variable: peso
Direction: 0.0° ± 90.0°

| # | Range | Sill | Type |
|---|---|---|---|
| 1 | 700.000 | 450.000 | Spherical |

Title:peso (Dir: 0.0, Tol: 90.0)
Scaling: AUTO

| | Min | Max | Tic Spacing |
|---|---|---|---|
| Distance: | 0.000 | 6000.000 | 2000.000 |
| Variogram: | 0.000 | 800.000 | 200.000 |

**Fig. 1** - Variogramma - (apr. 85)

rendere lo stimatore z* privo di errore sistematico ed a minima varianza (Best Linear Unbiased Estimator).

La significatività delle distribuzioni ottenute dai valori interpolati è stata così calcolata: $\sigma^* = E(z-z^*)$ dove lo stimatore $\sigma^*$ dipende dalla posizione spaziale e non dalla misura in quel punto.

## Risultati

La restituzione cartografica è stata ottenuta con un passo di griglia pari a 5 Km, ovvero la distanza coperta in un'ora circa di pesca.

Le Figg. 2, 3, 4, e 5 riportano in maniera molto schematica le mappe di distribuzione di *M. merluccius* nelle quattro campagne di pesca effettuate. Naturalmente il tipo di restituzione cartografica è puramente esemplificativo, essendo possibile ottenere delle mappe più accurate, con il dettaglio del profilo costiero o, ad esempio, delle batimetriche ben evidenziato. E' comunque possibile localizzare con maggiore precisione aree e punti leggendo sulle ascisse e le ordinate longitudine e latitudine espresse in secondi. I punti effettivi di cala sono rappresentati dagli asterischi, le curve di livello misurano i rendimenti in grammi di un'ora di pesca.

In Fig. 2, relativa alla campagna di pesca dell'aprile 1985, sono visibili due aree di maggiore concentrazione, la prima in corrispondenza del Golfo di Gaeta di fronte al Fiume Volturno e la seconda nel Golfo di Salerno, a nord-ovest di Punta Licosa. I valori di rendimento risultano compresi in queste due aree fra 3 e 5 Kg circa.

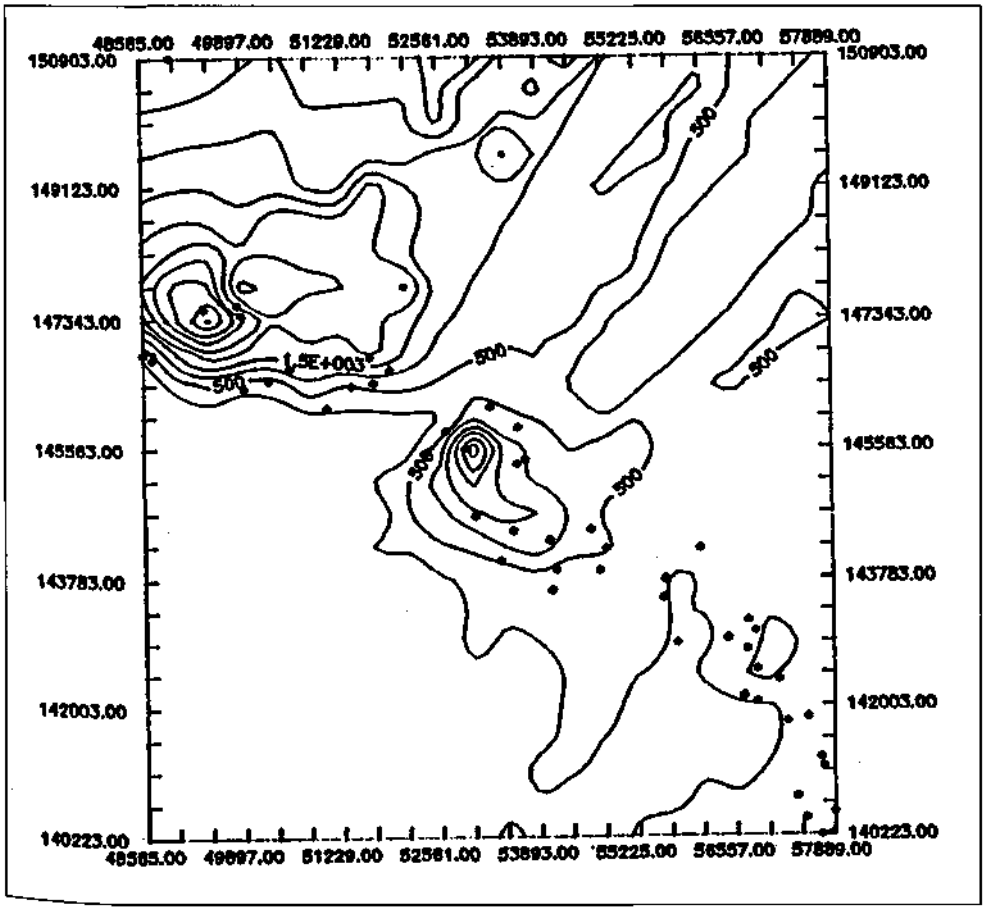



**Fig. 2** - Distribuzione areale *M. merluccius* (apr. 85)

Nel settembre 1985 (Fig. 3) ritroviamo le stesse aree di concentrazione senza sensibili spostamenti ed inoltre compare una nuova area di maggiore rendimento nel Golfo di Policastro, di fronte a Diamante. I valori di rendimento in questo caso aumentano fino a 6-7 Kg.

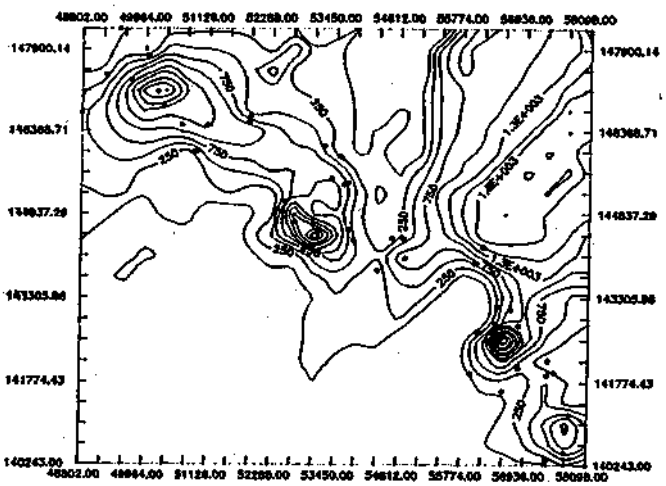


**Fig. 3** - Distribuzione areale *M. merluccius* (sett. 85)

La mappa dell'aprile 1986 (Fig. 4) mostra una situazione di maggiore dispersione, ma sostanzialmente non molto dissimile dalle precedenti. L'area di concentrazione prima rilevata di fronte al Fiume Volturno appare appena spostata a sud verso Ischia.

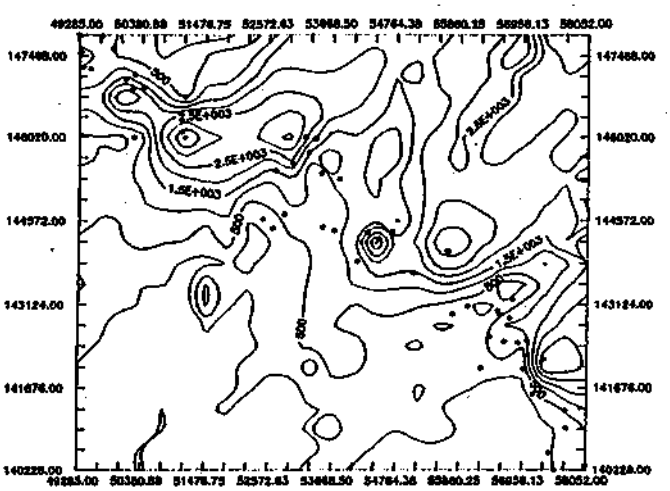


**Fig. 4** - Distribuzione areale *M. merluccius* (apr. 86)

Nel settembre 1986 (Fig. 5) si rileva invece una situazione nuova, caratterizzata da una forte concentrazione nell'area del Golfo di Napoli, mentre sparisce l'area di addensamento prospiciente al Golfo di Salerno e rimane sostanzialmente stazionario il valore dei rendimenti nell'area di fronte a Diamante. Ad una prima valutazione, la distribuzione riportata in figura 5 sembrerebbe piuttosto un'anomalia rispetto alle precedenti distribuzioni, probabilmente dovuta ad un picco di valore eccezionale ottenuto in una cala.

Nel complesso ci pare comunque che i risultati ottenuti ricevano una indiretta conferma anche dalle informazioni ottenute nelle marinerie.

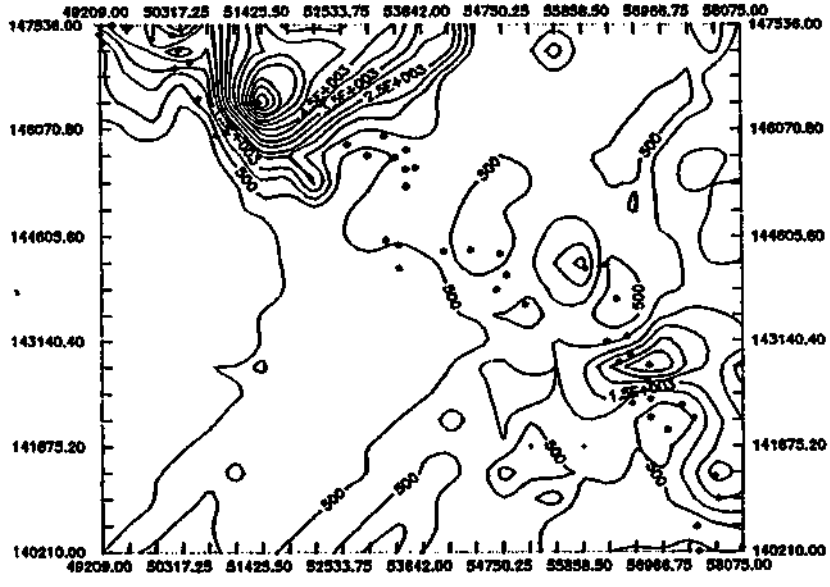



**Fig. 5** - Distribuzione areale *M. merluccius* (sett. 86)

## Conclusioni

E' utile sottolineare come questo lavoro debba essere considerato assolutamente preliminare rispetto ad ulteriori approfondimenti analitici. Una verifica condotta con serie temporali di dati più ampie, anche nell'ambito dello stesso anno, consentirà una migliore taratura del metodo e risultati più completi. Riteniamo, infatti, che l'approccio geostatistico utilizzato disponga di basi concettuali flessibili e sufficientemente potenti rispetto ad altre tecniche interpolative, che non dispongono di un'identica analisi strutturale e appaiono comunque più rigidamente vincolate ad una distribuzione regolare del campione.

Il complesso degli strumenti analitici utilizzati si presta inoltre ad una molteplicità di applicazioni che sarà interessante approfondire e che qui possiamo solo schematicamente richiamare: a) stima delle biomasse, b) individuazione e

distribuzione spazio-temporale delle nursery o delle biocenosi, c) rappresentazione di fenomeni, fra loro correlati come ad esempio l'associazione fra specie ittiche e biocenosi o parametri ambientali e specie ittiche.

**Summary**

*The aim of this paper is to illustrate a preliminary application of geostatistics technique in order to assess the distribution area of M.* merluccius *in the Central and Southern Tyrrhenian sea.*

*The experimental data were collected during four trawl-surveys (from April 1985 to September 1986) by employing a stratified random sampling design. The whole area was divided into five strata and an amount of 50 hauls were carried out in each trawl-survey. The average haul takes one hour. The whole geostatistical process can be divided into five steps: 1) data collection; 2) modelling; 3) structural analysis; 4) kriging technique; 5) computer mapping.*

*Using variogram function we studied the catches distribution of hake. The variogram experimental curves let us to analyze the behaviour of catches values in the different directions of plane (anisotropy) and to calculate the SILL (sample total variance) and the RANGE (distance beyond which there isn't any correlation among the catches). We used jacknife technique in order to check the experimental results. We employed the ordinary linear kriging as interpolation method, so that the estimator is Best Linear Unbiased.*

*The spatial distribution map (spring 1985) shows a higher density of hake above all in the Gulf of Gaeta and in the Gulf of Salerno (3-5 Kg/hour). In summer 1985 the previous higher density area was confirmed and a new area comes out in the Gulf of Policastro (6-7 Kg/hour). Only the map of summer 1986 shows a very high density of hake in the Gulf of Napoli. On the whole our results seem to be confirmed by fishermen informations.*

*At last, the geostatistical method shows remarkable interpretative potentials thanks to more flexible and widely adaptable conceptual basis. We can point out some further applications of this kind of technique: appraisal and distribution of biomasses, appraisal and distribution of nursery areas, correlations between biocenosis and target species, correlations between target species and environmental parameters.*

**Bibliografia**

D'AGOSTINO V., SASSO M., VOLPE S. (1982) - Un metodo per generare un DEM: il Kriging. *PIXEL, n°2.*

GULLAND J.A., (1975) - Manual of method for fisheries resource survey and appraisal. Part 5 - Objectives and basic methods. *FAO Fish. Tech. Pap.* (145): 29 p.

MACKETT D.J. (1973) - Manual of methods for fisheries resource survey and appraisal. Part 3 - Standard methods and techniques for demersal fisheries resource survey. *FAO Fish. Tech. Pap.* (124): 38 p.

MATHERON G., (1973) - The intrinsic random function and their applications. *Adv. Appl. Prob.,* 5: 439-468 p.

MATHERON G. (1980) - Splines and Kriging: their formal equivalence. *Note CMM n° 695.*

PEREIRA H.G., SOARES A.O. (1988) - Application of geostatistics to ground fish survey data. Third International Geostatistics Congress, Avignon. (In press).

RIPLEY B.D. (1981) - Spatial statistics. *John Wiley ed.*

SAVILLE A. (1977) - Survey methods of appraising fishery resources. *FAO Fish. Tech. Pap.* (171): 76 p.

SPEDICATO M.T., LEMBO G. (1988) - Valutazione delle risorse demersali nei mari italiani: campagne 1985 dal Fiume Garigliano al Capo Suvero. In *Atti seminari U.O. responsabili progetti di ricerca per la pesca e acquacoltura, vol.* III. M.M.M. - C.N.R. : 1271-1294.

YATES J.R., Warwick A.W. (1986) - A disjunctive kriging program for two dimensions. *Computers and Geosciences,* 12 (3): 281-313 p.

*OEBALIA 1990 Suppl., Vol. XVI-1: 195-207* *ISSN 0392-6613*

S. RAGONESE
Istituto di Tecnologia della Pesca e del Pescato - C.N.R.
Via L. Vaccara, 61-91026 Mazara del Vallo - Italy

# UNA PROCEDURA STANDARD PER STIMARE L'ABBONDANZA RELATIVA DELLE RISORSE DEMERSALI NELLA SITUAZIONE ITALIANA

**Abstract**

A methodology for an estimate of demersal resources abundance

*A standardized methodology is proposed for estimating the relative abundance of the Italian groundfish resources based on stratified random trawl surveys. The stratified arithmetic mean with the derived standard error from transformed data [LOG e (x+1)] are used to compute index of abundance and relative confidence limits.*

**Key words**: Trawl; standardization; abundance; hake.

## Introduzione

Nel caso delle risorse demersali, il metodo più comunemente utilizzato per la valutazione della biomassa è quello della "area spazzata" (ALVERSON & PEREYRA, 1969) basato su di un disegno statistico di tipo stratificato (criterio batimetrico) con allocazione delle stazioni (= cale) "A (= area) - proporzionale" interstrata e randomiale intrastrata (DOUBLEDAY, 1981; GROSSLEIN & LAUREC, 1982). Questo schema è stato adottato (con alcune eccezioni) dalle diverse unità operative impegnate nel primo programma di valutazione delle risorse demersali dei mari italiani (RELINI, 1985); al momento, tuttavia, non

sembra esserci un accordo generale sulle metodologie a cui fare riferimento per la stima dell'abbondanza. Scopo della presente nota è quello di contribuire alla soluzione di questo problema, proponendo una procedura standard per una rapida stima di accettabili indici di abbondanza e dei relativi limiti fiduciali.

## Materiali e metodi

I dati di base utilizzati si riferiscono ad una campagna di ricerca con rete a strascico effettuata nel "Canale di Sicilia" nell'ambito di un programma di valutazione delle risorse demersali denominato "T.R.A.W.L." (LEVI, 1988) ed in particolare al nasello (M. *merluccius,* L. 1758). I valori di rendimento per cala, osservati od estrapolati, in peso ("Yi") e numero ("Ci"), espressi rispettivamente al 1/10 Kg e all'unità, sono stati ordinati ed assegnati agli strati batimetrici ("Ah") in base alla profondità media (in metri).

I rendimenti nominali (Xhi -> Yhi -> Chi) sono stati disaggregati, sulla base della lunghezza totale, in "adulti" (l.t. > 18 cm) e "giovani" (l.t. < 18 cm) risultano tre serie di dati denominati casi di lavoro.

Per ognuno di questi, identificati come "a" (aggregati ), "b" (adulti) e "g" (giovani), i rendimenti nominali sono stati riportati su carte batimetriche per evidenziare eventuali discontinuità nella distribuzione spaziale dei naselli.

Il grado di correlazione fra i rendimenti e l'insieme delle variabili di cala, profondità e velocità media ed ora di inizio (la durata non è stata considerata, risultando quasi sempre di un'ora) è stata valutata con un modello di regressione lineare multipla.

I rendimenti sono stati quindi trasformati in rendimenti per cala standard (SXhi). In generale, SXjkhi indica un valore standardizzato in peso (X=Y) o numero (X=C) per il taxon (specie, famiglia, ecc.) j-esimo, la categoria (giovani, adulti, maschi, femmine ecc.) k-esima, lo strato h-esimo e la cala i-esima.

La cala standard ("sajkh") viene definita come il tratto di strascico ideale in termini di durata (blocco dei verricelli - inizio recupero cavi), velocità ed area attiva ("djkh") dell'attrezzo costanti e caratteristici della specie ("j") e della categoria ("k"): ciò considerando sia i singoli strati ("h") che l'insieme dell'area investigata (AREA) o di riferimento (rAREA). Quest'ultima viene definita escludendo dall'area investigata gli strati nei quali la cattura della specie (o della categoria di interesse) è risultata nulla o trascurabile.

Come criterio quantitativo, lo strato h-esimo non viene considerato quando la corrispondente media dei rendimenti standardizzati in numero è inferiore all'unità. Nel caso specifico, i parametri della cala standard sono stati così definiti: durata di un'ora, velocità di 4.91 Km/h (pari alla media delle velocità medie delle singole

cale) ed un'area attiva ("fished region" second Treschev in CARRHOTERS, 1981) pari a 12.5 m, stimata adottando l'approssimazione di Baranov (in GIUDICELLI, 1983), indipendentemente dalla categoria e dallo strato batimetrico.

I valori standardizzati sono stati calcolati secondo

$$SXki = Xki * (0.0613/ai)$$

dove "0.0613" e "ai" denotano l'area spazzata (in $Km^2$) nella cala standard e nella cala i-esima rispettivamente.

Disponendo di stime della catturabilità (sensu ALVERSON, 1971), i valori standard vengono corretti di conseguenza: nel caso specifico si è ipotizzato un valore unitario del coefficiente.

L'ipotesi di normalità per le distribuzioni per strato dei rendimenti standardizzati è stata verificata sulla base dell'eguaglianza attesa fra media e varianza campionaria (ELLIOTT, 1977) e, qualitativamente per l'insieme dei dati (non considerando la stratificazione), tramite l'analisi delle curve di probabilità.

Come distribuzione alternativa si è ipotizzata valida quella log-normale (GROSSLEIN, 1971) trasformando i dati secondo LSXi= LOGe (SXi + 1) (per ovviare alla difficoltà originata dalle catture nulle) controllando il grado di "normalizzazione" ottenuto con le procedure sopracitate. Sono risultati così altri tre casi di lavoro relativi ai dati trasformati, identificati come "δ" (LOG-aggregati), "Σ" (LOG-adulti) e "ζ" (LOG-giovani).

L' additività dei campioni per strato è stata verificata, caso per caso, sulla base del test di Kruskal-Wallis (SIEGEL, 1956) preliminarmente al calcolo delle statistiche. L'ipotesi d'indipendenza della varianza dalla media è stata verificata con il test di Bartlett (ELLIOTT, 1977); una ANOVA (KLEINBAUM & KUPPER, 1978) è stata effettuata al fine di confrontare i risultati con il test non parametrico.

Media stratificata (MEDIA), relativa varianza (VAR) ed errore standard (E.S.) sono state calcolate secondo la classica formulazione (COCHRAN, 1977; PENNINGTON & BROWN, 1981).

I limiti fiduciali, riportati per i casi "α", "ß" e "γ", sono stati calcolati rispettivamente per la media stratificata e per il totale. I valori del t di Student sono stati riferiti ai gradi di libertà (dfe), calcolati secondo l'approssimazione di Satterthwait, ed al limite di confidenza del 95%.

L'indicatore finale dell'abbondanza (media e totale) con i limiti fiduciali, si ricava, sulla base del suggerimento di ELLIOT (1977), in tre fasi:

a) calcolando il logaritmo naturale della media aritmetica stratificata ottenuta nei casi "α", "ß" e "γ";
b) utilizzando questo valore al posto della media geometrica stratificata stimata nei casi "δ", "Σ" e "ζ" con l'errore standard corrispondente a quest'ultima;
c) trasformando secondo ELLIOTT (1977, p. 147) ed utilizzando come fattore di estrapolazione il numero di cale possibili nell'area di riferimento (rN) ipotizzata interamente strascicabile.

Data l'esigua frazione di campionamento, il fattore di correzione per le popolazioni finite non è stato considerato.

## Risultati

Le carte di distribuzione dei rendimenti nominali (Yi; Ci) fanno supporre una presenza continua ma non uniforme del nasello nell'area investigata: più marcata fra i 100 ed i 400 m, trascurabile nella fascia batimetrica estrema (601-800 m), dov'è stato catturato un solo esemplare, anche se di grossa taglia (1.4 Kg).

Esaminando i dati disaggregati, è emersa una soluzione di continuità nella distribuzione spaziale dei giovani, che appaiono raggruppati in due zone e risultano praticamente assenti oltre i 400 metri.

Per quanto si riferisca ad una stagione (Feb. - Mar. 1986), questo schema di distribuzione concorda con quello riportato in letteratura per il nasello mediterraneo (OLIVER, 1983).

Nell'insieme profondità, velocità ed ora d'inizio della cala spiegano significativamente parte della variabilità osservata nelle catture ma tutte le regressioni sono caratterizzate da coefficienti di correlazione multipla molto bassi (R2 compresi fra 0.399 e 0.499); in quadro peggiora comprendendo rendimenti relativi all'ultimo strato.

Questi risultati tendono a confermare come abbondanza assoluta, disponibilità e vulnerabilità della risorsa investigata e la stessa funzionalità dell'attrezzo siano influenzate, cala per cala, anche da altre variabili (es. natura del substrato).

A prescindere da queste constatazioni e nei limiti delle ipotesi avanzate, è emerso un "trend" positivo fra entità delle catture e corrispondente area spazzata, che giustifica l'opportunità di standardizzare i rendimenti nominali prima dell'elaborazione (BYRNE *et al.*, 1981).

Le statistiche relative ai dati non trasformati (casi "α" "ß" e "γ") per strato e per l'insieme delle osservazioni (simulando cioè un campionamento randomiale semplice, "R.S."), includendo o meno l'ultimo strato (601-800 m, "E"), sono riportate in Tab. - 1.

Il quadro generale è quello classico delle campagne di ricerca con reti a strascico: ampi campi di variazione, deviazione standard e media aritmetica positivamente correlate, distribuzioni con una asimmetria positiva più o meno accentuata, coefficienti di variazione anche superiori al 100% e rapporti fra errore standard e media ("D") abbastanza stabili e relativamente accettabili (ELLIOTT, 1977) tranne negli ultimi due strati.

Dal confronto dei casi "ß" e "γ" (dati disaggregati) emerge chiaramente una diversità fra "giovani" e " adulti" per quanto riguarda sia la distribuzione batimetrica e l'abbondanza, che la variabilità.

| CASO | STRATO | A (1-50) | | B (51-200) | | C (201-400) | | D (401-600) | | E (601-800) | | R.S. (A→E) | | R.S. (A→D) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | CALE | 4 | | 23 | | 11 | | 9 | | 11 | | 58 | | 47 | |
| | TIPO | SY | SC | SY | SC | SY | SC | SY | SC | SY | SC | SY | SC | SY | SC |
| α | MIN. | 4.1 | 72 | .1 | 1 | 3.2 | 39 | .0 | 0 | .0 | 0 | .0 | 0 | .0 | 0 |
| | MAX. | 8.9 | 197 | 44.0 | 1949 | 30.7 | 938 | 9.6 | 185 | 1.7 | 1 | 44.0 | 1949 | 44.0 | 1949 |
| | MEDIA | 5.7 | 111 | 9.6 | 298 | 12.9 | 387 | 2.0 | 23 | .1 | ~ 0 | 7.0 | 203 | 8.6 | 250 |
| | D.S. | 2.2 | 58 | 10.6 | 435 | 8.9 | 327 | 3.2 | 61 | .5 | .4 | 9.0 | 341 | 9.4 | 363 |
| | E.S. | 1.11 | 29 | 2.22 | 91 | 2.67 | 98 | 1.08 | 20 | .16 | 0 | 1.18 | 45 | 1.37 | 53 |
| | D. | .19 | .26 | .23 | .30 | .21 | .25 | .54 | .87 | 1.60 | 1.00 | .17 | .22 | .16 | .21 |
| | C.V. | .39 | .52 | 1.11 | 1.46 | .58 | .84 | 1.60 | 2.66 | 3.31 | 3.32 | 1.29 | 1.68 | 1.09 | 1.45 |
| | ASIM. | .90 | 1.10 | 1.78 | 2.62 | .67 | .47 | .65 | 2.46 | 2.85 | 2.85 | 1.94 | 2.90 | 1.75 | 2.62 |
| ß | MIN. | 2.5 | 35 | .1 | 1 | 1.1 | 11 | .0 | 0 | .0 | 0 | .0 | 0 | .0 | 0 |
| | MAX. | 5.1 | 65 | 16.7 | 186 | 20.3 | 207 | 6.7 | 21 | 1.7 | 1 | 20.3 | 207 | 20.4 | 207 |
| | MEDIA | 3.8 | 45 | 4.5 | 43 | 6.3 | 68 | 1.7 | 5 | .1 | ~ 0 | 3.5 | 34 | 4.3 | 42 |
| | D.S. | 1.2 | 14 | 4.7 | 48 | 5.5 | 68 | 2.4 | 7 | .5 | ~ 0 | 4.4 | 48 | 4.6 | 51 |
| | E.S. | .63 | 7 | .98 | 10 | 1.67 | 21 | .81 | 2 | .16 | ~ 0 | .58 | 6 | .67 | 7 |
| | D. | .16 | .15 | .22 | .23 | .26 | .31 | .48 | .40 | 1.60 | 1.00 | .16 | .18 | .15 | .17 |
| | C.V. | .33 | .31 | 1.04 | 1.10 | .87 | 1.00 | 1.44 | 1.57 | 3.31 | 3.34 | 1.24 | 1.43 | 1.05 | 1.21 |
| | ASIM. | .03 | .07 | 1.51 | 1.79 | 1.55 | .98 | 1.28 | 1.53 | 2.85 | 2.85 | 1.95 | 2.06 | 1.78 | 1.85 |
| γ | MIN. | .8 | 31 | .0 | 0 | .0 | 0 | .0 | 0 | 0 | 0 | .0 | 0 | .0 | 0 |
| | MAX. | 3.7 | 132 | 35.9 | 1791 | 15.0 | 811 | 2.9 | 264 | 0 | 0 | 35.9 | 1791 | 35.9 | 1791 |
| | MEDIA | 1.8 | 66 | 5.1 | 255 | 6.5 | 319 | .4 | 18 | — | — | 3.4 | 169 | 4.2 | 208 |
| | D.S. | 1.3 | 45 | 7.9 | 402 | 5.5 | 298 | 1.0 | 55 | — | — | 6.0 | 309 | 6.5 | 332 |
| | E.S. | .66 | 22 | 1.65 | 84 | 1.67 | 90 | .33 | 18 | — | — | .79 | 40 | .94 | 48 |
| | D. | .37 | .33 | .32 | .33 | .26 | .28 | .82 | 1.00 | — | — | .23 | .24 | .22 | .23 |
| | C.V. | .71 | .68 | 1.56 | 1.57 | .85 | .93 | 2.34 | 3.00 | — | — | 1.76 | 1.83 | 1.52 | 1.59 |
| | ASIM. | .96 | 1.02 | 2.81 | 2.70 | .39 | .62 | 2.15 | 2.47 | — | — | 3.18 | 3.11 | 2.88 | 2.80 |

**TAB. 1** : Quadro sinottico relativo ai dati standardizzati(SY:peso;SC:numero) ma non trasformati(casi "α", "ß" e "γ"). Le statistiche sono: valore minimo (MIN) e massímo(MAX), media aritmetica (MEDIA), deviazione (D.S.) ed errore standard (E.S.), rapporto E.S./MEDIA(D), coefficiente di variazione(C.V. = D.S./MEDIA) ed indice d'asimmetria di Fisher (ASIM.). Limiti batimetrici degli strati (A,B,C,D,E) in metri. (Per ulteriori spiegazioni fare riferimento al testo).

Trascurando, per definizione, le statistiche relative alla fascia batimetrica più profonda, sono i giovani che danno il maggior contributo alla variabilità osservata in "α" nei primi tre strati, risultati i più importanti per quanto riguarda l'abbondanza del nasello e che nell'insieme rappresentano più del 60% dell'area investigata e più del 75% dell'area di riferimento.

Pur consentendo un'analisi più dettagliata dei risultati, la disaggregazione non risolve il problema relativo alle distribuzioni campionarie di tipo contagioso, dato che in ogni caso ("oc", "ß" e "γ" ) l'ipotesi nulla di uno scostamento non significativo da una serie di Poisson ($\sigma^2 = \mu$) è stata sempre rigettata con un'unica eccezione (SYi -> Ah), non considerando l'ultimo strato.

Le curve di probabilità hanno mostrato una concavità verso il basso più marcata per i rendimenti in numero (SCi) e per i giovani ("γ"), solo in parte attenuata dall'esclusione dei valori corrispondenti allo strato "E". L'asimmetria positiva è emersa ulteriormente dall'esame qualitativo degli istogrammi di frequenza.

La trasformazione logaritmica (casi "δ", "Σ" e "ζ" in TAB. 2) riduce in assoluto il grado di asimmetria (non considerando l'ultimo strato), linearizza in modo accettabile le curve di probabilità, tende a "normalizzare" gli istogrammi e rende la varianza significativamente indipendente dalla media con l'unica eccezione in numero relativi ai dati aggregati.

Per i dati non trasformati ("α", "ß" e "γ") l'ipotesi di omoscedasticità non è accettabile anche se non è possibile quantificare l'influenza negativa sul risultato del test di Bartlett (così come dell' ANOVA) dovuta alla non-normalità delle distribuzioni campionarie (ELLIOTT, 1977).

L'analisi della varianza ha avuto un esito diametralmente opposto a quello ottenuto con i dati originali dopo la trasformazione dei valori ma, in quest'ultimo caso, coerente con i risultati del test di Kruskall-Wallis che hanno condotto a rigettare l'ipotesi nulla che non ci fossero significative differenze (95%) fra i rendimenti relativi ai singoli strati.

Il criterio di stratificazione adottato si è quindi dimostrato utile nel discriminare subpopolazioni significativamente più omogenee e di conseguenza determinare una precisione delle stime maggiore di quella che ci si potrebbe attendere con un campionamento randomiale semplice.

Le medie stratificate ed i corrispondenti indici di dispersione e precisione (TAB. 3), evidenziano la maggiore variabilità che caratterizza i giovani ma anche il tipo di informazione che può derivare dall'elaborazione dei dati disaggregati; ad esempio, è estremamente indicativo che le due categorie mostrino simili indici di abbondanza (medie stratificate) in peso mentre dal punto di vista numerico ci sia un rapporto di 5 a 1 fra giovani e adulti.

I limiti fiduciali degli estimatori nei casi "α", "ß" e "γ" potrebbero essere ritenuti buoni dato che i coefficienti di variazione sono compresi fra il 28% ed il 43% (confronta le deviazioni standards e le relative medie stratificate di TAB. 3)

| CASO | STRATO | A (1-50) | | B (51-200) | | C (201-400) | | D (401-600) | | E (601-800) | | R.S.(A→E) | | R.S. (A→D) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | CALE | 4 | | 23 | | 11 | | 9 | | 11 | | 58 | | 47 | |
| | TIPO | LSY | LSC | LSY | LSC | LSY | LSC | LSY | LSC | LSY | LSC | LSY | LSC | LSY | LSC |
| δ | MIN. | 1.627 | 4.294 | .130 | .684 | 1.430 | 3.684 | .0 | .0 | .0 | .0 | .0 | .0 | .0 | .0 |
| | MAX. | 2.289 | 5.291 | 3.806 | 7.576 | 3.456 | 6.845 | 2.360 | 5.228 | .999 | .800 | 3.806 | 7.576 | 3.806 | 7.576 |
| | MEDIA | 1.862 | 4.634 | 1.885 | 4.524 | 2.439 | 5.498 | .734 | 1.340 | .091 | .073 | 1.469 | 3.378 | 1.792 | 4.152 |
| | D.S. | .305 | .446 | 1.060 | 1.985 | .674 | 1.118 | .841 | 1.691 | .301 | .241 | 1.161 | 2.537 | 1.044 | 2.176 |
| | E.S. | .152 | .223 | .221 | .414 | .203 | .337 | .280 | .564 | .091 | .073 | .152 | .333 | .152 | .317 |
| | C.V. | .16 | .10 | .56 | .44 | .28 | .20 | 1.14 | 1.26 | 3.31 | 3.30 | .790 | .751 | .582 | .524 |
| | ASIM. | .77 | 1.02 | -.24 | -.68 | -.06 | -.30 | .95 | 1.46 | 2.85 | 2.85 | .071 | -.170 | -.231 | -.599 |
| ε | MIN. | 1.255 | 3.592 | .130 | .684 | .741 | 2.484 | .0 | .0 | .0 | .0 | .0 | .0 | .0 | .0 |
| | MAX. | 1.809 | 4.197 | 2.872 | 5.230 | 3.062 | 5.339 | 2.037 | 3.091 | .999 | .800 | 3.062 | 5.339 | 3.062 | 5.339 |
| | MEDIA | 1.537 | 3.796 | 1.399 | 3.183 | 1.776 | 3.782 | .698 | 1.102 | .091 | .073 | 1.123 | 2.426 | 1.365 | 2.977 |
| | D.S. | .268 | .273 | .819 | 1.279 | .685 | 1.003 | 1.766 | 1.136 | .301 | .241 | .896 | 1.751 | .813 | 1.467 |
| | E.S. | .134 | .137 | .171 | .266 | .206 | .302 | .255 | .379 | .091 | .073 | .118 | .230 | .119 | .214 |
| | C.V. | .17 | .07 | .58 | .40 | .38 | .26 | 1.10 | 1.03 | 3.31 | 3.30 | .798 | .722 | .595 | .498 |
| | ASIM. | -.3 | 1.01 | .04 | -.54 | .23 | .36 | .79 | .65 | 2.85 | 2.85 | .209 | -.169 | -.001 | -.527 |
| ζ | MIN. | .596 | 3.482 | .0 | .0 | .0 | .0 | .0 | .0 | .0 | .0 | .0 | .0 | .0 | .0 |
| | MAX. | 1.560 | 4.890 | 3.609 | 7.491 | 2.772 | 6.700 | 1.367 | 5.108 | .0 | .0 | 3.609 | 7.491 | 3.609 | 7.491 |
| | MEDIA | .975 | 4.061 | 1.248 | 3.874 | 1.696 | 4.947 | .220 | .568 | — | — | .918 | 2.846 | 1.133 | 3.508 |
| | D.S. | .416 | .593 | 1.054 | 2.567 | .915 | 1.921 | .475 | 1.703 | — | — | 1.009 | 2.717 | 1.006 | 2.600 |
| | E.S. | .208 | .297 | .220 | .535 | .276 | .579 | .158 | .567 | — | — | .135 | .357 | .147 | .379 |
| | C.V. | .43 | .15 | .84 | .66 | .54 | .39 | 2.15 | 3.00 | — | — | 1.099 | .956 | .888 | .741 |
| | ASIM. | .75 | .69 | .34 | -.60 | -.38 | -1.59 | 1.84 | 2.47 | — | — | .723 | .062 | .431 | -.389 |

**TAB. 2** : Quadro sinottico relativo ai dati standardizzati e trasformati in logaritmi (casi " δ","ε","ζ "). Statistiche come in TAB. 1 (escluso D., non calcolato). (Per ulteriori spiegazioni fare riferimento al testo).

ma và sottolineato come la loro deviazione non sia statisticamente corretta, contrariamente a quanto ipotizzabile per gli estimatori relativi ai dati trasformati.

Le medie derivate (TAB. 3: casi "δ", "Σ" e "ζ") risultano, come atteso inferiori alle corrispondenti medie aritmetiche; utilizzando quest'ultime con le varianze derivate, come suggerito da ELLIOTT (1977), si ottengono stime di più realistiche anche se meno precise (TAB. 3: *stima*).

Volendo azzardare dei confronti con altre situazioni, è necessario esprimere le stime non solo in termini assoluti o per cala standard ma anche riferendole ad una unità di superficie di tipo (es. per $Km^2$).

Nel caso specifico, ANDREOLI *et al.* (1982) riportano, per il versante italiano del Canale di Sicilia, una biomassa di 92 tonnellate (t) per un'area di riferimento di 26738 $Km^2$ (pari ad una densità media di 3.5 $Kg/Km^2$) mentre sulla base delle stime di CINGOLANI *et al.* (1986), solo nel periodo Feb.-Mar. 1982, le marinerie a strascico siciliane hanno sbarcato 1649 t di nasello.

Pur considerando l'eterogeneità di questi lavori, le stime d'abbondanza ottenute in questa nota, sia considerando il caso "α" (4799 t; 137 $Kg/Km^2$) che quello "δ" (4224 t; 121 $Hg/Km^2$), sono coerenti con le statistiche di cattura sbarcata (CINGOLANI *et al.,* 1986) ed apparentemente più realistiche di quelle ricavate da ANDREOLI *et al.*. (1982).

| CASO | TIPO | MEDIA STRATIF. | VARIANZA | E.S. | E.S. MEDIA | dfe | LIMITI FIDUCIALI MEDIA | TIPO | LIMITI FIDUCIALI TOTALE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| α | SY | 8.4 | 1.48 | 1.21 | .14 | 35 | 10.8>8.4>6.0 | B | 6186>4799>3412 |
| | SC | 243 | 2235 | 47 | .19 | 33 | 337>243>149 | A | 193>139>85 |
| β | SY | 4.3 | .40 | .63 | .15 | 33 | 5.6>4.3>3.0 | B | 3175>2452>1729 |
| | SC | 41 | 47 | 7 | .16 | 24 | 55>41>27 | A | 31>23>15 |
| γ | SY | 4.1 | .71 | .84 | .20 | 32 | 5.8>41>24 | B | 3320>2356>1392 |
| | SC | 202 | 1891 | 43 | .21 | 32 | 289>202>115 | A | 31>23>15 |

| CASO | TIPO | MEDIA STRATIF. (ln)+1 | VARIANZA | E.S. | E.S. MEDIA | dfe | MEDIA DERIVATA *ARITMETICA* | TIPO | TOTALE M.DERIVATA *M. ARITMETICA* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| δ | LSY | 1.765 | .016 | .127 | .07 | 39 | 6.5>4.8>3.5 *9.8>7.4>5.5* | B | 3730>2764>2014 *5614>4224>3147* |
| | LSC | 4.065 | .057 | .238 | .06 | 36 | 93>57>35 *390>242>150* | A | 53>33>20 *223>138>85* |
| ε | LSY | 1.322 | .012 | .108 | .08 | 39 | 3.7>2.7>2.0 *4.3>3.3>2.5* | B | 2090>1571>1153 *2478>1884>1405* |
| | LSC | 2.919 | .027 | .164 | .06 | 39 | 25>17>12 *56>40>28* | A | 14>10>7 *32>23>16* |
| ζ | LSY | 1.108 | .017 | .131 | .12 | 41 | 2.9>2.0>1.3 *4.3>3.1>2.1* | B | 1675>1158>759 *2470>1770>1230* |
| | LSC | 3.305 | .094 | .306 | .09 | 40 | 49>26>14 *371>201>109* | A | 28>15>8 *212>115>62* |

**Tab. 3** - Indici d'abbondanza relativa e relativi limiti fiduciali per caso di lavoro: (B) biomassa in Kg (media) e in tonnellate (tot): (A) abbondanza numerica in unità (media) e milioni (totale). (Per ulteriori spiegazioni fare riferimento al testo).

## Discussione

La variabilità che caratterizza i risultati di una campagna di ricerca con rete a strascico dipende principalmente dalla efficienza dell'attrezzo utilizzato (FOSTER *et al.*, 1981) e dall'eterogenea distribuzione spaziale delle risorse (BYRNE *et al.*, 1981).

Nelle prime fasi di un programma di ricerca, la prassi usuale consiste nell' ignorare le possibili fonti di incertezza, standardizzare per quanto possibile i dati, supponendo comunque che la variabilità osservata nei rendimenti rifletta differenze nell'abbondanza (densità), almeno di quella frazione (costante) dello stock disponibile e considerata totalmente vulnerabile (ALVERSON, 1971).

Rimane il problema della non corrispondenza fra modello normale e distribuzioni campionarie (LEAMAN, 1981).

In merito, due approcci fondamentali, ciascuno con due varianti, sono deducibili dalla letteratura specifica: (A) utilizzare, comunque, media e varianza campionaria calcolando i limiti fiduciali delle stime secondo la procedura classica, (A1) basandosi sull'approssimazione normale (SAVILLE, 1977) o (A2) riconoscendo i limiti delle stime ma non giudicando opportuno ricorrere ad altre procedure od estimatori più complessi (FRANCIS, 1981); (B) manipolare i dati al fine di rendere accettabili le ipotesi di normalità ed indipendenza della varianza (B) adoperando una trasformazione logaritmica (GROSLEIN, 1971; JONES & POPE, 1973) od (B2) individuando un modello di distribuzione che spieghi in modo soddisfacente quella osservata, stimandone i parametri e derivando i valori degli estimatori (PENNINGTON, 1983).

Più che nella sostanza, le due varianti del primo approccio differiscono dal punto di vista concettuale: non vi sono regole statistiche ma solo formulazioni empiriche che permettono di stabilire il numero minimo di cale per utilizzare l'approccio normale (COCHRAN, 1977).

Per quanto riguarda il secondo approccio, la prima variante è quella più semplice ed ampiamente utilizzata anche se, riscontrando catture nulle, si rende necessario incrementare i rendimenti originali prima della trasformazione (FOGARTY, 1985). L'accorgimento è utile ma introduce un errore sistematico e può rendere la trasformazione inadeguata per quanto riguarda la normalizzazione delle distribuzioni (PENNINGTON & GROSSLEIN, 1978). Un'alternativa è quella di escludere le cale nulle, riducendo in proporzione l'area dello strato, ed applicare in trasformazione classica (WELLS, 1985).

In ogni caso, tuttavia, l'uso della media derivata, così come la sua validità come indicatore d'abbondanza, è stato messo in discussione (FRANCIS, 1981).

La seconda variante è la più rigorosa ma anche la più complessa richiedendo Procedure di calcolo laboriose; la distribuzione "delta" (PENNINGTON, 1983) e la binomiale negativa (BLISS & FISHER, 1953) rappresentano i modelli

d'elezione per questa variante. Il primo è relativamente semplice nelle ipotesi d'applicazione e nelle procedure per stimare i parametri ma i limiti fiduciali delle stime possono essere calcolati solo in modo approssimativo (PENNINGTON & GROSSLEIN, 1978); il secondo è molto complesso, in particolare per quanto concerne la stima del parametro "K".

La procedura proposta in questa nota rappresenta un utile compromesso fra i due approcci: l'analisi quali-quantitativa del grado di "normalità" così come la stabilità della varianza.

La sostituzione della media geometrica con quella aritmetica, da calcolarsi comunque, permette di superare molte delle difficoltà inerenti l'uso della trasformazione "LOGe (x + 1)". Non essendo più necessario il confronto fra le due medie (derivata ed aritmetica), il fattore d'aggiustamento può essere ignorato, mentre lo stesso logaritmo della media aritmetica può essere utilizzato come un indicatore d'abbondanza (PENNINGTON & BROWN, 1981).

## Conclusioni

. L'affidabilità delle stime d'abbondanza aumenta con l'esperienza e con il grado di comprensione delle interazioni fra parametri biologici ed ambientali che si và maturando con gli anni (CORNUS, 1985).

Considerando le limitazioni ed i molteplici obiettivi che caratterizzano i programmi di valutazione diretta di risorse multispecifiche ed integrate, è fondamentale porsi l'interrogativo se un'analisi statisticamente rigorosa delle distribuzioni dei rendimenti possa giustificare l'impegno di lavoro necessario.

La procedura proposta non deve essere considerata come quella che dovrebbe essere adottata, bensì come il metodo che può consentire di ricavare, in tempi reali, stime accettabili come è confermato dai risultati ottenuti per il nasello.

Qualunque sia la strategia adottata, và sempre tenuto presente che solo con stime derivate in modo dipendente potrà essere valutata l'effettiva accuratezza dei risultati.

N.B. La versione integrale di questo lavoro (17 pp., 4 tabelle e 24 figure) è stata diffusa in sede congressuale, è in corso di pubblicazione su Note Tecniche e Reprints dell'I.T.P.P. - C.N.R. di Mazara ed è disponibile presso l'autore.

**Summary**

*A procedure in proposed in order to standardize the computation of ana-bundance index of demersal resources based on italian trawl - surveys data. The nominal catches have been post-stratified (and eventually disaggregated, e.g. for size and expressed as catch per standard haul, then log-tranformed (ln x + 1), checking the validity of parametric assumptions. The classical computations have been applied on both kind of data. The stratified arithmetic mean with the derived standard error from transformed data have been used to compute the index of abundance and relative confidence limits. The methodology as been applied to catch per haul data for mediterranean hake* (Merluccius merluccius *L. 1758), obtained in a winter survey in the Sicily Channel, yields reasonable values of average abundance (121 Kg/Km$^2$; 3948 sp./Km) and coefficient of variations (2 * E.S/MEAN) of 32% - 26% (Weigth) and 61% - 38% (number). Although rough, the procedure seems to be suitable in providing comparable and acceptable estimates until a series of surveys will be available for more rigorous statistical analysis.*

**Bibliografia**

ALVERSON D. (Ed.) (1971) - Manual of methods for fisheries resource survey and appraisal. Part 1. Survey and charting of fisheries resources. *Fao Fish. Tech. Pap.,* (120): 80 pp.

ALVERSON D. L., PEREYRA W. (1969) - Demersal fish explorations in the northeastern Pacific Ocean - an evaluation of exploratory fishing methods and analytical approaches to stock size and yield forecasts. *Fish. Res. Board Can.,* 16 (8): 1985-2001.

ANDREOLI M.G., LEVI D., ANGELO P.M. (1982) - Première évaluation des biomasses du poisson demersal dans le canal de Sicilie, à l'aide des données commercialies de chalutiers italiens. In: G.G.P.M., Rapport de la première Consultation technique sur l'évaluation des stocks dans la Méditerranée centrale. Tunis, 19-23 Avril 1982. *FAO. Rapp. Pêches* (226): 111

C.I. & FISHER R.A. (1953) - Fitting the negative binomial distribution to biological data. *Biometrics,* 9: 176-200.

BYRNE C.J., AZAROVITZ T.R., SISSENWINE M.P. (1981) - Factors affecting variability of research vessel trawl surveys. *Can. Spec. Publ. Aquat. Sci.,* 58: 258-273.

CARRHOTERS P.J.G. (1981) - Catch variability due to variations in groundfish otter trawl behaviour and possibilities to reduce it trough instrumented fishing gear studies and improved fishing procedures. *Can. Spec. Publ. Aquat. Sci.,* 58: 247-257.

CINGOLANI N., COPPOLA S. R., MORTERA J. (1986) - Studio di fattibilità per un sistema di rilevazione campionaria delle statistiche della pesca (PESTAT). Parte II - Statistiche sulle catture e sullo sforzo di pesca. *Quad. Ist. Ric. Pesca Marittima,* 5 (1 suppl.: 2 parte): 283-753.

COCHRAN, W.G. (1977) - Sampling techniques. New York, Wiley and Sons, 422 3rd ed.

CORNUS H.P. (1985) - Development of a bottom-trawl survey for atlantic cod (Gadus morhua) off east Greenland, 1980-85. NAFO *Sci. Court. Studies.,* 10: 13-20.

DOUBLEDAY W.G. (1981) - Manual on groundfish surveys in the NAFO area. *NAFO Sci. Coun. Studies.,* 2: 77 pp.

ELLIOTT J.M. (1977) - Statistical analysis of samples of benthic invertebrates. *Freshwater Biol. Ass. Sci. Publ. No.* 25: 157 pp.

FOGARTY M.J. (1985) - Statistical considerations in the design of trawl surveys. *FAO Fish. Circ,* No. 786: 40 pp.

FOSTER J.J., CAMPBELL C.M., SABIN G.C.W. (1981) - The fish catching process relevant to trawls. *Can. Spec. Publ. Aquat. Sci.,* 58: 229-246.

FRANCIS R.I.C.C. (1981) - Stratified random trawl surveys of deep-water demersal fish stocks around *New Zealand. New Zealand Ministry of Agricolture and fisheries. Fisheries Research Division Occasionai Publications,* 32: 26.

GIUDICELLI M. (Ed.) (1983) - Résultats des opérations de chalutage commercial de démostration et de reconnaissance du Tarek II au large de la Tunisie. *FAO FI: DP/TUN/ 79-81/008-2,* 147 pp.

GROSSLEIN M.D. (1971) - Some observation on accuracy of abundance indices derived from research vessel surveys. *Redbook ICNAF,* 1971 (3): 249-66.

GROSSLEIN M.D., LAUREC A. (1982) - Bottom trawl surveys design, operation and analysis. *CECAF/ECAF Series* 81/22,25.

JONES B.W., POPE J.G. (1973) - A groundfish survey of Faroe Bank. *Research Bulletin, ICNAF,* No. 10: 53-61.

KLEINBAUM D.G., KUPPER L.L. (1978) - Applied regression analysis and other multivariable methods. *DUXBURY PRESS Boston, MA:* 556 pp.

LEAMAN B.M. (1981) - A brief review of survey methodology with regard ro groundfish stock assessment. *Can. Spec. Publ. Aquat. Sci.,* 58: 113-123.

LEVI D. (1988) - Canale di Sicilia - Relazione sull'attività svolta dall'Unita Operativa: Istituto di Tecnologia della Pesca e del Pescato - Mazara del Vallo. In: *Atti seminari delle Unità Operative responsabili dei progetti di ricerca pesca e l'acquacoltura* M.M.M. - C.N.R., Roma, Vol. III - Sessione "Valutazione risorse demersali": 1561-1767.

OLIVER P. (1983) - Les resources halieutiques de la Mediterranee. Premiere partie: Méditerranée occidentale. *Etud. rev. Cons. Gen. Pêches Méditerr.,* (59): 135 pp.

PENNINGTON M. (1983) - Efficient estimators of abundance, for fish and plankton surveys. *Biometrics,* 39: 281-6.

PENNINGTON M., BROWN B.E. (1981) - Abundance estimators based on stratified random trawl surveys. *Can. Spec. Publ. Aquat. Sci.,* 58: 2-7.

PENNINGTON M., GROSSLEIN M.D. (1978) - Accuracy of abundance indices based on stratified random trawl surveys. *ICES CM. 1978/D:* 13: 35 pp.

RELINI G. (1985) - Programme of the Italian Ministry of the Merchant Marine for the demersal resources survey in the area 37/3. In: Garcia S. and Charbonnier D. (Eds.) *FAO Fish. Rep.,* (336): 119-23.

SAVILLE A. (Ed.) (1977) - Survey methods of appraising fishery resources. *FAO Fish. Tech. Pap.,* (171): 76.

SIEGEL S. (1956) - Non - parametric statistics for the behavioral Sciences. New York.

WELLS R. (1985) - A stratagem for handling zero catches in fish survey results. *NAFO SCR Doc.,* 85/100; Serial No. N1076.

*OEBALIA 1990 Suppl., Vol. XVI-1: 209-216* ISSN 0392-6613

R. AUTERI R. BAINO P. RIGHINI E SERENA
I.S.T.I.P. Via dell'Ambrogiana 2, Livorno, Italy

# VALUTAZIONE DELLE RISORSE DEMERSALI: PROPOSTA DI UN METODO PER RENDERE CONFRONTABILI I RENDIMENTI

**Abstract**

A comparison method for CPUE derived from trawl survey

*A three years trawl survey has been carried out in the Tyrrhenian Sea by means of 20 trawler. The main aspects which exert an influence in determining average CPUE have been fixed with a multiple regression procedure and a multiplicative model; horse power, headrope and sweepline lengths resulted the most significant ones. From the model are then derived correction factors able to standardize the CPUE of each trawler. These factors can be used only for trawl-survey catches but not for commercial ones, since other elements here play a major role.*

**Key-words**: Trawl-survey, Fishing gear, CPUE, Multiple regression.

## Introduzione

Il programma di Valutazione delle Risorse Demersali ha impegnato, nel triennio 1985-87, 11 Istituti di ricerca che, con analoga periodicità, metodologia e finalità, hanno condotto 1950 cale lungo il litorale tirrenico e ligure.

Gli elementi fondamentali della diversificazione e condizionanti i risultati grezzi (es. rendimento medio orario), sono attribuibili essenzialmente all'insieme delle caratteristiche dell'imbarcazione e delle reti usate nel campionamento e alle diverse aree geografiche di lavoro.

In tali condizioni, è inagibile un confronto diretto fra rendimenti orari di aree diverse o, comunque, quando siano stati utilizzati più motopesca dallo stesso Istituto. Grazie proprio a queste aree, campionate ripetutamente con motopesca differenti, è stato possibile realizzare questo preliminare tentativo, caratteristico di ogni imbarcazione, che permette di standardizzare le catture orarie riferendole a quelle ottenibili con un ipotetico motopesca standard.

## Materiali e Metodi

Gli 11 Istituti tirrenici hanno complessivamente utilizzato 20 diversi motopesca (vedi Tab.l). Otto zone sono state campionate in periodi diversi con motopesca diversi e i rendimenti medi ottenuti sono riportati in Tab. 2. Tenendo conto delle indicazioni di FIORENTINI e COSIMI (1987) e di FIORENTINI e GIORGETTI (1985), le caratteristiche di ogni peschereccio e dello strumento di cattura associato sono state inizialmente definite da 6 parametri forniti da ogni U.O. del programma di ricerca: la stazza lorda (TSL), la potenza motrice nominale (HP), la superficie dei divergenti, la lunghezza dei calamenti, la lunghezza della lima a sugheri e la circonferenza della bocca (quest'ultima intesa come numero delle maglie alla bocca per l'apertura delle stesse) (Tab.l)

**Tab. 1 -** CARATTERISTICHE DEI MOTOPESCA E DELLE RETI S TRASCICO UTILIZZATI PER LE CAMAGNE DI VALUTAZIONE DELLE RISORSE DEMERSALI (i dati sono stati raccolti e forniti dalle singole U.O.)

| Zona U.O. | Survey | TSL | HP | Superf. diverg. | Lima a sugheri | Lungh. calam. | Circonf. bocca |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 12 | 29 | 200 | 1.36 | 21 | 300 | 22.5 |
| 1 | 345 | 22 | 120 | 1.36 | 21 | 300 | 22.5 |
| 2 | 12345 | 39 | 279 | 1.75 | 40 | 256 | 24.2 |
| 3 | 12 | 50 | 190 | 1.35 | 30 | 220 | 20.0 |
| 3 | 345 | 81 | 420 | 1.53 | 35 | 190 | 25.0 |
| 4 | 12 | 34 | 120 | 1.12 | 20 | 200 | 16.0 |
| 5 | 345 | 43 | 400 | 1.31 | 37 | 200 | 56.7 |
| 6 (1) | 12345 | 100 | 320 | 1.56 | 43 | 160 | 9.8 |
| 6 (2) | 12 | 40 | 400 | 1.80 | 57 | 140 | 31.2 |
| 6 | 12 | 24 | 430 | 1.44 | 45 | 150 | 24.0 |
| 7 | 345 | 49 | 430 | 2.09 | 50 | 216 | 15.6 |
| 7 | 1 | 30 | 280 | 1.68 | 18 | 200 | 22.0 |
| 8 | 2345 | 193 | 550 | 1.90 | 46 | 250 | 32.0 |
| 9 | 12345 | 44 | 300 | 2.08 | 35 | 200 | 45.0 |
| 10 (7) | 12345 | 44 | 300 | 2.08 | 35 | 200 | 45.0 |
| 10 | 1234 | 105 | 570 | 1.50 | 50 | 200 | 26.6 |
| 10 | 12345 | 88 | 400 | 1.50 | 50 | 200 | 26.6 |
| 11 | 123 | 52 | 336 | 1.50 | 44 | 200 | 19.0 |
| 11 | 45 | 35 | 110 | 1.04 | 29 | 152 | 25.0 |
| | | 52 | 330 | 2.47 | 41 | 208 | 50.0 |

**Tab. 2 - CATTURE ORARIE IN KG DELLE SPECIE COMMERCIALI SUDDIVISE PER CAMPAGNA, ZONA E MOTOPESCA**

| U.O. | M / P | Numero progressivo di campagna e stagione 1 pri | 2 est | 3 pri | 4 est | 5 pri |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1 | 9.54 | 9.70 | | | |
| | 2 | | | 7.20 | 9 | 6.70 |
| 3 | 1 | 53.58 | 31.77 | | | |
| | 2 | | | 39.63 | 31.04 | 45.01 |
| 4 | 1 | 21.80 | 28.50 | | | |
| | 2 | | | 62.60 | 50.50 | 32.40 |
| 6 (1) | 1 | 20.94 | 18.64 | | | |
| | 2 | | | 18.60 | 22.42 | 29.90 |
| 6 (2) | 1 | 42.23 | 21.45 | | | |
| | 2 | | | 22.57 | 33.68 | 27.40 |
| 7 | 1 | 7.25 | | | | |
| | 2 | | 14.27 | 12.64 | 9.97 | 12.59 |
| 10 (7) | 1 | 39.50 | 24.32 | 67.80 | 42.60 | |
| | 2 | | | | | 33.26 |
| 11 | 1 | 32.04 | 22.55 | 20.94 | | |
| | 2 | | | | 52.40 | |

**Tab. 3 - CATTURE TOTALI ORARIE IN KG SUDDIVISE PER CAMPAGNA, ZONA E MOTOPESCA**

| U.O. | M / P | Numero progressivo di campagna e stagione 1 pri | 2 est | 3 pri | 4 est | 5 pri |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1 | 11.00 | 11.40 | | | |
| | 2 | | | 9.60 | 11.30 | 7.90 |
| 3 | 1 | 59.05 | 40.68 | | | |
| | 2 | | | 47.18 | 33.73 | 49.97 |
| 6 (1) | 1 | 22.60 | 20.14 | | | |
| | 2 | | | 20.11 | 30.64 | 24.62 |
| 6 (2) | 1 | 44.91 | 27.40 | | | |
| | 2 | | | 25.35 | 36.32 | 30.23 |
| 7 | 1 | 11.00 | | | | |
| | 2 | | 18.43 | 16.59 | 12.36 | 16.89 |
| 11 | 1 | 42.29 | 29.42 | 23.67 | | |
| | 2 | | | | 47.19 | |

I rendimenti orari medi (Tab. 2 e Tab. 3) sono stati ottenuti semplicemente dividendo le catture totali (gross cath) di ogni campagna per il numero di cale effettuate, essendo la durata di ogni cala prefissata ad un'ora. Analogo procedimento è stato applicato per la determinazione delle catture commerciali

(retained catch). Pe la determinazione del modello è stato necessario assumere che le catture per campagna siano costanti, o comunque abbiano una distribuzione lognormale caratteristica della zona, della stagione e del motopesca. Ovviamente possono intervenire altre sorgenti di variazione che si accumulano nell'errore: ad esempio la variabilità stocastica di cattura per cala, considerata irrilevante essendo il numero di cale elevato (1950 in tutto il Tirreno), o quella associata al posizionamento delle cale anch'essa supposta trascurabile. Mentre difficilmente sostenibile appare l'ipotesi che sia trascurabile la varietà dell'abbondanza in anni diversi o l'importanza della professionalità dell'equipaggio, per citare alcuni degli elementi più evidenti. In conseguenza di queste ipotesi è proponibile l'equazione:

$$\frac{\text{catture 1}}{\text{catture 2}} = f\ \frac{\text{motopesca1}}{\text{motopesca2}}$$

che afferma una corrispondenza diretta tra i rapporti delle catture realizzate (a parità di area e stagione e modalità di cala) e una qualche funzione f dei due motopesca utilizzati. Tali rapporti con i dati a disposizione sono calcolabili in 21 casi utilizzando le catture commerciali e 16 utilizzando quelle totali. Globalmente si dispone di 37 coppie su cui, attraverso l'analisi multivariata, è possibile ricercare la natura ed il valore dei parametri della funzione f.

NOETZEL (1969) in uno studio sulla marineria a strascico di Boston (Mass.) esplicita la funzione f attraverso un modello lineare che considera tre parametri nella definizione del motopesca: le TSL (x), gli HP (y) e l'età dell'imbarcazione (z):

$f = 0.0019\ x + 0.00669\ y - 0.5957\ z + 1.3858$

Durante le analisi preliminari si è constatato che i coefficienti di correlazione (Tab. 4) erano sistematicamente più elevati con la trasformazione logaritmica di tutte le variabili e si è quindi abbandonato il modello lineare preferendo quello esponenziale.

**Tab. 4 - COEFFICIENTI DI CORRELAZIONE E LORO SIGNIFICATIVITÀ TRA LE CATTURE E OGNUNA DELLE VARIABILI INDIPENDENTI**

| variabile | r | F | P |
|---|---|---|---|
| lima sugheri | . 582 | 17.985 | . 0002 |
| lima a s. + calamenti | . 563 | 16.272 | . 0003 |
| potenza nominale | . 514 | 12.599 | . 0011 |
| dimensioni della bocca | . 403 | 6.805 | . 0133 |
| tonnellate stazza lorda | . 317 | 3.912 | . 0559 |
| superficie dei divergenti | . 282 | 3.028 | . 0906 |

**Risultati e Discussione**

L'analisi della correlazione tra ogni singola variabile indipendente (rapporto tra le singole caratteristiche del motopesca o della rete) e la variabile dipendente (rapporto tra le catture) in Tab. 4 evidenzia che la correlazione è numericamente più elevata per i parametri concernenti la rete (lunghezza della lima a sugheri e dei calamenti) e la potenza del motopesca rispetto alla stazza, le dimensioni della bocca e la superficie dei divergenti. La significatività dei singoli coefficienti di correlazione risulta elevata (P> 0.99) solo per gli stessi tre primi parametri, permettendo di concentrare su questi l'analisi della regressione multipla, che ha portato all'espressione:

$Y = 0.175\ x1 + 0.790\ x\ 2 + 0.290\ x\ 3 + 0.082$

dove:

Y= ln (CAT1/CAT2); Xl= ln (HP1/HP2); X2= in(LSCl/LSC/2); X3= ln(LSl/LS2) CAT= catture HP= potenza motrice LSC= lima a s. + calamento LS= lima a sugheri

**Tab. 5 - ANALISI DELLA VARIANZA DELLA REGRESSIONE MULTIPLA**

| | g.l. | somma dei quadrati | quadrati medi | F |
|---|---|---|---|---|
| Regressione<br>Errore | 33 | 2.62529<br>3.57323 | .87510<br>.10828 | 8.08 *** |
| TOTALE | 36 | 6.19852 | | |

**Tab. 6 - RISULTATI DELLA REGRESSIONE MULTIPLA**

| | | |
|---|---|---|
| coefficiente di correlazione | r | = 0.6508 |
| errore standard dell'r | es | = 0.3291 |
| coefficiente di determinazione | $r^2$ | = 0.4235 |

| VARIABILE | b | E.S. b | BETA |
|---|---|---|---|
| potenza | .17504 | .12238 | .24014 |
| lima a sugheri | .29032 | .26469 | .22857 |
| lima + calamenti | .79021 | .49069 | .29623 |
| COSTANTE | .08215 | .07218 | |

L'analisi della varianza (Tab. 5) ha evidenziato una elevatissima significatività della regressione multipla (P= 0.0004). I valori dei coefficienti parziali standardizzati (colonna BETA in Tab. 6) permettono di stimare l'importanza relativa dell'influenza di ogni variabile indipendente considerata nell'equazione (SOKAL & ROHLF, 1981) e suggeriscono che la lima a sugheri più il calamento contribuisce alla determinazione della variabile dipendente per circa il 40%, contro un 30% per LS ed HP. Il calcolo delle catture standardizzate richiede necessariamente la definizione di un motopesca di riferimento con caratteristiche stabilite a priori. Il valore assegnato a queste sono il risultato dell'arrotondamento della media ottenuta sui 20 motopesca usati dalle U.O.: così il motopesca standard risulta caratterizzato da una potenza di 300 HP con calamenti di 200 m ed una lima a sugheri di 40 m.

Sostituendo nell'equazione di regressione multipla tali valori prestabiliti si ottiene:

$$[(.290 \ln 40/LS + .790 \ln 440/LSC + .175 \ln 300/HP + .082)]$$

CATst = CATre * e dove: CATst = Catture standardizzate; CATre = Catture reali; LS = Lima a sugheri; LSC = Lima a sugheri più i due calamenti; HP = Potenza motrice nominale.

Con l'introduzione dei valori caratterizzanti il motopesca usato dall' U.O. l'equazione si semplifica in:

**Tab. 7 - Motopesca utilizzati nei trawl-survey tirrenici, caratteristiche strutturali utilizzate e fattore di standardizzazione delle catture**

| UNITÀ OPERATIVA | potenza nominale HP | lima a sugheri m | calamenti m | FATTORE DI CORREZIONE |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 200 | 21 | 300 | 1 |
| 1 | 120 | 21 | 300 | 1 |
| 2 | 279 | 40 | 256 | 2 |
| 3 | 190 | 30 | 220 | 3 |
| 3 | 420 | 35 | 190 | 3 |
| 4 | 120 | 20 | 200 | 4 |
| 4 | 400 | 37 | 200 | 4 |
| 5 | 320 | 43 | 160 | 5 |
| 6 | 400 | 57 | 140 | 6 |
| 6 | 430 | 45 | 150 | 6 |
| 6 | 430 | 50 | 216 | 6 |
| 7 | 280 | 18 | 200 | 7 |
| 7 | 550 | 46 | 250 | 7 |
| 8 | 300 | 35 | 200 | 8 |
| 9 | 300 | 35 | 200 | 9 |
| 10 | 570 | 50 | 200 | 10 |
| 10 | 400 | 50 | 200 | 10 |
| 10 | 336 | 44 | 200 | 10 |
| 11 | 110 | 29 | 152 | 11 |
| 11 | 330 | 41 | 208 | 11 |

Catture standard = Catture reali * Costante

Tale costante acquista il significato di efficacia produttiva del motopesca e rappresenta il fattore di correzione per trasformare le catture reali in catture standardizzate: i valori calcolati per ogni motopesca utilizzato nei survey tirrenici sono riportati in Tab. 7.

L'ampiezza del limite fiduciale di ogni singolo fattore di correzione è influenzata non solo dagli errori standard associati ai b (Tab. 6), ma anche dai rapporti dei parametri (HP, LSC e LS) tra il motopesca standard e quello considerato. I limiti fiduciali sono quindi variabili tra un'imbarcazione e l'altra, ma in generale si può affermare che la loro ampiezza si aggira intorno al 30% della media (alcuni esempi sono riportati in Tab. 8).

## Conclusione

L'analisi fin qui condotta costituisce il primo tentativo per confrontare tra loro le capacità di cattura di motopesca utilizzati in trawl-surveys, quindi con caratteristiche di conduzione quanto più uniformi possibili (velocità costante, durata di un'ora, posizione delle cale randomizzata, ecc.). Il programma di valutazione delle risorse demersali tirreniche ha richiesto una vasta campagna di pesca condotta per tre anni con 20 diversi motopesca operanti su 3000 Km di costa. In una fase di sintesi è evidente la necessità di poter confrontare i rendimenti ottenuti, prescindendo dall'efficacia produttiva di ogni singola imbarcazione (si hanno M/P da 20 a 190 TSL). I fattori di standardizzazione che sono stati calcolati permettono quindi il confronto diretto tra le CPUE ottenute in aree diverse, il calcolo di carte di abbondanza delle specie uniformi per tutto il Tirreno, nonchè possibili ulteriori sviluppi quali possono essere i modelli compartimentali. Successivamente lo stesso modello è stato sperimentato su una vasta serie di dati della pesca professionale in Toscana per valutare la specificità/generalità del risultato raggiunto. Le informazioni raccolte da oltre 800 log-books giornalieri sono state elaborate con un analogo procedimento multivariato, considerando vincoli più o meno ampi. Tutte le prove finora effettuate risultano a sostegno di un'elevata specificità del modello che non è quindi applicabile alla pesca

**Tab. 8 - Esempi di ampiezza fiduciale (p=95%) del fattore di correzione**

| U.O. | motopesca | | | fattore di correzione | limiti fiduciali | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | HP | LS | LSC | | | |
| 3 | 420 | 35 | 415 | 1.11 | 0.93 | 1.34 |
| 6 | 430 | ,50 | 482 | 0.89 | 0.77 | 1.03 |
| 9 | 300 | 35 | 435 | 1.14 | 0.91 | 1.42 |

professionale: in questo caso sembra che oltre ai parametri della rete (lima a sugheri e calamenti), comunque fondamentali, la massima importanza sia assunta dalla stazza del motopesca e da altri elementi associati alle abitudini di pesca, spesso difficilmente quantificabili.

## Bibliografia

FIORENTINI L. AND G. COSIMI. (1987). Performance tests on italian bottom trawls. FAO-CGPM *Etudes et Revues,* 62: 1-18

FIORENTINI L. AND C. GIORGETTI. (1985). Ann instrument system for measuring the performance of full-scale trawl gear. *Quad. Ist. Ric. Pesca Mar.* Ancona, 4(2): 89-101

NOETZEL G. AND V. NORTON. (1969). Costs and earnings in the Boston large-trawler fleet. Univ. *Rhode Island Bull.,* 400.

SOKAL R. R. AND F.J. ROHLF. (1981). Biometry. W.H. Freeman & C. New York. 859 p.

*OEBALIA 1990 Suppl., Vol. XVI-1: 217-223* ISSN 0392-6613

L. ORSI RELINI
Laboratori di Biologia Marina ed Ecologia Animale - Istituto di Zoologia
dell'Università - Via Balbi 5 - 16126 Genova - Italia

# *SYNAGROPS JAPONICUS* (STEINDACHNER E DODERLEIN, 1884) (PISCES, ACROPOMATIDAE) NEL MEDITERRANEO: UN MIGRANTE LESSEPSIANO?

**Abstract**

Synagrops Japonicus in the Mediterranean

*The indopacific fish* Synagrops japonicus *(Acropomatidae) is recorded for the first time in the Mediterranean on the bases of a large female (30 cm) traweld in the Ligurian sea.*

**Key words**: *Synagrops japonicus*, Acropomatidae, Mediterranean

Una nuova specie di Teleostei - ed anche un nuovo genere e una nuova famiglia - sono stati ritrovati in Mediterraneo.

**ACROPOMATIDAE**

*Synagrops japonicus* (Steindachner e Doderlein, 1844)

*Melanostoma japonicum* Steindachner e Doderlein, Denkschr. Akad. Wiss Wien, vol. 48, 1884, p. 5, tav. 1, fig. 2. Tokio.

*Synagrops japonicus* Gunther, Rep. Voy. Challenger, vol. 22, 1887, p. 16.

*Synagrops natalensis* Gilchrist, Fisher. Marine Biol. Surv., Rep. nº2, 1921 (1922), p. 69. *Synagrops japonicus* Fowler and Bean, U.S. Nat. Mus., Bull. 100, vol. 10, 1930, p. 136.

*Synagrops japonicus* Norman, Scientific Reports Murray Exped., vol. 7, 1939, p.60.

*Synagrops japonicus* Smith, The sea fishes of Southern Africa, 1953, p. 205, non la figura.

*Synagrops japonicus* Heemstra, in: FAO Species Identification Sheets for fishery purposes, Western Indian Ocean (Fishing Area 51) (Fischer N. & G. Bianchi ed.), 1, 1984, ACRO Syn. 2. Heemstra, in: Smith's Sea Fishes (Smith M.M., P. Heemstra ed.), 1986, p. 563, fig. 176.5.

*Materiale esaminato:* Mar Ligure: 1 individuo di sesso femminile l.t. circa 300 mm; 25 aprile 1987; pescata a strascico commerciale su fondo a scampi potassoli (250-450 m circa) tra Portofino e Genova; raccolse e conservò mediante congelamento A. Panini.

*Descrizione:* D IX, I 9; A II 7; P 16; V I 5

branchiospine I arcata inf. 12+1 tubercolo; linea laterale 27?

lunghezza totale 30 cm circa (raggi caudali danneggiati), 1. standard 25;

1. capo (; alt. max. 6,5; largh. 4,2; muso 2; occhio 2,2; interorbitale 2,3; premascellare 3,5).

Denti villiformi in due bande separate da una fessura centrale sull'arcata superiore, con due canini su ciascun lato della fessura; ugualmente villiformi sulle mandibole con due canini parasagittali e altri 5 canini per ciascun lato.

Capo 3,5 volte nella lunghezza totale; altezza massima 3,8 volte nella l.t.; larghezza massima 1,5 volte nell' a. m.

Colore dopo scongelamento e fissazione in formalina bruno quasi nero uniforme; pinna pettorale, chiara trasparente. Area di pelle trasparente al centro della superficie dorsale del capo.

*Note*

*S. japonicus* è un pesce batifilo ampiamente distribuito nell'area Indo pacifica: finora è stato pescato tra 100 e 660 m in Sud Africa, Zanzibar, Maldive, Indonesia, Filippine, Giappone, Micronesia, Hawaii. Non risulta ritrovato in Mar Rosso, dove tuttavia il genere è rappresentato da S. philippinensis (ARON E GOODYEAR 1969) e/o *S. adeni* (HEEMSTRA 1984) {le due specie sono verosimilmente in sintonia}.

Una prima ipotesi per spiegare la sua presenza in Mediterraneo sarebbe quella di una immigrazione da Suez. L'immigrazione di specie indopacifiche nel Mediterraneo attraverso il Canale di Suez è ormai un processo continuo che si sta intensificando di anno in anno. BEN TUVIA (1985) ha elencato 41 specie di pesci, facendo notare che tra il 1950 e l'83 si è registrato l'ingresso di una nuova specie ogni 1,2 anni. Più recentemente FREDJ e MAURIN (1987) forniscono una lista di 43 specie.

Il numeroso insieme degli emigranti lessepsiani comprende sia specie pelagiche sia specie bentoniche litorali; non si è mai avuta finora la migrazione di una specie batifila. Alcuni migranti sono occasionalmente comparsi sulle coste mediterranee adiacenti al canale di Suez e si potrebbe in questo caso mettere in discussione la proprietà del termine "migrante"-, altri si sono riprodotti e diffusi fino ad alimentare nuove attività di pesca. I nuovi areali del bacino orientale ben raramente si estendono fino alla soglia siculo-tunisina. Un caso particolare è rappresentato dal marlin nero dell'Oceano Indiano *Makaira indica,* ritrovato in Mar Ligure nella stessa area dove è stato pescato *S. japonicus* (ORSI RELINI e COSTA 1987): un pesce di tali capacità di nuoto verosimilmente non ha confini, se non quelli batici e latitudinali.

In genere appare quindi improbabile la comparsa di un migrante in Mar Ligure. Per ritenere *Synagrops* un migrante c'è anche l'ostacolo delle abitudini batifile: la sua presenza in Mediterraneo dovrebbe derivare da un'espansione dell'areale di distribuzione finora accertato fino al Mar Rosso settentrionale e da un eventuale passaggio di uova o larve attraverso il Canale (puramente ipotetico, dal momento che non si conoscono le modalità di riproduzione di questo pesce).

Alcuni immigranti lessepsiani appartengono a generi che nel Terziario superiore erano ancora comuni nelle acque mediterranee corrispondenti all'Italia Centrale: *Etrumeus teres* (DE KAY, 1842), *Spratelloides gracilis* (SCHLEGEL, 1846), *Sargocentron rubrum* (FORSSKAL, 1775), *Hemiramphus sp.* un *Monacanthidae* indeterminato sono stati ritrovati nel giacimento pliocenico del fiume Marecchia presso Rimini (SORBINI, 1987); per questi pesci indopacifici più che di immigrazione si tratta di un ritorno a bacini dove erano stati presenti in condizioni climatiche più calde ma relativamente recenti.

La famiglia Acropomatidae è rappresentata nel giacimento eocenico di Bolca con *Acropoma lepidotus* (AGASSIZ) (SORBINI, 1974); la distribuzione attuale del genere *Acropoma* è indopacifica con *A. japonicus* GUNTHER 1859, *A. hanedai* MATSUBARA 1953 e *A. lecorneti* FOURMANOIR, 1988. Mentre le due ultime specie, per quanto è noto finora hanno un areale limitato, *A. japonicum* è presente dal Pacifico alla costa africana ed è stato di recente segnalato nel Golfo di Aqaba (AJIAD, 1987). Se un Acropomatidae indopacifico dovesse ritrovare una nicchia disponibile in Mediterraneo, *A. japonicum* sembrerebbe un candidato possibile a questa espansione.

La remota presenza di Acropomatidae nell'area Mediterranea apre la strada ad una seconda ipotesi: la possibilità che anche il genere *Synagrops* non rappresenti un'aggiunta recente, ma forse una rara presenza sfuggita finora alla ricerca. *S. japonicus* ha caratteristiche batifile più spiccate degli altri Acropomitadae, come il colore completamente nero e la presenza di apparati sensoriali particolarmente sviluppati: la cute del capo è cosparsa di fossette mucose e la vescica natatoria, biforcata anteriormente, prende contatto col cranio. Quest'ultimo adattamento,

correlato alla ricezione del suono, è analogo ai Gadiformi che raggiungono le maggiori profondità, cioé i Moridae (Poichè non tutti i *Synagrops* presentano vescica natatoria biforcata anteriormente, ritengo che questa differenza dovrebbe essere sottolineata almeno a livello di *genere).*

Esistono obbiettive difficoltà di riconoscimento specifico ed inquadramento sistematico di una serie di pesci apogonoidi batifili, spesso scarsamente separati dai caratteri meristici, come risulta anche dalla tormentata definizione delle famiglie Cheilodipteridae, Apogonidae, Acropomatidae, Percichthydae, cui di volta in volta è stato assegnato il genere *Synagrops.* Può dunque non risultare inverosimile che un pesce di questa taglia sia finora sfuggito alla ricerca, dal momento che la maggior parte delle nostre acquisizioni sulla fauna batiale deriva da raccolte ottenute dall'attività di pesca professionale. Per i pescatori un *Synagrops* adulto è simile ad un *Epigonus telescopus* (Anche questo pesce non è tra i più noti. Infatti solo le marinerie che hanno una tradizione di pesca profonda, come quelle ligure e siciliana, gli attribuiscono un nome - ugliassou e trigghia di fundu rispettivamente - BINI 1968) e solo chi è animato da autentica curiosità naturalistica può spingersi ad ispezionare la dentatura del pesce insolito e scoprire così una delle caratteristiche differenziali più salienti rispetto ad un *Epigonus.*

Gli studi delle uova e larve di pesci sulla base di raccolte planctoniche e del successivo mantenimento in acquario hanno nel nostro paese un'ottima tradizione; tanto lavoro specialistico potrebbe aggiungere qualche tessera al puzzle della presenza di *Synagrops* nel Mediterraneo. Tuttavia i dati sulle larve di pesci Apogonidi sono scarsi.

CAVALIERE (1955, 1956) richiamò l'attenzione sulla complessità dei reperti di Percoidi batifili dello stretto di Messina per riaffermare l'esistenza di una specie, *E. constanciae* Giglioli, che taluni avevano frettolosamente considerata non valida.

Solo a metà degli anni 70 tuttavia fu possibile distinguere con chiarezza le numerose specie del genere *Epigonus* - comprese le tre mediterranee, tab. 1 - grazie all'imponente lavoro di anatomia comparata di MAYER (1974) e come corollario mettere in sinonimia *E. trewavasae* ed *E. constanciae* accettando per ragioni di priorità quest'ultimo binomio (MAYER e TORTONESE 1977).

Ma gli stadi giovanili raccolti (e disegnati magistralmente da E Mazza) presso l'Istituto Talassografico di Messina vanno, a mio parere, al di là delle intenzioni di CAVALIERE, che voleva mettere a confronto due specie di *Epigonus.* Essi ripropongono le possibilità di scambio tra Apogonidae e famiglie affini, forse proprio tra *Epigonus telescopus* e *Synagrops japonicus.* Infatti nella tavola di CAVALIERE (1956) un giovane apogonide (fig. 5) è preceduto da alcuni stadi larvali a pinne ventrali lunghe, un carattere transitorio che non rientra tra quelli noti (MAYER 1974) per la famiglia Apogonidae (purtroppo non ho trovato in letteratura dati sulla morfologia larvale e giovanile degli Acropomatidae). In

particolare, il più avanzato degli individui a pinne lunghe, confrontato col pesce della fig. 5, mostra il profilo del capo più arrotondato, l'occhio più piccolo, il premascellare più prominente, il margine dell'opercolo più appuntito, la pettorale inserita più in basso, la cavità addominale estesa fino all'inserzione dell'anale. A mio parere questo stadio giovanile in base ai caratteri meristici (D 8 e 11; A 9 o 10) potrebbe essere interpretato come *Synagrops japonicus*.

**Tab. 1** - Principali caratteri meristici degli *Epigonus* nel Mediterraneo (MAYER 1974) e di *Synagrops japonicus* (HEEMSTRA 1986).

| | D1 | D2 | | A | | P |
|---|---|---|---|---|---|---|
| *E. constanciae (E. trawavasae)* | VII | I | 9 | II | 9 | 17 |
| *E. denticulatus* | VII | I | 10 | II | 9 | 19 |
| *E. telescopus* | VIII | I I | 10 | II | 7 | 21 |
| *S. japonicus* | VIII-IX | I | 9-I0 | II | 7-8 | 16-17 |

Se così fosse, la presenza di *S. japonicus* nel Mediterraneo sarebbe già stata documentata una trentina di anni fa, in una zona del Mediterraneo importante per i passaggi di eventuali migranti ma anche di speciale significato per lo studio della fauna profonda. Rimane il dilemma migrante o relitto misconosciuto della Tetide, a cui nuovi reperti potranno forse apportare qualche chiarimento.

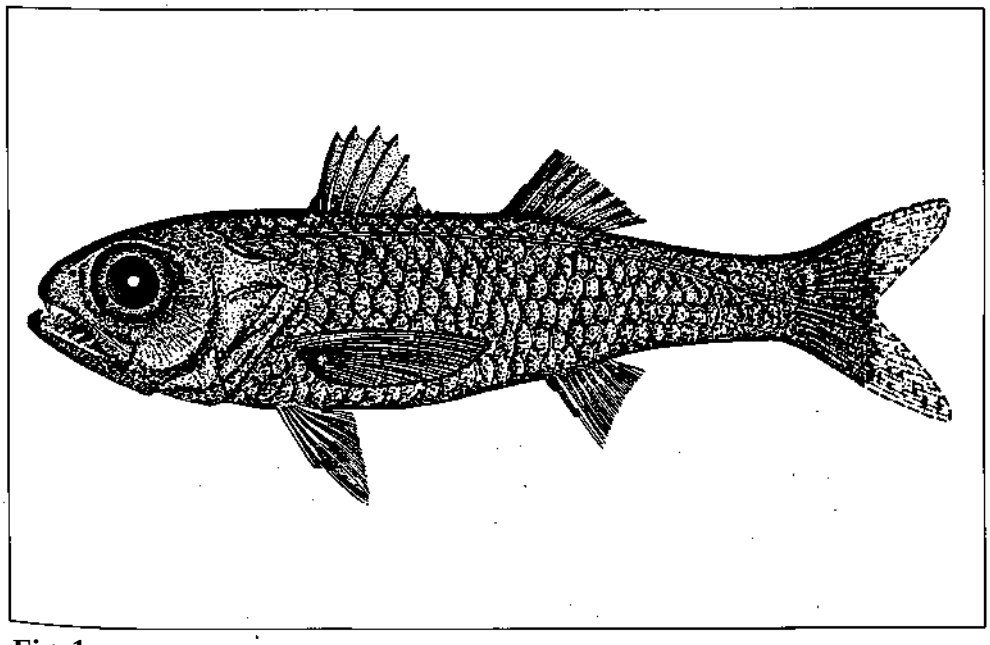


**Fig. 1**

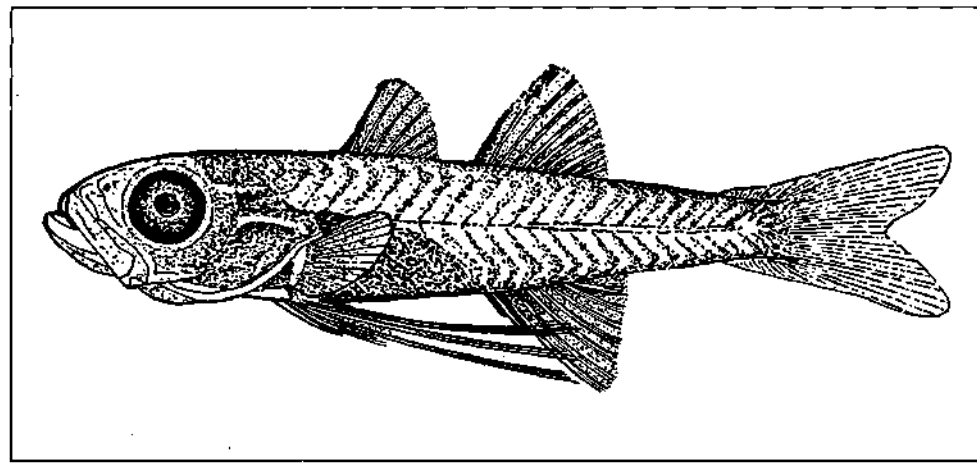


**Fig. 2** - Forma giovanile dello Stretto di Messina, attribuita a *Epigonus constanciae* (Cavaliere 1956) che potrebbe essere reinterpretata come *S. Japonicus*

**Bibliografia**

AJIAD A.M. (1987) - First record of *Aulacocephalus* Bleeker, 1857 from the Red Sea and four rare species from Aqaba, Jordan. *Cybium, 11* (1): 104-105.

ARON W., GOODYEAR R.H. (1969) - Fishes collected during a midwater trawling survey of the Gulf of Eilat and Red Sea. *Israel J. Zool. 18:* 237-244, 1 fig. 2t.

BEN-TUVIA A. (1985) - The impact of the Lessepsian (Suez canal) fish migration of the eastern Mediterranean ecosystem. *Mediterranean marine ecosystems* M. Moraitou-Apostolopoulou et V. Kiortsis eds. Plenum press: 367-375.

CAVALIERE A. (1955) - Uovo ovarico e stadi giovanili di *Pomatomus telescopium* Risso. *Boll. Pesca, piscicolt. e Idrobiol., 31,* 10 (n.s.) 99-103.

CAVALIERE A. (1956) - Su rari stadi larvali e giovanili di *Pomatomichthys costanciae* Gigl. e relativa differenziazione da stadi giovanili della specie affine *Pomatus telescopium* Risso. *Boll. Pesca, piscicolt. e Idrobiol., 32,* 11 (n.s.): 121-127.

FREDJ G., MAURIN C. (.1987) - Les poissons dans la banque de données MEDIFAUNE. Application a l' étude des caractéristiques de la faune ichthyologique méditerranéenne. *Cybium, 11* (3): 217-299.

FOURMANOIR P. (1988) - *Acropoma lecorneti,* une nouvelle espèce de Nouvelle Calédonie (Pisces, Perciformes, Acropomatidae). *Cybium, 12* (3): 259-263.

HEEMSTRA P. (1984) - in: *FAO Species Identification Sheets for fishery purposes, Western Indian Ocean* (Fishing Area 51) (Fischer N. e G. Bianchi eds), &, ACRO Syn. 2.

MAYER G.F. (1974) - A Revision of the cardinalfish Genus *Epigonus Mus. Comp. Zool.,* 146 (3): 147-203.

MAYER G.F., TORTONESE E. (1977) - *Epigonus trewavasae* poll, a junior synonym of *Epigonus costanciae* (Giglioli) (Perciformes, Apogonidae). *Breviora, 443:* 1-13.

ORSI RELINI L., COSTA M.R. (1987) - Cattura di un Marlin a Camogli: segnalazione di *Makaira indica* (Cuvier 1832) (Osteichthyes, Istiophoridae) nel Mediterraneo. *Doriana,* 6 (259): 1-4.

SORBINI L. (1974) - Studio paleontologico di *Acropoma lepidotus* (Agassiz) Pisces-Acropomidae. *Studi e ricerche sui giacimenti terziari di Bolca, 2* (Ed. Museo St. Nat. Verona): 177-197, 5 tav.

SORBINI L. (1987) - Biogeography and climatology of Pliocene and Messinian fossil fish of Eastern-Central Italy. *Boll. Mus. Civ. St. Nat. Verona* 14: 1-85.

*OEBALIA 1990 Suppl., Vol. XVI-1: 225-233* ISSN 0392-6613

F. BIAGI* S. DE RANIERI** C. VIVA**
* Centro Interuniversitario di Biologia Marina - P.le Mascagni, 1 - Livorno.
** Dipartimento Scienze dell'Ambiente e del Territorio - V Volta, 6 - Pisa.

# CONTRIBUTO ALLA CONOSCENZA DEL MERLUZZO CAPPELLANO, *TRISOPTEURS MINUTUS CAPELANUS* (LACEPÈDE, 1800), NELL'ARCIPELAGO TOSCANO MERIDIONALE.

**Abstract**

Ecological and biological data of poor cod.

*By a three years trawl survey, the Southern Tuscany Archipelago population of poor cod,* Trisopterus minutus capelanus *(Lacepède, 1800), has been investigated. This species represents an important resource in this area, as far as biomass is concerned. Particular attention has been addressed both to reproductive biology and vertical distribution by size and sex.*

**Key words**: *Trisopterus minutus capelanus,* Poor cod, distribution, sexratio.

## Introduzione

Per una corretta gestione delle risorse marine e per una migliore comprensione del "fenomeno pesca" diviene sempre più importante la conoscenza del contesto ecologico all'interno del quale si esplica qualunque attività di prelievo da parte dell'uomo (CADDY & SHARP, 1986). Questa esigenza è ampiamente avvertita laddove, la maggiore complessità dell'ecosistema, rende più difficoltoso l'utilizzo di modelli originariamente sviluppati per la gestione di stocks monospecifici, la nota complessità dell'ecosistema marino mediterraneo e con essa la multispecificità delle catture nelle attività dì pesca suggeriscono, pertanto, l'importanza di approfondire la

conoscenza della biologia e della ecologia anche di quelle specie, di scarso valore commerciale, che tuttavia possono svolgere un ruolo essenziale nella produttività del sistemai Inoltre per un uso corretto dei modelli analitici ed una accurata stima dei parametri degli stessi risulta importante conoscere come porzioni demografiche diverse si distribuiscono nello spazio e nel tempo (PAULY, 1984). Il merluzzo cappellano, *Trisopterus minutus capelanus*, sebbene non costituisca una specie bersaglio, per le marinerie operanti nell'Arcipelago Toscano Meridionale, rappresenta una rilevante percentuale delle catture commerciali con rete a strascico. La quantità sbarcata, in conseguenza del poco pregio economico di questa specie, presenta ampie fluttazioni stagionali non correlabili direttamente alle disponibilità di questa risorsa del mare. Nel presente lavoro è stata analizzata la distribuzione verticale ed orizzontale unitamente ad aspetti di biologia riproduttiva. Precedenti notizie sulla biologia di questa sottospecie provengono da: PLANAS & VIVES (1952); VIVES e SUAU (1956); MATTA (1958); FROGLIA & ZOPPINI (1980); FROGLIA (1981); TANGERINI & ARNERI (1983).

## Materiali e Metodi

La maggior parte dei campioni utilizzati provengono da campagne di pesca sperimentale con rete a strascico effettuate nell'ambito del programma di ricerca "Valutazione delle Risorse Demersali", promosso dal Ministero della Marina Mercantile, nel triennio 1985-87 (RELINI, 1985). L'area interessata dall'indagine comprende la parte meridionale dell'Arcipelago Toscano (Fig. 1).

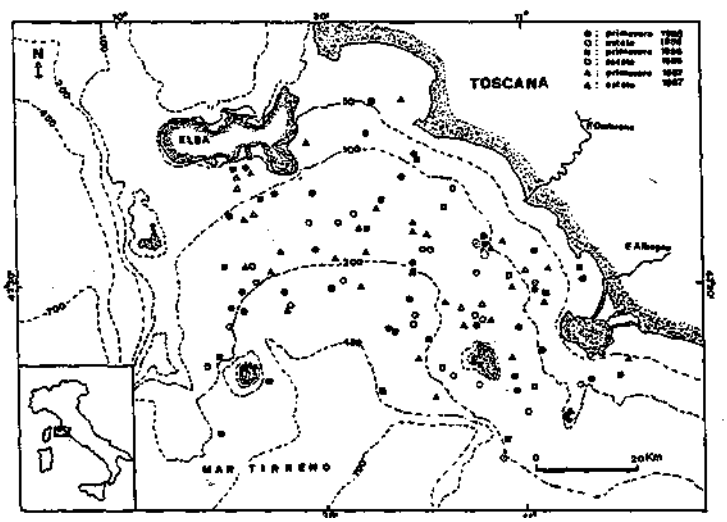



**Fig. 1** - Area di studio con le cale in cui è stata rinvenuta *T. Minutus Capelanus*

Il campionamento è stato condotto utilizzando due motopescherecci della marina di Porto S. Stefano attrezzati con rete a strascico con maglie al sacco di 16 e 20 mm (DE RANIERI *et al.*, 1988). I tassi di cattura, sono stati successivamente standardizzati in accordo a quanto stabilito in sede di coordinamento delle Unità Tirreniche (AUTERI *et al.*, 1988). Alcuni campioni sono stati acquistati durante rilevamenti campionari dello sbarcato. Gli esemplari così ottenuti sono stati congelati al rientro al porto base. Su ciascun esemplare dopo una procedura standardizzata di scongelamento, sono stati effettuati i seguenti rilevamenti: peso totale (P.T.); lunghezza totale (L.T.); determinazione macroscopica del sesso e dello stadio maturativo della gonade in individui di L.T. maggiore di 10 cm (HOLDEN & RAITT, 1974); prelievo e peso delle gonadi al 1/100 g per il calcolo dell'Indice Gonado-Somatico (I.G.S.). Sia l'analisi della distribuzione della taglia media nei due sessi che del tasso di mascolinità sono state effettuate, previa adeguata trasformazione dei dati, mediante la procedura GLM per l' Anova sbilanciata. L'analisi dei contrasti è stata ottenuta con il test di Scheffe (SOKAL & ROHLF 1981).

## Risultati

*T. minutus capelanus*, nei tre anni d'indagine, ha rappresentato in biomassa, una buona percentuale delle catture commerciali totali oscillando fra il 3.3 ed il 10%. La fig. 2, riportando i tassi di cattura standardizzati per strato e stagione, evidenzia la stretta correlazione tra rendimenti orari medi e la batimetria. Inoltre la fig. 3

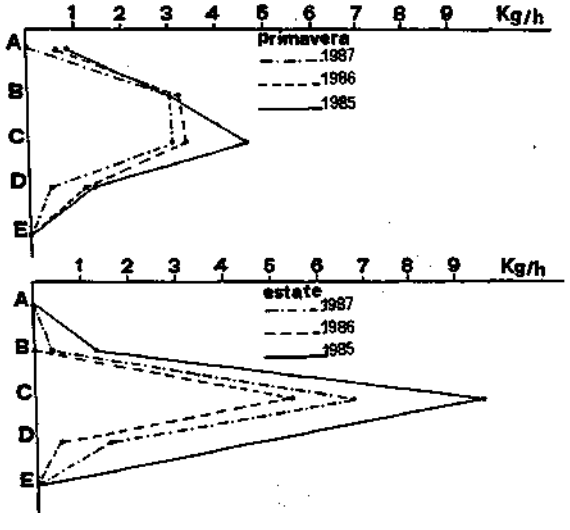



**Fig. 2** - Tasso medio di cattura standardizzato di *T. minutus capelanus* espresso in Kg/h per strato e campagna

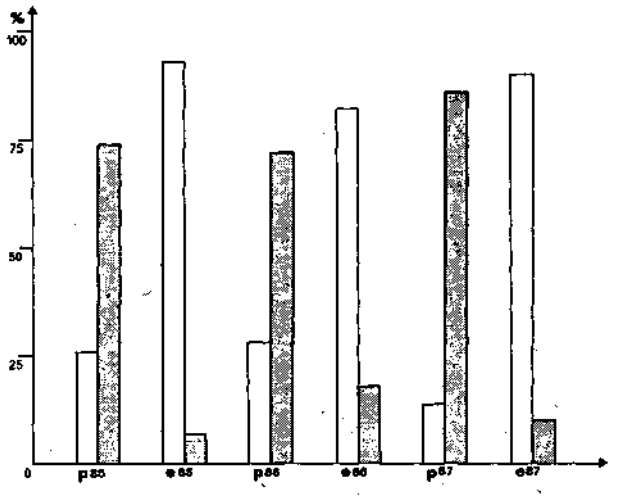



**Fig. 3** - Percentuale in numero della frazione commerciale (L.T. > 12 cm) e non commerciale sul totale catturato standardizzato di *T. minutus capelanus*

☐ frazione non commerciale; ▨ frazione commerciale.

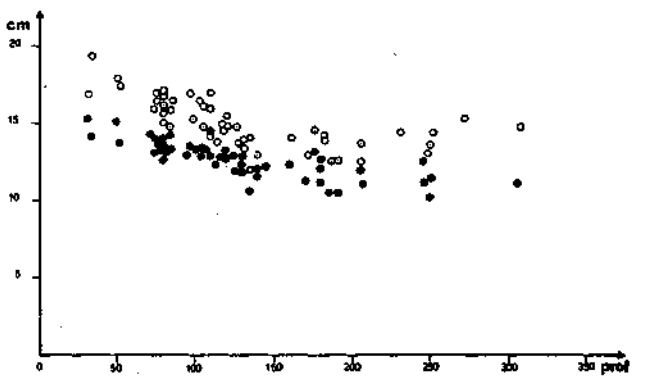



**Fig. 4** - Taglia media di cattura di 7. *minutus capelanus* per maschi e per femmine per singola cada nelle tre stagioni primaverili.

○ femmine; ● maschi.

mostra che nella stagione estiva in contrasto ad un aumento delle catture, sia in numero che in biomassa, vi è una sostanziale diminuzione della frazione commerciabile (individui maggiori di 12 cm di L.T.).

*T. minutus capelanus* ha presentato, in primavera, una distribuzione batimetrica molto ampia, in quanto è stata catturata tra le batimetriche dei 30 e 450 m (fig. 1). L'intervallo batimetrico distributivo, nei mesi estivi, è risultato più ridotto, essendo sostanzialmente localizzato tra gli 80 ed i 270 m.

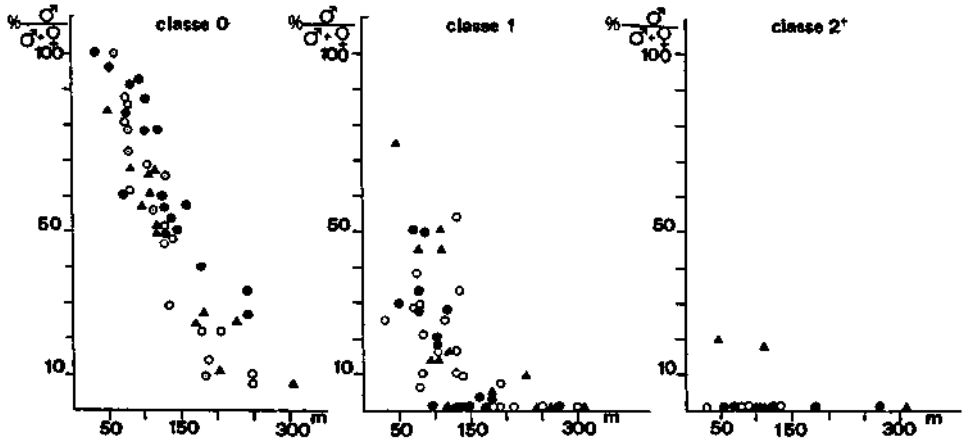



Fig. 5 - Tasso di mascolinità per classi di età e per singola cala durante le stagioni primaverili in *T. minutus capelanus.*

▲ *: primavera 1985* ○ *: primavera 1986* ● *: primavera 1987*

La taglia media primaverile delle femmine è risultata maggiore di quella maschile a tutte le profondità; inoltre entrambi i sessi hanno presentato lunghezze medie maggiori a batimetrie inferiori (fig. 4).

Ogni stagione, nel complesso, ha presentato una sex-ratio della popolazione spostata significativamente a favore delle femmine (e.g. in primavera 1986 M/F = 064 x = 118.23 P<0.001 ed in estate 1986 M/F=0.61 x = 67.75 P<0.001), tale risultato concorda con quanto descritto da TANGERINI e ARNIERI (1983) in uno studio condotto nel mar Adriatico. E' degno di nota segnalare che la sottospecie atlantica, *T. minutus minutus,* presenta nelle acque scozzesi occidentali un rapporto sessi globale di 1:1 (COOPER, 1983). Il comportamento del rapporto relativo fra maschi e femmine, espresso come tasso di mascolinità medio (KARTAS & QUIGNARD, 1984) analizzato secondo la classe d'età e la batimetria ha mostrato un comportamento interessante (fig. 5). L'individuazione delle classi d'età è stata ottenuta facendo riferimento, in via preliminare, a quanto descritto da FROGLIA & ZOPPINI (1980) e FROGLIA (1981) per l'accrescimento di questa specie. Sebbene la precedente scomposizione, in considerazione del differente accrescimento che presentano i due sessi (VIVES e SUAU, 1956:) e mostrando le femmine tassi di crescita maggiori, sia da ritenersi poco accurata, sovrastimando il tasso di mascolinità in classe 0 ed 1, non ne altera l'andamento batimetrico. Questi dati, previa trasformazione angolare, sono stati analizzati con l'analisi della varianza. Questa ha messo in evidenza la significatività dei fattori profondità e classe d'età, e la non significatività dell'anno di campionato relativamente al tasso di mascolinità. La classe 0 presenta una maggiore presenza di maschi a profondità inferiori ai 100 m in seguito si ha una contemporanea diminuzione dei maschi ed

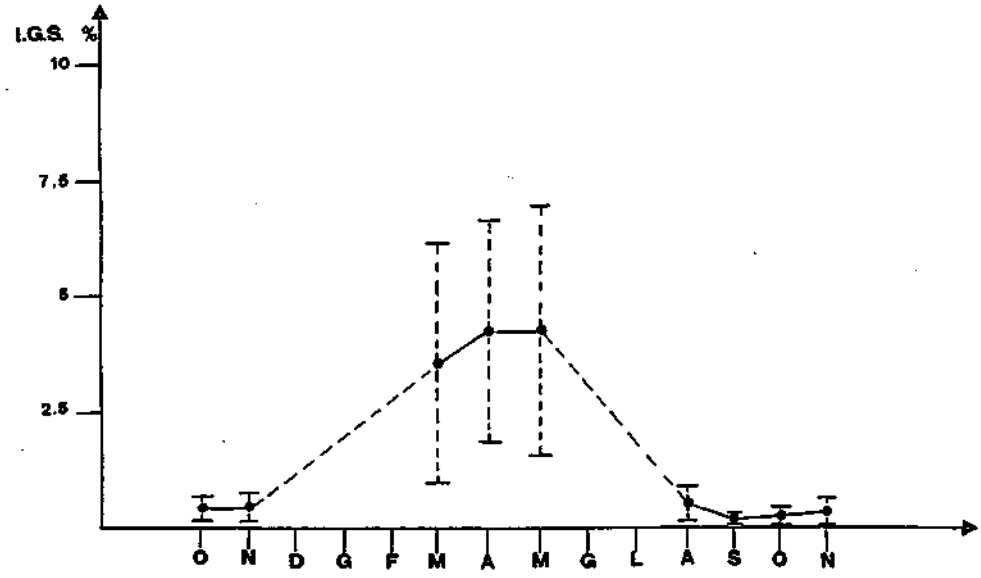



**Fig. 6** - Variazione mensile dell'Indice Gonado Somatico nelle femmine di *T. minutus capelanus*

un aumento delle femmine. In classe 1 ed ancor più in classe 2+ si ha una drastica diminuzione della porzione maschile, che si fa più marcata all'aumentare della profondità. Non sono stati più rinvenuti maschi a partire dalla taglia di 20 cm. Sono stati riportati da COOPER (1983) dati molto simili per la sottospecie nominale. Il ciclo riproduttivo è stato preliminarmente studiato utilizzando informazioni macroscopiche circa lo stato maturativo delle gonadi. La scala maturativa utilizzata è quella presentata da HOLDEN & RAIT (1974) per le specie a disposizione frazionata. In tale senso si sono già espressi FROGLIA (1981) e HISLOP (1984).

Durante i mesi primaverili, da febbraio fino a maggio, sono sempre stati trovati sia maschi che femmine, di taglia maggiore di 10 cm, in stadi avanzati di sviluppo, sino a giungere nella tarda primavera al prevalere di individui con gonade fluente. L'andamento dell'Indice Gonado Somatico (fig. 6), pur nella sua incompletezza, individua nei mesi primaverili l'epoca riproduttiva. Non sono stati rinvenuti nei campioni estivi esemplari che presentavano stadi avanzati di sviluppo. Pertanto questa specie sembra avere un singolo periodo riproduttivo che si estende, almeno, su tutti i mesi primaverili.

## Conclusioni

In questa succinta analisi della biologia e della ecologia di *T. minutus capelanus* si evidenziano alcuni aspetti la cui conoscenza è importante per un uso più corretto di modelli di dinamica di popolazione. Ad esempio i tassi di cattura correlati con la profondità e la variazione batimetrica della taglia media per entrambi i sessi suggeriscono un uso oculato delle curve di cattura (PAULY, 1984). La lunga stagione riproduttiva, da fine inverno quasi a fine primavera, la deposizione frazionata assieme al ciclo vitale breve suggeriscono una strategia adattiva di tipo "r".

In considerazione che specie con tali caratteristiche possono presentare variazioni, anche notevoli, di abbondanza da un periodo all'altro risulta quanto mai importante attuare un monitoraggio costante nel tempo della struttura e dinamica di questa specie al fine di una sua corretta gestione.

## Summary

Trisopterus minutus capelanus *is one of the most abundant species of fishes on soft bottoms in the Tuscany Archipelago.*

*In this paper particular attention has been devoted both to reproductive biology and vertical distribution by size and sex. The species distribution shows, in spring, a wide vertical range from 30 to 450 m, while in summer it essentially narrows between 80 and 270 m. The catch rates are strongly correlated with depth. Highest catch per effort data are located, in spring, between nearly 80 and 250 m, whilst in summer between 110-120 and 250 m.*

*During spring the mean total length of the females is higher than that of males one at each depth; besides both sexes show the highest mean total lengths at the lower bathymetries.*

*The overall sex-ratio (M/F) is significantly different from 1, the majority being females. The masculinity rate by age age class depth shows an interesting trend. The 0-group has a majority of males at depth lower than 100 m, at higher depths the females increase and the males decrease. The 1-group shows a drastic reduction of males increasingly with depth. In the 2-group practically there are no males. We have not found any male bigger than 20 cm total length.*

*The analysis of G.S.I. indicates a long spawning season lasting from the end of winter to May - June.*

**Bibliografia**

AUTERI R., BAIANO R., RIGHINI P., SERENA F. (1988) - Valutazione delle risorse demersali: proposta di un metodo per rendere confrontabili i rendimenti. *Atti XX Congresso S.I.B.M.,* Vibo Valentia, 19-24 Settembre 1988.

CADDY J.F. & SHARP G.D. (1986) - An ecological framework for marine fishery investigations. *Fao Fish. Tech. Pap.* 283:152 p.

COOPER A; (1983) - The reproductive biology of poor cod, *Trisopterus minutus* L., whiting, *Merlangius merlangus* L., and Norway pout, *Trisopterus esmarkii* Nilsonn, off the west coast of Scotland. *J. Fish Biol.,* 22, 317-324.

DE RANIERI S., BELCARI P., BIAGI F., MORI M. & PELLEGRINI D. (1988) - Valutazione delle risorse demersali fra l'lsola d'Elba e l'lsola di Giannutri: primi risultati delle campagne 1985. *Atti Seminari Per la Pesca e l'Acquacultura,* Roma, Novembre-Dicembre, 1986. M.M.M. & C.N.R. (eds.), Vol. III: 1167-1196.

FROGLIA C. & ZOPPINI A.M. (1981) - Observation on growth of *Trisopterus minutus capelanus* (Risso) (Pisces, Gadidae) in the Central Adriatic Sea. *Rapp. Comm. int. Mer Médit.,* 27,5.

FROGLIA C. (1981) - Summary of biological parameters on *Trisopterus minutus capelanus* (Risso) in the Adriatic. *FAO Fish. Rep.,* 253: 97-100.

HISLOP J.R.G. - A comparison of the reproductive tactis and strategies of cod, haddock, whiting and norway pout in the North Sea. in: *Fish Reproduction: Strategies And Tactics.* Ed. by POTTS G.W. & WOTTOM R. J., *Academic Press.* London 1985, 410 p.

HOLDEN M. J. & RAITT D. F. S. (1974) - Manual of fisheries science. Part 2 - Methods of resource investigation and their application. *FAO Fish. Tech. Pap.,* 115 Rev. 1: 214 p.

KARTAS F. & QUIGNARD J. P. (1984) - La fécondité des poisson Téléostéens. *Collection de Biologies des Milieux Marins* 5.

MATTA F. (1958) - La pesca a strascico nell'Arcipelago Toscano. *Boll. Piscic. Idrobiol.,* 13, 43-87.

PAULY D. (1984) - Fish population dynamics in tropical waters: A manual for use with programmable calculators. *ICLAR Studies and Review* 8, International Center for Living Aquatic Resources Management, Manila, Philippines.

PLANAS A. & VIVES F. (1952) - Contribucion la estudio de la Mollera *(Gadus minutus* L.) del Mediterraneo Occidental (Sectores de Vinaroz e Islas Columbretes). *P. Inst. Biol. Api., Tomo* x, 151-181.

RELINI G. (1985) - Programme of the Italian Ministry of Merchant Marine for demersal resources survey in the area 37/3, 119-123. Garcia S. & Charbonnier D. (eds). GFCM Report of the second Technical Consultation on stock assessment in the Central Mediterranean. Mazara del Vallo, Italy, 24-27 June 1985. *FAO Fish. Rep.*, 336. 140 p.

SOKAL R. R. & ROHLF F.J. (1981) - Biometry. 2nd ed. Freeman and Company, San Francisco, California. 1-859.

TANGERINI P. & ARNERI E. (1983) - Biological data collected during the Pipeta expedition, on the poor-cod, Trisopterus minutus capelanus (Risso), in the *Adriatic Sea.* III Consultazione Tecnica C.G.P.M:, Fano 1983.

VIVES F. & SUAU P. (1956) - Sobre la biologia de la Mollera *(Gadus capelanus*, Risso). *Inv. Pesq., Tomo V,* p. 17-30.

*OEBALIA 1990 Suppl., Vol. XVI-1: 235-244* ISSN 0392-6613

G.D. ARDIZZONE A. CAU**
* Dipartimento di Biologia Animale e dell'Uomo - Università di Roma I.
Viale dell'Università, 32 Roma Italia.
** Istituto di Zoologia - Università di Cagliari.

# MODELLI DI DINAMICA DI POPOLAZIONE BASATI SU DATI DI PESCA SPERIMENTALE: PRIME VALUTAZIONI SULLO STATO DEGLI STOCKS DI *MERLUCCIUS* (L.) DEL TIRRENO CENTRALE.

**Abstract**

Models of population dinamics from experimental trawl survey data

*Data on* Merluccius merluccius *from four experimental trawl surveys in Southern Latium and Sardinia have been investigated by means of analytical and production models based on estimates of total Mortality. An overfishing status is evident in both the regions. Analytical models are more efficient for these assessment purposes also at local level.*

**Key-words**: Trawl surveys, population dinamics, *Merluccius merluccius*, Tyrrhenian sea.

## Introduzione

Per la valutazione dello stato delle risorse demersali sono attualmente disponibili due categorie di modelli: quelli analitici (BEVERTON E HOLT, 1957; RICKER, 1975) che si basano su parametri individuali (accrescimento) e di popolazione (densità e mortalità) per stimare gli effetti sui rendimenti ottenuti a seguito di modifiche dello sfruttamento (sforzo di pesca, taglia di prima cattura): quelli di produzione o globali (SCHAEFER, 1954; PALOHEIMO e DICKIE, 1964; FOX, 1970; WALTER, 1979; SCHNUTE, 1977) che si basano su serie storiche di dati di cattura totale e di sforzo di pesca attraverso cui possono mettere

in evidenza la dipendenza dello stock dell'intensità dello sfruttamento.

Gran parte di questi modelli è stato sviluppato in realtà diverse da quelle mediterranee e soltanto recentemente è stata posta maggiore attenzione alle condizioni peculiari delle risorse di acque temperate e calde. A tal fine, più che studiare nuovi modelli si è cercato di integrare e modificare gli esistenti per ovviare a problemi quali il rapido accrescimento, le difficoltà di lettura tradizionale dell'età (otoliti e squame), pesca multispecifica, assenza di serie di dati di cattura attendibili (MUNRO, 1979; GARCIA, 1983; PAULY, 1983; GARCIA E DEMETROPULOS, 1986; JOSSE e GARCIA, 1986).

Le recenti campagne sperimentali di pesca a strascico finanziate dal Ministero Marina Mercantile hanno fornito una enorme mole di dati per tutti i mari italiani, ma la difficoltà di gestirli attraverso modelli di dinamica di popolazione per ottenere delle valutazioni sullo stato delle risorse risiede principalmente nella generale assenza di accurate serie storiche di dati di sbarcato commerciale.

Il fine di questo lavoro è quello di verificare l'applicazione di tali modelli in assenza di statistiche di cattura ma con la disponibilità di informazioni sulla biologia e sulla struttura delle popolazioni sfruttate, derivanti da campagne di pesca sperimentali.

La scelta del merluzzo *(Merluccius merluccius),* di cui è nota tra l'altro l'ampia letteratura per il Mediterraneo, è dovuta all'abbondanza di tale specie nelle campagne sperimentali che ha consentito la disponibilità di dati quantitativi idonei alle elaborazioni previste.

Va infine sottolineato come questa applicazione di modelli, analitici **e** di produzione, possa fornire una verifica di validità metodologica attraverso il confronto dei risultati ottenuti ma la valutazione dello stato di questa specie va intesa in senso assolutamente preliminare, in parte per la necessità di approfondire ancora alcuni dati biologici, ma soprattutto poiché, particolarmente per i modelli di produzione, si ritiene indispensabile operare su più vaste aree geografiche ( ad es. il Tirreno) per definire correttamente la soglia di sovrappesca.

## Materiali e Metodi

Sono stati utilizzati i dati raccolti negli anni 1985 - 1986 durante le campagne sperimentali di pesca a strascico (Ministero Marina Mercantile) svolte nel Lazio meridionale e nella Sardegna per un totale di 270 cale. Il disegno statistico di campionamento è di tipo stratificato e randomizzato con numero di cale, per ciascuno strato, proporzionale alla sua estensione.

I rendimenti orari sono stati resi confrontabili a seguito della normalizzazione degli sforzi di pesca effettuata per tutte le unità operative del Tirreno (AUTERI *et*

*al.*, 1988). Inoltre, dei settori in cui ogni unità operativa suddivideva la propria zona, ne sono stati utilizzati tre su sette per la Sardegna (5 -6 - 7, area meridionale e occidentale) per una superficie totale di 3636 miglia quadrate ed entrambi quelli del Lazio (A - Anzio e T - Terracina) per una superficie totale di 1476 miglia quadrate. Per ulteriori informazioni sul campionamento, sulle zone interessate e sui motopescherecci impiegati si rimanda agli atti del Convegno Ministero Marina Mercantile- Consiglio Nazionale delle Ricerche (1988).

La maglia impiegata nei pescherecci laziali è di 24 mm mentre per la Sardegna è di 38 mm (diagonale stirata). I parametri di accrescimento (L , K, $t_0$) del Merluzzo sono stati calcolati integrando diversi dati quali letture di otoliti, distribuzione di frequenza delle taglie, informazioni di letteratura.

Il coefficiente di Mortalità naturale (M) è stato stimato con il metodo di PAULY (1980) di regressione multipla basata sui valori di accrescimento, L , K e della temperatura media annuale dell'acqua in cui lo stock vive. La stima della Mortalità totale (Z) si è ottenuta per mezzo della "curva di cattura" $\ln N/\Delta t = a + bt$, con $\Delta t$ = intervallo di tempo per la crescita dal limite inferiore (t1) a quello superiore (t2) di ogni classe di lunghezza e t = età relativa al punto medio della classe di lunghezza in questione (JONES, 1981; PAULY, 1983).

Il calcolo di Z per ciascun settore è stato effettuato utilizzando il programma in SPARRE (1986).

Dalle stime di Mortalità totale e naturale sono state ricavate le mortalità da pesca, ed è stato calcolato il tasso di sfruttamento E= F/Z. La taglia di prima cattura (L 50%) è stata calcolata per mezzo della "selection ogive" secondo il programma in SPARRE (1986).

Il modello analitico di BEVERTON e HOLT (1957) è stato applicato partendo dai parametri della curva di accrescimento e dal coefficiente di Mortalità naturale, mentre l'ingresso nel grafico delle isoplete di rendimento (Y/R) per l'individuazione dei punti osservati, è stato effettuato utilizzando la mortalità totale e la taglia di prima cattura precedentemente calcolate.

Per il modello di produzione, derivato da quello di SCHAEFER (1954), si sono utilizzati dati di cattura per unità di sforzo normalizzati per i diversi settori e dati di Mortalità totale come indice diretto dello sforzo di pesca. Il modello in questo caso non evidenzia un MSY ma la cosiddetta produzione biologica massima (MBP) (CADDY e CSIRKE, 1983). Allo stesso tempo non si sono utilizzate serie storiche di dati ma dati di uno stesso periodo relativi a più aree confrontabili (CADDY e GARCIA, 1982; GARCIA, 1983). Si è sostituito cioé, rispetto al modello originario, la serie temporale di coppie CPUE/Sforzo di Pesca con coppie di CPUE/Mortalità totale, in aree geografiche con simili condizioni ambientali e di produzione, entrambi i dati derivanti da campagne di pesca sperimentale.

## Risultati

Le aree considerate, Lazio e Sardegna, essendo poste a simile latitudine, sono accomunabili per caratteristiche climatiche e ciò ha permesso un'unica stima dei parametri di accrescimento e Mortalità naturale del merluzzo: L = 63.94, K = 0.159 e $t_0$ = 0.554 per l'equazione di Von Bertalanffy e M = 0.34 la Mortalità naturale secondo PAULY con T °C = 17.5.

La taglia di prima cattura (L 50%) varia tra 9.5 e 10 cm per il Lazio e tra 14.5 e 15.5 cm per la Sardegna.

Il calcolo di Z mediante la curva di cattura, di cui si riporta (Fig. 1) un esempio per il Lazio (settore Terracina), ha fornito dei valori compresi tra 1.94 ± 0.15 e 2.66 ± 0.21 per il Lazio e tra 1.27 ± 0.18 e 0.87 ± 0.23 per la Sardegna. La Mortalità da pesca quindi è compresa tra 1.6 e 2.32 per il Lazio e 0.93 e 1.53 per la Sardegna, e il tasso di sfruttamento E tra 0.82 e 0.87 per il Lazio e tra 0.73 e 0.81 per la Sardegna.

Già questi primi valori, anche se diversificati nelle due regioni, mostrano in

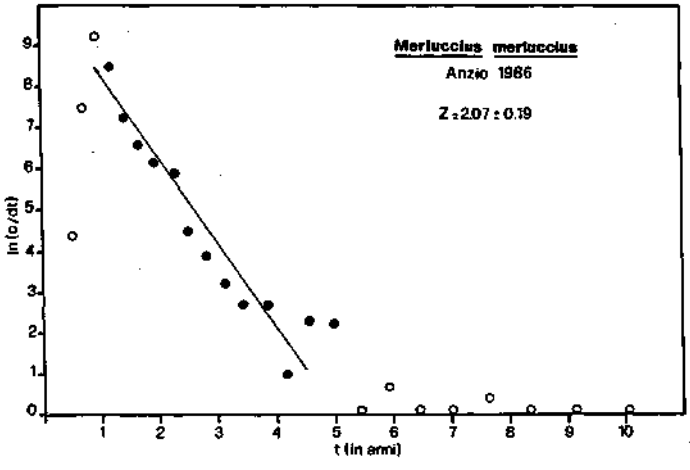



**Fig. 1**

| | LAZIO | SARDEGNA |
|---|---|---|
| M = 0,34 | | |
| F | 1,6 1,73 1,8 2,32 | 0,99 1,13 1,24 0,93 1,53 1,08 |
| E | 0,82 0,83 0,84 0,87 | 0,74 0,77 0,78 0,73 0,81 0,76 |

**Tab. 1**

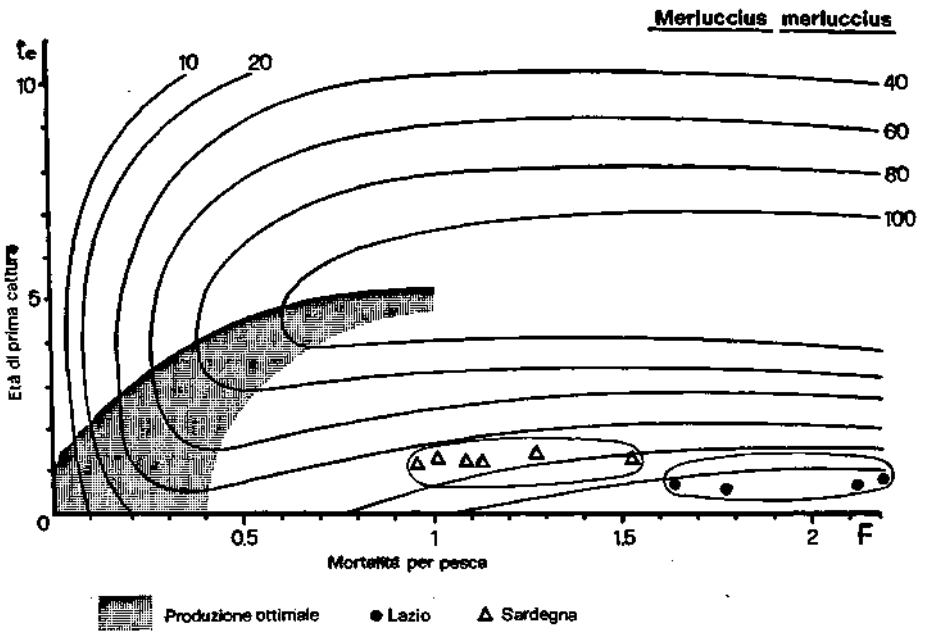



**Fig. 2**

entrambe un'elevata Mortalità per pesca ed un tasso di sfruttamento al di là delle condizioni ottimali (F = M e quindi E = 0.5). E' stato applicato quindi il modello analitico di BEVERTON E HOLT, ottenendo dei rendimenti per recluta (Y/R) che, dagli F e tc precedentemente calcolati, evidenziano due aree distinte: una con valori inferiori ai 10 g per il Lazio ed una intorno ai 20 g per la Sardegna (Fig. 2). L'Y/R massimo teorico è pari a 110.8 g. L'area di produzione ottimale va però ridotta in quanto il modello, con un rapporto M/K alto (> 1.5) come nel nostro caso per il merluzzo (2.14), indica rendimenti ottimali con valori di E > 0.5 e quindi raccomanda sovrappesca. In questo caso può essere utile l'uso del F 0.1 o E 0.l, valore che produce una curva Y/R pari ad 1/10 della tangente all'origine (GULLAND e BOREMA, 1973). I risultati derivanti dall'analisi del tasso di sfruttamento del modello di BEVERTON e HOLT concordano quindi nell' illustrare per questa specie una condizione di sovrappesca in entrambe le regioni.

L'applicazione del modello di produzione (Fig. 3) evidenzia un livello di Mortalità totale ottimale pari a 1.98, sicuramente eccessivo in relazione alle considerazioni precedentemente fatte. La disposizione dei punti relativi ai diversi settori delle due regioni è simile a quanto ottenuto con il modello analitico ma sostanzialmente diversa è la valutazione dello stato di sfruttamento: infatti appare quale condizione ottimale quella del settore (A) del Lazio, sottosfruttata la Sardegna e in leggera sovrappesca il settore (T) del Lazio.

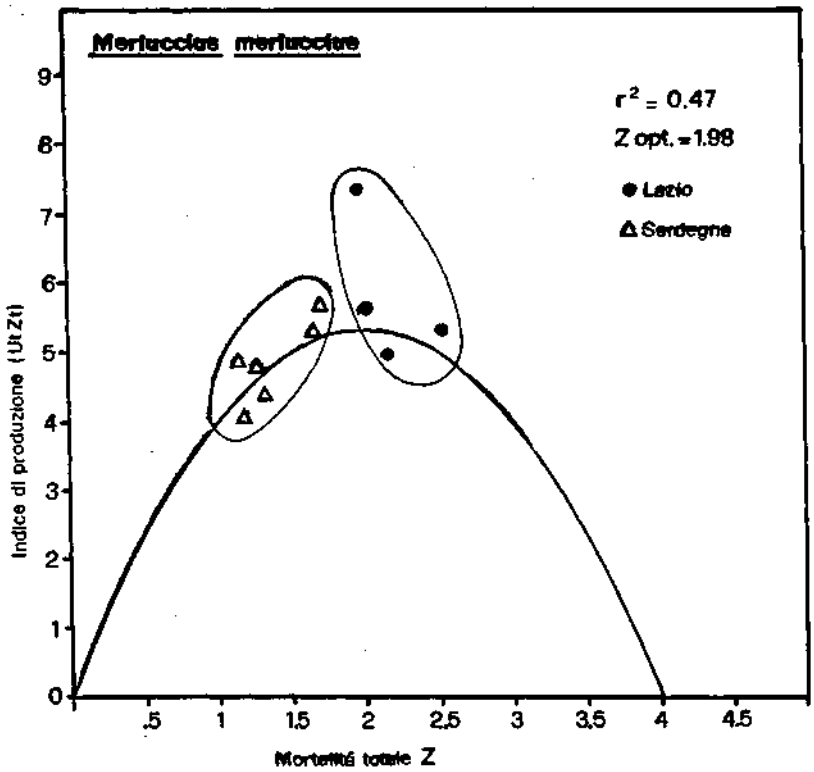



**Fig. 3**

## Discussione e Conclusioni

I risultati ottenuti evidenziano una scarsa validità del modello di produzione tanto per il valore di Mortalità totale ottimale individuato quanto perché spiega soltanto il 46.8% della varianza osservata. Alle assunzioni di base (simile struttura di comunità, produttività e risposta allo sfruttamento) andrebbe aggiunto, quale condizione indispensabile, l'impiego di dati relativi a diversi livelli di sforzo di pesca nelle varie zone. Infatti la combinazione sullo stesso modello di dati corrispondenti a zone dove il livello di sfruttamento differisce notevolmente, aumenta l'estensione della variabile indipendente e quindi l'accuratezza del modello. Per tale motivo questa applicazione per Sardegna e Lazio, entrambe aree ad elevata mortalità per pesca, deve essere considerata scarsamente significativa.

Risposte più attendibili fornisce invece l'applicazione del modello di rendimento per recluta in cui, avendo a disposizione buone stime di Z e dei parametri di accrescimento; i "rischi" interpretativi sono sicuramente minori essendo ben nota la validità e robustezza del modello.

Ora, al di là dell'annoso problema di una stima valida dei parametri di

accrescimento, una efficace applicazione di modelli analitici con dati di cattura sperimentali rimane legato ad una buona stima di Z. L'impiego della "catch curve" è sicuramente efficace ma deve essere riservato a dati che possano essere considerati, con buona approssimazione, rappresentativi della struttura dello stock presente nell'area in quanto stime di Z potranno ottenersi in ogni caso ma la loro attendibilità può in molti casi essere limitata. Infatti un disegno di campionamento o un trattamento di dati poco accurati possono fornire bias tali da condizionare tutte le successive elaborazioni.

Ad esempio una allocazione di cale non proporzionale alla superficie strascicabile di ogni strato (in caso di campionamento stratificato) può portare, in specie in cui la taglia sia funzione della profondità come buona parte delle specie mediterranee, ad una sovrastima o sottostima della struttura per taglia della popolazione e quindi ad errori grossolani nelle stime di Z. Tale problema può verificarsi in numerose altre circostanze quali la scelta dei periodi di campionamento (in relazione al comportamento della specie) o ancora in caso di insufficiente o errato sub-campionamento qualora si abbiano catture consistenti di determinate specie.

Quindi, sottolineando ancora la preliminarietà di questi risultati, si può considerare efficace, anche per valutazioni locali, l'applicazione di modelli analitici utilizzando stime di Mortalità totale, mentre per ciò che concerne i modelli di produzione è necessario disporre di numerosi dati di base, rappresentativi di condizioni di sfruttamento eterogenee, tra l'altro difficilmente riscontrabili nei mari italiani per il generale stato di sovrappesca presente.

Infine per ciò che concerne future azioni di monitoraggio nell'ambito dei programmi Ministero Marina Mercantile (anche in considerazione della necessità di valutazione degli effetti prodotti dal fermo di pesca) si ritiene utile, al fine di una corretta applicazione di tali modelli, la pianificazione di un unico disegno di campionamento a livello nazionale che abbia come obiettivo il raggiungimento di una corretta ricostruzione della struttura delle diverse popolazioni pescate. Ciò può essere ottenuto lavorando tanto su materiale proveniente dà pesca sperimentale quanto su prodotto commerciale.

Le esperienze avute lavorando nell'area tirrenica nelle due direzioni, hanno evidenziato la difficoltà ad operare sullo sbarcato commerciale in quanto estremamente frammentarie e non sempre controllabili le modalità di avvio alla commercializzazione. Inoltre a bordo di ogni peschereccio la suddivisione del pescato in base alle necessità commerciali spesso rende difficilmente ricostruibile la struttura delle popolazioni pescate (giovanili gettati o in cassette di misto, specie diverse unite in funzione del valore commerciale, ecc.) con una bassa densità di campionamento.

Ciò indicherebbe come maggiormente idoneo il lavoro tramite campagne sperimentali, anche se non sono da sottovalutare rischi quali ad esempio una

ripartizione della risorsa non proporzionale al suo areale strascicabile, o una difficile normalizzazione dello sforzo di pesca dovuto ad una eccessiva variabilità dei coefficienti di catturabilità (numerose e diverse le unità operative e gli attrezzi da pesca).

## Summary

*Hake* (Merluccius merluccius) *data from research trawl surveys in Central Tyrrhenian Sea (Southern Latium and Sardinia) are analyzed by means of models of population dinamics to obtain a preliminary assessment of this fishery resource.*

*The studied sites are located at the same latitude and therefore may be joined as climatic characteristics. This condition allowed a single estimate of the growth parameters, L =63.94, K = 0.159, $t_0$ = 0.554 and Natural Mortality with the PAULY regression M = 0.34 (with T° C = 17.5).*

*The main difficulties in applying in Italy analytical and production models on research trawl survey data consist in the lacking of reliable fishery statistics both on capture and fishing effort. Total Mortality coefficient (Z) calculated by means of catch curve has been utilized in this case as a direct index of Fishing Mortality rate (F) and therefore of fishing effort, not with sequential data from one area but with contemporary data from many fishing ground with similar biological characteristics.*

*Fishing Mortality (F) and length of first capture $t_0$ (L 50% from selection ogive) has been calculated to apply analytical models of yield per recruit. More over a Schaefer-like production model has been utilized with standardized capture data from research vessels and Total Mortality from different areas.*

*The first approach seems to be quite efficient in determining the fish resource status also at local level (overfishing status present in both the regions) while the second suggests a need of more diversified data of fish exploitation levels in different areas to obtain good fitting from the model.*

## Bibliografia

AUTERI R., BAINO R., RIGHINI P., SERENA F. (1988) - Valutazione delle risorse demersali: proposta di un metodo per rendere confrontabile i rendimenti. Atti XX Congresso S.I.B.M., Vibo Valentia 19-24 Settembre 1988.

BEVERTON R., HOLT S.J. (1957) - On the dynamics of exploited fish populations. *Fish. Invest. Minist. Agric. Fish. Food U.K.* (series 2). 19: 533 p.

CADDY J.F., GARCIA S. (1982) - Production modelling without long data series. *FAO Fish. Rep.* 238: 309-313.

CSIRKE J., CADDY F. (1983) - Production modelling using mortality estimates. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 40: 43-45.

FOX W.W. (1970) - An exponential surplus - yield model for optimizing exploited fish populations. *Trans. Am. Fish. Soc.* 99: 80-88.

GULLAND J. A., BOREMA L. K. (1973) - Scientific advice on catch levels. *US. Fish. Bull.* 71: 325-335.

GARCIA S. (1983) - Un exemple d'utilisation des modeles de production composites en Méditerranée espagnole. *FAO Fish. Rep.* 305: 97-105.

GARCIA S., DEMETROPOULOS A. (1986) - Management of Cyprus fisheries. *FAO Fish. Tech. Pap.* 250: 40 p.

JONES R. (1981) - The use of length composition data in fish stock assessment with notes on VPA and Cohort Analysis. *FAO Fish. Circ.* 734,55 p.

JOSSE E., GARCIA S. (1983) - Description et evaluation des resources halieutiques de la ZEE Mauritanienne. *FAO. Copace/Pace Series* 86/87, 310 p.

MINISTERO MARINA MERCANTILE - CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RICERCHE (1988) - La valutazione delle risorse demersali nei mari Italiani. Atti seminari delle Unità Operative responsabili dei progetti di ricerca promossi nell'ambito dello schema preliminare di piano per la pesca e l'acquacoltura. Vol. III: 1797 p. Roma 10 - 11 Novembre 1986.

MUNRO J. L. (1979) - Stock assessment models: applicability and utility in tropical small-scale fisheries. *In:* Proceedings of the International Workshop, University of Rhode Island, Sept. 1979. Kingston, R.I., University of Rhode Island Press: 35-47.

PALOHEIMO J. E., DICKIE L. M. (1964) - Abundance and fishing success. In: CIEM, 152- 163.

PAULY D. (1980) - On the interrelationship between natural mortality, growth parameter, and mean environmental temperature in 175 fish stocks. *J. Cons. Int. Explor. Mer.* 39 (2) : 175 - 192.

PAULY D. (1983) - Some simple methods for the assessment of tropical fish stocks. *FAO Fish. Tech. pap.* 234: 52 p.

RICKER W.E. (1975) - Computation and interpretation of biological statistics of fish population. *Bull. Fish. Res. Board Can.,* 191: 382 p.

SCHAEFER M. B. (1954) - Some aspects of the dynamics of populations important to the management of marine fisheries. *Boll. I.* Attc. 1: 25-56.

SCHNUTE J. (1977) - Improved estimates from the Schaefer model: theoretical considerations. /. *Fish. Res. Board Can.,* 34: 583-603.

SPARRE P. (1987) - Computer programs for fish stock assessment. Lenghtbased fish stock assessment (LFSA) for Apple II computers. *FAO Fish. Tech. Pap.,* 10, Suppl. 2: 218 p.

WALTER G. C. (1973) - Delay - differential equation model for fisheries biomass. *J. Fish. Res. Board Can.* 30 (7): 939-945.

*OEBALIA 1990 Suppl., Vol. XVI-1: 245-255* *ISSN 0392-6613*

P. MANNINI B. REALE P. RIGHINI

I.S.T.I.P. - LIVORNO - ITALY

# OSSERVAZIONI SULLA BIOLOGIA E LA PESCA DI *LEPIDORHOMBUS BOSCII* (RISSO) (OSTEICHTHYES, SCOPHTHALMIDAE) NEL TIRRENO SETTENTRIONALE

**Abstract**

Note on biology of *Lepidorhombus boscii* in N. Tyrrhenian sea

Lepidorhombus boscii *is a commercial fish with a wide geographical distribution in the North Tyrrhenian Sea. During a three years trawl survey about 3000 specimens have been caught. This species is present between 90-550 m depth. Some biological parameters have been computed such as lenght-weight relationship and growth parameters (VBGF), by means of three different methods.*

**Key-words**: Age and growth, Tyrrhenian Sea, trawl survey, soft bottom.

## Introduzione

Il genere *Lepidorhombus* (Scophtalmidae, Heterosomata) è presente nel Mar Mediterraneo con due specie: *Lepidorhombus boscii* (Risso) e *Lepidorhombus whiffjagonis* (Walbaum).

Nelle acque dell'Arcipelago Toscano *L. whiffjagonis* è pescato solo sporadicamente, mentre *L. boscii* è costantemente catturato sui fondi molli del piano batiale e compare con regolarità sui mercati locali dove è conosciuto con il nome di "suacia di fondale".

Anche se non è praticata una pesca mirata alla cattura della specie, questa

comunque è una importante componente della fauna ittica dei fondi batiali per cui la determinazione di alcuni parametri biologici non è priva di interesse considerando la scarsità di informazioni presenti in letteratura sull'argomento.

## Materiali e Metodi

La zona studiata comprende l'area settentrionale dell'Arcipelago Toscano ed è limitata a Nord della foce del Fiume Magra, a Sud dall'isola d'Elba e ad Ovest dal confine delle acque territoriali corse e dalla batimetrica dei 700 m.

Il materiale raccolto proviene dalle campagne sperimentali eseguite in due diversi periodi nel corso del programma "Valutazione delle risorse demersali", finanziato dal Ministero della Marina Mercantile.

Il primo periodo, articolato in campagne di pesca primaverili e estive con design random stratificato, è decorso dalla primavera 1985 alla primavera 1987.

Il secondo periodo, dal settembre 1987 al giugno 1988, è stato articolato in quattro campagne di pesca a cadenza stagionale con ridotto numero di cale rispetto alle precedenti ed eseguite nelle stesse fasce di profondità esaminate nel primo periodo.

L'attrezzo di lavoro utilizzato è stata una rete a strascico tradizionale con maglie al sacco da 20 mm che ha operato su fondi con profondità compresa da un minimo di 12 ad un massimo di 600 m.

Sono state eseguite complessivamente 177 cale e raccolti 3749 individui della specie in esame. Di tutti gli esemplari è stata rilevata la lunghezza totale (L.T.). Su un campione uniformemente distribuito per campagna e taglia sono stati inoltre determinati il peso approssimato al decimo di grammo, il sesso, la maturità sessuale ed esaminato il contenuto gastrico. Sono stati infine prelevati 300 otoliti da individui scelti opportunamente per lunghezza e sesso al fine di determinare le diverse classi di età. Gli otoliti sono stati letti con luce radente in bagno d'alcool.

I valori di lunghezza media per ogni età, ponderati con un fattore corrispondente al valore inverso della deviazione standard, sono stati elaborati con il programma ETAL (GASCHUTZ, 1980), al fine di definire una prima stima dei parametri di crescita (K, LOO e TO secondo Von Bertalanffy).

Per ottenere altre stime degli stessi valori, ma con procedure indipendenti, le distribuzioni di frequenza delle lunghezze, sono state elaborate con il programma ELEFAN I (PAULY, 1981).

Ulteriori stime dei parametri di crescita sono state inoltre individuate con il metodo di BHATTACHARYA (1967) ed il metodo FORD WALFORD (FORD, 1933; WALFORD, 1946).

La definizione dell'areale della specie, è stata realizzata con una funzione matematica che assegna diverse sfumature di grigio in relazione ai rendimenti orari di cattura, rilevati in un intorno di 10 miglia. Il risultato dell'elaborazione eseguita tramite Personal Computer è stato riportato sulla carta geografica della zona di indagine.

**Tab. 1** - Cale in cui è presente la specie e relative catture suddivise per fascia batimetrica

| Prof. | N. totale cale | Cale con catture di *L. boscii* | N. ind. | % |
|---|---|---|---|---|
| 0-100 | 62 | 3 | 6 | < 1 |
| 101-200 | 52 | 41 | 602 | 16 |
| 201-400 | 31 | 30 | 2287 | 61 |
| >400 | 32 | 27 | 854 | 23 |
| Totale | 177 | 101 | 3749 | 100 |

**Risultati e discussione**

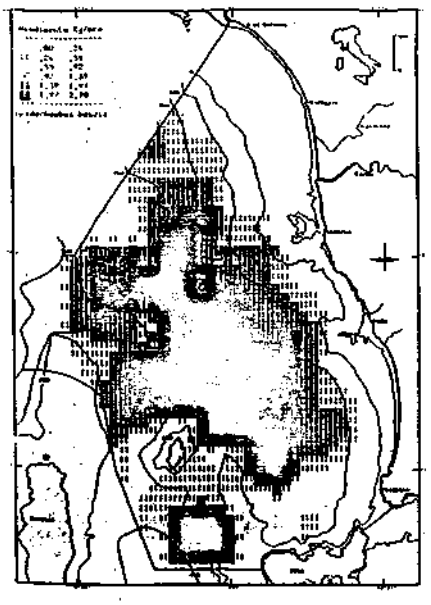


**Fig. 1** - Areale di distribuzione della specie.

La specie è stata rilevata a profondità comprese tra un minimo di 87 m ed un massimo di 553 m. Nella tabella 1 sono riportate, suddivisi per fascia batimetrica, il numero totale di cale effettuate, il numero di cale in cui *L. boscii* è risultato presente, gli esemplari catturati, nonchè la percentuale di individui catturati sul totale delle catture di *L. boscii.*

L'areale di distribuzione di Figura 1 conferma la presenza costante della specie a profondità superiori a 100 m. I maggiori rendimenti sono evidenziati prevalentemente nell'area compresa fra le isole di Gorgona e Capraia. La specie risulta complessivamente catturata nel 57% delle cale eseguite, mentre il maggior numero di esemplari (61% del totale) è stato pescato nella fascia batimetrica compresa tra 200 e 400 m.

La distribuzione delle taglie non è risultata omogenea in funzione della profondità (Figg. 2 e 3). La percentuale degli esemplari di dimensioni inferiori a 10 cm catturati a profondità minori di 200 m è apparsa trascurabile rispetto al totale (1.4%), mentre tale percentuale è salita significativamente (27.6%) a profondità maggiore di 200 m. Esaminando un intervallo di lunghezza più ampio (fino a 15 cm) si osserva nel primo caso una frequenza cumulativa pari al 41%, notevolmente diversa da quella rilevata a profondità maggiori di 200 m (80%). La specie mostra pertanto un comportamento migratorio attribuibile agli esemplari più giovani che si approssimano a fondali a minore profondità con l'aumentare della taglia (DWIDEDI, 1975).

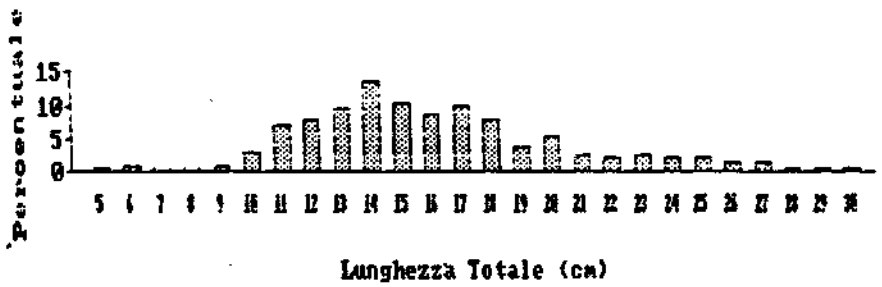



**Fig. 2** - Distribuzione delle taglie degli esemplari catturati a profondità inferiori a 200 m.

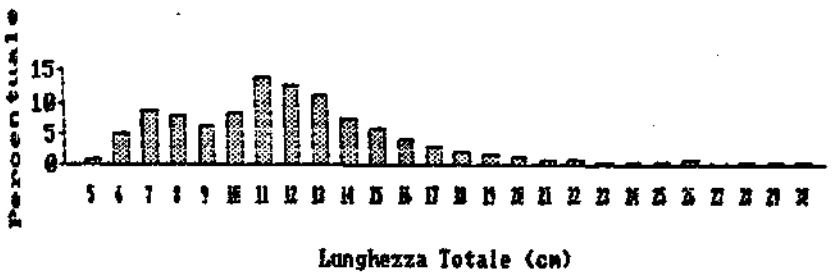



**Fig. 3** - Distribuzione delle taglie degli esemplari catturati a profondità superiori a 200 m.

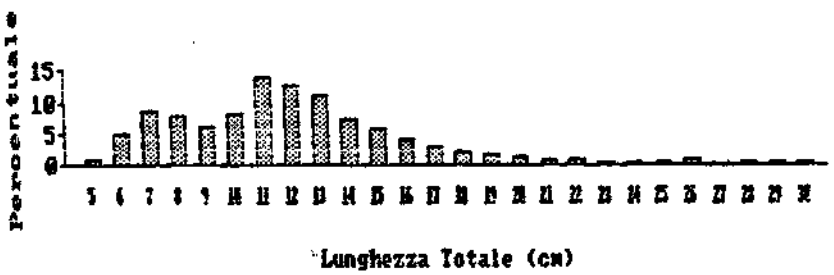



**Fig. 4** - Peso medio individuale in funzione della profondità.

Una conferma di quanto sopradetto deriva anche dall'esame delle variazioni del peso medio individuale analizzato per fasce batimetriche di 50 m (Fig. 4): si deduce che a profondità minori di 200 m il peso medio è circa il doppio rispetto a batimetriche più profonde.

I rendimenti medi espressi in Kg/ora sono riassunti nella Figura 5.

Le rese maggiori sono state ottenute a profondità comprese tra 200 e 250 m (1.7 Kg/h) e tra 350 e 400 m (1.4 Kg/h), e oltre il 60% in peso delle catture è avvenuto tra i 200 e i 400 m.

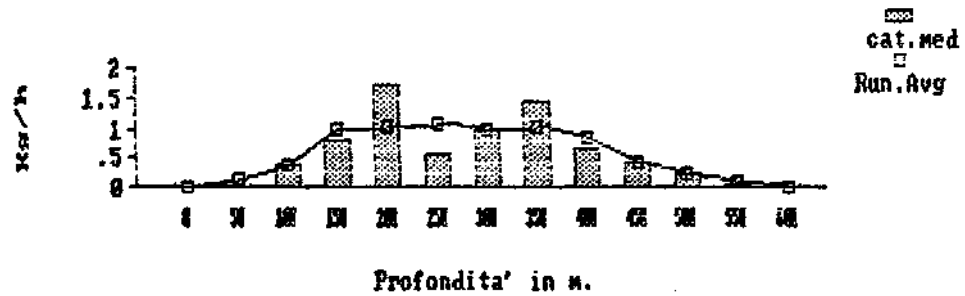



**Fig. 5** : Rendimenti medi orari in funzione della profondità.

Utilizzando gli otoliti prelevati per ogni classe d'età è stata calcolata la media delle relative lunghezze, la deviazione standard (DS), i limiti fiduciali della stima (P= 95%) e il parametro W.F. inteso come indice dell'affidabilità di ogni lunghezza media, calcolato come inverso x 100 della deviazione standard (Tab. 2).

**Tab. 2** - Classi d'età, media delle lunghezze e relativi valori di dispersione.

| Classi età | N. ind. | lung. media | DS | L- | L+ | W.F. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 0+ | 34 | 7,8 | 1,48 | 7,3 | 8,3 | 67 |
| 1+ | 59 | 11,6 | 1,67 | 11,2 | 12,0 | 59 |
| 2+ | 101 | 16,5 | 2,52 | 16,0 | 17,0 | 39 |
| 3+ | 52 | 20,5 | 2,92 | 19,7 | 21,3 | 34 |
| 4+ | 31 | 24,7 | 1,62 | 24,1 | 25,3 | 61 |
| 5+ | 12 | 27,2 | 1,47 | 26,3 | 28,0 | 68 |
| 6+ | 2 | 28,2 | 2,47 | 24,8 | 31,6 | 40 |

L'ampiezza dei limiti fiduciali, visualizzata nel grafico di Figura 6 indica stime differenziate per ogni classe in quanto essi non si sovrappongono ad esclusione dell'ultima classe.

I dati di età - lunghezza media sono stati elaborati con il programma ETAL, ponderando ogni classe mediante il rispettivo W.F.. Il programma ha fornito un valore di K= 0.162, di TO = 0.67 e di LOO = 42 cm, stima alquanto elevata rispetto alla lunghezza massima rilevata (30 cm), ma non dissimile dalla lunghezza

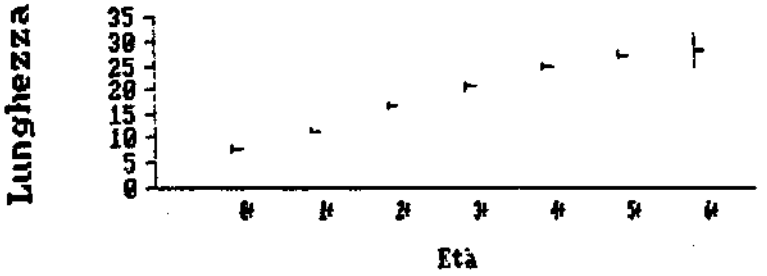



**Fig. 6** : Media delle lunghezze ed ampiezza dei limiti fiduciali in funzione delle classi di età.

massima (40 cm) riportata da Bauchot (in FISHER, 1987).

Una sovrastima di LOO è tipica di campionamenti a strascico in cui la selettività della rete introduce un "bias" nelle classi d'età inferiori, come è già stato osservato da altri autori (JONES, 1984; BAINO & REALE, in press).

Le distribuzioni di lunghezza, espresse in percentuale e suddivise per campagna (Figg. 7 e 8) sono state fornite al programma ELEFAN I (PAULY, 1981) raggruppate in classi di un cm. L'elaborazione ha interessato complessivamente oltre 150 "base points" con valori di K compresi fra 0.05 e 0.5 e di LOO compresi fra 31 e 45 cm. La combinazione più soddisfacente tra i vari parametri è risultata la seguente: K = 0.1935, LOO = 38, TO = 1.078.

Una ulteriore stima dei parametri di crescita è stata ricavata mediante il metodo "Ford-walford" (FORD, 1933); (WALFORD, 1946) utilizzando le classi modali precedentemente prodotte dalla scomposizione con il metodo di Bhattacharya.

I valori così ottenuti (K = 0.185, LOO = 39.7) non si discostano dalle stime precedentemente citate (Tab. 3).

Il grafico di figura 9 riporta sovrapposte le tre curve di crescita e le differenze tra le stesse appaiono graficamente trascurabili.

**Tab. 3**: Classi d'età e stima delle relative lunghezze ottenute con tre metodi impiegati. I valori teorici sono ricavati dall'equazione di V. B.

| Classi età | Etal. | Ford Wal. | Elefan 1 |
|---|---|---|---|
| 0+ | 7,3 | 6,7 | 9,9 |
| 1+ | 12,5 | 12,2 | 14,9 |
| 2+ | 17,0 | 16,9 | 18,9 |
| 3+ | 20,7 | 20,7 | 22,3 |
| 4+ | 24,0 | 23,9 | 25,0 |
| 5+ | 26,7 | 26,6 | 27,3 |
| 6+ | 29,0 | 28,8 | 29,2 |
| 7+ | 31,0 | 30,6 | 30,7 |
| 8+ | 32,7 | 32,1 | 32,0 |
| 9+ | 34,1 | 33,4 | 33,0 |
| 10+ | 35,4 | 34,5 | 33,9 |
| K | ,161 | ,185 | ,193 |
| L00 | 42 | 39,7 | 38 |
| T0 | -0,674 | | -1,07 |

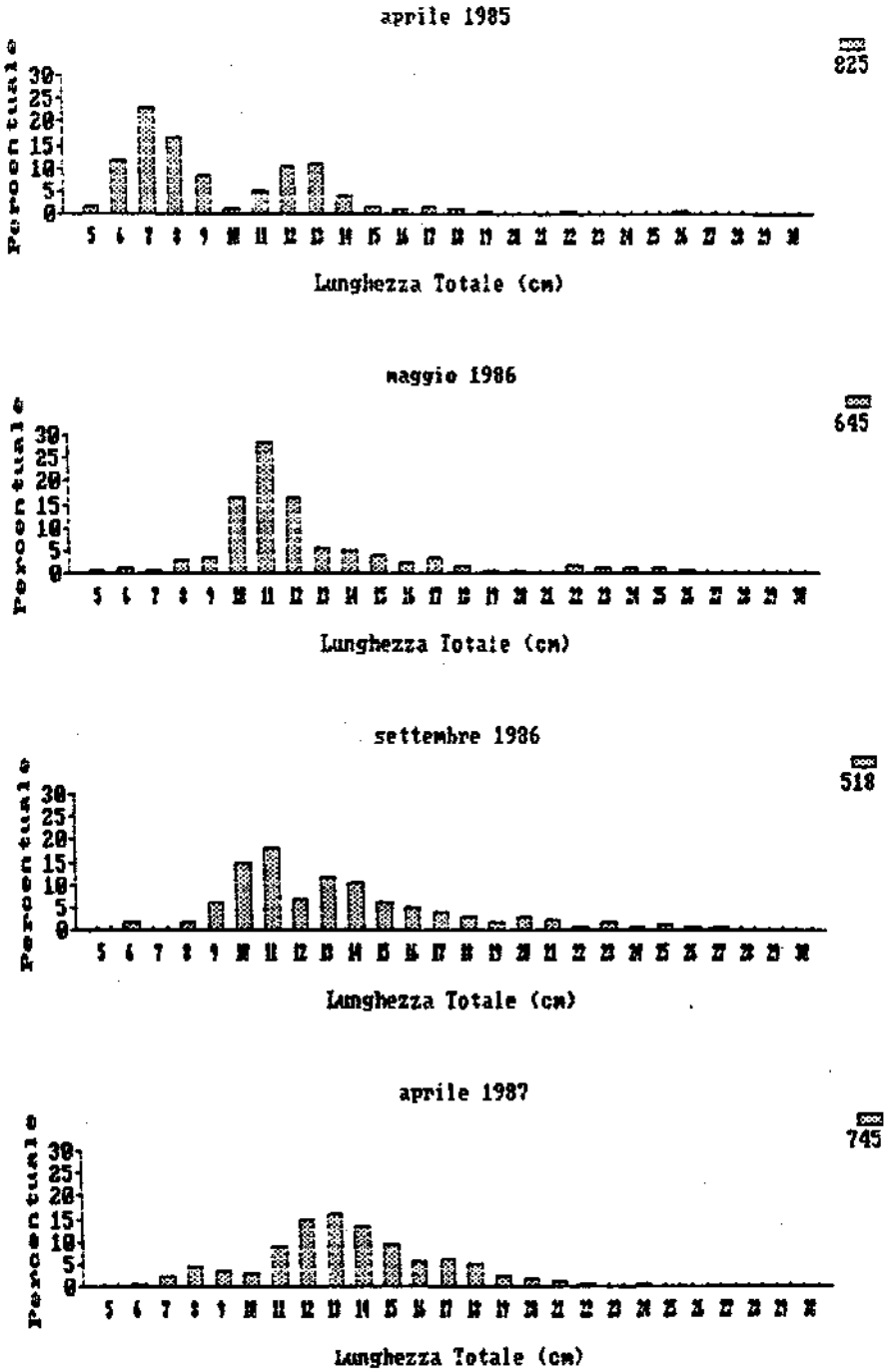



**Fig. 7** - Distribuzione percentuale delle taglie per campagna

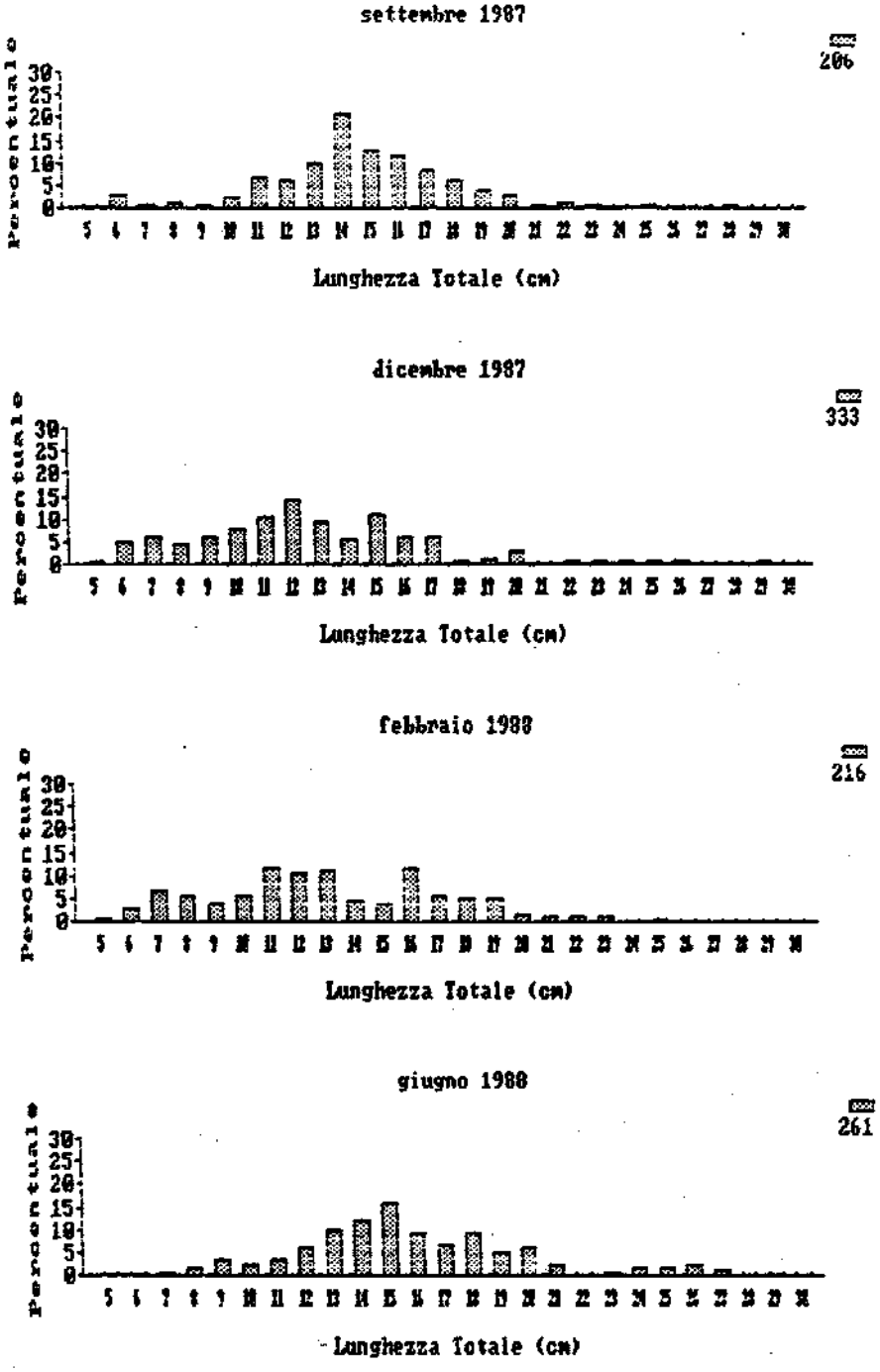



**Fig. 8** - Distribuzione percentuale delle taglie per campagna

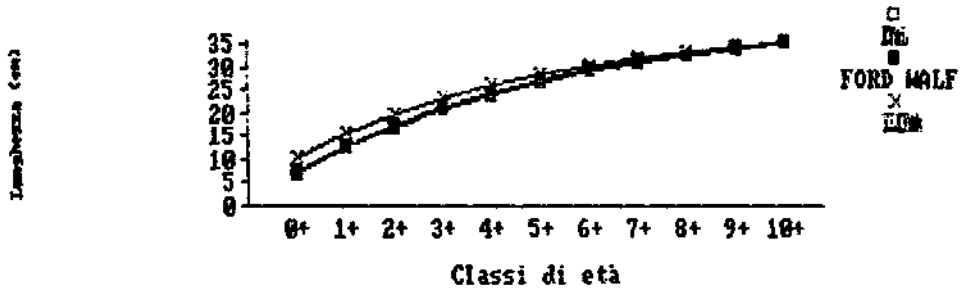



**Fig. 9** - Curve di crescita (VBGF) ottenute secondo tre diverse procedure.

Per la determinazione del sesso e della maturità sessuale sono stati ispezionati 2100 esemplari individuando 182 femmine e 188 maschi. Poiché solo 7 individui di sesso femminile sono risultati in un avanzato stadio di maturità, non è stato possibile ricavare valutazioni attendibili sul periodo riproduttivo della specie e sulla taglia di prima maturità. I pochi esemplari sicuramente maturi sono stati comunque pescati nei mesi di febbraio e aprile e presentavano taglie superiori a 17 cm di lunghezza totale. Per il calcolo della relazione taglia - peso è stata verificata la normalità delle distribuzioni di lunghezza e di peso dei due campioni selezionati in base al sesso, con il test non parametrico di Kolmorov - Smirnov. Il calcolo della regressione lunghezza - peso (RICKER, 1975) ha quindi prodotto i seguenti risultati.

| | | |
|---|---|---|
| Maschi | W = 0.009 * L ^3.02 | E.S. = 060 |
| Femmine | W = 0.004 * L ^3.26 | E.S. = 046 |

La differenza tra gli esponenti delle due equazioni, verificata mediante l'analisi della varianza, è risultata significativa (P = 0.05; F = 13.46).

Per la determinazione dei contenuti gastrici sono stati aperti ed ispezionati 478 stomaci: i risultati sono rappresentati nella Figura 10. In particolare sono stati identificati tra i Pesci predati i generi *Callionymus* e Lesueurigobius, fra i Crostacei Decapodi i generi *Alpheus, Goneplax, Calocaris, Plesionika* e *Solenocera* e fra i Cefalopodi il Decapode *Rondeletiola minor.* La dieta appariva prevalentemente costituita da Crostacei (89% in numero) mentre marginale era in contributo di Pesci e Cefalopodi.

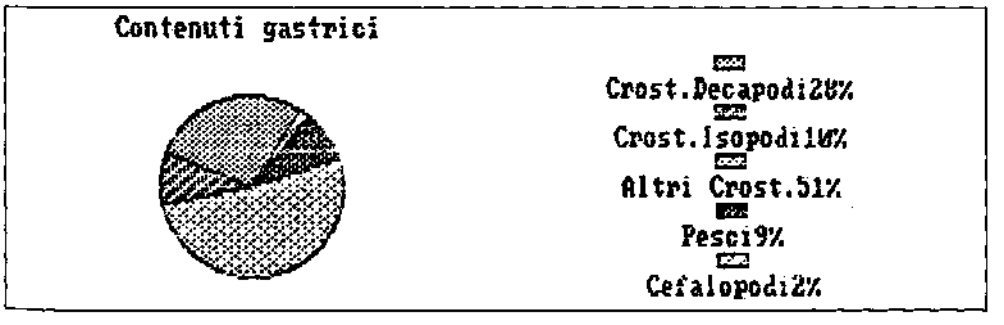



**Fig. 10** - Prede identificate negli stomaci, espresse in percentuale.

## Conclusioni

L'areale della specie appare ampio e l'intervallo batimetrico di presenza (87-553 m) corrisponde a quello citato in letteratura per il Golfo del Leone (BAUCHOT, 1987).

Il 78% del pescato è costituito da esemplari di taglia non superiore a 15 cm, corrispondenti alle classi d'età 0+ e 1+ e che non hanno ancora raggiunto la taglia di prima maturità (DWIVEDI, 1964).

Per quanto attiene la dieta i Crostacei sono risultati la componente principale (89%) mentre i piccoli pesci sono indicati da Bauchot (in FISCHER, 1987) come componente dominante dell'alimentazione, seguiti da Crostacei e Cefalopodi.

I parametri di crescita, ricavati da un elevato numero di esemplari e con tre differenti procedure, forniscono risultati molto simili in grado di essere successivamente utilizzati per la stima dell'indice di biomassa e della mortalità da pesca, le cui valutazioni dovranno derivare da campionamenti preferenzialmente mirati alla pesca di questo Scophtalmidae.

## Summary

Lepidorhombus boscii *(Risso) is regularly caught on the soft bottoms of the Tuscan Archipelago; despite this there is a lack of knowledge about the biology and fishery of this species. 3000 specimen have been caught during a three years trawl - survey. The following data have been collected from a sub - sample: total and weight, sex and sexual maturity.*

*Otoliths have been used for ageing. Parameters of the Von Bertalanffy Growth Formula have been computed by ETAL and ELEFANI Programs. The results have been, then, compared and discussed. The area of distribution of the species have been delineated.* L. boscii *is present between 90 and 550 m depth and particularly between 200-250 m depth. Length - weight relationship of males and females has been evaluated.*

## Bibliografia

BAINO R., REALE B. - Confronto tra curve di crescita individuale valutate conprocedure indipendenti. *Oebalia* (in press).

BERTALANFFY L. von (1934) - Untersuchungen ueber die Gesetzlichkeiten des Wachstums. *I Wilhelm Roux Arch. Entwicklunqsmech.,* 131: 613-52.

BHATTACHARYA C.C. (1967) - A simple method of resolution of a distribution into Gaussian component. *Biometrics,* 23: 115-35.

DWIVEDI S.N. (1964) - Ecologie, morphologie et biologie comparées des deux espécies du genre *Lepidorhombus: L. megastoma* (Donovan) et *L. boscii* (Risso). Etude de leurs races et populations. *Rev. Trav. Inst. Pêches. Marit.* 28 (4) pagg. 360-361.

FISCHER W., BAUCHOUT M.L., SCHNEIDER M. (redacteurs) (1987) - Fiches FAO d'identification des espéces pour les besoins de la pêche. Zone de pêche 37. Volume II. Vertébrées. Publication préparée par la FAO, resultat d'un accord entre la FAO et la Commission des Communautes Européennes (Project GCP/INT/422/EEC) financée conjontement par ces deux organisations. Rome, FAO, Volume II: 761-1530.

GULLAND J.A. (1983) - Fish Stock Assesment, John Wiley & Sons. Ed. 223 p.

GASCHUTZ G., PAULY D., DAVID N. (1980) - A versatile BASIC program for fitting weight and seasonally oscillating length growth data. *ICES CM 1980/D6 Statistics Cttee.:* 14 p.

HOLDEN M.J., RAITT D.F.S. (1974) - Manual of Fisheries Science. Part II - Methods of Resource Investigation and their Application. FAO FIRS / T115 (rev. 1) Roma.

JONES R. (1984) - Problems of stock assessment in the Adriatic, Sicily Strait, Tunisian Waters and the Aegean Sea. GFCM / XVII / 84: p. 34.

PAULY D., DAVID N. (1981) - ELEFANI, a basic program for the objective extraction of growth parameters from length - frequency data. Meeresforschung 28 (4): 204-11.

PAULY D. (1983) - Some simple methods for the assessment of tropical fish stocks. *FAO. Fish. Tecn. Pap.* (234): 52 p.

RICKER W.E. (1975) - Computation and interpretation of biological statistics of fish population. *Bull. Fish. Res. Bd. Can.,* (191): 382 p.

TORTONESE E. (1975) - Osteichthyes. Vol. XI. Ed. Calderini Bologna.

WALFORD L.A. (1946) - A new graphic method of describing the growth of animals. Biol. Bull. 90 (2): 141-147.

*OEBALIA 1990 Suppl., Vol. XVI-1: 257-267* *ISSN 0392 - 6613*

B. REALE P. RIGHINI F. SERENA
I.S.T.I.P. -Livorno-Italy

# DISTRIBUZIONE GEOGRAFICA DEI PLEURONETTIFORMI RACCOLTI CON RETE A STRASCICO NELL'ALTO TIRRENO

**Abstract**

Distribution of Pleuronectiformes in North Tyrrhenian Sea

*During a three years trawl-survey in the Northern Tyrrhenian Sea sixteen species of Pleuronectiformes have been caught by trawl bottom-net. The maps of geographical distribution of* L. boscii, C. linguatula *and other species are shown. The bathimetrical range has been indicated for all species.*

**Key-words**: Tyrrhenian Sea, Flat-fish, Distribution, Soft-bottoms.

## Introduzione

I Pleuronettiformi costituiscono un importante gruppo faunistico ed una parte non indifferente (circa 4%) del prodotto ittico totale sbarcato nei porti pescherecci della Toscana (Dati ISTAT, 1985-87). Per alcune specie il valore economico è elevato, il resto fa parte genericamente del "fritto" (III categoria commerciale).

Durante la campagna di pesca sperimentale molte specie di pesci piatti sono state catturate occasionalmente, altre invece sono state raccolte costantemente e con buona consistenza numerica nonostante i relativamente bassi coefficienti di catturabilità (GIOVANARDI, 1984). Complessivamente i Pleuronettiformi hanno costituito circa il 2% in peso del pescato totale.

Questa nota prende in esame preferenzialmente le specie che sono state catturate con regolarità, al fine di ricavarne l'areale di distribuzione, mentre per quelle che compaiono solo saltuariamente ed in quantitativi non significativi è riportato l'intervallo batimetrico di presenza e l'entità delle catture (Tab.l).

**Tab. 1** - *Specie catturate, numero di individui e peso totale, percentuale in peso sul totale, intervallo batimetrico, numero cale e percentuale di presenza.*

| SPECIE | numero | peso (Kg) | % peso tot. | Prof. min. | Prof. max. | Num. cale | % tot. cale |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Citharus linguatula (L.) | 605 | 12,7 | 10,5 | 13 | 224 | 58 | 39,2 |
| Lepidorhombus boscii (Risso) | 3396 | 73,5 | 60,8 | 87 | 553 | 96 | 64,9 |
| Lepidorhombus whiffiagonis (Walbaun) | 8 | 2,5 | 2,1 | 119 | 236 | 4 | 2,7 |
| Psetta maxima (L.) | 4 | 4,3 | 3,6 | 46 | 58 | 3 | 2,0 |
| Scophthalmus rhombus (L.) | 6 | 1,9 | 1,5 | 13 | 31 | 5 | 3,4 |
| Arnoglossus imperialis (Rafinesque) | 100 | 1,4 | 1,2 | 123 | 191 | 7 | 4,7 |
| Arnoglossus laterna (Walbaun) | 1285 | 9,9 | 8,2 | 12 | 468 | 61 | 41,2 |
| Arnoglossus rueppelli (Cocco) | 587 | 6 | 5 | 90 | 445 | 22 | 14,9 |
| Arnoglossus thori Kyle | 53 | ,5 | ,4 | 41 | 143 | 6 | 4,1 |
| Bothus podas (Delaroche) | 11 | ,4 | ,3 | | 63 | 1 | ,7 |
| Buglossidium luteum (Risso) | 113 | 2,0 | 1,7 | 12 | 56 | 14 | 9,5 |
| Microchirus variegatus (Donovan) | 65 | 2 | 1,7 | 31 | 161 | 19 | 12,8 |
| Monochirus hispidus Rafinesque | 12 | ,3 | ,2 | 134 | 155 | 2 | 1,4 |
| Solea lascaris (Risso) | 1 | ,0 | 0 | | 63 | 1 | ,7 |
| Solea vulgaris Quensel | 22 | 3,0 | 2,5 | 13 | 128 | 15 | 10,1 |
| Symphurus nigrescens Rafinesque | 44 | ,6 | ,5 | 20 | 372 | 20 | 13,5 |

## Materiali e metodi

Nel corso delle campagne di pesca sperimentale (aprile 1985 - aprile 1987) allo scopo di valutare le risorse demersali sono stati investigati con buona intensità i fondi molli compresi tra il piano infralitorale e quello batiale tra la foce del fiume Magra e l'isola d'Elba fino alla batimetrica dei 700 m.

Le pescate sono state condotte con un M/P da 81 TSL e da 420 HP dotato di tradizionale tartana con maglie al sacco di 20 mm di lato.

Sono state eseguite complessivamente 148 cale diurne della durata di un'ora, allocate con design random stratificato per fascia batimetrica e suddivise in 5 campagne di pesca primaverili e tardo estive (AUTERI *et al.,* in stampa).

I disegni degli areali, riportati successivamente su modulo continuo con prestampata la zona di indagine, sono stati realizzati su fogli elettronici mediante un algoritmo che assegna diverse sfumature di colore a settori di circa due miglia quadrate in funzione dell'abbondanza delle catture ottenute in un intorno di 10 miglia. Per meglio evidenziare" l'effettiva estensione dell'area di presenza delle varie specie è stato conferito particolare peso ai valori più bassi di rendimento in modo che essi fossero rappresentati da una serie più ampia di tonalità grafiche.

## Risultati e discussione

Sono stati raccolti esemplari appartenenti a 5 famiglie: Citharidae (10,5% in peso sul totale dei Pleuronettiformi pescati), Scophthalmidae (68%), Bothidae (15%), Soleidae (6%) e Cynoglossidae (0,5%) per complessive 16 specie (TORTONESE, 1975, BAUCHOT, 1987). Nella tabella 1 sono indicati per ogni specie il numero di esemplari raccolti, il peso complessivo, la percentuale in peso sul totale, l'intervallo batimetrico, il numero di cale in cui sono risultate presenti e la percentuale di quest'ultime sul totale delle cale eseguite.

Per le specie più rappresentate sono riportati l'areale di distribuzione ed alcune osservazioni di carattere generale:

*Citharus linguatula* (L., 1758) Fig. 1

L'areale di distribuzione occupa l'intera platea continentale tra 10 e 230 m di profondità. I maggiori rendimenti di pesca (0,2 Kg/ora) sono stati ottenuti su fondali di natura prevalentemente fangosa ad una profondità compresa tra 5 e 100 m (Fig. 2) in accordo con le osservazioni di GIOVANARDI (1983) per l'Adriatico.

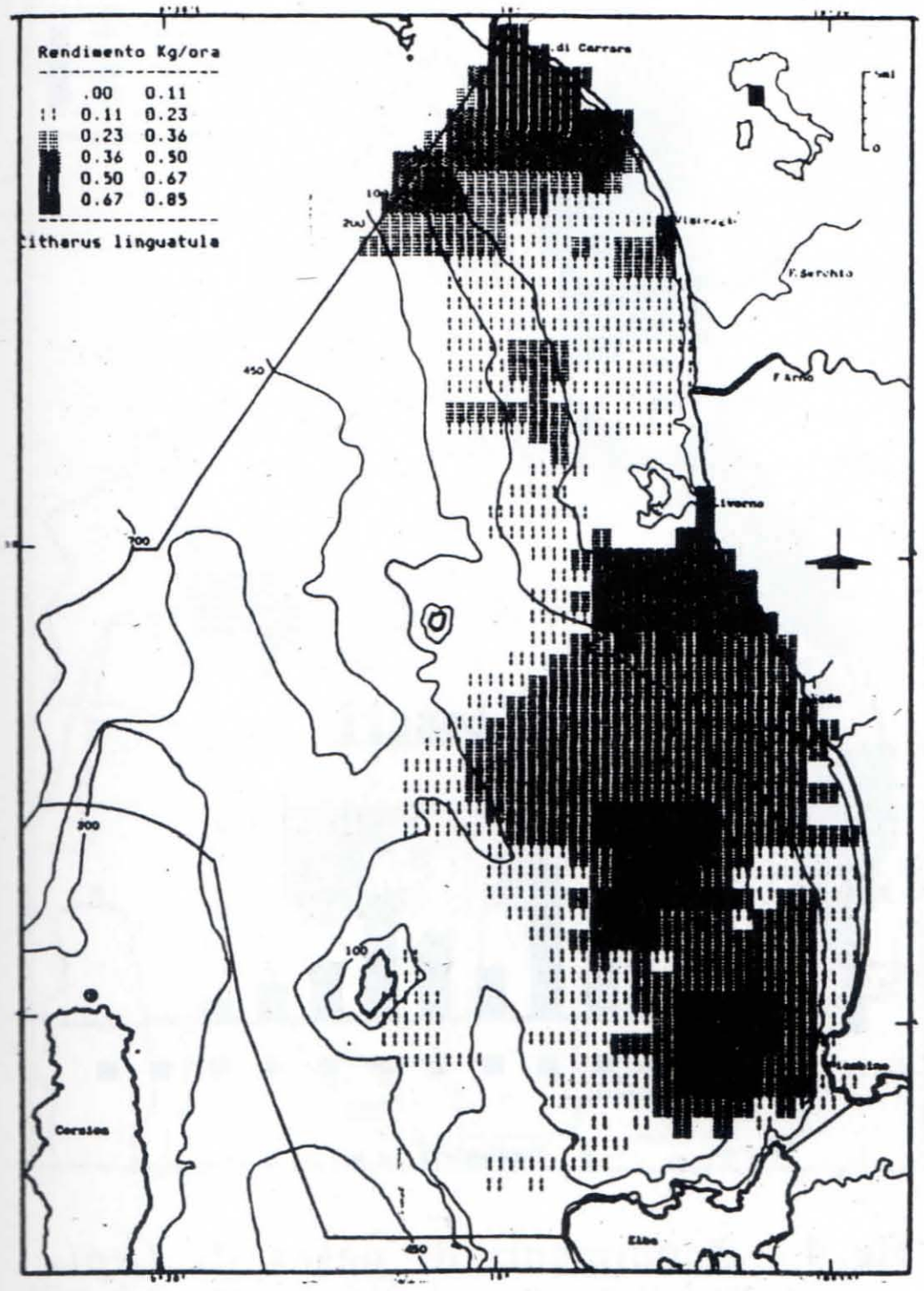



**Fig. 1** - Areale di distribuzione di *Citharus linguatula*.

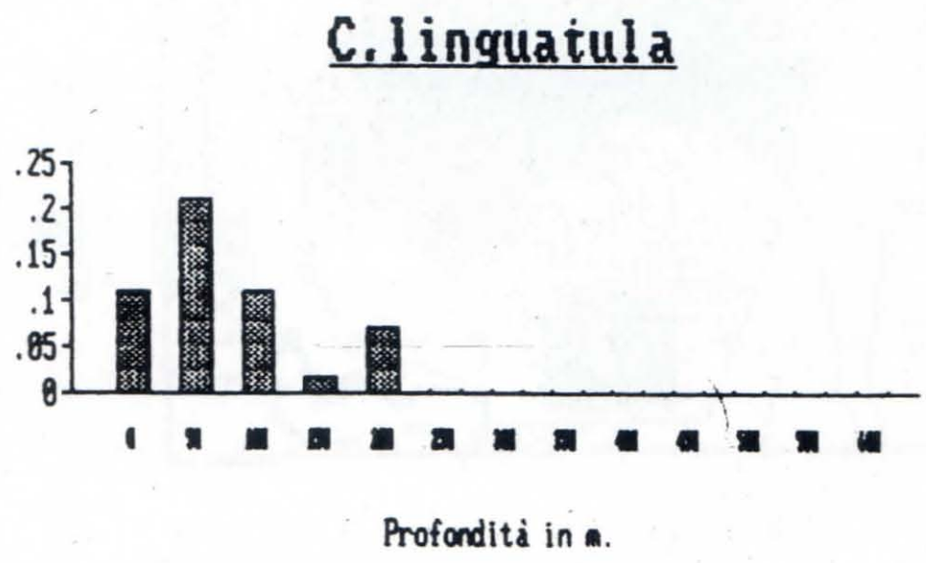



**Fig. 2** - Rendimenti di pesca di *Citharus linguatula* per fasce di profondità.

*Lepidorhombus boscii* (Risso, 1810) Fig. 3

L'ampio areale di distribuzione di questo Scohtalmidae nella zona investigata evidenzia la presenza costante della specie a profondità superiori a 100 m, come indicato anche da DWIVEDI (1964). Fra i Pleuronettiformi catturati nel corso della ricerca il "rombo quattr'occhi" è risultato il più pescato, tra i pesci piatti, in numero (54%) ed in peso (60%). I rendimenti più alti (> 2 Kg/ora) sono localizzati prevalentemente su fondali fangosi misti a sabbia (Fig. 4), in accordo in sostanza con i ritrovamenti adriatici (GIOVANARDI, 1983), nell'area compresa fra l'Isola di Gorgona e l'Isola di Capraia. L'intervallo batimetrico rilevato (90-550m) non ha permesso invece di confermare la presenza di *L. boscii* alla profondità di 10m, come è riportato per il litorale savonese (TORCHIO *et al.*, 1986) E' probabile che tali ritrovamenti siano occasionali o attribuibili ad un più idoneo attrezzo di cattura.

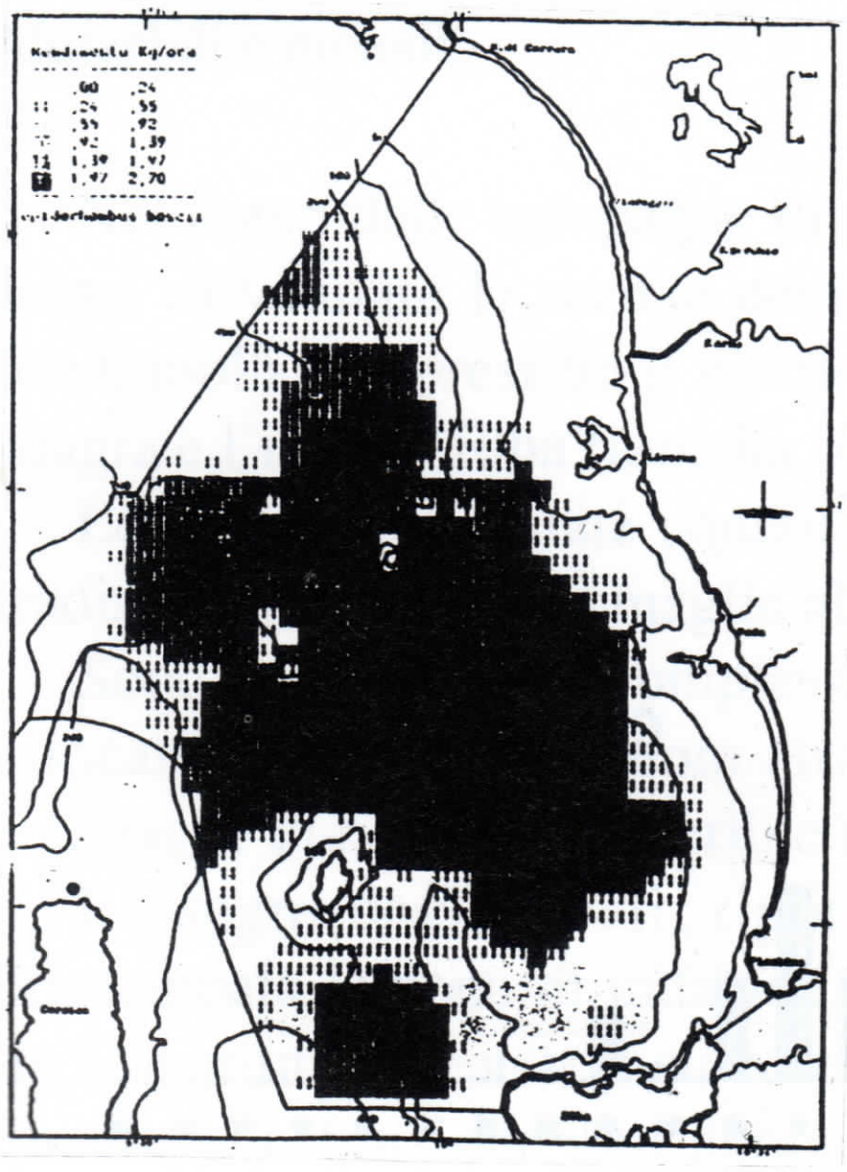


**Fig. 3 -** Areale di distribuzione di *Lepidorhombus boscii*

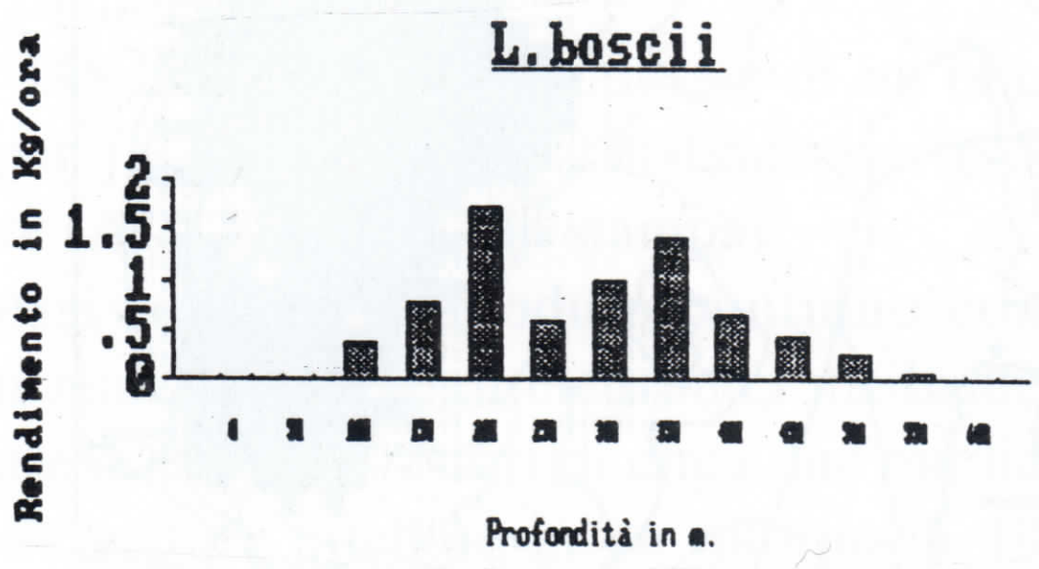



**Fig. 4 -** Rendimenti di pesca di *Lepidorhombus boscii* per fasce di profondità

*Arnoglossus laterna* (Walbaum, 1792) Fig. 5

Questa specie è risultata numericamente la più diffusa tra quelle appartenenti al genere *Arnoglossus*. L'areale la indica come specie prevalentemente costiera: anche se le catture sono risultate comprese in un intervallo batimetrico tra 10 e 470 m, la gran parte degli esemplari (95%) è stata pescata a profondità minori di 150 m. I rendimenti medi di pesca più elevati (0,18 Kg/ora) sono stati ottenuti nella fascia batimetrica compresa tra 10 e 50 m mentre con l'aumentare della profondità la resa oraria è apparsa progressivamente in diminuzione (Fig. 6).

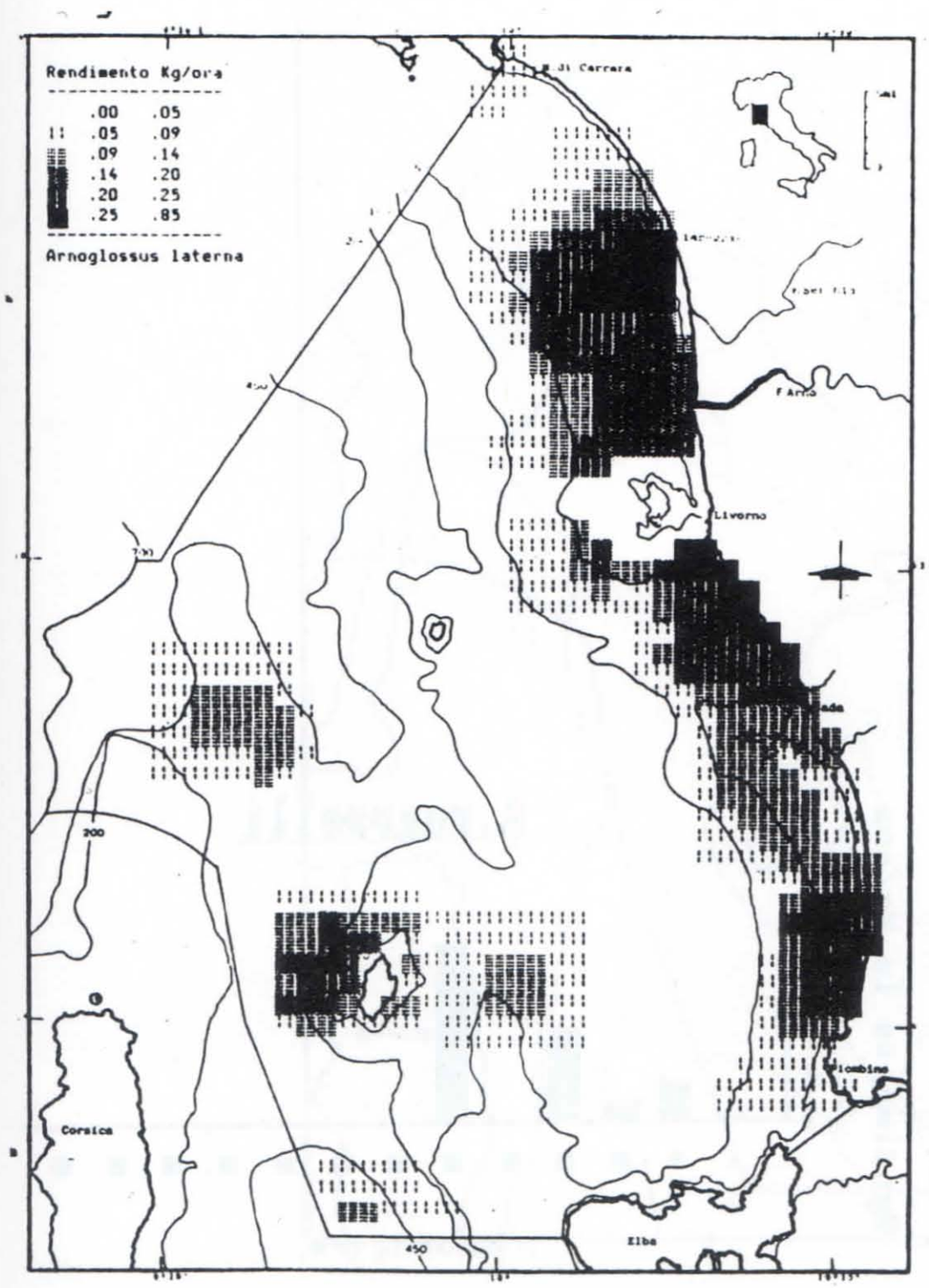



**Fig. 5** - Areale di distribuzione di *Arnoglossus laterna*

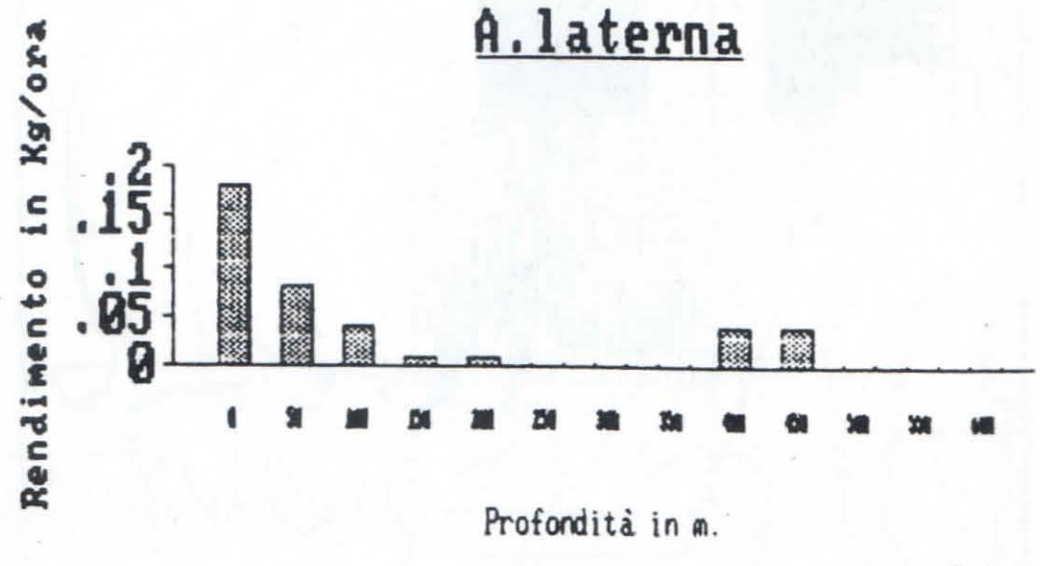



**Fig. 6** - Rendimenti di pesca di *Arnoglossus laterna* per fasce di profondità

*Arnoglossus rueppelli* (Cocco, 1844), fig. 7

Questo Bothidae risulta meno diffuso di *A. laterna* e appare prevalentemente concentrato in due nuclei distinti: uno appartenente alla platea corsa, l'altro proprio dei margini della piattaforma e della scarpata continentale. La specie appare quindi localizzata prevalentemente nel settore meridionale dell'area investigata, mentre è risultata assente nella parte settentrionale (a Nord dell'Isola di Gorgona) in coincidenza con la rarefazione della biocenosi del Detritico del Largo (PERES-PICARD, 1964). Il maggior numero di esemplari (81%) è stato raccolto a profondità comprese tra 100 e 200 m, su fondali sabbiosi e fangosi. I rendimenti di pesca più elevati (fig. 8) sono stati ottenuti tra 250 e 300 m (0,4 Kg/ora).

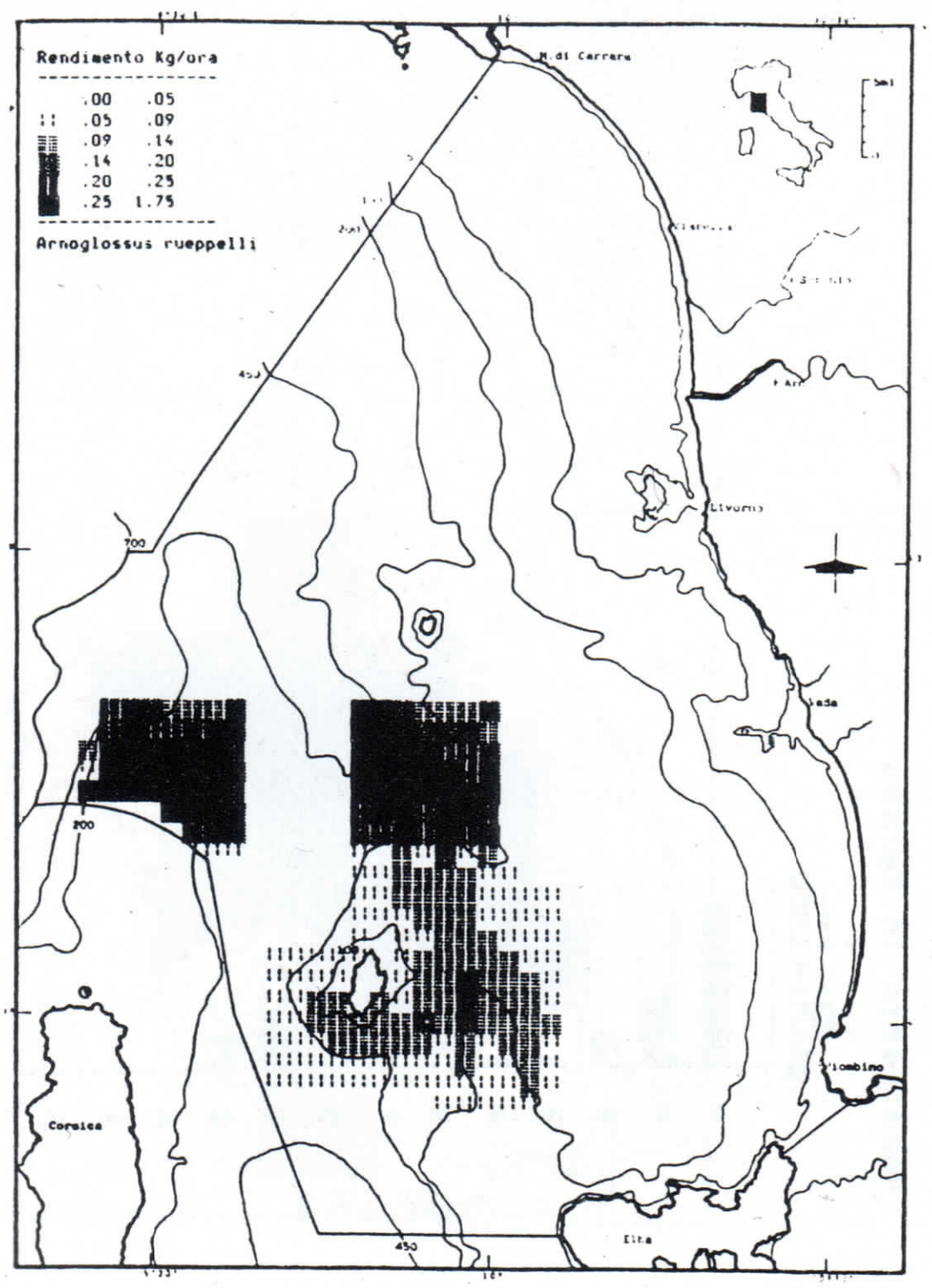



**Fig. 7** - Areale di distribuzione di *Arnoglossus rueppelli*

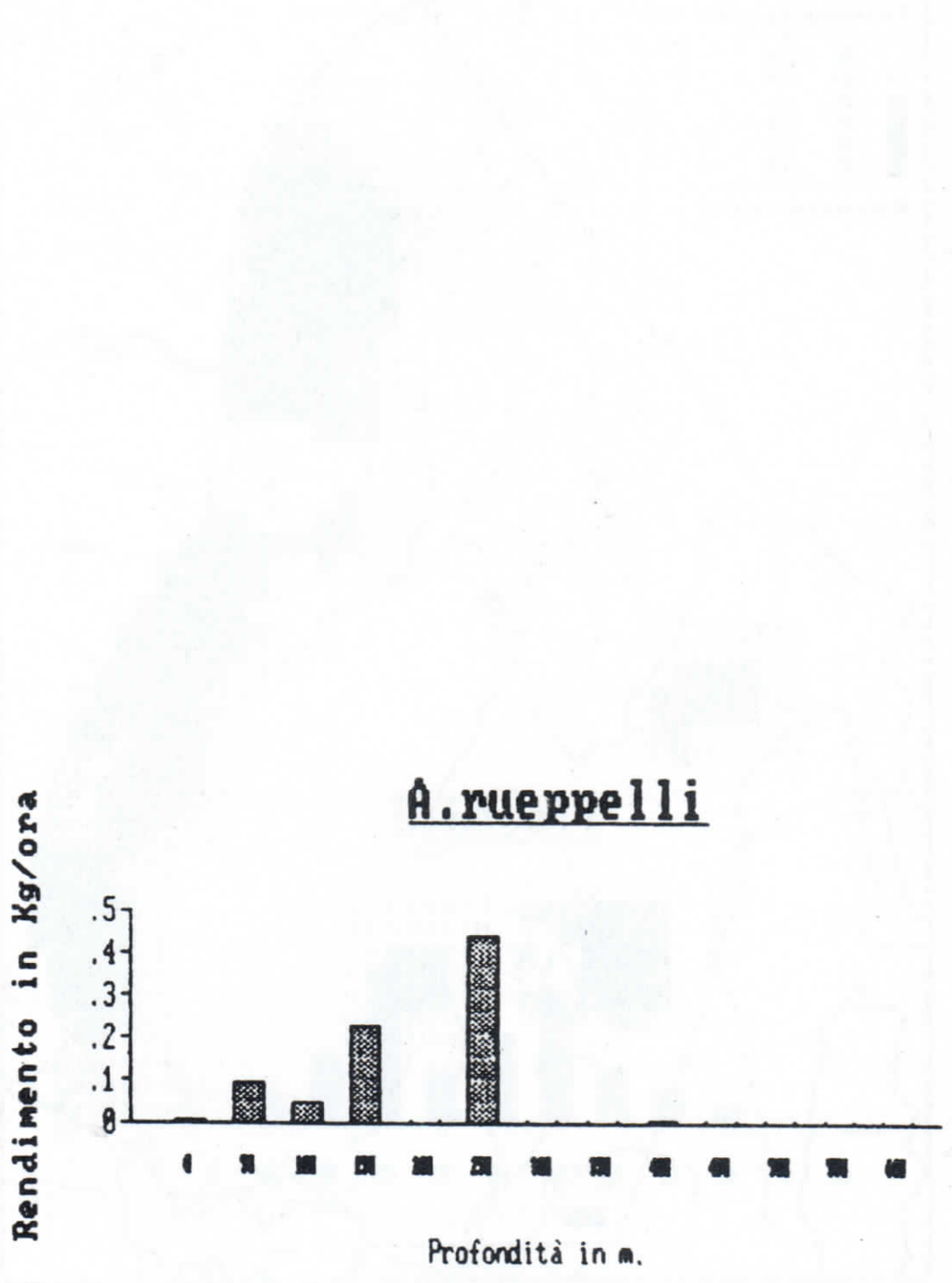



**Fig. 8** - Rendimenti di pesca di *Arnoglossus rueppelli* per fasce di profondità

*Buglossidium luteum* (Risso, 1810), Fig. 9

L'areale di distribuzione della specie mostra una localizzazione costiera in un intervallo di profondità compreso tra 10 e 60 m su fondali prevalentemente argillosi e sabbiosi. Il maggior numero di esemplari ( 62% ) è stato catturato tra 15 e 35 m e le maggiori rese (0,3 Kg/ora) sono state ottenute nell'area a Nord di Viareggio.

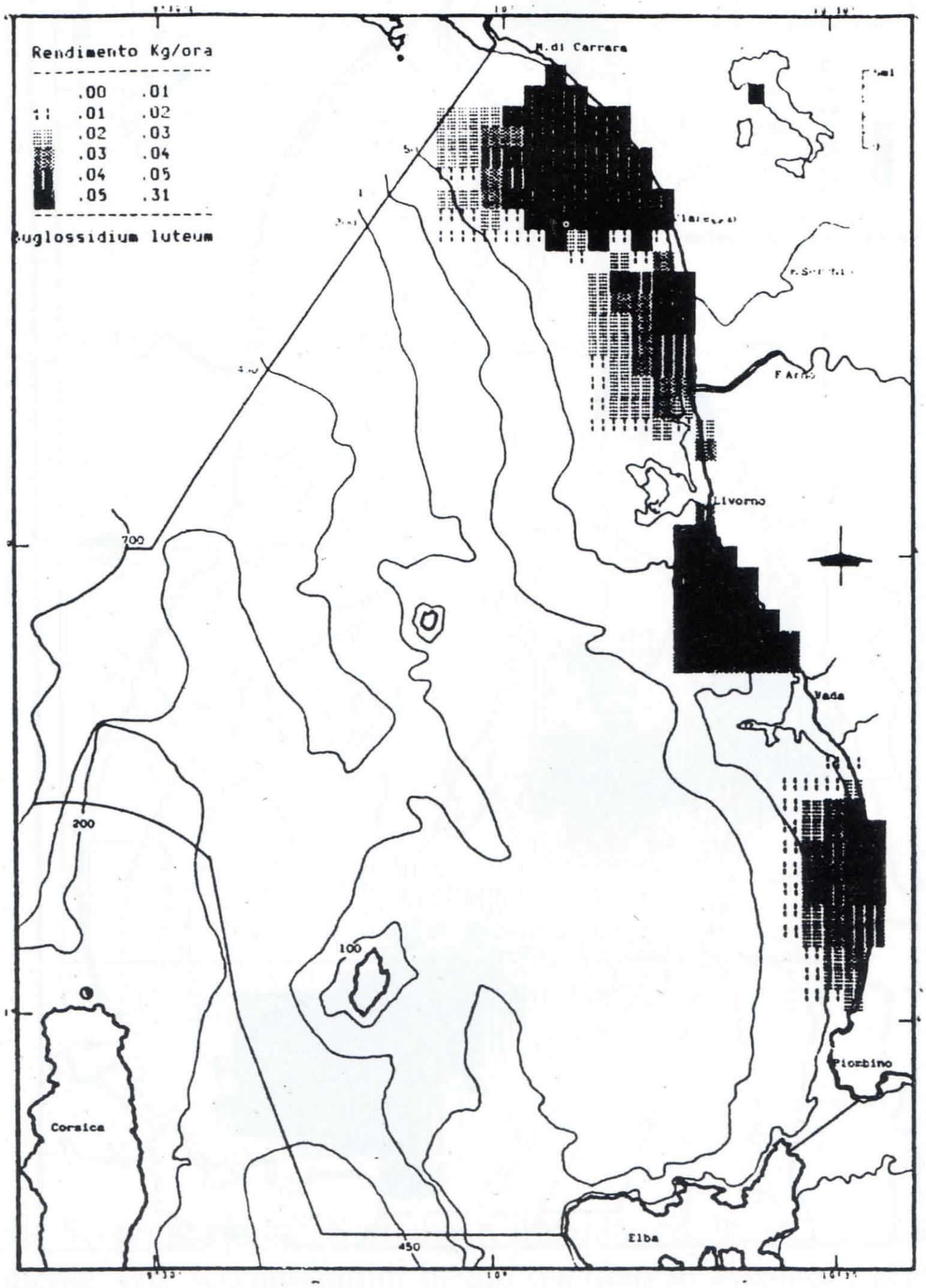



**Fig. 9** - Areale di distribuzione di *Buglossidum luteum*

*Microchirus variegatus* (Donovan, 1802), Fig. 10

Questo Soleidae presenta un intervallo batimetrico più ristretto (30-160 m ) rispetto a quanto riportato per il Mar Adriatico (GIOVANARDI, 1984 ). La specie appare concentrata soprattutto su fondali sabbiosi e detritici dell'Isola d'Elba dove può raggiungere rendimenti di 0,4 Kg/ora.

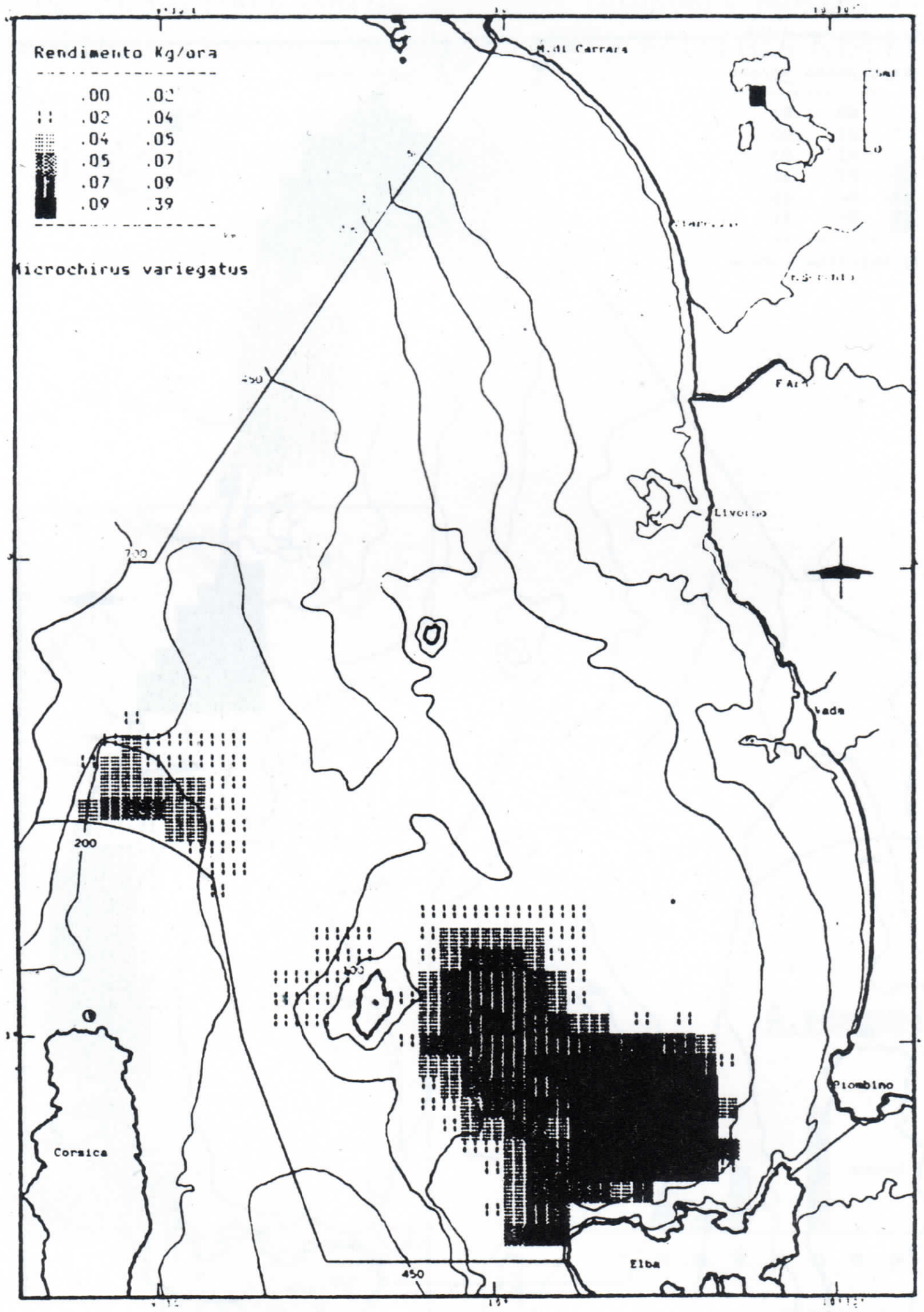



**Fig. 10** - Areale di distribuzione di *Microchirus variegatus*

*Solea vulgaris* (Quensel, 1806), Fig. 11

Per questa specie abitualmente pescata con il "rapido" e nelle ore notturne, sono state ottenute rese molto basse che hanno raggiunto .35 Kg orari. La sogliola occupa, in maniera non continua, la fascia costiera da Nord a Sud su fondali argillosi e sabbiosi.

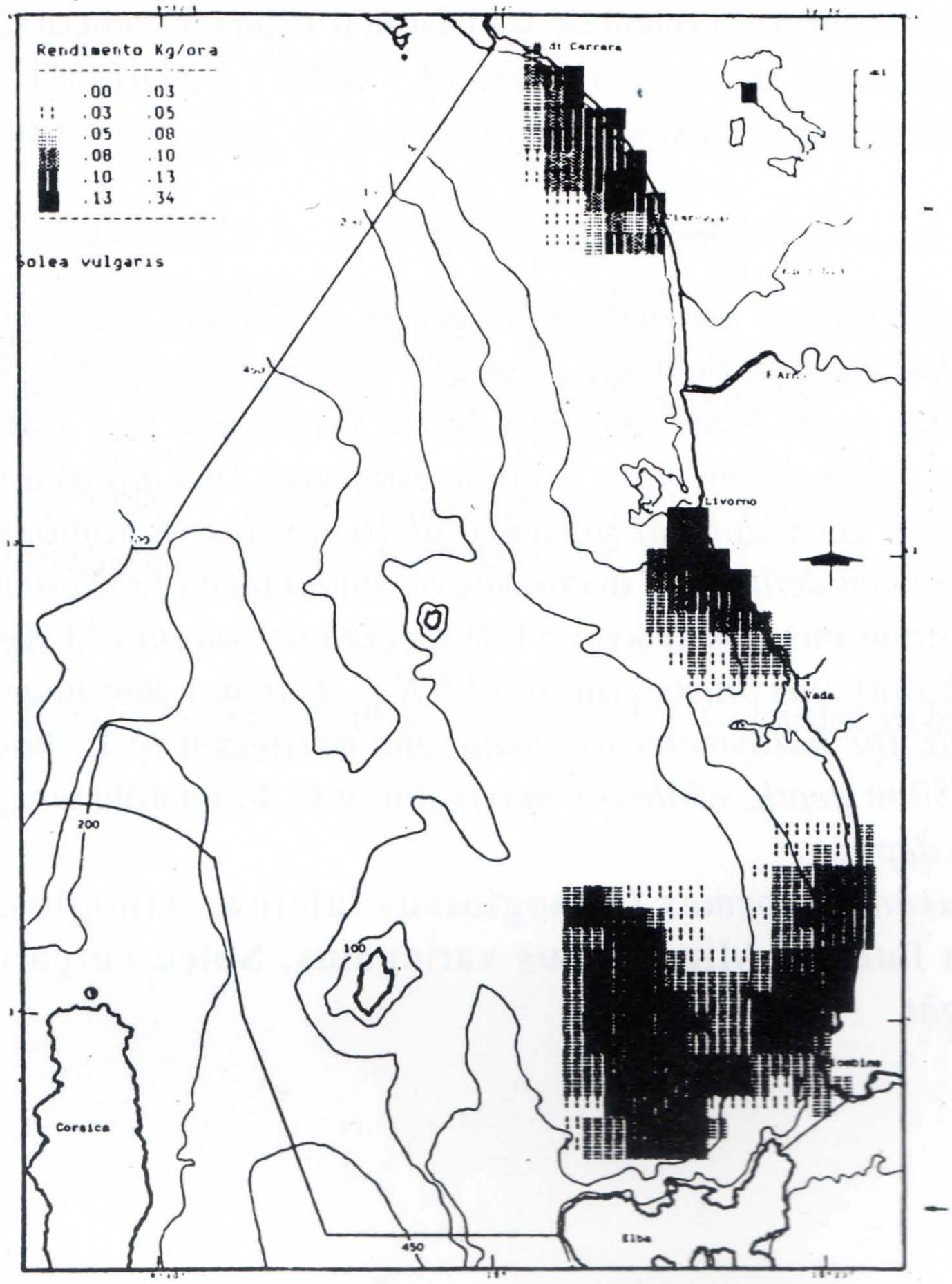



**Fig. 11** - Areale di distribuzione di *Solea vulgaris*

## Conclusioni

Le famiglie Scophthalmidae, Bothidae, Citharidae risultano le più rappresentate quantitativamente. Gli Scophthalmidi hanno ottenuto in assoluto i rendimenti più elevati (68%), anche se legati prevalentemente all'abbondanza di *L. boscii*. Infatti le altre specie (Tab.1) hanno contribuito con pochi esemplari, pescati in un ridotto numero di cale.

Fra i Bothidi prevalgono in assoluto *A. laterna* e *A. rueppelli:* le due specie occupano areali separati ad eccezione dei fondali prospicienti l'Isola di Capraia, dove si osserva una leggera sovrapposizione. In ogni caso appare evidente la preferenza di *A. laterna* per i più bassi fondali costieri, mentre *A. rueppelli* predilige profondità maggiori.

Per quanto attiene i Soleidi, gli areali di *S. vulgaris* e *B. luteum* sono praticamente coincidenti, mentre *M. variegatus* è localizzato prevalentemente sui fondali della piattaforma continentale tra l'Isola d'Elba e l'Isola di Capraia.

## Summary

*Pleuronectiformes is an important group including some species of high commercial value; most of them are generally caught by "rapido" trawl-net.*

*During a three years trawl survey in North Tyrrhenian sea, soft bottoms of the infralittoral and bathyal zone have been investigated. This allowed to point out the bathimetrical and geographical presence of 16 species (5 families). The area of distribution has been delineated according to abundance of the commonest species such as* Lepidorhombus boscii *with 3400 specimens caught (73 Kg) and* Citharus linguatula *with 600 specimens caught (13 Kg). Catches per hour (CPUE) have been calculated, for bathimetrical strata; the maximum of* L. boscii *was found between 200-250 m depth, while the maximum of C.* linguatola *was found between 500 and 100 m depth.*

*Other Pleuronectiformes* (Arnoglossus laterna, Arnoglossus rueppelli, Buglossidium luteum, Microchirus variegatus, Solea vulgaris) *have been frequently caught.*

## Bibliografia

AUTERI R., BAINO R., SERENA F., RIGHINI P., REALE B., VOLIANI A., MANNINI P., VOLPI C., PIRAS A., SILVESTRI R. (1988) - Valutazione delle risorse demersali: risultati del presurvey 1985 dalla foce del Magra all'Isola d'Elba. *Atti - Seminari UU.OO. responsabili dei prog. di ricerca per la pesca e l'acquacoltura*. Vol. III C.N.R. - Min. Marina Mercant.

BAUCHOT M. L. *et al.* (1987) - Mediterranee et Mer Noire-Zone de pêche 37. Revision 1 Vol. II. FAO (Roma).

DWIVEDI S. N. (1964) - Ecologie, morphologie et biologie comparées des deux espèces du gerire Lepidhorombus: *L. megastoma* (Donovan) et *L. boscii* (Risso). Etude de leurs races et populations. *Rev. Trav. Inst. Pêches marit.* 28 (4).

GIOVANARDI O. (1984) - La distribuzione dei pesci piatti in Alto e Medio Adriatico in relazione al tipo di fondo ed alla profondità. *Nova Thalassia* 6 Suppl. 465-469.

PÈRÉS J. M., PICARD J. (1964) - Nouveau manuel de bionomie bentique de la Mer Mediterranee. *Rec. Trav. de la Station marine d'Endoume* Bull. n. 31 fasc. 47

TORCHIO M., TORELLI A. R. (1986) - Relazione introduttiva sugli attuali popolamenti di Scoftalmidi dell'infralitorale savonese. I prodotti di sciabiche da riva e di tremagli nel settembre 1984 - agosto 1985 (Osteichthyes, Pleuronectiformes). *Quad. Civ. Staz. Idrobiol.* Milano, n. 13.

TORCHIO M. (1986) - Interessanti adattamenti ecologici di alcuni pesci all'infangamento marino costiero. *Boll. Mus. Ist. Biol. Univ. Genova* 52 suppl., 45, 49.

TORTONESE E. (1975) - Osteichthyes. Vol. XI. Ed. Calderini Bologna.

*OEBALIA 1990 Suppl., Vol. XVI-1: 269-278* ISSN 0392-6613

F. SERENA R. BAINO A. VOLIANI
LS.T.I.P. - Via dell'Ambrogiana, 2 - Livorno - Italia

# DISTRIBUZIONE DEI TRIGLIDI (OSTEICHTHYES, SCORPAENIFORMES) NELL'ALTO TIRRENO

**Abstract**

Distribution of gurnards in the high tyrrhenian sea

*During a three years trawl -survey in the Northern Tyrrhenian Sea, eight species of gurnards have been caught by trawl bottom- net. The maps of catch - distribution are shown for seven species. Vertical and spatial distribution have been analysed and related to bottom characteristics.*

**Key-words**: Pisces, Triglidae, distribution, Mediterranean.

## Introduzione

Nel presente studio viene analizzata la distribuzione dei triglidi nell'area compresa tra la foce del Magra e l'Isola d'Elba. Durante le campagne di pesca a strascico effettuate, globalmente essi hanno rappresentato il 5% della biomassa ittica rilevata, equivalente in pratica all'abbondanza media della triglia di fango. Simili rapporti sono osservabili anche nello sbarcato commerciale al mercato ittico di Livorno.

In effetti la voce specifica "caponi" rappresenta soltanto l'uno per cento del totale ittico commercializzato privo del pesce azzurro, ma questa voce è fortemente sottostimata, in quanto gli individui di piccola taglia entrano puntualmente a far parte della "zuppa" o "minestra". Per ogni specie si è cercato, quando possibile, una correlazione con le altre specie di triglidi, con la natura del fondo e quindi con le caratteristiche biocenotiche.

## Materiale e Metodi

Il materiale studiato proviene da cinque campagne sperimentali di pesca a strascico (M.M.M. L. 41/82) effettuate nella parte settentrionale dell'Arcipelago Toscano nel triennio 1985/1987, su una superficie di circa 9000 kmq (AUTERI *et al.,* 1988).

Utilizzando il materiale raccolto in 148 cale, riassunto nella Tabella 1, sono state realizzate le distribuzioni di abbondanza per ogni specie, in esse la presenza non risulta segnalata al di sotto di una certa soglia.

| Specie | N. IND. | PESO in Kg. | NUMERO CALE |
|---|---|---|---|
| *Aspitrigla cuculus* | 2113 | 88.4 | 55 |
| *Aspitrigla obscura* | 395 | 19.2 | 30 |
| *Eutrigla gurnardus* | 519 | 8.7 | 24 |
| *Lepidotrigla cavillone* | 10885 | 138.8 | 76 |
| *Trigla lucerna* | 591 | 13.5 | 38 |
| *Frigla lyra* | 162 | 19.4 | 32 |
| *Trigloporus lastoviza* | 190 | 5.9 | 28 |

**Tab. 1** -Catture in numero e peso e frequenza dei rilevamenti nelle 148 cale

## Risultati

*Aspitrigla cuculus* (Linneo, 1758) Fig. la.

Questo triglide è ampiamente diffuso nell'area investigata, con una distribuzione batimetrica tra 60 e 280 metri. La figura che illustra la distribuzione geografica dei rendimenti individua tre nuclei principali: il più consistente si trova a N-E dell'Isola di Capraia, a profondità tra i 150 e 200 m e con rendimenti medi di oltre 5 Kg/ora, ma con valori occasionali fino a 11 Kg/ora; il secondo a 5-0 dell'Isola di Gorgogna, con profondità superiore ai 200 m e CPUE simili alle precedenti; il terzo, con rese minori, nell'estremità settentrionale della platea corsa, dove probabilmente è stata rilevata solo una parte di un più ampio nucleo che trova la sua massima consistenza in acque corse (DINTHEER, 1982). Le zone con i rendimenti più elevati presentano un fondo di natura detritica; la biocenosi è caratterizzata dalla presenza del Brachiopode *Gryphus vitreus* associato al Cidaride *Cidaris cidaris* e differisce sensibilmente dalle aree limitrofe con profondità analoghe, dove prevale il *Crinoide Leptometra* phalangium e dove *A. cuculus* è comunque diffusa, ma con rese possibilmente inferiori.

I giovani di età inferiore ad un anno (LT < 13 cm, MOUNEIMNE, 1971) sono

distribuiti prevalentemente tra 100 e 150 m, differendo in parte dagli adulti, più abbondanti a profondità superiori a 200 m (Fig. 2), come osservato anche da (PAPACONSTANTINOU 1983) per i mari della Grecia.

*Aspitrigla obscura* (Linneo, 1764) Fig. 1b.

La diffusione di questa specie interessa una vasta area della zona di studio, anche se le abbondanze non risultano omogenee. E' un triglide tipico della piattaforma: vive infatti tra 20 e 200 metri, anche se a profondità maggiori di 150 m i rendimenti orari sono irrisori.

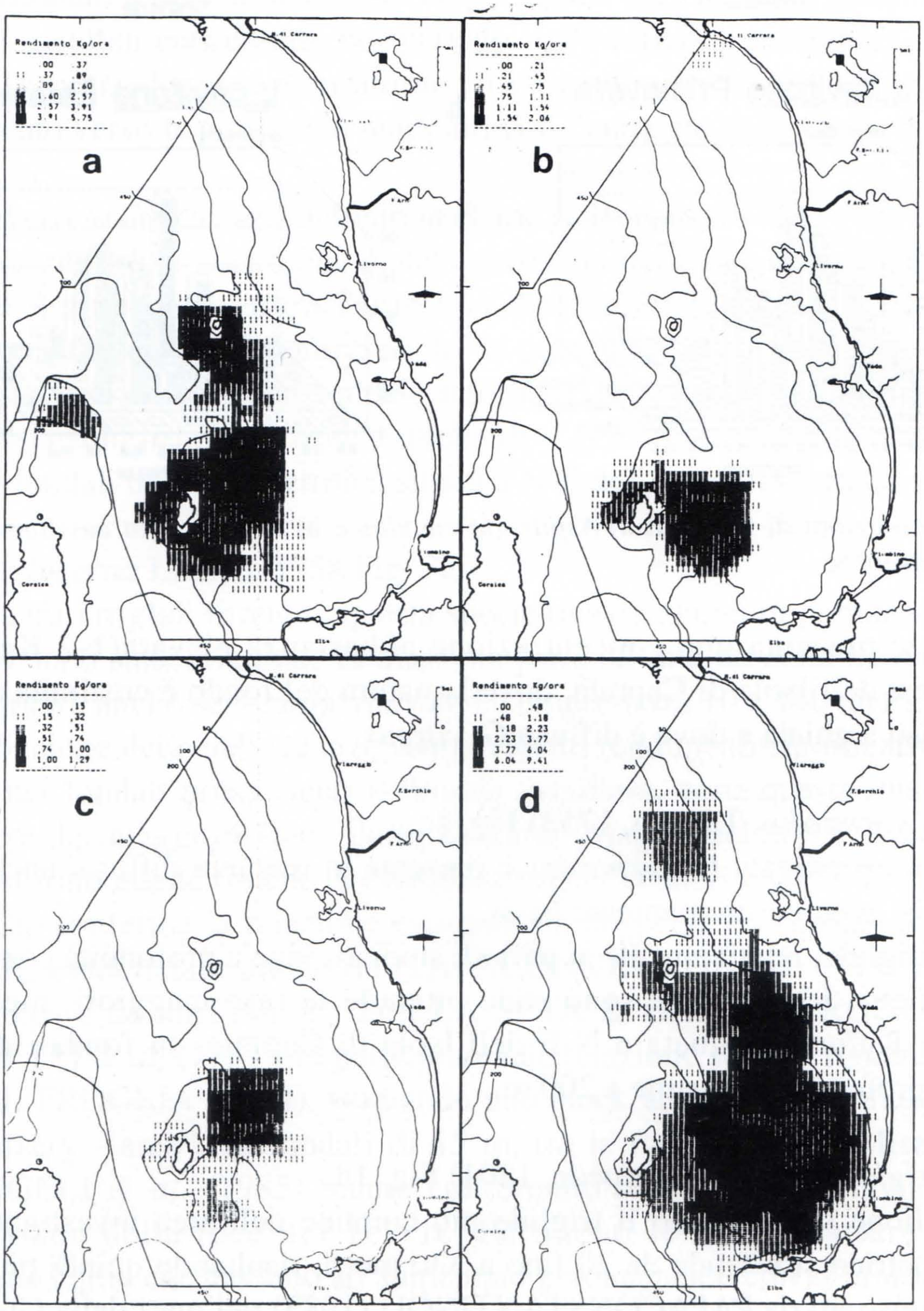



**Fig. 1** - Distribuzione delle abbondanze delle specie: a) *Aspirtiglia cuculus*; b) *Aspirtiglia obscura*; c) *Eutrigla gurnadus*; d) *Lepidotriglia cavillone*.

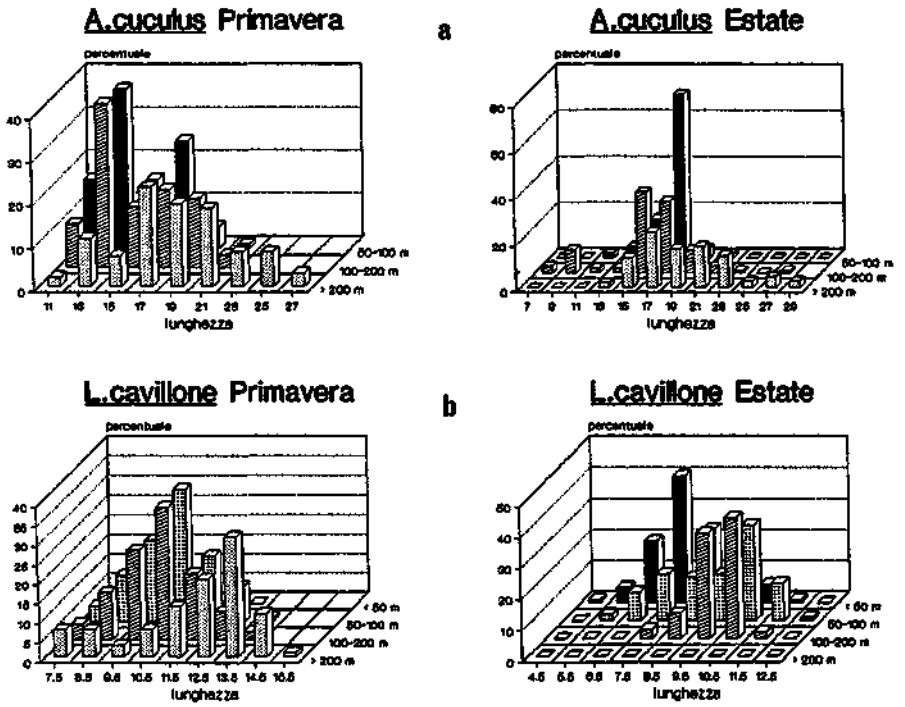



**Fig. 2** - Distribuzioni di taglia di a) *Aspitrigla cuculus* e b) *Lepidotrigla cavillone* per fasce batimetriche.

La specie presenta una concentrazione abbastanza elevata (1 - 2 Kg/ora) sui fondali ad est dell'Isola di Capraia, dove la natura del fondo è costituita da fanghi sabbiosi misti a ghiaia e dove è diffuso *G. vitreus.*

*Eutrigla gurnardus* (Linneo, 1758) Fig. 1c.

Nell'area investigata *E. gurnardus* è presente in maniera diffusa, anche se con rendimenti in genere estremamente bassi.

Questo triglide, relativamente ai periodi studiati, vive a profondità comprese tra 80 e 220 metri. L'area dove sono state ottenute le rese maggiori, mediamente intorno a 1 Kg/ora, è situata a N-E dell'Isola di Capraia, su fondali detritici e sabbiosi, a profondità prossime a 200 m.

*Lepidotrigla cavillone* (Lacepède, 1801) Fig. 1d.

Il caviglione si è rivelato il triglide più comune nell'area investigata. Il suo range batimetrico si estende da 20 fino a 330 metri, risultando quindi più ristretto di quello registrato da PAPACONSTANTINOU (1983) nei mari della Grecia (fino a 440 m), ma più ampio rispetto al Mare Catalano, dove è stato rilevato

nell'intervallo da 30 a 130 m (MORENO R. & MATALLANAS J., 1983).

Il caviglione occupa quasi integralmente la superficie compresa tra le batimetriche di 100 e 200 metri, con rendimenti medi fino a 6-9 Kg/ora, ma anche con valori occasionali di 14 Kg/ora. In tale area predomina la biocenosi del Detritico del Largo (PÉRÈS-PICARD, 1964), e tipiche sono le componenti del Gruppo Costiero Superficiale - Fanghi Profondi (RELINI *et al.*, 1986), qui fortemente caratterizzato dalla presenza di *L. phalangium*. Il caviglione occupa anche aree al di fuori di questa biocenosi, anche se geograficamente prossime ad essa, come alcune zone dei fanghi batiali e dei fanghi terrigeni costieri.

Analizzando inoltre le distribuzioni per taglia, gli esemplari giovanili (LT= 6-8 cm) sono risultati concentrati, nel periodo tardo estivo, a profondità comprese tra 40 e 110 metri. Si nota comunque in entrambe le stagioni un progressivo spostamento verso le profondità maggiori con l'aumento della taglia (Fig. 2b).

*Lepidotrigla dieuzeidei* Audouin *in* Blanc & Hureau, 1973.

La presenza di *L. dieuzeidei* è stata verificata nel corso di ricerche ancora non ultimate. La specie sembra avere una distribuzione molto limitata, ma con concentrazioni tali da consentire, anche se occasionalmente, rese elevate, superiori a 5 Kg/ora (nel caso, su un fondale intorno a 150 m). La sua diffusione sembra sovrapposta solo marginalmente a quella di *L. cavillone* e, a differenza di questo, legata ai fondali di natura detritica situati a N-E dell'Isola di Capraia.

*Trigla lucerna* Linneo, 1758 Fig. 3a.

Unica tra i triglidi tirrenici, questa specie mostra abitudini prettamente costiere: le catture sono state effettuate in massima parte all'interno della fascia batimetrica dei 100 metri, anche se il range rilevato è compreso tra 10 e 140 metri. Osservando la distribuzione delle abbondanze sono evidenti rendimenti significativi, fino a 2,5 Kg/ora, nei fondali prospicienti il litorale versiliese, zona questa interessata dalle foci di tre dei maggiori fiumi della Toscana (Magra, Serchio e Arno) e dove le biocenosi sono quelle tipiche dei fanghi terrigeni costieri (AUTERI in FROGLIA, 1984). Ciò conferma la relazione esistente tra la specie e i fondali degli ambienti estuariali, evidenziata anche da (PAPACONSTANTINOU 1983) nel Golfo di Thermaikos e da altri Autori: DELLA SETA & OREL in FROGLIA (1984) e PICCINETTI *et al.* (1981). In particolare tale relazione sembra riguardare le forme giovanili: FROGLIA (1984), studiando uno stock adriatico, ha infatti individuato una "nursery - area", su fondali di 15 m, tra le foci dei fiumi Misa ed Esino e SERANGELI *et al.* (1985) hanno confermato simili risultati lavorando poche miglia a sud della foce del Tevere. Parimenti le nostre catture sotto costa presentano taglie che tendono ad aumentare gradatamente con la profondità.

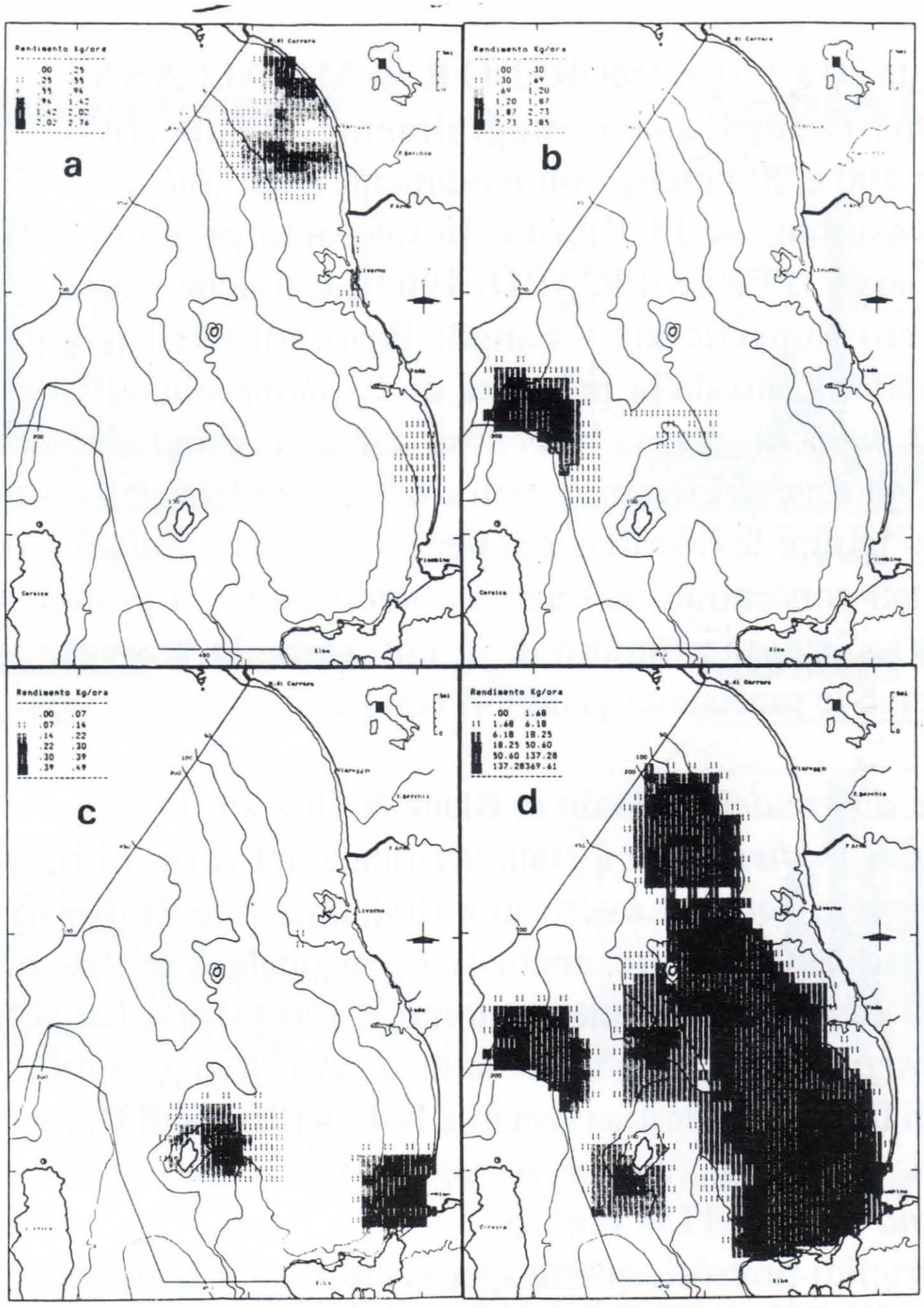



**Fig. 3** - Distribuzione delle abbondanze delle specie: a) *Trigla lucerna;* b) *Trigla lyra;* c) *Trigloporus lastoviza;* d) *Leptometra phalangium.*

*Trigla Lyra* Linneo, 1758 Fig.3b.

Questo trglide ha un range batrimetrico abbastanza ampio (100-420 m) ed è la specie rilevata alle profondità maggiori. La specie è risultata soprattuto diffusa nella fascia ortogonale alla corsa e compresa tra le isole di Gorgona e Capraia; MATTA (1958) la segnala anche sui fondali elbani. I rendimenti più elevati (circa 3 Kg/ora) sono stati ottenuti in un'area situata in piattaforma, dove le biocenosi sono caratterizzate dalla contemporanea e massiccia presenza di *L. phalangium* e *G. vitreus*. Questa zona presenta fondali molto accidentati, difficilmente accessibili alle strascicanti: se si escludono quindi i prelievi occasionali dei pescatori sportivi, l'area può essere ritenuta non sottoposta a specifica pressione di pesca, motivando con ciò le alte rese, anche con esemplari di dimensioni maggiori (LT=33-35 cm),

rispetto alla zona continentale, dove gli individui di piccola taglia (LT= 16-18 cm) sono predominanti.

*Trigloporus lastoviza* (Bruennuich, 1768) Fig. 3c.

Ad eccezione di catture casuali, la specie è stata pescata soprattutto nelle parte meridionale della zona investigata, tra i 20 e i 210 m.

T. lastoviza sembra adattarsi bene ai bassi fondali contraddistinti da una natura mista del fondo, tipica dell'area di fronte al Promontorio di Piombino, con rese medie di 400 g. a profondità tra 50 e 100 m. La specie consente inoltre rendimenti apprezzabili, anche se meno abbondanti, in prossimità dell'isola di Capraia, dove le biocenosi sono caratterizzate dalle facies di *G. vitreus* e *C. cidaris.* La taglia è piccola (LT= 13-14 cm) nelle zone costiere e aumenta sensibilmente nelle aree più profonde (LT= 19-20 cm) dove i rendimenti orari sono minori. Osservazioni simili, per il mare Egeo e quello Catalano sono state descritte da PAPACONSTANTINOU (1983) e KARTAS (1971).

## Conclusioni

Le otto specie di triglidi del Mediterraneo (WHITEHEAD *et al.,* 1986; FISCHER *et al.,* 1987) risultano presenti anche nell'area da noi studiata.

*L. caviglione* è la specie con le rese più elevate (9 Kg/ora). Notevolmente minori sono risultati i rendimenti medi delle altre specie, catturate con relativa abbondanza (2-4 Kg/ora) solo in aree ristrette. In particolare appaiono scarsamente rappresentate *T. lastoviza* e *L. dieuzeidei.*

Nella figura 4 sono schematizzate le aree geografiche di massimo addensamento della specie; la platea dell'Isola di Capraia rappresenta un ambiente favorevole per cinque specie: *A. cuculus, E. gurnardus, A. obscura, T. lastoviza* e *L. dieuzeidei* si concentrano particolarmente in quest'area, dove i fondali sono di natura fango-sabbiosa, ricchi di materiale detritico e caratterizzati dalla presenza di *G. vitreus* associato a *C. cidaris.* Ad est di tale area, tra le batimetriche dei 100 e 200 m, è principalmente diffuso *L. cavillone* e predomina la biocenosi del detritico del largo, qui fortemente caratterizzata da *L. phalangium.*

Lungo la fascia costiera versiliese, su fondali sabbiosi e fangosi, è concentrata soprattutto *Trigla lucerna;* mentre sui fondali detritici dell'area prospiciente il Promontorio di Piombino è abbondante *Trigloporus lastoviza.* Nella zona all'estremità settentrionale.

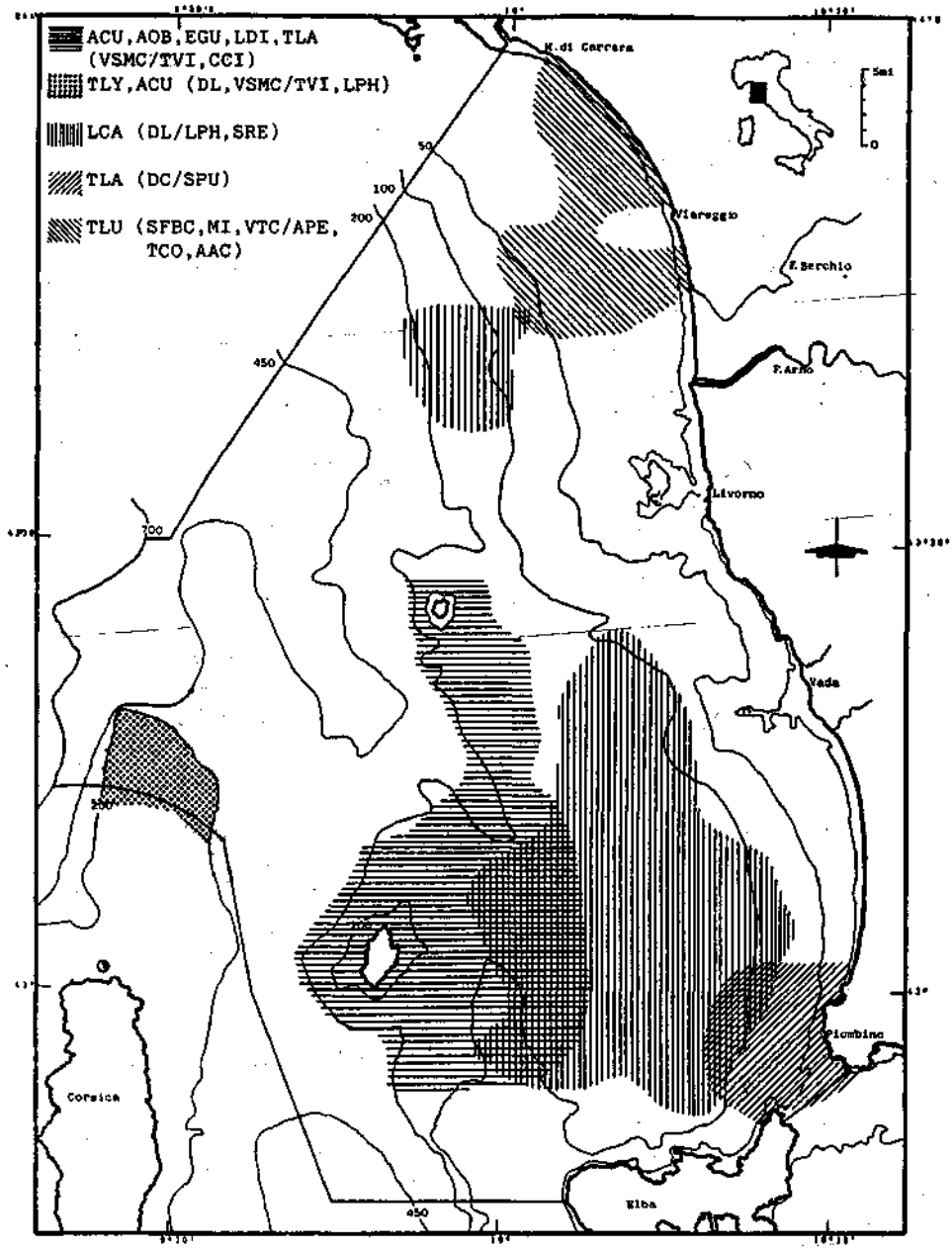



**Fig. 4** - Sintesi delle distribuzioni dei massimi rendimenti orari.
ACU *A. cuculus;* AOB *A. obscura;* EGU *E. gurnardus;* LDI *L. dieuzeidei;* TLA *I. lastoviza;* TLY *T. lyra;* LCA *L. cavillone;* TLU *T. lucerna.* TVI *Griphus vitreus;* CCI *Cidaris cidaris;* LPH *Leptometra phalangium;* SRE *Stichopus regalis;* SPU *Spatanqus purpureus;* APE *Aporrhais pespelecani;* TCO *Turritella communis;* AAC *Aphrodite acueata.* Per gli altri codici relativi alla natura del fondo quindi alla biocenosi, si rimanda al manuale di bionomia bentica di Pèrés-Picard (1964).

**Summary**

Gurnards are an important portion in the composition of the fish normally caught by Tuscany's trawlers.

As part of a groundfish appraisal project, five surveys of experimental fishing have been carried out in the areas usually exploited by the trawlers of Livorno, Viareggio and Piombino. The results thus obtained have made it possible to locate the more densely populated areas and to assess the geographical and vertical distribution of the eight species of gurnards which live in the Mediterranean Sea.

*Lepidotrigla cavillone* and *Aspitriglia cuculus* constitute 47% and 30% respectively, of the total weight of gurnards caught. *L. cavillone* is widely distributed and the most conspicuous catches rise to 9 Kg per hour were biocenosis is characterized by *Leptometra phalangium;* the catch of A. *cuculus* is about 6 Kg per hour in an area near to the Capraia Island where *Eutrigla gurnardus, Aspitrigla obscura* and *Lepidotrigla dieuzeidei* are also to be found in large numbers. Finally, there are areas where on species is prevalent: *Trigloporus lastoviza* is especially found in the Baratti Gulf, *Trigla lyra* north of Cape Corse and *Trigla lucerna* on the low grounds north of the mounth of the Arno River.

**Bibliografia**

AUTERI R., BAINO R., SERENA F., RIGHINI P., REALE B., VOLIANI A., MANNINI P., VOLPI C., PIRAS A., SILVESTRI R. (1988) - Valutazione delle risorse demersali: risultati del presurvey 1985 dalla foce del Magra all'Isola dell'Elba. Atti Seminari U.O., sessione Valutazione Risorse Demersali, volume III: 1105-1165.

FISCHER W., SCHENEIDER M., BAUCHOT M.L. (1987) - Méditerranée et Mer Noire. Zone de Pêche 37 Révision 1. Volume II. *Fiches FAO d'id. esp. bes. pêche* CEE FAO: 761-1530.

FROGLIA C. (1984) - Presupposti bioecologici e tecnici per una nuova regolamentazione della pesca a strascico entro le tre miglia dalla costa. *Rapporto finale al Ministero della Marina Mercantile,* Direzione Generale della Pesca Marittima, pp. 1-104.

KARTAS F. (1971) Les Triglidae de la Mer Catalane. Distribution croissance et reproduction. II Genre Lepidotrigla, *Trigloporus lastoviza, Eutrigla gurnardus.* Thèse 3ème cycle, Faculté Sciences, Paris: 173 p.

MATTA F. (1958) - La pesca a strascico nell'Arcipelago Toscano. *Boll. Pesca Piscic. Idrobiol.,* 13, 23-371.

MORENO R., MATALLANAS J. (1983) - Etude du regime alimentaire de *Lepidotrigla cavillone* (Lacepede, 1801) (Pisces, Triglidae) dans la Mer Catalane. *Cybium, 1* (3): 93-103.

MOUNEIMNE N. (1971) - Les Triglidae de la Mer Catalane. Distribution, croissance et reproduction. I. *Trigla lyra, Aspitrigla cuculus, Aspitrigla lucerna.* These 3e cycle, Faculté Sciences - Paris: 151 p.

PAPACONSTANTINOU C. (1983) - Observation on the ecology of gurnards (Pisces Triglidae) of the Greek seas. *Cybium* 7 (4): 71-88.

PERES J.M., PICARD J. (1964) - Nouveau Manuel de Bionomie Bentique de la Mer Méditerranée. *Rec. Trav. St. Mat. Endoume,* 31 (47): 1-137.

PICCINETTI C., PICCINETTI MANFRIN G. (1981) - Utilisation du Chalutage pour estimer les ressources démersales dans une aire limitée. *FAO Fish Rep.,* 253: 121-123.

RELINI G., PEIRANO A., TUNESI L. (1986) - Osservazioni sulle comunità dei fondi strascicabili del Mar Ligure Centro-Orientale. *Boll. Mus. Ist. Biol. Genova 52 suppl.,* 139-161.

SERANGELI C, DELLA SETA G., HULL V., MARIANI A. (1985) - Contributi alla biologia degli stadi giovanili di *Trigla lucerna* (Pisces, Scorpaeniformes). *Oebalia,* vol. XI- 3, N.S. : 873-838.

WHITEHEAD P.J.P., BAUCHOT M. L., HUREAU J. C, NIELSEN J., TORTONESE E. (1986) - Fishes of the North-eastern Atlantic and the Mediterranean FNAM. Volume III Unesco: 1009-1473.

*OEBALIA 1990 Suppl., Vol. XVI-1: 281-282* *ISSN 0392-6613*

GIUSEPPE COGNETTI
Dipartimento di Scienze dell'ambiente e del territorio, Università di Pisa

# STRATEGIE ADATTATIVE DEGLI ANIMALI MARINI IN AMBIENTI IMPREVEDIBILI

Gli ambienti imprevedibili sono colonizzati da poche specie dette opportuniste che sono capaci di adattarsi rapidamente e che possono raggiungere una densità elevata per assenza di competizione. Sulla base di osservazioni condotte da vari AA. in ambienti soggetti a inquinamenti prevalentemente di tipo organico, vengono elencate varie specie di policheti opportunisti con differenti gradi di adattabilità, molte delle quali cosmopolite. Questa lista non corrisponde sempre tuttavia, anche in ambienti con caratteristiche analoghe di aree diverse, poichè alcune di queste specie non sempre percepiscono "fine grained" tutti i parametri. Alcune ad esempio sono "coarse grained" per quanto riguarda la salinità e la temperatura.

Ma è lo studio delle aree marine soggette a specifici inquinamenti di origine industriale che mette in evidenza la difficoltà di generalizzare il concetto di opportunismo. In questi ambienti si possono differenziare da specie mai segnalate come opportuniste, delle popolazioni capaci di adattarsi a varie situazioni del tutto particolari. Si verificano talvolta delle esplosioni numeriche di una specie che dopo qualche anno scompare improvvisamente e si riduce drasticamente. Tali specie dunque sono capaci di occupare, in situazioni particolari, ambienti imprevedibili che neanche le specie più opportuniste sono in grado di colonizzare. Queste popolazioni sono labili in quanto la loro esistenza è legata alla durata dell'ambiente. E' evidente che nell'ambito di certe specie alcuni individui si sono adattati, grazie ad una drastica selezione di genotipi favorevoli, ad habitats inquinati dando origine a popolazioni estremamente specializzate a ridotta variabilità genetica, per cui con il ritorno alla normalità non sono più in grado di adattarsi alla nuova situazione.

Fenomeni analoghi si verificano in differenti biotopi salmastri dove oltre alle specie tipicamente alolimnobie ve ne possono essere altre addirittura stenoaline con popolazioni perfettamente adattate all'instabilità dell'ambiente. La

distribuzione avviene lungo un gradiente di prevedibilità ambientale dove ciascuna specie può raggiungere il suo massimo sviluppo nel punto ottimale analogamente alle specie opportuniste nelle acque inquinate. Anche qui dunque si può supporre l'esistenza di genotipi che controllano una flessibilità feno-tipica funzionale e in grado quindi di consentire la sopravvivenza in ambienti molto instabili. Attraverso la selezione si differenziano delle popolazioni talvolta morfologicamente individuabili capaci di rispondere alle sollecitazioni dei vari parametri fisici.

Queste ipotesi sono confortate da esperienze di allevamento in laboratorio e dalla stima della variabilità genetica fra popolazioni di una stessa specie in base al livello d'eterozigosi del sistema geni-enzimi.

*OEBALIA 1990 Suppl., Vol. XVI-1: 283-301* ISSN 0392-6613

G. BELLAN D. BELLAN - SANTINI
Station marine d'Endoume, Rue Batterie des Lions, 13007 Marseille, France

# EXEMPLES DE RÉPONSES DES ESPECES, A DIFFERENTS NIVEAUX D'INTEGRATION, AUX VARIATIONS DU MILIEU

Abstract

Species responses to variations of environment

*The living organisms respond, at different levels of integration: individual, population, community, at the physical and biological variations of the Environment.*

*The Environment is a motor of species evolution, according various possibilities. Among others, we point out three cases:*

- *the evolution of species can be controlled by the geographic distance between populations and their subsequent isolation. This distance can be important or reduced if the ecological constraints are strong.*
- *the evolution in conservative or 'refuge' environments is certainly much more dynamic than previously considered. It is contemporary.*
- *the evolution of species is, too, an active and present phenomena in the areas where environmental pressure is exaggerated. Man plays a major role in this evolution.*

*The evolution of species must be replaced in the frame of the transformation of Ecosystems, even if these models appeared to be complex.*

Key-words: Species; evolution, environment, biocoenosis

## Introduction

Le milieu marin présente, dans son ensemble et à travers ses dimensions espace et temps, de très grandes variations. Pour l'organisme vivant, le milieu ambiant comprend deux ensembles: le milieu physique ou abiotique, controlé par des facteurs climatiques ou édaphiques (différents types de substrats, hydrodynamisme, température, lumière, etc…) qu'il subit en grande partie et le milieu vivant ou biotique constitué par les autres organismes vivants, interagissant entre eux et sur lequel il intervient (compétiteurs, prédateurs, proies, commensaux,...). La survie de tout organisme vivant dépend etroitement des variations et des interrelations de ces facteurs ainsi que de ses facultés intrinsèques d'adaptation.

A l'extrême complexité du milieu ambiant dont tous les éléments sont des variables, en partie indépendantes et en partie interférantes avec les autres facteurs, les organismes vivants répondent, de manière propre, aux différents niveaux d'intégration que sont l'individu, la population et la biocoenoses. L'individu répondra en adaptant sa physiologie, sa biologie et son comportement, selon les propres facultés d'adaptation de son génome. La population aura une réponse plus globale s' étendant jusqu'à une certaine sélection des individus les mieux pourvus génétiquement. Le pool génétique d'une population permettra l'évolution de celle - ci vers la sélection des formes les mieux adaptées, voire de nouvelles espèces. La biocoenoses, système biologique complexe, communauté de populations d'espèces différentes ayant des relations complémentaires et antagonistes et dont le fonctionnement repose sur un flux continuel de matière et d'énergie, évoluera vis à vis des facteurs du milieu, dans sa composition et son fonctionnement (LAMOTTE et BLANDIN, 1985). Elle agira, à son tour, sur certains facteurs du biotope. Elle imposera à chacun des organismes qui la compose, tant au niveau de l'individu que de la population, ses propres contraintes et ces individus et populations y réagiront, positivement ou négativement, en fonction de leurs capacités intrinsèques précédemment évoquées.

Si l'on souhaite envisager les réponses, au niveau spécifique, à des variations de divers facteurs du milieu, voire de milieux plus ou moins larges, il n'est pas inutile de s'attarder sur le concept d'espéce tel qu'il faut le concevoir, de nos jours: "l'espèce est une communauté de populations naturelles interfécondes qui sont re-productivement isolées des autres groupes ainsi définis et qui occupent une niche spécifique dans la nature" (MAYR, 1942). L'espèce biologique, entité réelle ainsi définie, ne nous est pas accessible dans sa totalité comme pouvait l'être l'espèce typologique, mais elle peut être appréciée dans la globalité de ses fonctions et de ses facultés adaptatives. C'est un concept dynamique. Le pool génétique commun à toutes lès populations constituant l'espèce s'exprime par les morphologies, les cycles biologiques, les comportements écologiques et

éthologiques particuliers dont l'ensemble constituante les caractères de l'espèce. Le flux génétique existant entre les différentes populations de la même espéce maintient et son identitè et son homogénéité.

C'est grace à ce flux génétique que les adaptations aux variations faibles et continues ou fortes et soudaines du milieu seront possibles dans les limites de la niche fondamentale de l'espèce (MC MAHON *et al.,* 1981, LAMOTTE et BLANDIN, 1985). Si la pression du milieu ambiant conduisant à sa fragmentation géographique ou temporelle interrompt le flux génétique dans une population, on assiste à l'isolement de populations secondaires allopatriques ou sympatriques avec comme conséquence inéluctable la spéciation. Ces isolements de populations sont, dans bien des cas, des résultantes de la coupure ou de la dislocation de biocoenoses préexistantes, quelles qu'en soient les raisons, celles-ci pouvant être multiples.

L'influence du milieu comme moteur de l'Evolution des Espèces est une des voies les plus constantes de la recherche en Biologie et en Ecologie. Si l'on s'est, d'abord, penché sur les organismes terrestres, la connaissance des espèces marines a, néanmoins, fortement influencé cette voie de recherche. On peut considérer que, pour les rivages méditerranéens, un des pionniers en la matière fut COGNETTI (1960) avec son étude sur la différenciation spécifique et intraspécifique, par rapport à l'habitat, de quelques Syllidiens de Manche et de Méditerranée. Ce travail a influencé l'un de nous (BELLAN, 1964) qui devait, de manière peut-être un peu trop formelle, faire le lien entre espèces d' Annélides Polychetes ou populations particulières de celles-ci et variations de biotope ou de conditions locales du milieu. Bellan allait jusqu'à proposer une systématique dont un des critères serait la distribution bionomique et, plus généralement, l'écologie des espèces.

Nous n'avons nullement l'intention de reprendre le problème dans une optique de génétique évolutive. Nous souhaitons demeurer pragmatiques et n'aborder qu'avec prudence toute théorisation. Il est hors de question de traiter dans sa complexité de l'ensemble des réponses des espèces aux différents facteurs du milieu. Le cadre qui nous est légitimement imparti ne le permet pas, d'autant que nombre de ces problèmes sont loin d'être élucidés. Envisager les différents niveaux d'intégration à ces réponses exige une certaine sélection, nous ne retiendrons que quelques exemples.

Nous placerons notre réflexion dans trois cas de figure qui nous paraissent répondre, pour l'essentiel, aux questions posées. Nous traiterons des variations intrinsèques et extrinsèques des espèces en fonction:

- du critère de la distance géographique entre populations,
- du rôle des facteurs ambiants dans des milieux réputés "conservateurs ou "refuges",

- des depressions extrèmes du milieu ambiant, et plus particulièrement des effets des activités humaines.

Notre communication n'a d'autre but que de participer à un débat que nous estimons actuellement pue fourni en ce qui concerne le milieu marin et à nous intégrer dans une réflexion élargie.

### *2.1. Variations des espèces en fonction de la distance géographique*

On a tendance, lorsqu'on envisage la spéciation sous l'angle géographique ou biogéographique, à raisonner à grande échelle selon les classiques zones biogéographiques. Ici, nous considèrerons que la distance géographique séparant deux espèces ou deux populations d'une même espéce est un facteur du milieu qui èvolue selon un gradient constant, linéaire mais qui peut, aussi, être interrompu par une discontinuité d'ordre géographique ou écologique (selon le concept de "barrière"). Ce facteur "distance géographique" recouvre, bien évidemment, d'autres facteurs (température, photopériode,...), mais il nous parait interessant de le considérer, pour lui même. Il doit être envisagé tout autant à grande (centaines, milliers de Kilométres) qu'à petite distance (centaines ou milliers de mètres). Il doit, dans le milieu marin, être appréhendé dans les trois dimensions de l'espace.

#### *2.1.1. Distance géographique a grande échelle*

Il est évident que plus la distance sera grande, plus les variations du milieu seront ou pourront être étendues.

##### *2.1.1.1. Le complexe "*Ophelia bicornis*"*

On a longtemps admis l'existence en Atlantique nord-oriental d'une Polychète Ophelidae *Ophelia bicornis* Savigny à 15 paires de branchies et, en Méditerranée d'une *Ophelia radiata* à 14 paires de branchies et de sa variété *barquii* à 13 paires, la première paire de branchies apparaissant, dans le trois cas, au llème sétigère. Ce schéma, simple, ne faisait pas l'unanimité. GIORDANI-SOIKA (1955) reprenait le problème et en montrait l' extrême complexité à partir de populations méditerranéennes qu'il rattachait à l'espèce *O. radiata.* Il mettait en évidence que la réduction du nombre de paires de branchies pouvait se faire aussi bien postérieurement qu'antérieurement avec, dans ce cas, disparition successive des lères et 2èmes paires de branchies (races A, B et C *d' Ophelia radiata,* Fig.1), le nombre moyen de paires de branchies, au sien des populations étudiées, diminuant selon un gradient général nord-sud. Toutes ces formes ont en commun, quelle que soit leur localisation géographique, de vivre dans des sables moyens et grossiers, bien oxygénés, en mode battu, de l'Etage médiolittoral. En 1964, BELLAN

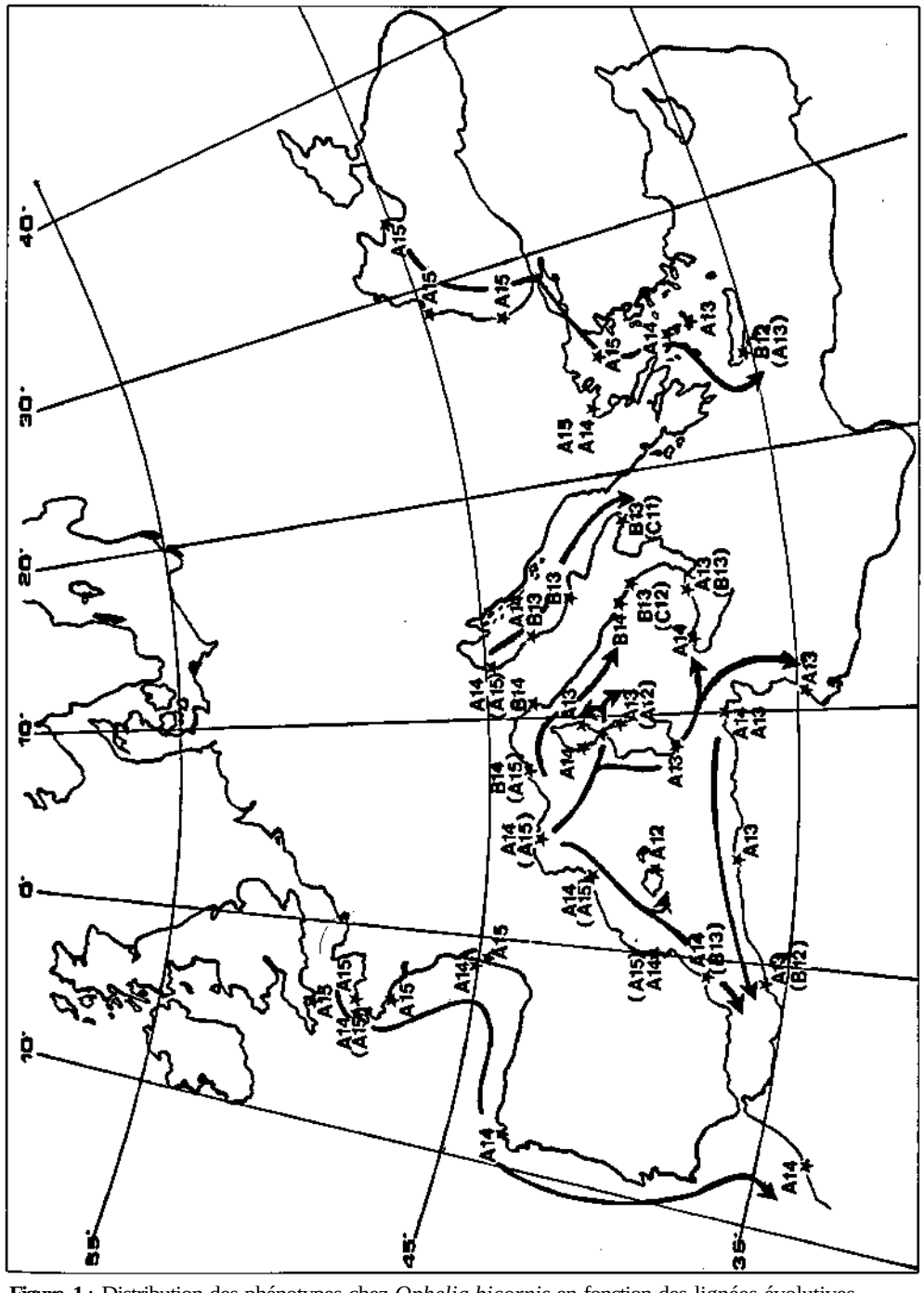



**Figure 1** : Distribution des phénotypes chez *Ophelia bicornis* en fonction des lignées évolutives. Phénotype dominant; sans parenthèses. Phénotype important: avec parenthèses.

proposait la réunion de ces différentes espèces, sous-espèces et races, dans le seul taxon *Ophelia bicornis*. Simultanément, il proposait un schéma d'évolution depuis les populations à 15 paires de branchies dominantes (forme A) jusqu'à celles à 11 paires (forme C) prenant en compte les deux sens, antérieur et postérieur, de réduction du nombre de paires de branchies (Fig. 1). Cet auteur, correllait l'évolution des populations et par conséquent de l'espèce avec la temperature et, notamment en Méditerranée, la température moyenne hivernale. En fait, selon Bellan, en Méditerranée, à la suite du réchauffement post-wurmien et à partir de la forme à 15 paires de branchies, la plus primitive, se seraient formés des phénotypes mieux adaptés avec réduction du nombre de paires de branchies; il considérait que l'évolution des populations avait pu se réaliser in situ.

Ce schéma évolutif, complexe, devait être adopté, au moins dans ses grandes lignes, par CANTONE (1972) et par AMOREUX (1977), *Ophelia bicornis* étant considérée comme une espèce polytypique. Récemment (1982), BRITTON-DAVIDIAN et AMOREUX ont remis en question ce polytypisme. Ces auteurs considèrent que les populations de Manche et d'Atlantique *d' Ophelia bicornis* et d' *O. radiata* sont caractérisées par la présence d' allèles distincts à quatre loci: Sod, Aat2, Me et Est-f. Ces populations peuvent être polymorphes. Cette distinction persisterait dans toutes les stations étudiées, quand bien même existerait-il des différences dans le polymorphisme des populations. Les auteurs concluent à la différenciation génétique des deux formes à 15 et 14 paires de branchies, allant de pair, généralement, avec la répartition allopatrique des stations à l'exception d'un phénomène de microsympatrie pour les populations de la rivière du Guillec, près de Roscoff (nord-Bretagne). Le problème est, toutefois, encore plus complexe. Les auteurs ont analysé une population méditerranéenne à 14 paires de branchies (Maguelonne, côte du Languedoc) laquelle s'est avérée partager les allèles des 2 "espèces" atlantiques et en posséder un, particulier, au locus Est-f. Nous avançons, aujourd'hui que la diffèrenciation entre populations atlantiques et méditerranéennes conduisant à des processus différents de spéciation pourrait avoir pour origine l'existence de phénomènes liés aux marées. On aurait, de part et d'autre du détroit de Gibraltar, deux biocoenoses médiolittoral homologues mais très fortement individualisées. Quelques observations de Vieitez (communication personnelle) sur la distribution atypique, dans les environs immediats de Gibraltar de deux espèces très voisines de Polychètes (*Nerine cirratulus* delle Chiaje et *Nerine mesnili* Bellan et Lagardère), nous laissent à penser qu'il pourrait en être ainsi. Si l'on peut, éventuellement, admettre qu'en Atlantique deux "espèces" se soient séparées (encore que les individus soient interfécondables, AMOREUX, 1977), le problème reste entier pour la Méditerranée, là où, précisément le polymorphisme est le plus fort.

*2.1.1.2. L'espèce* Ampelisca brevicornis

Un autre exemple d'évolution à grande échelle géographique nous sera fourni par le complexe spécifique de l' Amphipode *Ampelisca brevicornis* lequel peut être considéré comme ayant une distribution mondiale avec différentes formes ou sous-espèces plus ou moins individualisées. La forme typique dont la biologie a été étudiée depuis l'Ile de Man (mer d' Irlande) jusqu'à Marseille (Méditerranée) présente, en fonction de la latitude, des cycles reproducteurs très variables:

- un cycle de reproduction univoltin s' étendant de mai à septembre ou octobre en mer d'Irlande et en mer du Nord (Températures minimales 4°C et 0°C, température maximale 15°C et 18°C),
- un cycle intermédiaire univoltin-bivoltin s' étendant d'avril à octobre ou décembre, respectivement en Rance maritime et en baie de Morlaix (temp. min. 6°C et 9°C, temp. max. 17°C et 16°),
- un cycle bivoltin s' étendant de mars à décembre à Arcachon (temp. min. 6°C, temp. max 20°C),
- un cycle bivoltin s' étendant sur toute l'année à Marseille (temp. min. 12°C, temp. max. 25°C).

Pour des populations vivants dans des milieux parfaitement identiques: sables fins infra-littoraux contenant de 18 à 23% de pélites, les cycles de vie et la reproduction sont fortement liés aux variations de températures estivales du milieu (BELLAN-SANTINI et DAUVIN, 1988).

On assiste, dans ce cas, à un processus de différenciation biologique des populations dont on peut, à tout le moins, envisager qu'il puisse aboutir, pour les secteurs les plus éloignés, à la suite de ruptures écologiques, à la séparation de formes différentes constituant le "complexe spécifique *Ampelisca brevicornis"*.

*2.1.2. Distances géographiques faibles*

Il est, pour le moins, peu fréquent d'envisager le problème de la spéciation à une distance géographique faible. Bien entendu, on connaît de nombreux exemples d'espèces d'un même genre se distribuant dans un faible espace géographique. Nous rappellerons, à ce sujet, les travaux de GIACCONE (1980) sur les espèces méditerranéennes de *Cystoseira* (Algue Phaeophycea).

Dans le règne animal, le genre *Ophelia* nous fournira un exemple d'autant plus intéressant que les espèces en cause vivent dans des conditions écologiques identiques (sables moyens et grossier, poreux, dits "dunaires" des côtes de la Manche), à des niveaux bathymétriques voisins mais distincts, suivant un gradient altitudinal: *Ophelia bicornis,* étage Médiolittoral, *O. rathkei,* sommet de l'étage Infra-littoral; *O. negletca,* Infra-littoral inférieur exondable; *O. roscoffensis,* Infra-littoral inférieur non exondable (subtidal). Ces espèces sont, tant phénétiquement que phylogénétiquement, bien différenciées (Bellan et Dauvin, en

préparation). Leur distribution est biotopiquement parfaitement allopartrique, il s'agit, en fait, d'une microallopatrie.

Le cas des *Aponuphis* KUCHERUK 1978 (anciennement *Hyalinoecia pro parte)* de la région de Marseille, nous parait très instructif. En 1964, BELLAN avait regroupé un ensemble d'espèces voisines *{Aponuphis bilineata, A. brementi, A. fauveli)* ainsi que les différentes formes intermédiaires (parfois considérées comme des sous - espèces de *A. bilineata).* Il décrivait et rattachait à *A. bilineata,* des individus abranches. Chacun de ces nombreux phénotypes, y compris les formes intermédiaires vivait, préférentiellement, dans des biotopes différents, notamment, au niveau de l' hydrodynamisme et de la teneur en particules fines (tab. 1). BELLAN (1964, 1977) pensait qu'il y avait là un phénomène de "cline"

**Tab. 1** - Evolution du "complexe" *Aponuphis* en baie de Marseille

| | 0 | Distance | | | 2000 m |
|---|---|---|---|---|---|
| | ——— Hydrodunamisme décroissant ——→ | | | | |
| | ——— Accroissement de la teneur en particules fines ——→ | | | | |
| | *A. bilineata* | *A. bilineata* | *A. bilineata* | *A. bilineata* | *A. bilineata* |
| Niveau apparition lère branchie | abranche | 4è sétigère | 3è sétigère | 2è sétigère | 1er sétigère |
| | *n. sp.?* | | | *brementi* fac. | *fauveli* |
| Biotope préférentiel | Sables grossiers | Détritique côtier | Détritique côtier, faciés à *Peyssonelia* | *Peyssonelia,* Dètritique envasé | Détritique envasé |
| Etage | Infralittoral | Circalittoral | Circalittoral | Circalittoral | Circalittoral |

taxonomique et écologique. Il considérait comme particulièrement significatif:

1) que chacun des biotopes extrêmes soit caractérisé par la domination absolue d'une forme systématique extrême,
2) qu'il n'y ait jamais d'individus d'une forme extrême vivant dans le biotope type de la forme extrême opposée,
3) que le long de la "cline", les juvéniles se répartissent comme les adultes. Bellan considérait que la région marseillaise, était, pour des raisons encore inconnues, une aire d'exceptionnelle abondance et de diversification inégalée ailleurs du complexe *Aponuphis bilineata.*

Au contraire, dans une aire géographique où *A. bilineata* serait moins commune, il ne serait" pas surprenant de trouver des populations isolées, morphologiquement et écologiquement distinctes et qui pourraient, en raison de cette isolation, avoir formé des entités parfaitement distinctes

(GLEMAREC, 1969): les phénotypes extrèmes étant en fait des génotypes distincts. Récemment, PAXTON (1986) mettait en doute la validité réelle des conclusions de Bellan, au moins pour les populations marseillaises. Il est de fait qu'il pourrait exister deux entités bien distinctes: un génotype abranche dont on sait maintenait (Bellan et Willsie, en préparation) qu'il est lié aux sables grossiers d' intermattes et aux mattes non envasées d'Herbier de Posidonies et un autre génotype possédant des branchies, polyptyque, dont les individus se regrouperaient en populations au sein desquelles le phénotype dominant serait, aussi, un écotype. On remarquera que les individus du Phénotype *bilineata sensu stricto* peuvent cohabiter (à l'exception des autres phénotypes), en possible sympatrie avec le génotype abranche. Le "complexe" *Aponuphis*, dans la région marseillaise se développerait dans une série évolutive édaphique comme le montre le tableau 1.

*2.1.3. Discussion*

La notion d' "écogénotype" proposée par LAMOTTE et BLANDIN (1985) apparais particulièrement bien adaptée aux exemples présentés, tant à grande qu'à courte distance. Elle témoigne de l'ajustement spatial qui fait que, d'un point à un autre de répartition d'une espèce, les variations de fréquences des structures génotypiques, manifestement liées aux variations des facteurs du milieu, apparaissent.

On a, aussi, beaucoup invoqué les phénomènes de compétition-exclusion dans les processus de spéciation, la ségrégation évitant la coexistence d'espèces similaires et étroitement apparentées. BLANDIN (1986) se demande à ce sujet si l'on n'a pas trop souvent fait appel à ces phénomènes de compétition comme le pensait SIMBERLOFF (1984). Nous avons bien relevé un cas particulièrement net de ségrégation (série des *Ophelia* des sables dunaires de Roscoff). Mais nous avons, aussi, montré que le processus de spéciation, fut-ce au sein de communautés différentes (cas de *Aponuphis)* ne s'expliquait pas uniquement en terme de compétition-exclusion.

La coexistence d'espèces voisines, fonctionnellement redondantes mais capables d'utiliser de manière complémentaire l'espace et les ressources trophiques du milieu, comme le font les Amphipodes filtreurs du genre *Ampelisca* (BELLAN-SANTINI et DAUVIN, 1988) est peut-être une propriété intrinsèque des écosystèmes. Les phénotypes peuvent, à la limite, s'isoler, évoluant en ajustant au mieux leurs populations, en fonction même de l'évolution du biotope et, finalement, de la ou des biocoenoses et constituer, alors, des espèces différentes.

On peut imaginer qu'un grand pas sera réalisé lorsqu'on aura réussi à élucider comme le suggère LAUBIER (1987), les phénomènes de peuplement et de spéciation liés aux sources thermales chaudes ou aux suintements froids des grands

fonds océaniques, véritables ilots marins limités dans le temps et dans l'espace. Nous n'en sommes pas là, comme le remarque, d'ailleurs, cet auteur.

### *2.2 Spéciation au sein de milieux reputes conservateurs*

Il est admis, notamment depuis les travaux de Vacelet sur les Spongiaires, de Harmelin sur les Bryozoaires et de Zibrowius sur les Polychètes Serpulidae que les grottes sous marines obscures au sens de PERES et PICARD (1964) sont un remarquable biotope refuge (HARMELIN *et al.* 1985). On peut même considérer, à la suite de ROUCH et DANIELOPOL (1987) que la notion de "grottes: milieu refuge" correspond à un véritable paradigme au sens de KUHN (1970). Ce milieu en particulier et le milieu cryptique en général sont caractérisés par la présence d'un nombre important d'espèces qui y sont à peu près strictement localisées et par la survivance de genres et de familles (voire d'entités taxonomiques supérieures), véritables fossiles vivants. Ces espèces présentes dans les grottes sous - marines peuvent se retrouver dans des milieux "refuges": microcavités du concrétonnement de la roche littorale et des paroies bathyales qui ont pur servir de relais dans la dissémination des individus et populations.

#### *2.2.1 Spéciation chez les Spongiaires*

Les travaux de VACELET (1981, 1985) sur les Spongiaires fossiles hypercalcifiés et leurs descendants actuels présents dans les grottes peuvent contribuer de manière significative à expliquer les phénomènes de spéciation. Il est remarquable que les Spongiaires hypercalcifiés qui, dès le Paléozoique avaient contribué à la mise en place d'énormes complexes récifaux et de ce fait considérés comme des coraux (VACELET 1985) ne se retrouvent plus guère que dans les grottes sous-marines, les boyaux obscurs récifaux et les falaises du talus continental profond (100 à 300 m) en zone tropicale (VACELET 1981). Ces descendendants d'Eponges calcifiées sont parfois dépourvus de calcaire et Vacelet a bien mis en évidence l'existence, à la suite d'une évolution régressive, de "couples" d'espèces affines dont l'une est dépourvue de squelette calcaire tels les Démosponges *Merlia normani* - *Merlia deficiens* et les Calcarea *Murrayona phanolepis* et *Paramurrayona corticata.*

#### *2.2.2 Spéciation chez les Bryozoaires*

HARMELIN (1985, 1986) s'est longuement penché sur les caractères évolutifs des faunes bryozoologiques des grottes sous - marines et a pu mettre en évidence de nombreux phénomènes de spéciation, récente dans ces milieux refuges.

Le genre *Puellina* lui a permis d'étudier (1988) dans la détail des phénomènes

de "microsympatrie" (formes affines coexistant dans le même microhabitat, *Wiley*, 1981). Harmelin note bien que s'il y a coexistence interne pour chacun des "couples" de *Puellina* affines dans leurs microhabitats, ces situations microsympatriques n'ont pas la même extension et ne s'inscrivent pas dans les mêmes schémas de distribution écologique et géographique. Ce phénomène, bien que plus difficile à mettre en évidence, a été retrouvé dans d'autres milieux, hors des grottes. La sélectivité des habitats-refuges pour les *Puellina* (et pour d'autres Bryozoaires) permet l'existence dans le genre, d'espèces subjumelles, voire jumelles, sympatriques ou allopatriques. Le milieu "grottes" pouvant alors être considéré comme un laboratoire naturel pour l'étude des phénomènes de spéciation.

*2.2.3 Remarques conclusives*

Les travaux de Harmelin (et des ses collaborateurs) sur les peuplements de milieux réputés conservateurs tels les grottes obscures révèlent que si de tels milieux sont caractérisés par leur grande stabilité ils n'en sont pas moins susceptibles de favoriser non seulement une grande diversité spécifique mais mieux encore, une véritable spéciation. Certains exemples tendent d'ailleurs à démontreur la relative "jeunesse" d'éléments de "couples" chez les *Puellina* de Méditerranée et du proche Océan par exemple (HARMELIN et ARISTEGUI, 1988). En fait, on peut s'interroger sur la durée de cette stabilité compte tenu des divers mouvements eustatiques quaternaires et de la "crise messinienne". Ces biotopes ont beaucoup évolué et ont dû être réalimentés pas des individus ou des populations ayant pu survivre plus profondément. Quant aux Spongiaires actuels, descendants de Spongiaires hypercalcifiés, constructeurs au Paléozoique et au Primaire, et sans mettre en doute l'ancienneté de certaines espèces telles celles du genre *Merlia*, on pourrait se demander si d'autres espèces telles *Astroclera willeyana* ne seraient pas elles toujours en phase évolutive de type "grande échelle géographique" à l'opposé des Calcarea *Minchinellidae Pelectroninia* dont l'évolution ne serait pas sans rappeler celle des *Puellina*.

Il convient, en fait, de s'interroger sur les limites de la validité du paradigme "grottes: milieu refuge" comme l'on fait ROUCH et DANIELOPOL (1987). La critique de ces auteurs et les perspectives nouvelles qu'ils ouvrent nous paraissent, d'ailleurs, s'appliquer au domaine marin qu'ils non fait qu'effleurer, tout en signalant que la 'vie souterraine est un phénomène généralisé (…) dont nous ne mesurons pas encore l'ampleur, surtout dans le milieu marin". Le "milieu refuge sous contrainte" est, peut - être aussi, dans sa dimension temporelle, un milieu de "colonisation active" et donc de spéciation. Toutefois, la colonisation active "par des espèces généralistes à large valence écologique" évoquée par ces auteurs ne semble pas avoir été signalée dans le domaine cryptique marin. Ce modèle de

"colonisation active" mérite cependant d'être approfondi. Il apparais adapté aux approches pangéographiques et à la vicariance faisant intervenir la spéciation allopatrique.

Il a pu paraître paradoxal d'envisager que les milieux cryptiques et notamment les grottes sous - marines considéres, a priori, comme des milieux refuges ou conservateurs puissent être propices à la spéciation. En fait, il faut s'interroger sur la réelle stabilité des conditions du milieu. Ne pourrait - on pas considérer que les variations brutales qui y ont été décelées agiraient comme des "déclencheurs" du même type que ceu observés dans les milieux soumis aux activités humaines comme nous le verrons ultérieurement? HARMELIN (1988) a avancé l'hypothèse que des espèces "fugitives" de *Puellina (P. hincksi)* voisineraient avec des epscès plus climatiques comme *P. innominata*. Ces milieux refuges seraient, en fait, fortement sélectifs.

### *2.3 Spéciation dans les milieux soumis a une pression exagérée des facteurs ambiants*

11 est reconnu que la pression exercée, par un ou plusieurs facteurs, sur les populations composantes d'une communauté aura d'autant plus d'effets sur cette communauté que les facteurs incriminés seront dominants. C'est dans des milieux extrèmes (BELLAN *et al.*, 1984) que se feront sentir le plus fortement ces phénomènes. Parmi ces "milieux extrèmes", il faut mettre au premier plan, les biotopes soumis à des actions humaines importantes tels les zones de rejets urbains et industriels, d'arrivées erratiques d'eau douce, de rejets de dragages, les milieux portuaires. Il peut paraître provocateur d'envisager l'action humaine comme un facteur de spéciation, d'admettre que des phénomènes déclenchés depuis une brève période de temps seraient susceptibles de se répercuter sur un phénomène réputé exiger de longues périodes: la spéciation. En réalité, le processus est simple.

L'homme crée un déséquilibre en influant sur un ou plusieurs facteurs du milieu et on aboutit au schéma classique de variations importantes des facteurs abiotiques envisagé par LAMOTTE et BLANDIN (1985). Dans les milieux soumis, par exemple, à une pression humaine par rejets domestiques, l'introduction exagérée de matière organique en même temps qu'un flux d'eau douce déclenche en fait une multitude de processus physico-chimiques (abaissement de la salinité, diminution ou suppression de l'oxygène dissous, formation de composés sulfurés et méthaniques,...) modifiant totalement le milieu tant physique que biologique par l' erradication de nombreuses espèces, développement d'autres, supplantées à leur par de plus résistantes (BELLAN, 1967).

L'espèce la plus significative des milieux fortement pollués est la Polychète Capitelle capitata. Sa répartition mondiale, sa spécificité écologique, son

abondance locale en on fait un animal de choix dont on connais de longue date les variations morphologiques des adultes, mais aussi la séquence complète du cycle de développement (TSUTSUMI et KIKUCHI 1984). La reconnaissance de ce polytypisme allait recevoir une consécration éclatante à la suite du travail de GRASSLE et GRASSLE (1975). Ces auteurs décrivaient 5 "sibling species" pouvant vivre plus ou moins en sympatrie et qui se différencient moins sur le plan morphologique qu'au niveau de ce que les anglo-saxons désignent parfaitement comme "life history" (GRASSLE, *et al,* 1987, ECKELBARGER and GRASSLE, 1987, ECKELBARGER, 1986). On savait déjà que, tant au niveau expérimental qu'en milieu naturel pollué, *C. capitata* pouvait développer des larves tératologiques non viables avec abdomen dédoublé, sous l'action de polluants divers (FORET, 1974). Par ailleurs TSUTSUMI (1987), précisant des travaux d'auteurs antérieurs a démontré que c'étaient des populations différentes coexistant en sympatrie qui permettaient le rétablissement accéléré du peuplement dans des zones défaunées. S' appuyant sur des travaux expérimentaux de TENORE (1977) et de TENORE et CHESNEY (1985), Tsutsumi semble considérer que les populations sont en mesure de s'adapter aux variations de niveau de la matière organique présente, en développant des phénotypes morphologiques ou physiologiques particuliers. Sans atteindre la complexité des phénomènes mis en jeu par le complexe *C. capitata,* d'autres espèces vivant dans ces milieux hautement perturbés présentent aussi des variations phénotypiques accentuées allant par exemple chez la Polychète des mers européennes *Malacoceros fuliginosa ( =Scoloplos fuliginosa)* depuis de discrètes modifications pigmentaires (BELLAN, 1967) jusqu'aux variations du cycle ontogénique mises en évidence par GUERIN (1975). De semblables variations qui ont été décelées chez d'autres espèces telle *Nereis caudata ( =Neanthes areanoceodentata)* ne semblent pas être des coévolutions au sens strict (LAMOTTE et BLANDIN, 1985), mais plutôt des évolutions parallèles et, peut - être, synchrones.

La séquence biologique bien connue dans les milieux perturbés (BELLAN, 1967) se comprend dans la mesure où ces espèces bénéficieraient ou seraient en mesure d'optimiser un pool génétique évolutif. En fait on pourrait se demander si ces peuplement oligo voire uni-spécifique des milieux hautement perturbés ne seraient pas composés de populations en voie de différenciation aboutissant à des espèces sympatriques. L'apparente faible diversité de ces milieux ne serait alors qu'un artefact. Des données récentes sur les peuplements de type "nomocenoses" à Nématodes (KELLER, 1986, BEDHOMME, 1987) appuieraient cette opinion et ne seraient pas sans rappeler certaines observations récentes sur la haute diversité dans un autre milieu exstrème: les grands fonds marins. Par ailleurs, le fait que les espèces les plus caractéristiques ou les mieux adaptées aux milieux pollués *(Capitella capitata, Malacoceros fuliginosa, Nereis caudata)* possèdent des

modalités particulières de collecte de nourriture (BELLAN *et al.*, 1984) leur assurant un partage équitable, non concurrentiel, de ressources énergétiques abondantes réduit leur compétition interspécifique et ne nuit nullement au développement de phénotypes diversifiés adaptés aux variations des autres facteurs du milieu.

En tout état de cause, de tels milieux extrêmes doivent être envisagés comme des "laboratoires naturels". L'étude et la compréhension des mécanismes qu'ils mettent en jeu devraient permettre de franchir une étape notable dans la connaissance des liens variations du milieu et variations des espèces.

## 3. **Conclusion**

LAMOTTE et BLANDIN (1985) avaient voulu replacer l'évolution des espèces dans le cadre de la transformation des écosystèmes qui en serait le moteur.

L'attention, en génétique évolutive, a été trop souvent centrée sur l'étude de populations monospécifiques en oubliant complètement que ces populations étaient placées dans un contexte biotique, complexe et contraignant: la biocénose.

De même a-ton trop souvent recherchè les causes des phénomènes de spéciation en s' adressant, dans une optique résolument réductionniste, exclusivement aux variations d'un seul ou d'un petit nombre de facteurs, sans tenir compte de leurs interactions qui créent, en fait, le biotope où vit l'espèce en cours d'évolution. La démarche globaliste qui consiste à prendre l'ensemble de la biocénose, comme moteur de l' évolution doit être considérée avec le plus vif intérêt lorsqu'on se penche sur les problèmes d'évolution chez les organismes marins. Il faut accepter un certain pragmatisme dans cette démarche: la mise en évidence et la mesure des facteurs biotopiques agissant au niveau de la biocénose étant encore plus compliquée que lorsqu'on s'adresse a un seul facteur déterminé. Dans les différents exemples que nous avons utilisé, nous avons tenté d'isoler ce ou ces quelques facteurs agissant. En fait, on peut se demander s'il n'y a pas là pétition de principe à visée explicative simple. Ce n'est, peut-être, que sous des contraintes complexes lesquelles n'excluent pas l'intervention de "déclencheurs" internes spécifiques que sont réunies les conditions conduisant à la différenciation des espèces. C'est ainsi que, partant d'un modèle faisant appel à la distance géographique, faible ou grande, nous avons envisagé comme cause possible, dans le premier cas, la pression d'une sérié évolutive édaphique et, dans le second, des phénomènes de marées. De même, nous avons montré, au sein des milieux cryptiques, la pluralité d'origine, du peuplement et les variations, lentes ou brutales, des conditions du milieu. L'homme, aussi, par les multiples facettes de son intervention, peut concourir à accélérer les processus de spéciation, voire à les déclencher.

Dans cette brève communication nous n'avons pris en compte que les Invertébrés marins. Nous avons écarté, par exemple, les Virus, les Bactéries, les Végétaux pluricellulaires. Ce sont, pourtant parmi ces organismes que l'on assiste, actuellement, par suite de l'intervention humaine, à un mouvement puissant de spéciation par création d'espèces qui, pour n'être pas toutes typologiques, n'en participent pas moins à modifier notre Environnement, voire notre survie.

Nous voudrions, finalement, insister sur le fait que l'on a trop souvent utilisé, pour expliquer les phénomènes de spéciation, des paradigmes simples, voire simplistes. Les modèles biologiques sont nécessairement complexes, sinon compliqués. On ne peut se limiter à l'accumulation de modèles simples comme ont pourrait, éventuellement, s'en contenter pour l'étude d'un phénomène physique, en espérant par la prise en compte de tels modèles, soit successivement, soit parallèlement, appréhender les phénomènes biologiques. Un ensemble ne fait pas, nécessairement, un tout.

Remerciements: Les auteurs, tiennent à remercier le Prof. S. Ruffo, pour ses conseils amicaux.

**Bibliographie**

AMOREUX L. (1966) - Etude bionomique et écologique de quelques Polychètes de sables intertidaux des côtes ouest de la France. *Arch. Zool. Exp. et Gén.* 107: 1-218.

AMOREUX L., (1977) - *Ophelia bicornis* Savigny, 1918, *Ophelia radicata* delle Chiaje, 1828, two phenotypical forms of the same species, in *Essays on Polychaetous Annelid* (Reish D.J. and Fauchald C, Ed.) All. Hanckock Found., Los Angeles, Ca: 267-278.

BEDHOMME P. (1987)- Evolution saisonnière des peuplements mélo et macrobenthiques dans une aire perturbée (golfe de Fos). Analyse plus particulière des Communautés de Nématodes. Thèse Doct Univ. Aix-Marseille II (Océanographie), 19/11/1987 242 p.

BELLAN G. (1964)- Contribution à l'étude systématique, bionomique et écologique des Annélides Polychètes de Méditerranée. *Rec. Trav. St. mar. Endoume* 33, 49: 1-372.

BELLAN G. (1976) - Pollution et peuplements benthiques sur substrat meuble dans la région de Marseille. Première partie. La secteur de Cortiou. *Rev. intern. Océanog. méd.* 6-7: 53-87. Seconde partie. L'ensemble portuaire marseillais. Rev. intern. Océanog. méd. 8: 51-97.

BELLAN G. (1977) - A discussion of the relationship between systematic and ecology in Polychaetous Annelids, in *Essays on Polychaetous Annelids* (Reish DJ. and Fauchald C., Ed.) All. Hanckock Found., Los Angeles, Ca.: 449-460.

BELLAN G., BOURCIER M., PICARD J., SALEN C., STORA G. (1985)- Conséquences structurelles dues aux perturbations affectant les biocoenoses benthiques méditerranéennes de substrat meuble. *Rap. P.V. Comm. intern. mer Médit.,* 29 (6): 215-221.

BELLAN-SANTINI D., DAUVIN J.C. (1988)- Eléments de synthése sur les *Ampelisca* du Nord-Est Atlantique. *Crustaceana,* Supp. 13. Studies on Amphipoda: 20-60.

BLANDIN P. (1986): L'étude de la structure spatio-temporelle des communautés d'araignées: une contribution à l'écologie évolutive. *Actas X Congr. Int. Aracnol.,* Jaca, Espagne, 1: 143-167.

BRITTON-DAVIDIAN J., AMOREUX L. (1982) - Biochemical Systematicts of two sibling Species of Polychaete Annelids: *Ophelia bicornis* and *Ophelia radiata. Biochem. System. Ecology,* 10 (4): 351-354.

CANTONE G. (1972)- Osservazioni sulla variabilità intraspecifica di alcuni caratteri impiegati nella sistematica del genere *Ophelia* (Annelida Polychaeta). *Boll. Accad. Gioen. Sc. natur.* Catania, 4, 11 (3-4): 3-7.

COGNETTI G. (1960) - Différenciation spécifique et intraspécifique, par rapport à l'habitat, de Syllidiens de la Manche et de la Méditerranée. *Cah. Biol. mar.,* 1: 113-120.

ECKELBARGER K.J. (1986)- Vitellogenic mechanisms and the allocation of energy to offspring in Polychaetes. *Bull. Mar. Sc.,* 39 (2): 426-443.

ECKELBARGER K.J. , GRASSLE J.P. (1987) - Ultrastructural differences in the eggs and ovarian follicle celles of Capitella (Polychjaeta) sibling species. *Bull. Biol. Soc. Wash.,* 7:62-76.

FORET J.P. (1974)- Etude des effets à long terme de quelques détergents sur la séquence de développement de la Polychète sédentaire *Capitella capitata* (Fabricius. *Téthys,* 6 (4): 751-778.

GIACCONE G. (1980)- Systématique évolutive et biogéographie en Méditerranée du genre *Cystoseira* (Algues brunes, Fucales). *Journ. Etud. Systém. et Biogéogr. Méditer.,* Cagliari, CIESM: 157-158.

GIORDANI-SOIKA (1955) - Ricerche sull'ecologia e sul popolamento della zona intercotidale delle spiagge di sabbia fina. *Boll. Soc. Yen. Sc. Nat.,* 5:

GLEMAREC M. (1969)- Les peuplements benthiques du plateau continental nord-Gascogne. Thèse Fac. Sc. Paris., 167 p, 20 cartes H. T.

GRASSEL J.P., GRASSLE J.F. (1976) - Sibling species in the marine indicator *Capitella* (Polychaeta). *Science,* Wash. D.C., 192: 567-569.

GRASSEL J.P., GELFMAN C.E., MILLS S.W. (1987)- Karyotypes of *Capitella* sibling species and of several species in the related genera *Capitellides* and *Capitomastus* (Polychaeta). *Bull. Biol. Soc. Wash.,* 7: 77-88.

GEURIN J.P. (1975)- Redescription des adultes et comparaison des divers stades ontogénétiques des populations méditerranéennes de *Scolelepis fuliginosa* Claparède (Annélide Polychète). *Cah. Biol. mar.,* 16: 21-37.

HARMELIN J.G. (1985) - Bryozoam dominated assemblages in Mediterranean Cryptic environments. In Bryozoa: *Ordovician to Recent* (Nielsen C. and Larwood G.P. Eds.): 135 - 143. Olsen, Fredensborg.

HARMELIN J.G. (1986): Patterns in the distribution of bryozoans in the Mediterranean marine caves. *Stygologia,* 2: 10-25.

HARMELIN J.G. (1988)- Espèces affines microsympatriques chez Puellina (Bryozoa, Cheilostomata) et description d'espèces nouvelles *Zool. Scripta,* 17 (1): 25-38.

HARMELIN J.G., ARISTEGUI J. (1988)- New Cribilinidae (Bryozoa, Cheilostomata) from the upper bathyal of the Atlanto-Mediterranean Region. *Journ. Nat. History,* 22: 507-535.

HARMELIN J.G., VACELET J., VASSEUR P. (1985). Les grottes sous-marines obscures: un milieu extrème et un remarquable biotope refuge. *Téthys,* 11: 214-229.

KELLER M. (1986)- Le mèiobenthos en milieux perturbés: zone d' épendange de l' égout de Marseille et étang de Berre. Thèse Doct. Univ. Aix-Marseille II (Océanologie), 17/12/1986. 255 p.

KUHN T.S. (1970)- The structure of scientific revolutions (2nd enlarged ed. Chicago Univ. Press, Chicago): 1-210.

LAMOTTE M., BLANDIN P. (1985)- La transformation des Ecosystèmes cadre et moteur de l'évolution des espèces. in *La Vita e la sua Storia.* Scientia, Milano: 161-190.

LAUBIER L. (1985)- Une contribution française aux recherches écologiques en mer profonde: bilan des plongées en bathyscaphes. *Téthys,* 11 (3-4): 201-360.

MAC MAHON J.A., SCHIMPF D., ANDERSEN D.C., SMITH K.J., BAYN R.L. (1981)- Organism-Centered approach to some community and Ecosystems concepts. *Journ. Theor. Biol.,* 88: 287-307.

MAYR E. (1942) - Systematics and the Origin of Species. *Colum. Univ. Press, New York:* 1-334.

PAXTON H. (1986) - Generic revision and relationships of the Family Onuphidae (Annelida Polychaeta). *Rec. Austral. Mus.,* 38: 1-74.

PERES J.M., PICARD J. (1964)- Nouveau Manuel de Bionomie benthique de la Mer Méditerranée. *Rec. Trav. St. mar. Endoume,* 47 (31): 3-137.

ROUCH R., DANIELOPOL D.L. (1987)- L'origine de la faune aquatique souterraine, entre le paradigme du refuge et le modèle de la colonisation active. *Stygologia,* 3 (4): 345-372.

SIMBERLOFF D. (1984)- The great God of competition. *The Sciences* 24 (4): 17-22.

TENORE K.R. (1977) - Growth of *Capitella capitata* cultured on various levels of detritus from differents sources. *Limnol. Oceanogr.,* 22: 936-941.

TENORE K.R., CHESNEY E.J. (1985)- The effects of interaction of rate of food supply and population density on the bioenergetics of the opportunistic polycaehte *Capitella capitata* (type I). *Limnol. Oceanogr.,* 30: 1188-1195.

TSUTSUMI H. (1987)- Population dynamics of *Capitella capitata* (Polychaeta: Capitellidae) in an organic pollutered cove. *Mar. Ecol. - Prog. Ser.,* 36: 139-149.

TSUTSUMI H., KIKUCHI T. (1984) - Study of the life history of *Capitella capitata* (Polychaeta: Capitellidae) in Amakusa, South Japan including a comparison with other geographical regions. *Mar. Biol.,* 80: 315-321.

VACELET J. (1981) - Eponges hypercalcifiés ("Pharétronides", "Sclérosponges") des cavités des récifs coralliens de Nouvelle-Calédonie. *Bull. Mus. nat. Hist. nat.* Paris, 4è sér. 3 (2): 313-351.

VACELET J. (1981) - Coralline sponges and the evolution of Porifera. in *The Origins and relationships of lower invertebrates,* The Systematics Association, Clarendon Press Publ., Oxford.: 1-13.

WILEY E.O. (1981)- Phylogenetics: the theory and practice of phylogenetic systematics. John Wiley and Sons, New-York.

*OEBALIA 1990 Suppl., Vol. XVI-1: 303-309* ISSN 0392-6613

T. PATARNELLO* P. M. BISOL* V. FUSER*
V. VAROTTO* B. BATTAGLIA**
* Dipartimento di biologia dell' Università degli Studi di Padova, via Loredan, 10
35100 Padova - Italia
** Istituto di Biologia del Mare - C.N.R. Venezia - Riva Sette Martiri, 7
Venezia - Italia

# VARIABILITÀ GENETICA IN ANFIPODI ANTARTICI DELLA SPECIE *PARAMOERA WALKERI* STEBBING.

**Abstract**

Genetic variability in antarctic *Paramoera walked*

*The protein polymorphism in the Antarctic Amphipod Paramoera walkeri has been studied by starch gel electrophoresis for nineteen gene-enzyme systems. The two samples analyzed show a low level of genetic variability: the average heterozygosity varies from 0.006 to 0.007. The fixation of certain alleles could be a mechanism of genetic adaptation to environmental conditions. This hypothesis seems supported by preliminary data on some biochemical properties of the PGI genotypes.*

**Key-words**: protein polymorphism, marine environment, genetic adaptation, antarctic Amphipods.

## Introduzione

Gli aspetti caratterizzanti gli ambienti marini polari sono la bassa temperatura e la presenza di ghiaccio. Questi fattori, determinati dalla quantità dell' irraggiamento" solare esercitano una notevole influenza sui ritmi della flora e

della fauna. Con le stagioni variano le estensioni dei ghiacci e sincronicamente la disponibilità di habitat, la produzione primaria, le dimensioni delle popolazioni (WHITAKER, 1977).

In particolare l'ecosistema marino bentonico costiero subisce drastici cambiamenti in rapporto alla presenza o assenza di ghiaccio. Per ciò che concerne l'ecosistema antartico sono state messe in luce, in differenti Taxa, caratteristiche ecologiche, biologiche e fisiologiche che suggeriscono alcune modalità di adattamento alle specifiche condizioni ambientali (Per un'ampia rassegna vedi WITHE 1977; 1984).

In questa nota si riportano i primi dati di uno studio volto alla verifica di eventuali meccanismi genetici di adattamento in area antartica utilizzando come marcatori genetici i sistemi gene-enzima. Oggetto di indagini sono stati campioni di popolazione dell'anfipode *Paramorea walkeri* Stebbing che presenta alcune caratteristiche di notevole interesse. Si tratta, infatti, di un organismo circumpolare che d'estate fa parte della comunità bentonica mentre d'inverno è specie dominante della comunità delle zone ghiacciate costiere (RAKUSA-SUSZCZEWSKI, 1972).

## Materiali e metodi

I campioni di *Paramoera walkeri* sono stati raccolti durante la campagna 1987/88 nell'ambito del Programma Nazionale di Ricerche in Antartide nella Baia di Terranova. Gli esemplari studiati provengono da due zone distinte: una antistante la base permanente italiana (Zona A), l'altra ad una decina di miglia di distanza dalla prima (Zona B) le cui coordinate sono 74° 54' 05" latitudine Sud e 163° 42' 00" longitudine Est. Una volta catturati gli animali sono stati congelati in freezer a - 80° C fino al rientro in Italia. Successivamente sono stati tenuti a -40° C fino al momento delle analisi elettroforetiche.

In totale sono stati analizzati 161 individui, 105 della Zona A e 56 della Zona B utilizzando la tecnica su piastra orizzontale di gel d'amido per 19 sistemi enzimatici: Fosfatasi acida (ACPH), Fosfatasi alcalina (APH), Aldolasi (ALD), Arginina fosfochinasi (AK), Esterasi (EST), Fumarasi (FH), Gliceraldeide-3-fosfato-deidrogenasi (GAPDH), Glutammico ossalacetico transaminasi (GOT), Gutammico piruvico transaminasi (GPT), Esochinasi (HK), Isocitrico deidrogenasi (IDH), Leucinamino peptidasi (LAP), Enzima malico (EM), Mannosiofosfato isomerasi (MPI), Glucosiofosfato isomerasi (PGI), Fosfoglucosio mutasi (PGM), Piruvato chinasi (PK), Trisofosfato isomerasi (TPI) e Ipoxantina deidrogenasi (XDH). Le condizioni di corsa e le colorazioni sono state quelle di routine per altri Anfipodi (BISOL *et al.*, 1987).

Le misure di attività relative all'enzima Gucosiofosfato isomerasi (PGI) sono state effettuate con Kit Behring, utilizzando uno spettrofotometro Perkin Elmer (Lambda 1) a 340 nm.

## Risultati

Per la classificazione dei quadri elettroforetici si è seguito il criterio suggerito da AYALA e VALENTINE (1974) per quanto riguarda i sistemi variabili: le bande che mostrano le stesse mobilità in tutti gli individui sono state considerate come

**Tab. 1** - *Paramoera walkeri.* Distribuzione genotipica e frequenze geniche relative ai loci polimorfi delle popolazioni A e B.

**Popolazione A**

| | | genotipi | | | | frequenze geniche | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | A/A | A/B | B/B | N | p(A) | q(B) |
| EST-1 | O | 0 | 3 | 76 | 79 | 0,019 | 0,981 |
| | E | 0,029 | 2,943 | 76,028 | | | |
| EST-2 | O | 102 | 3 | 0 | 105 | 0,986 | 0,014 |
| | E | 102,021 | 2,957 | 0,022 | | | |
| PGM | O | 102 | 3 | 0 | 105 | 0,986 | 0,014 |
| | E | 102,021 | 2,957 | 0,022 | | | |
| | | A/A | A/C | C/C | | p(A) | r(C) |
| MPI | O | 102 | 3 | 0 | 105 | 0,986 | 0,014 |
| | E | 102,021 | 2,957 | 0,022 | | | |

**Popolazione B**

| | | genotipi | | | | frequenze geniche | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | A/A | A/B | B/B | N | p(A) | q(B) |
| GOT | O | 55 | 1 | 0 | 56 | 0,991 | 0,009 |
| | E | 55,004 | 0,991 | 0,005 | | | |
| LAP-2 | O | 26 | 1 | 0 | 27 | 0,981 | 0,019 |
| | E | 26,009 | 0,982 | 0,009 | | | |
| PGI | O | 55 | 1 | 0 | 56 | 0,991 | 0,009 |
| | E | 55,004 | 0,991 | 0,005 | | | |
| | | A/A | B/B | C/C | N | p(A) | q(B) |
| MPI | O | 51 | 0 | 0 | 56 | 0,955 | 0,009 |
| | E | 51,112 | 0,005 | 0,071 | | | |
| | | A/B | A/C | B/C | | p(C) | |
| | O | 1 | 4 | 0 | | 0,036 | |
| | E | 0,955 | 3,821 | 0,036 | | | |

O = valori osservati; E = valori attesi

**Tab. 2** - Parametri medi della variabilità genetica in due campioni di *Paramoera walkeri*

| | Zona A | Zona B |
|---|---|---|
| Numero di enzimi | 19 | 19 |
| Numero di loci | 22 | 22 |
| Numero medio di individui per locus | 90,36 ± 5,22 | 49,54 ± 2,21 |
| Numero medio di alieli per locus | 1,18 ± 0,09 | 1,27 ± 0,12 |
| Percentuale di loci polimorfi (P < 0,99) | 18,18 | 9,09 |
| Eterozigosi media osservata | 0,006 ± 0,003 | 0,007 ± 0,004 |
| Eterozigosi media attesa | 0,006 ± 0,003 | 0,007 ± 0,004 |

**Tab. 3** - Stima dell'eterozigosi attesa dei loci polimorfi e confronto statistico in due popolazioni di *Paramoera walkeri*

| | Zona A | | Zona B | |
|---|---|---|---|---|
| **Locus** | **He** | **es** | **He** | **es** |
| EST-1 | 0,037 | ±0,015 | 0,000 | ±0,000 |
| EST-2 | 0,028 | ±0,016 | 0,000 | ±0,000 |
| GOT-1 | 0,000 | ±0,000 | 0,018 | ±0,017 |
| LAP | 0,000 | ±0,000 | 0,037 | ±0,035 |
| PGI | 0,000 | ±0,000 | 0,018 | ±0,017 |
| PGM | 0,028 | ±0,016 | 0,000 | ±0,000 |
| MPI | 0,028 | ±0,016 | 0,087 | ±0,036 |

He = eterozigosi attesa; es = errore standard.
Il confronto statistico è stato effettuato attraverso il test t di Student per dati appaiati.
t = 0,379; g.l. = 6; p>0,70.

espressione di un singolo locus genico. Per i sistemi variabili si è seguito il criterio della segregazione mendeliana degli alleli, tenendo conto anche del numero di frazioni negli eterozigoti e della loro corrispondenza con i quadri individuati in altri anfipodi nei quali è noto il determinismo genetico (PATARNELLO *et al.*, 1988).

Sono stati classificati 22 loci, uno per ogni sistema enzimatico con la sola eccezione degli enzimi Esterasi e Leucinamino peptidasi per i quali sono stati individuati 2 e 3 loci rispettivamente. In un numero ristretto di casi è stata osservata variabilità. Solo per sette loci, infatti, è stata riscontrato più di un allele.

La tabella 1 riporta le distribuzioni genotipiche osservate ed attese le frequenze geniche dei sistemi variabili nelle due zone.

E' da notare che il locus della Mannosiofosfato isomerasi (MPI) è l'unico sempre variabile. In ogni caso l'allele più diffuso ha frequenza molto elevata, superiore a 0,95 ed è sempre comune alle due popolazioni. Il confronto tra i valori osservati e quelli attesi conferma che le due popolazioni sono in equilibrio di Hardy - Weinberg. Utilizzando i dato ottenuti per i ventidue loci sono stati stimati i parametri indicativi del livello di polimorfismo dei due campioni (Tab. 2). I valori di eterozigosi media attesa sono stati calcolati con i dati, riportati in Tab. 3, che tengono conto della dimensione del campione di geni studiati locus per locus (NEI, 1987).

Visti i diversi livelli di eterozigosi fra i due campioni, questi valori sono stati confrontati con il test t di Student a dati appaiati. Con 6 gradi di libertà il valore t ottenuto non mostra differenze significative tra i due gruppi ($p > 0,7$), per cui si può ritenere che i campioni provenienti dalle due zone (A e B) appartengano ad un'unica popolazione.

## Discussione

*Paramoera walkeri* occupa una posizione particolare nell'ecosistema bentonico antartico a seguito della stagionalità della sua presenza. La specie è bentonica solo durante la stagione estiva quando il ghiaccio costiero è assente. D'inverno invece gli animali vivono a stretto contatto con la parte sommersa del ghiaccio.

RAKUSA-SUSZCZEWSKI (1972) ha descritto il ciclo biologico della specie nell'area denominata Alasheyev Bight riscontrando alcuni adattamenti all'ambiente sperimentato. Si tratta di un organismo con tempi di sviluppo piuttosto lunghi - la crescita può durare fino a due anni - legati allo sviluppo delle diatomee. Le uova fecondate, contenute nella tasca marsupiale delle femmine, maturano durante la stagione invernale in modo che la nuova generazione possa schiudere in coincidenza con la fioritura algale primaverile.

Alla luce di questa elevata specializzazione la bassa variabilità genetica potrebbe essere il risultato di fenomeni selettivi che favoriscono la fissazione di alleli. Meccanismi di adattamento genetico di questo tipo paiono relativamente diffusi in specie a ciclo lungo di ambienti particolarmente rigorosi (NEVO *et al.*, 1984; BATTAGLIA *et al.*, 1985).

Prove preliminari sull'attività in vitro dell'enzima Fosfoglucosio isomera si (PGI) suggeriscono l'esistenza di caratteristiche funzionali specifiche. L'attività è massima alle basse temperature (1,39 U/mg a 4°) mentre a 20°C ed a 37°C mostra valori nettamente più bassi (rispettivamente 1,17 e 0,61 U/mg). Un comportamento quindi strettamente correlabile alle condizioni ambientali che l'organismo sperimenta e comunque, diverso da quello osservato in Anfipodi del genere *Gammarus* di zone temperate. In questi ultimi la PGI risulta altamente polimorfa ed i diversi genotipi, pur con comportamenti diversi alle diverse temperature sperimentate, hanno tutti optima di attività nell'intorno di 20°C (PATARNELLO *et al.* 1988). Non si può tuttavia escludere che anche la deriva genetica, favorita dal relativo isolamento delle popolazioni, abbia influito sulla perdita di alleli.

Una migliore definizione della interazione fra le diverse forze evolutive in gioco potrà venire dallo studio, in, programma, di ulteriori campioni di differente provenienza.

**Ringraziamenti**

Ringraziamo i proff. L. Guglielmo e S. Focardi per averci fornito il materiale ed il prof. S. Ruffo per la classificazione dei campioni e gli utili suggerimenti.

**Summary**

*In the framework of research on the genetic mechanisms of adaptation among marine invertebrates of the Antarctic area, a study on allozymic variation in the Amphipod Paramorea walkeri (Stebbing) has been carried out by starch gel electrophoresis. The first data concern the level of enzyme polymorphism in samples collected in two stations of the Terranova Bay during the Italian Antarctic Expedition (December 1987- March 1988). The twenty-two loci examined exhibit a very low amount of variation for both samples. The average heterozygosity is 0.006 ± 0.003 in the first sample (Zone A) and 0.007 ± 0.004 in the second one (Zone B).*

*On the basis of the test for paired observations the differences in single-locus heterozygosity for the seven polymorphic loci are not significant.*

*This suggests that samples from the two areas were part of a single breeding population of* Paramoera walkeri. *Moreover, measures of some biochemical parameters of the PGI proteins have shown that, in these organisms, the activity is related to temperature: the highest activity was observed at the lowest temperature. These results suggest that the gene-enzyme systems are involved in the adaptation the* Paramoera walkeri *to its environmental conditions.*

**Bibliografia**

AYALA F.J., VALENTINE J.W. (1974) - Genetic variability in a cosmopolitan deep - water ophiuran, *Ophiomusium lymani. Marine Biol.* 27, 51 - 57.

BATTAGLIA B., BISOL P.M., FAVA G., VAROTTO V. (1985) - Genetic variability and geographic differentiation in some benthic invertebrates from the Kerguelen region. *In:* "Marine Biology of Polar Regions and Effect on Stress on Marine Organisms" (J.S. Gray and M.E. Christiansen Eds.) J. Wiley and Sons Ltd, Londra, pp. 299-311.

BISOL P. M., PATARNELLO T., BATTAGLIA B. (1987) - Variabilità genetica in Anfipodi del genere *Gammarus* di ambienti salmastri. *Accad. Naz. Lincei, Rend. CI. Sci., MM.FF.NN.* 80: 593 - 601.

NEI M. (1987) - Molecular Evolutionary Genetics. Columbia University Press, New York, pp. 512.

NEVO E., BEILES A., BEN - SHLOMO R. (1984) - The evolutionary significance of genetic diversity: ecological, demographic and life history correlates. *In:* "Evolutionary dynamics of genetic diversity" (G.S. Mani ed.) Lectures Notes in Biomathematics. 53: 12 - 213.

RAKUSA - SUSZCZEWSKI S. (1972) - The biology of *Paramoera walkeri* (Stebbing) (Amphipoda) and the antarctic subfast ice community. *Pol. Arch. Hydrobiol,* 19 (1): 11- 36.

PATARNELLO T., BISOL P.M., BATTAGLIA B. (1988) - Studies on differential fitness of PGI genotypes with regard to temperature in *Gammarus insensibilis* (Amphipoda, Crustacea). In stampa.

WHITE M.G. (1987) - Ecological adaptation by Antarctic poykilotherms to the polar marine environment. *In:* "Adaptation within Antarctic Ecosystem" (G.A. Leano, ed.), pp. 197 - 208. Gulf Publishing Co., Houston.

WHITE M.G. (1984) - Marine benthos. In: "Antarctic Ecology" (vol. 2) (R.M. Laws ed.). British Antarctic Survey, Cambridge, England.

WITHAKER T.M. (1977) - Sea - ice habitats of Signy Island (South Orkneys) and their primary productivity. *In* "Adaptation within Antarctic Ecosystems" (G.A. Leano, ed.), pp. 75 - 82. Smithsosian Institution, Washington, D.C.

*OEBALIA 1990 Suppl., Vol. XVI-1: 311-322* *ISSN 0392-6613*

M. ABBIATI * A. M. COGNETTI-VARRIALE **
* Dipartimento di Scienze dell'ambiente e del territorio, Università di Pisa, Via A. Volta 6, I - 56126, Italia.
** Dipartimento di Patologia animale, profilassi e igiene degli alimenti, Università di Pisa, Viale delle Piagge 2, I - 56100 Pisa, Italia.

# VARIABILITÀ DEL NUMERO DI PARAGNATI IN ALCUNE POPOLAZIONI DI *NEREIS DIVERSICOLOR* MÜLLER (ANNELIDA, POLYCHAETA).

**Abstract**

Morphological variation in *Nereis diversicolor*.

*Variation in paragnath number was examined in twenty populations of* Nereis diversicolor *in relation with their geographical distribution. The basic pattern of paragnath numbers and distribution is described. Paragnath group I, representative of the other groups, was studied in detail. Populations are significantly different from each other in the mean number of paragnaths; six groups of populations have been evidentiated with LSR-test (Least Significant Range).*

**Key - words:** Nereis diversicolor, Polychaeta, brackish fauna, morphological variability, geographical distribution.

## Introduzione

L'ambiente salmastro è caratterizzato dall'instabilità e dalla diversità dei parametri chimico-fisici, la variazione di ognuno dei quali può costituire il fattore limitante per la presenza di una singola specie. Ciò fa si che la varietà di specie in questi ambienti

sia molto ridotta, in quanto sono presenti stabilmente solo gli organismi in grado di mantenere attivamente l'omeostasi, indipendentemente dalle variazioni dell'ambiente esterno.

In particolare é interessante notare come le specie alolimnobie (BACCI, 1954) siano un numero relativamente esiguo, ma siano presenti negli ambienti salmastri con una distribuzione geografica molto ampia. Accanto ad esse si trova un insieme di specie molto variabile che é costituito principalmente da elementi immigrati dalle limitrofe aree marine (COGNETTI, 1982).

BACCI (1954) mise in evidenza l'importanza di affrontare gli studi delle acque salmastre in relazione agli adattamenti delle singole unità sistematiche piuttosto che in base alla distribuzione delle singole specie in funzione di un definito parametro e pose l'accento sull'elevato potenziale evolutivo degli elementi di questo ambiente, rilevabile dalla notevole diversità morfologica che si riscontra nell'ambito delle singole specie.

Quest'ultima caratteristica viene favorita, sia dalle differenze ecologiche esistenti fra i diversi bacini salmastri, sia dall'elevato grado di isolamento esistente fra le popolazioni, anche geograficamente vicine, sia anche da tipici adattamenti degli organismi (WOLFF, 1972), come ad esempio la perdita delle fasi dispersive durante la riproduzione (fissazione delle uova al substrato e larva bentonica). Secondo PORA ( 1972) un altro elemento che favorisce la diversificazione è dato dagli alti tassi metabolici necessari per superare le variazioni del mezzo esterno, che favoriscono l' insorgere di differenziazioni funzionali spesso accompagnate da modificazioni morfologiche.

Nel presente lavoro viene analizzata la variabilità morfologica di *Nereis diversicolor,* specie tipica delle acque salmastre, spesso dominante fra i policheti sia come numero di individui che come biomassa (MUUS, 1967). La sua distribuzione geografica va dal Mar Baltico e dal Mare del Nord lungo le coste atlantiche europee fino a tutto il Mediterraneo compresi il Mar Nero e d'Azov. Recentemente é stata introdotta a scopo sperimentale nel Lago d'Arai da popolazioni originarie del Mar d'Azov (KHLEBOVICH, 1983). *Nereis diversicolor* tollera ampie escursioni di salinità, temperatura, ossigeno ed anche condizioni di inquinamento, ed é presente in tutti i tipi di substrato dai fondi duri a quelli sabbiosi, ai vari tipi di fanghi con l'eccezione dei fanghi neri ridotti (MUUS, 1967). *N. diversicolor* non presenta fasi dispersive pelagiche in quanto non ha la forma epitoca ed ha larva bentonica.

Uno dei principali caratteri tassonomici all'interno della famiglia dei Nereididae, che é costituita da un gruppo di specie molto omogeneo, é rappresentato dalla distribuzione dei paragnati chitinosi presenti sul faringe eversibile (FAUVEL, 1923; HUTCHINGS e TURVEY, 1982). La superficie del faringe estroflesso é stata distinta in due anelli: orale e mascellare; ognuno dei

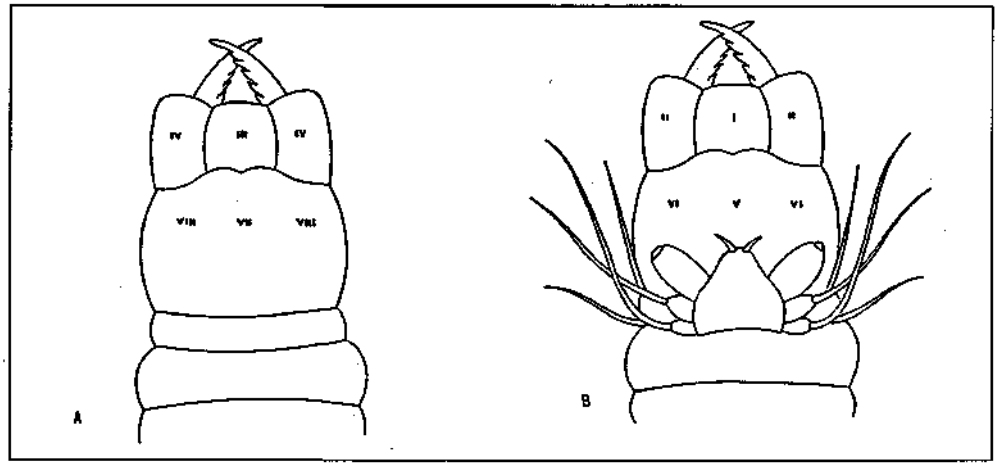


**Fig. 1** - Suddivisione del faringe dei Nereidae secondo Kinberg: A - lato ventrale; B - lato dorsale.

quali a sua volta è stato suddiviso in sei zone identificate da numeri romani (KINBERG, 1857), (fig. 1). Il numero e la forma dei paragnati presenti nelle singole zone ha valore tassonomico. Molti autori hanno rilevato l'alta variabilità cui è soggetta questa struttura in *Nereis diversicolor* (PORA, 1952; SMITH, 1958; MUUS, 1967; MANOLELI, 1980). Nel presente lavoro abbiamo raccolto tra i dati presenti in letteratura quelli fra loro comparabili al fine di verificare il livello di diversificazione esistente in un ampio areale geografico, per saggiare la significatività delle differenze fra le popolazioni considerate e per cercare di darne una interpretazione.

## Materiali e metodi

Per l'analisi sono stati utilizzati i dati riportati dai seguenti autori:

COGNETTI - VARRIALE (1973) - dati relativi alla I zona di paragnati di 4 popolazioni del canale dei Navicelli, situato a nord della città di Livorno (Mar Tirreno), denominate, iniziando dalla foce, Nav. 1, Nav. 2, Nav. 3, Nav. 4;

BARNES e HEAD (1977) - dati relativi a tutte le zone di paragnati di 4 popolazioni raccolte lungo le coste delle isole Britanniche: Brancaster (Mare del Nord), Eling (Manica), Fawley (Manica) e Gann (Atlantico);

KHLEBOVICH (1983) - dati relativi a tutte le zone di paragnati di 8 popolazioni raccolte in diverse località costiere dell'URSS: Klaipedsk (Baltico), Batumi (Mar Nero), Strelezk e Kerch (Crimea), Sivash e Berdiansk (Mar d'Azov), Sari-Cebanak e Aral (Lago d'Aral). E' interessante notare che le popolazioni Aral e Sari-Cebanak derivano da quella di Berdiansk, da cui degli individui sono stati trasferiti nel 1960 da KHLEBOVICH a titolo sperimentale e si sono perfettamente acclimatati.




**Fig. 2** - Localizzazione geografica delle popolazioni analizzate: 1 - Bou-Regreg 1,2,3,4; 2 - Gann; 3 - Eling e Fawley; 4 - Brancaster; 5 - Navicelli 1,2,3,4; 6 - Klaipedsk; 7 - Berdiansk; 8 - Strelezk; 9 - Kerch; 10 - Sivash; 11 - Batumi; 12 - Aral; 13 - Sari-Cebanak.

GILLET (1986) - dati per tutti i paragnati di 4 popolazioni del fiume Bou-Regreg, che sfocia sulla costa atlantica del Marocco, campionate secondo uno schema simile a quello di COGNETTI - VARRIALE (1973) in 4 stazioni dalla foce verso monte denominate rispettivamente Regreg 1, Regreg 2, Regreg 3, Regreg 4. La distribuzione geografica delle popolazioni analizzate é riportata in fig. 2.

In base ai dati degli ultimi tre autori é stato rappresentato lo spettro paragnatico delle 16 popolazioni corrispondenti.

Per il confronto fra tutte le popolazioni sono stati utilizzati i dati relativi alla I zona, quella considerata più significativa dal punto di vista sistematico, che è inoltre rappresentativa delle zone I, II, III e IV (BARNES e HEAD, 1977) e che presenta la massima variabilità avendo un range che va da un minimo di 0 ad un massimo di 7 paragnati con medie comprese fra 0.78 e 3.32. In base alla matrice delle differenze fra le medie, ordinate per valori crescenti, è stato costruito il dendrogramma per legame singolo (SOKAL e SNEATH, 1963) che ha permesso di individuare i gruppi di popolazioni omogenee. La significatività delle differenze fra le medie é stata saggiata applicando il test LSR (Least Significant Range) o test di Tukey per comparazioni multiple a posteriori di campioni con diversa numerosità (MÖLLER, 1979).

## Risultati e discussione

Gli autori citati hanno analizzato la variabilità dei paragnati di *N. diversicolor* in relazione a due rilevanti parametri ambientali: la salinità e la granulometria del substrato, giungendo a conclusioni non omogenee. COGNETTI - VARRIALE (1973) analizzando l'andamento dei paragnati della zona I nelle popolazioni del canale dei Navicelli (Li) in relazione alla salinità ha rilevato un aumento significativo del numero dei paragnati dalla foce (Nav 1) verso l'interno del canale (Nav 4). BARNES e HEAD (1977) confrontando 4 diverse stazioni hanno rilevato un'alta correlazione fra la variazione del numero di paragnati nelle zone I, II, III, IV; VI; VII, VIII; hanno inoltre rilevato differenze significative fra le medie delle diverse stazioni, ma non fra le varianze. BARNES (1978) ha svolto un'analisi dettagliata della variabilità dei paragnati in relazione a salinità e granulometria rilevando solamente un incremento, statisticamente non significativo, del numero di paragnati lungo un gradiente dal mare verso l'interno. In entrambi i casi ha comunque concluso che la variabilità nei paragnati non ha un grande significato adattativo. KHLEBOVICH (1983) ha confrontato fra loro alcune specie del genere *Nereis* ed alcune popolazioni di *N. diversicolor* ma senza applicare test in grado di fornire il livello di significatività delle differenze riscontrate nel numero di paragnati. GILLET (1986) per le popolazioni del fiume Bou Regreg ha rilevato un incremento del numero dei paragnati con il decrescere della salinità, analogamente a quanto rilevato dagli altri Autori, ma ha spiegato la variabilità del numero di paragnati come un adattamento all'alimentazione sui diversi tipi di substrato.

Gli spettri paragnatici elaborati in base ai dati di BARNES (1977), KHLEBOVICH (1983) e GILLET (1986) (fig. 3) mettono in evidenza come nella zona V non sono mai presenti paragnati mentre le zone III e VII - VIII presentano i massimi valori nel numero di paragnati. L'andamento del numero di paragnati per zona è molto omogeneo, come confermano gli elevati valori del coefficiente di correlazione (0.95), fra gli spettri paragnatici delle diverse popolazioni. Il confronto fra le diverse popolazioni effettuato in base ai paragnati della zona I mediante l'analisi delle differenze fra le medie (tab. 1), rappresentato con il dendrogramma (fig. 4) e saggiato con il test di significatività di Tukey (tab. 1) ha messo in evidenza l'esistenza di 6 gruppi di popolazioni. Il gruppo 1 è costituito dalla popolazione Aral che presenta il più basso numero medio di paragnati, differisce significativamente (99%) da quasi tutte le popolazioni escluse quelle di Berdiansk e Batumi caratterizzate da un basso numero di individui esaminati. Il gruppo 6, costituito dalle popolazioni Gann e Regreg 4 che presentano il numero medio di paragnati più elevato, differiscono significativamente (99%) dalle altre, escluse Strelezk, Kerch e Regreg 3. Quest'ultima da sola costituisce il gruppo 5 che presenta un andamento delle significatività delle differenze con le altre

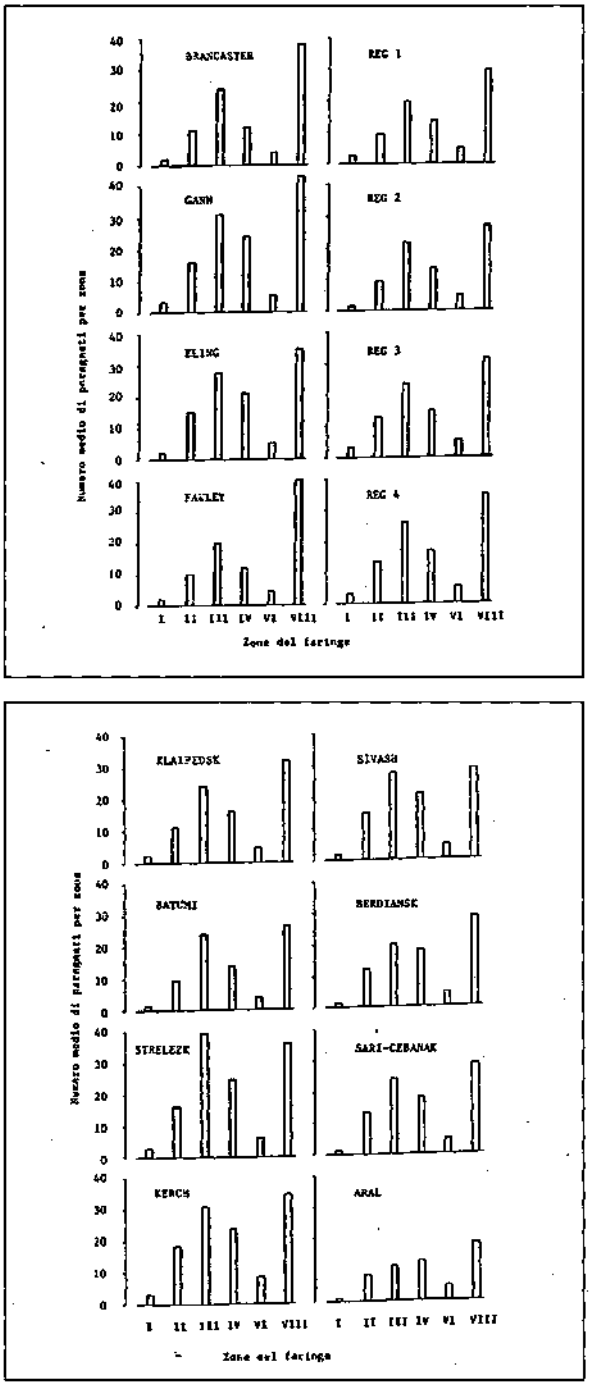
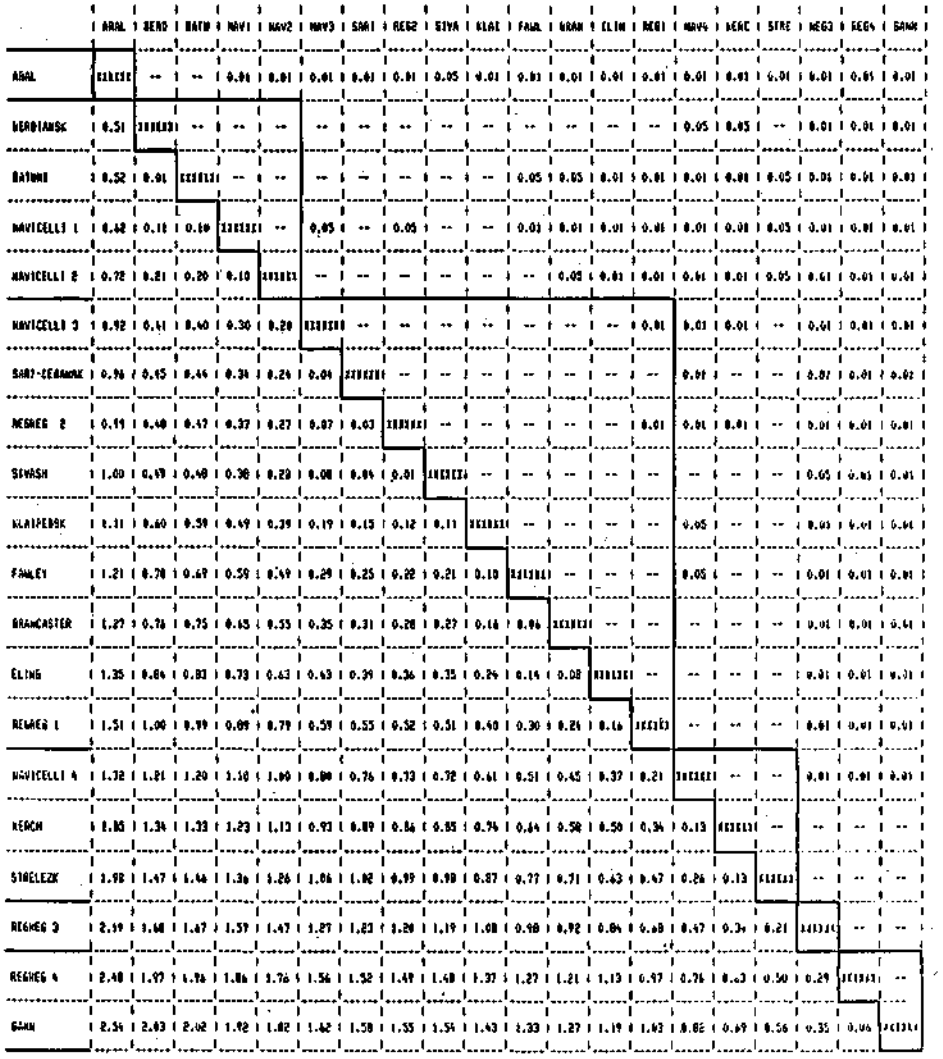



**Fig. 3** - Istogrammi degli spettri paragnatici di alcune delle popolazioni analizzate.



**Tab. 1** - Matrice delle differenze fra le medie e della loro significatività (LSR-test), rispettivamente a sinistra e a destra della diagonale.

popolazioni simile a quello del gruppo 6. Il gruppo 2, costituito dalle popolazioni di Berdiansk, Batumi, Nav. 1 e Nav. 2, il gruppo 3, costituito da quelle di Nav. 3, Sari-cebanak, Regreg 2, Sivash, Klaipedsk, Fawley, Brancaster, Eling e Regreg 1, e il gruppo 4, formato da Nav. 4, Kerch e Strelezk, presentano un numero medio di paragnati crescente; le differenze fra le medie all'interno di ognuno di essi non sono significative, mentre lo sono quelle fra i tre gruppi (tab. 1).

In base alle elaborazioni esposte è possibile fare alcune considerazioni relative ai gradi di differenziazione morfologica fra le diverse popolazioni di *Nereis diversicolor*. Per molte delle popolazioni qui analizzate non sono disponibili dati sulle caratteristiche ecologiche e biologiche, appare tuttavia evidente l'esistenza di morfotipi localizzati in differenti aree geografiche la cui distribuzione non sembra seguire un gradiente definito. Si può pertanto ipotizzare che la variabilità sia legata a fattori casuali favoriti dall'elevato grado di isolamento cui le popolazioni sono

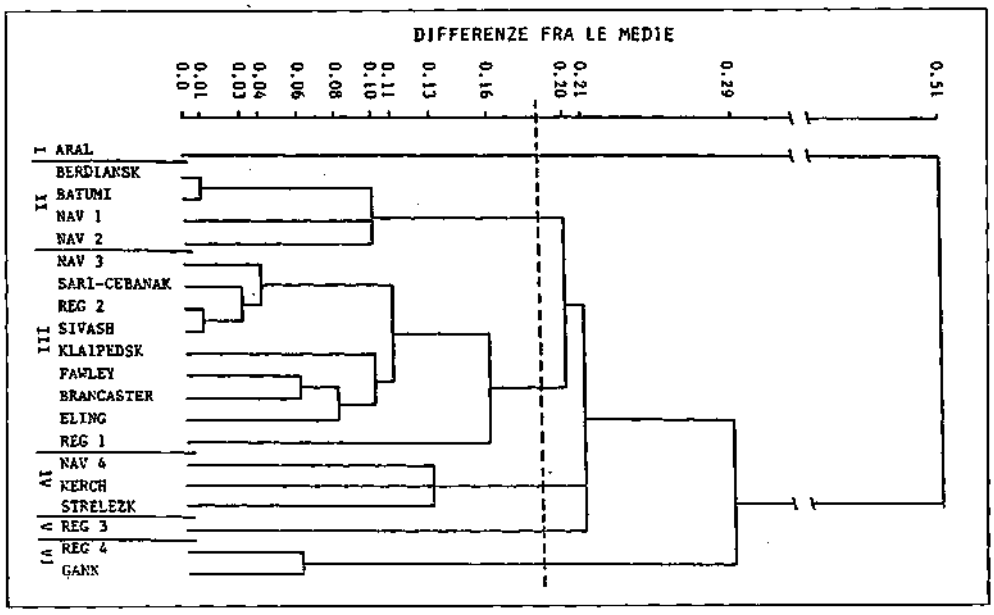



**Fig. 4** - Dendrogramma delle popolazioni ordinate per medie crescenti; sono evidenziati i 6 gruppi individuati con l' LSR-test.

soggette, anche in aree ristrette, e dallo scarso livello di competizione tipici degli ambienti salmastri. Tale ipotesi è avvalorata dal fatto che le popolazioni del Lago d'Aral (Aral e Sari-Cebanak), originate da quella di Berdiansk solo 20 anni fa, differiscono significativamente fra loro e da quella di origine.

E' importante inoltre rilevare come le ricerche finora svolte sulla variabilità intraspecifica in *N. diversicolor* siano state basate sulla suddivisione del faringe proposta da KINBERG (1857), che é di estrema utilità per lo studio tassonomico dei Nereididae, ma che ha portato a concentrare l'attenzione sulle differenze fra le

zone ed ad effettuare confronti in base ad esse. Si è così potuto osservare che i valori medi più alti e più bassi relativi alle singole aree sono ripartiti fra le popolazioni, non è pertanto possibile individuare un gradiente che sia valido per l'insieme di tutte le aree faringee. Inoltre ogni popolazione è caratterizzata da un andamento peculiare dell'affinità fra le singole aree faringee (BARNES e HEAD, 1977; MANOLELI, 1980); non è perciò possibile individuare un insieme di zone fra loro strettamente correlate che siano rappresentative della struttura faringea di tutte le popolazioni. D'altronde da un punto di vista funzionale il faringe va visto come una unica struttura al cui interno é possibile individuare al massimo due settori principali (BARNES e HEAD, 1977): l'anello buccale utilizzato per raschiare il substrato e quello mascellare deputato a trattenere le prede afferrate dalle mascelle. Un confronto che tenga conto della struttura faringea come di un'unica unità funzionale si può ottenere applicando tecniche di analisi multivariata quali l'analisi delle componenti principali (ABBIATI, 1989). La verifica dell'esistenza di una differenziazione genetica fra le popolazioni richiede il coinvolgimento di differenti metodi di indagine (morfometrica, biologica, ecologica, biochimica). E' stata pertanto iniziata l'analisi dei sistemi gene-enzima in alcune popolazioni di *N. diversicolor* delle coste italiane (ABBIATI, 1988). L'indagine viene condotta mediante l'uso di tecniche elettroforetiche con il sistema Sartophor utilizzando l'acetato di cellulosa come substrato. I primi dati ottenuti hanno evidenziato l'esistenza di differenze anche a livello genetico tra diverse popolazioni (ABBIATI e MALTAGLIATI, 1989).

## Ringraziamenti

Gli autori sono grati al dott. A. Castelli per la revisione del manoscritto e al dott. F. A. Ascioti per i suggerimenti forniti riguardo l'analisi statistica.

## Summary

*The study of adaptations in single species to wide variations in environmental parameters has evidenced a high degree of variation of phenotypes in brackish waters. This feature together with the high degree of isolation to which brackish water inhabitants are subjected, indicates the marked evolutionary potential typical of this fauna which underlies the fractionation of each single species in the numerous populations in the various biotopes. Several authors have remarked on the considerable degree of variability in the number of paragnaths, one of the chief taxonomical characters of the* Nereis *genus. This variability in* N.

diversicolor *is seen was mostly analysed with regard to salinity regime and sediment type. The present paper is an analysis of the variability of paragnath number in zone I of the pharynx in 20 population: Bou-Regreg 1,2,3, 4, (Atlantic); Gann (Atlantic); Eling, Fawley (English Channel); Brancaster (North sea); Navicelli 1, 2, 3, 4 (Tyrrhenian Sea); Klaipedsk (Baltic Sea); Berdiansk, Sivash (Azov Sea); Strelezk, Kerch (Crimea); Batumi (Black Sea); Aral, Sari-Cebanak (Aral). The significativity of the differences among the means was tried by the L.S.R. (Least Significant Range) test which gave 6 populations groups with significative differences. This show that evidently there are morphologically different population localised in the various geographical areas, the distribution of which does not follow a geographical gradient. Variability appears to be connected to casual drift factors, favoured by the high degree of isolation of these populations. Study has begun, using electrophoresis, on genetic characteristics to confirm our observation.*

## Bibliografia

ABBIATI M. (1988) - L' uso dell'elettroforesi su acetato di cellulosa per lo studio dei sistemi gene-enzima. *Sartorius Reporter,* 1: 4.

ABBIATI M. (1989) - An approach to study a variability in paragnath number in *N. diversicolor. IIIrd Polychaete Conference,* Long Beach, Abstracts: 20.

ABBIATI M., MALTAGLIATI F. (1989) - The relationship between morphological variation and genetic distance in *Nereis diversicolor* and *N. succinea* (Annelida, Polychaeta). II*nd Congress of the European Society for Evolutionary Biology,* Roma, Abstract: 1.

BACCI G. (1954) - Alcuni rilievi sulle faune di acque salmastre. *Pubbl. Staz. Zool. Napoli,* 25 (2): 380-396.

BARNES R. S. K. (1978) - Variation in paragnath number of *Nereis diversicolor* in relation to sediment type and salinity regime. *Estuar. Coast. Mar. Sci.,* 6: 275-283.

BARNES R.S.K., HEAD S.M. (1977) - Variation in paragnath number in some British populations of the estuarine polychaete *Nereis diversicolor. Estuar. Coast. Mar. Sci., 5: 711-781.*

COGNETTI G. (1982) - Adaptative strategy of brackish-water fauna in pure and polluted waters. *Mar. Pollut. Bull,* 13 (7): 247-250.

COGNETTI-VARRIALE A.M. (1973) - Caractèristiques morphologiques et écologiques d'une population de *Nereis diversicolor* des eaux saumâtres de Livourne. *Cah. Biol. Mar.,* XIV: 1-10.

FAUVEL P. (1923) - Polychetes errantes. *Faune de France,* V: 1-488. Lechevallier Ed., Paris.

GILLET P. (1986) - Variations de la distribution des paragnates chez *Nereis diversicolor* dans l'estuaire du Bou Regreg (Maroc). Cah. Biol. Mar., 28 : 481-490.

HUTCHINGS P.A., TURVEY S.P. (1982) - The Nereididae of south Australia. *Trans. R. Soc. S. Aust.,* 106 (3) : 93-144.

KHLEBOVICH V. V, KOMENDANTOV A. YU., YAKOVISHINA L.A. (1983) - On variation of paragnath number in *Nereis diversicolor, N. japonica and N. limnicola* (Polychaeta, Nereidae). *Zool. Zh.,* 62: 1110-1113. (In russo).

KINBERG J. G. H. (1857) - Annulata. *K. Sv. Fregatten "Eugenies" Resa Omkring Jorden;* Uppsala, Stockholm.

MANOLELI D. (1980) - Les populations de polychète des eaux saumâtres oligohalines de la Roumanie. Quelques observations et problèmes. *Frau. Mus. Hist. nat. "Grigore Antipa",* vol. XXI: 111-129.

MOLLER F. (1979) - Manual of methods in aquatic environment research. Part 5 - Statistical tests. *FAO Fish. Tech. Pap.,* (182) : 1-131.

MUUS B. J. (1967) - Some problems facing the ecologist concerning races and subspecies of brackish-water animals. *In:* "Estuaries: Physiology and evolution": 558-563.

PORA E. A. (1952) - Comportarea la variatiuni de salinitae: nota XXXII efectul suprasalurii lacurilor de la Efoire asupra rezistentei la salinitati variabile a speciei *Nereis diversicolor . Studii si cerc. Clui,* 3, 3-4: 209-213.

PORA E. A. (1972) - Les eaux saumâtress comme milieu principal d'évolution des organismes marins. In *Proc. 5 th E.M.B.S.,* Ed. by Battaglia : 1-10.

SMITH (1958) - On reproductive pattern as a specific characteristic among nereid Polychaetes. *Syst. Zool.,* 7: 60-73.

SOKAL R.R., SNEATH P.H.A. (1963) - Principles of numerical taxonomy. San Francisco, Freeman Co.: 1-359.

WOLFF W.J. (1972) - Origin and history of the brackish water fauna of N.W. Europe. In *Proc. 5th EM. B. S.,* Ed. by Battaglia: 11-19.

*OEBALIA 1990 Suppl., Vol. XVI-1: 323-333* *ISSN 0392-6613*

E. CECERE ° C. PERRONE*
° Istituto Talassografico - C.N.R. - v. Roma, 3 - 74100 Taranto - Italia
* Istituto di Botanica dell'Università - v. Amendola, 175/A - 70100 Bari - Italia

# VARIABILITÀ MORFOLOGICA DI *SOLIERIA FILIFORMIS* (KÜTZING) GABRIELSON NEL MAR PICCOLO DI TARANTO

**Abstract**

Morphological variation of *S. Filiformis* in the Gulf of Taranto

*Wide unattached beds of* Solieria filiformis *grow in Mar Piccolo in Taranto. According to sampling station, thallus is morphologically different; it is due to peculiar local factors, such as interaction with spoiling animals, low salinity, high nitrates concentration, presence of waste water with high ammoniacal nitrogen concentration. Preliminary* in vitro *cultures almost confirmed that* S. filiformis *is very sensitive to water composition, partially modifying its growth and ramification; the seaweed is also very resistant to very high nitrogen salts concentration.*

**Key-words**: Algae, Solieraceae, adaptation, morphogenesis.

## Introduzione

Le alghe marine possiedono una grande plasticità morfologica, con la quale si adattano ad ogni tipo di ambiente.

Quello della variabilità intraspecifica è un grosso problema che, negli ultimi vent'anni, ha portato sconvolgimenti sia nel campo della tassonomia tradizionale che in quello delle indagini fisioecologiche.

La determinazione di *S. filiformis* del Mar Piccolo di Taranto, la cui presenza è stata rilevata molto recentemente (CECERE, 1988), ha creato notevoli difficoltà a causa della variabilità morfologica soprattutto in certo periodi dell'anno. L'indagine era ancora complicata dal fatto che nel Mar Piccolo S. filiformis non si presenta mai come aptofita, bensì in densi ed estesi popolamenti bentopleustofitici, associata ad altre specie. La presenza quantitativamente considerevole di questa Solieriacea (circa il 50-60% in peso in un area minima di 2500 $cm^2$), produttrice di una carregenina di ottima qualità, incoraggiano a proseguire le indagini.

Questo studio preliminare comprende:

- l'osservazione periodica di campioni prelevati da una stessa stazione, per indagare sul ciclo vegetativo e riproduttivo, e descriverne la conseguente variabilità temporale;
- l'osservazione comparata di campioni prelevati da stazioni diverse, per caratterizzare la variabilità spaziale;
- l'analisi di fattori fisico-chimici dell'ambiente e l'indagine sull'intervento di altri organismi, quali possibili cause di questa variabilità.

## Materiali e Metodi

Nel Mar Piccolo sono state scelte tre stazioni di raccolta:

- A: a Sud del Secondo Seno, a 200 m dall'industria dell'imbottigliamento della Coca-Cola; il banco studiato giace su fondo fangoso a circa -2 m;
- B: a Nord del Primo Seno, a circa 50 m da uno scarico fognario, il cui depuratore funziona irregolarmente, e a 50 m da un "citro" con portata di 350 l/sec; il banco studiato giace su fondo fangoso alla profondità di 3 m;
- C: a Nord del Primo Seno, a circa 250 m dalla foce del fiume Galeso (con portata variabile tra i 30.000 ed i 60.000 mc/giorno a seconda della stagione) ed a circa 400 m dal "citro Galeso" con una portata di circa 750 l/sec. Il banco studiato giace su fondo sabbioso alla profondità di 2,5 m.

Le raccolte sono state effettuate ogni quindici giorni per la durata di un anno; l'osservazione è stata condotta su circa 100 talli per volta. Contemporaneamente sono stati prelevati campioni di acqua, per la determinazione quantitativa di ammoniaca ($N\text{-}NH^3$), nitriti ($N\text{-}NO^2$), nitrati ($N\text{-}NO^3$) e fosfati (come ortofosfato solubile (PO3-4)). In ciascuna stazione sono state altresì rilevate la temperatura, la salinità, con il metodo conduttometrico, e la trasparenza, con il disco di Secchi.

Sono state allestite colture in vitro di segmenti apicali di *S. filiformis* lunghi 10 mm, privi di ogni ramificazione laterale, nelle seguenti condizioni:

1) Capsule Petri con 10 segmenti del peso medio di circa 6 mg in 200 ml di acqua di mare sintetica TROPIC MARINE EXPORT;

2) Temperatura: 18± 1°C;
3) Irradianza: 100 $\mu W/cm^2$;
4) Fotoperiodo: 12:12;
5) Durata delle colture: 35 gg;
6) Rinnovamento del mezzo: ogni 4 gg.

Al mezzo di coltura sono stati aggiunti alcuni nutrienti inorganici in diverse concentrazioni (PERRONE & FELICINI, 1972). Al termine di ogni coltura sono stati rilevati alcuni parametri morfometrici, secondo precedenti esperienze, ed il peso fresco di ogni test (PERRONE & GARUCCIO, 1983).

## Risultati

*Osservazioni in natura*

Le principali differenze riscontrate tra la forma pleustofitica di *S. filiformis* del Mar Piccolo e quella atlantica aptofitica già descritta (GABRIELSON & HOMMERSAND, 1982) riguardano la totale mancanza di parti basali d'attacco e l'habitus aegagropilus, consiste nella forma pressocchè sferica assunta dai talli, dovuta a più rami equivalenti che nascono da un piccolo segmento di asse (NORTON & MATHIESON, 1983) (Fig. 1).

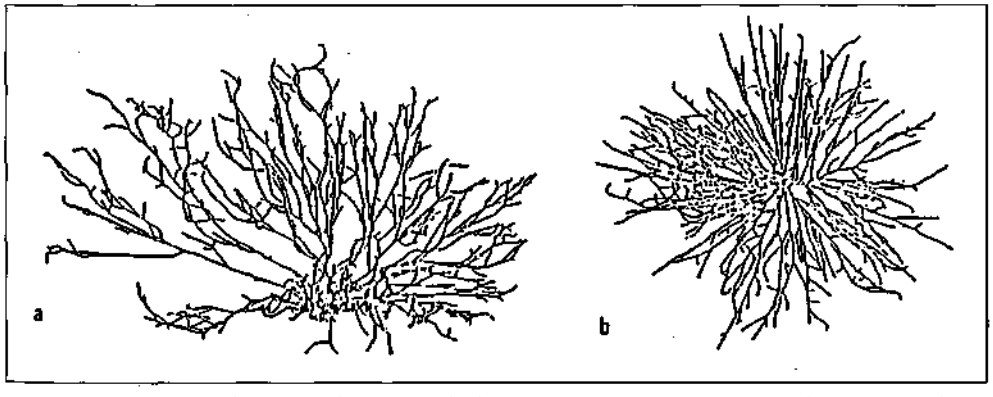



**Fig. 1** - Habitus della forma aptofitica di *S. filiformis* dell'Atlantico (a) e della forma pleustofitica del Mar Piccolo di Taranto (b).

Altra prerogativa di *S. filiformis* pleustofitica è la mancanza di riproduzione sessuale; infatti non sono stati mai rinvenuti gametofiti fertili, mentre per quasi tutto l'anno si raccolgono numerosi talli tetrasporiferi.

FLOC'H *et al.* (1987) descrivono la variabilità morfologica stagionale di Solieria chordalis legata allo sviluppo vegetativo del tallo; lo stesso tipo di variabilità si riscontra anche in *S. filiformis*.

In autunno nella stazione A si osservano frammenti di talli di debole

**Tab. 1** - Risultati delle analisi chimiche dell'acqua nelle tre stazioni di raccolta

| | $NH_3^+$ | $NO_2^-$ | $NO_3^-$ | $PO_4^{3-}$ |
|---|---|---|---|---|
| Industria Coca-Cola | 89,1 | 4,7 | 13,7 | 22,4 |
| Scarico fogniario | 112,6 | 10,2 | 46,2 | 15,6 |
| Foce del Galeso | 41,7 | 3,7 | 44,3 | 10,5 |

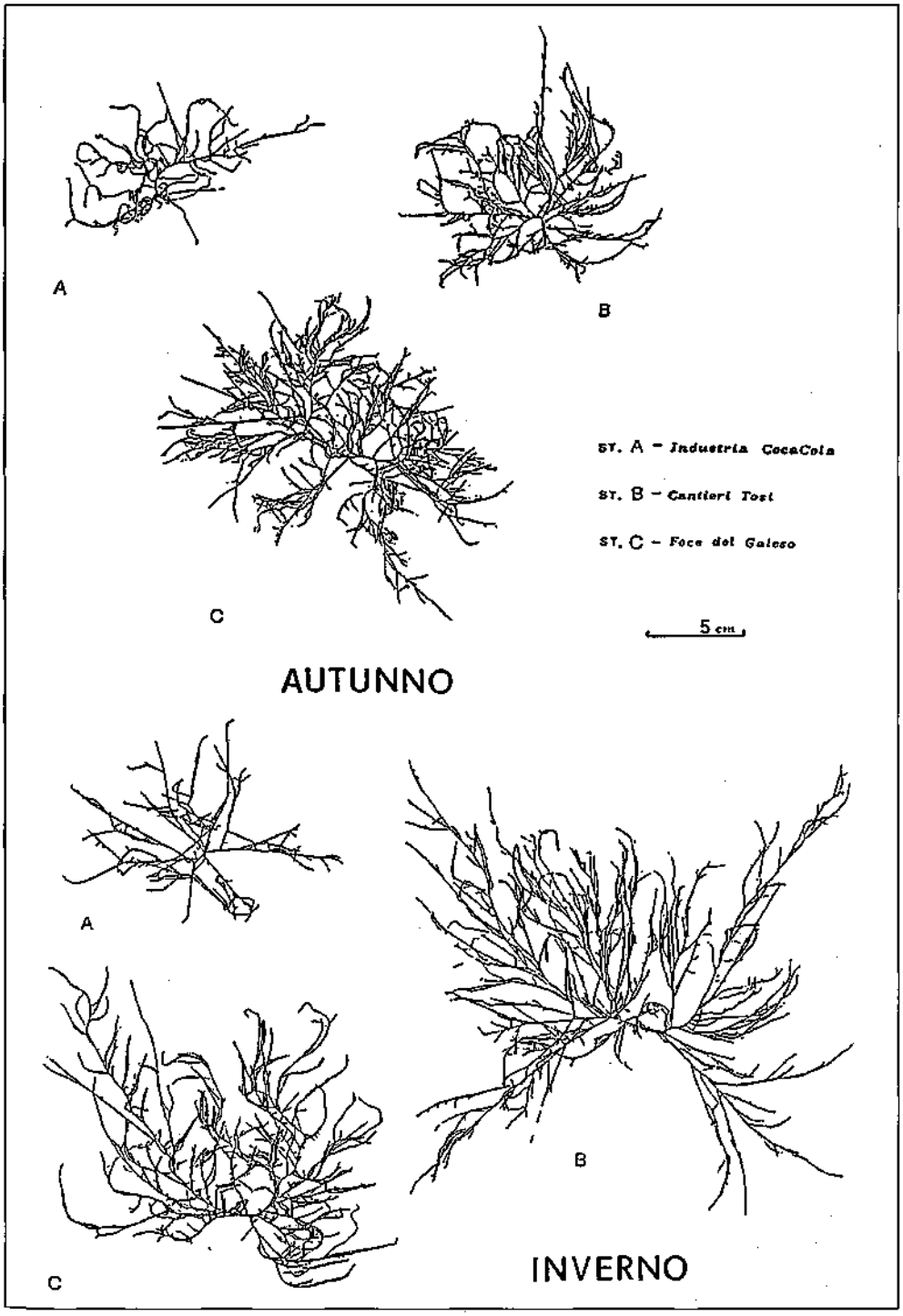
valori medi di 50 campioni espressi in µg/l

consistenza e scarsissima pigmentazione, con rami molto allungati e nudi o con rari rami laterali (Fig. 2). Nella stazione B le piante *S. filiformis* sono sempre le più cespugliose e le meglio pigmentate, hanno ramificazione del I, II e III ordine, con rami disposti radialmente e regolarmente distanziati. Gli apici producono rami laterali a breve distanza dal cono vegetativo e pertanto non risultano mai nudi per lungo tratto. Le piante della stazione C, al contrario, mostrano molti rami ma di ordine basso, apici nudi per lungo tratto, spesso ricurvi ad uncino ed anche attorcigliati come tendrilli; ramificazione spesso su di un solo piano, talvolta unilaterale, con rami molto ravvicinati. Le piante sono aggrovigliate fra loro e con altre di differenti specie componenti il popolamento. In tale stazione la variabilità stagionale è pressocchè nulla e le piante sono sempre delle più grandi dimensioni rispetto a quelle delle altre stazioni.

In inverno si accentua la differenza nelle dimensioni raggiunte dalle piante, con le taglie maggiori nella stazione presso lo scarico fognario.

All'inizio della primavera, nella stazione A, si verifica un'invasione di Caprellidi che, attratti da epibionti animali di cui si nutrono, distruggono abbondantemente tutte le parti apicali e frammentano anche gli assi principali. Ne derivano forme totalmente diverse da quelle classiche. Gli assi infatti sono pieni di piccoli germogli nuovi, nati senza alcun ordine; dalle superfici apicali troncate nascono rigenerazioni e intorno ad esse delle proliferazioni (PERRONE & FELICINI, 1974). Pertanto in questo periodo i talli hanno le più svariate forme e dimensioni. Anche nella stazione B, a causa dell'attacco dei Caprellidi, ma, soprattutto, dell'invasione di endofite (alghe o funghi), si raccolgono solo piccoli frammenti di tallo poco ramificati. Le piante della stazione C, invece, si presentano nelle migliori condizioni e sono le più grandi. Il fenomeno della frammentazione, qualsiasi causa abbia, crea l'habitus aegagropilus, pertanto la stagione estiva presenta piante con uniforme morfologia e di paragonabili dimensioni.

Le analisi periodiche delle acque hanno dato i risultati riuniti in Tab. 1 : stazione A: elevato contenuto in azoto ammoniacale e fosfato; stazione B: elevatissimo contenuto in azoto ammoniacale e forte contenuto in nitrati, stazione C: discreta quantità di ammonio e concentrazione abbastanza elevata di nitrati. Per quanto riguarda la temperatura, non sono state riscontrate differenze significative fra le stazioni, essendo la temperatura media di 24,5°C in estate e di 11,3°C in inverno.


A
B
C
ST. A – Industria CocaCola
ST. B – Cantieri Tosi
ST. C – Foce del Galeso
5 cm
AUTUNNO
A
B
C
INVERNO

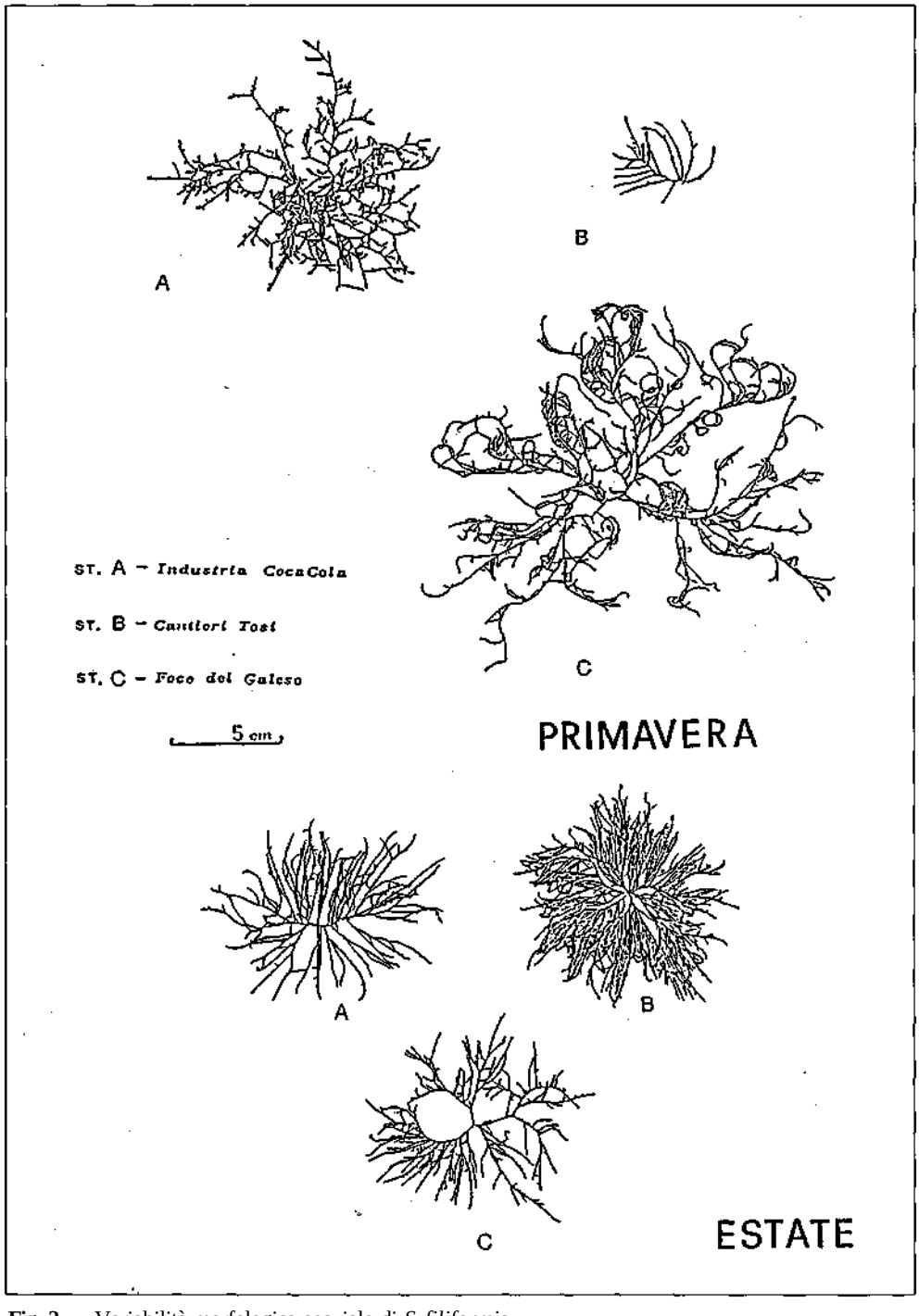



**Fig. 2** - Variabilità morfologica spaziale di *S. filiformis.*

La trasparenza dell'acqua dà valori simili nelle tre stazioni, circa 1,5-2 m. Riguardo la salinità, a causa dell'apporto di acque dolci, nella stazione C i valori vanno da un minimo di 34,7 ‰ ad un massimo di 36,5 ‰; anche nella stazione B si rivelano talvolta valori bassi di salinità (35,2 ‰), mentre nella stazione A la salinità media non scende al si sotto del 36 ‰. Inoltre da uno studio preliminare sulle correnti del Mar Piccolo (TURSI, com. pers.) si evince che questo bacino è interessato da un ridotto moto ondoso nel II Seno, sede della stazione A, con moderate correnti di fondo; questo tipo di corrente è presente anche nel I Seno e soprattutto lungo la fascia costiera dove le acque più profonde vengono in superficie. Si ha quindi una buona distribuzione di nutrienti.

*Osservazioni in coltura*

I segmenti apicali di *S. filiformis* coltivati in laboratorio mostrano una buona tolleranza a tutti i sali aggiunti anche alle più elevate concentrazioni. La crescita degli apici si attua secondo una normale morfogenesi e con produzione di rami laterali di I ordine e qualcuno di II ordine, da tutta la superficie laterale di ogni asse. Dalle superfici di taglio prossimali non è stato prodotto alcun tipo di germoglio. La Tab. 2 mostra che la maggior ramificazione è provata dall'aggiunta di fosfato, mentre la maggior crescita in lunghezza di rami laterali si ottiene con l'aggiunta di nitrato alle più basse concentrazioni. Il cloruro di ammonio si è rilevato un po' tossico alle concentrazioni più elevate (molto elevate comunque rispetto a quelle trovate in natura). La Tab. 3 mostra un fortissimo incremento in peso fresco in tutti i test, ma soprattutto in quelli con nitrato di sodio; l'incremento nella lunghezza invece non ha differenze significative tra i test.

**Tab.** 2 - Parametri morfologici del tallo di S. filiformis dopo 35 gg di coltura.

| concentrazioni | $10^{-8}$M | $10^{-7}$M | $10^{-6}$M | $10^{-5}$M | $10^{-4}$M | $10^{-3}$M | $2x10^{-3}$M |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | n°p n°r l.r | n°p n°r l.r. | n°p n°r l.r. | n°p n°r l.r. | n°p n°r l.r. | n°p n°r l.r. | n°p n°r l.r. |
| controllo 3,9 3,9 3,1 | | | | | | | |
| $NH_4Cl$ | | 4,4 3,0 1,6 | 1,5 3,7 2,7 | 1,3 3,4 1,6 | 0,0 3,3 1,0 | 0,0 1,4 1,8 | |
| $NANO_2$ | | 4,5 4,4 4,9 | 4,1 3,9 3,7 | | 3,5 2,5 2,4 | 2,9 2,9 2,6 | 3,2 0,9 2,8 |
| $NANO_3$ | | 3,2 3,2 5,0 | 3,5 3,2 4,8 | | 2,8 3,5 3,5 | 3,5 4,6 2,6 | 2,1 4,9 2,5 |
| $NAH_2PO_4$ | 7,0 2,5 3,7 | 4,9 2,8 1,7 | 5,6 3,2 1,0 | 4,0 4,1 1,2 | 3,1 3,2 1,4 | | |

valori medi di 30 segmenti
n°p = numero dei primordi dei rami (minori di 1 mm)
n°r = numero dei rami
l.r. = lunghezza dei rami espressa in mm.

**Tab. 3** - Parametri di crescita (incremento %) del tallo di S. filiformis dopo 35 gg di coltura.

| concentrazioni | | | $10^{-8}$M | | $10^{-7}$M | | $10^{-6}$M | | $10^{-5}$M | | $10^{-4}$M | | $10^{-3}$M | | $2x10^{-3}$M | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | p | l | p | l | p | l | p | l | p | l | p | l | p | l | p | l |
| controllo | 94,6 | 70,6 | | | | | | | | | | | | | | |
| $NH_4Cl$ | | | | | 94,1 | 69,7 | 92,6 | 65,5 | 92,9 | 65,5 | 93,6 | 65,5 | 90,1 | 52,4 | | |
| $NANO_2$ | | | | | 95,7 | 69,7 | 95,1 | 70,6 | | | 93,8 | 69,7 | 92,6 | 64,3 | 90,8 | 64,3 |
| $NANO_3$ | | | | | 96,1 | 72,2 | 96,4 | 75,0 | | | 94,5 | 75,0 | 95,8 | 73,7 | 95,6 | 72,2 |
| $NAH_2PO_4$ | | | 95,0 | 71,4 | 93,8 | 66,7 | 95,8 | 70,6 | 95,5 | 69,7 | 91,9 | 63,0 | | | | |

valori medi di 30 segmenti
n°p = numero dei primordi dei rami (minori di 1 mm)
n°r = numero dei rami
l.r. = lunghezza dei rami espressa in mm.

**Discussioni e conclusioni**

La grande variabilità morfologica riscontrata tra le piantine di *S. filiformis* raccolte nella stazione A è facilmente attribuibile a fattori ambientali. Primo fra tutti è il massiccio attacco dei Caprellidi che caratterizza la successiva morfologia delle piante, grandemente diversa da quelle delle altre stazioni per tutta la durata della primavera. Alcune prove in acquario hanno dimostrato che i Caprellidi attaccano preferibilmente Solieria rispetto ad altre specie di alghe rosse e verdi. Ciò è probabilmente dovuto alla loro preferenza per epibionti animali specifici di *S. filiformis.* La determinazione di questi ultimi, come pure quella degli stessi Caprellidi, è tuttora in corso; pertanto ci si ripromette di approfondire tale aspetto particolare. La presenza di elevate concentrazioni di fosfato nell'ambiente giustifica la produzioni di numerosissimi germogli avventizi e di molti rami laterali di ordine più elevato, confermata dai risultati delle colture con aggiunta di fosfato, come già in precedenza osservato per *Gigartina acicularis* (Roth) Lamouroux (PERRONE & FELICINI, 1976). Nella stazione B, caratterizzata da piante rigogliose, nel migliore stato di salute in tutti i periodi dell'anno, l'azoto ammoniacale raggiunge concentrazioni fortissime insieme a elevate quantità di nitrato; le colture con aggiunta di ammonio non hanno confermato che questa fonte di N sia la preferita ma è probabile che sia poco appetibile o addirittura tossica come cloruro.

Infatti una prova condotta in seguito con aggiunta di $NH_4N0_3$ ha mostrato la migliore crescita e pigmentazione in confronto a tutti i precedenti test (Fig. 3). Nella stazione C le piante di Solieria non subiscono l'attacco dei Caprellidi, nè interventi dannosi di altri organismi; pertanto crescono molto, con rami lunghi e molto ramificati. Questa morfologia è tipica di luoghi con bassa salinità, e qui l'apporto di acque dolci è notevole soprattutto periodicamente; anche TAYLOR

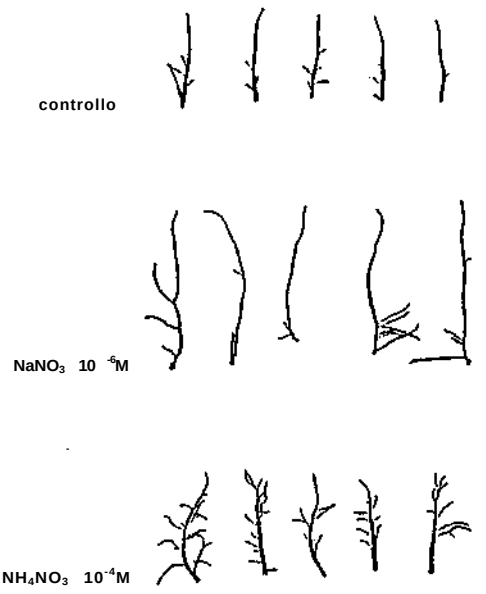



**Fig. 3** - Segmenti apicali di *S. filiformis* dopo 35 gg. di coltura: a) controllo; b) con $NaNo_3$ $10^{-3}$ M; c) con $NH_4NO_3$ $10^{-4}$ M.

(1962) descrive per *Agardhiella tenera,* (J. Agardh) Schitz, attualmente *A. subulata* (C.Agardh) Kraft et Wynne (Solieriacea) una analoga morfologia per esemplari di acque salmastre. Le acque del citro, inoltre, sono ricche di nitrati (PANETTA & DELL'ANGELO, 1975) e questi sali mostrano, in coltura, di favorire la crescita in lunghezza dei rami.

Il presente studio, pertanto, permette di concludere che *S. filiformis* è una specie dotata di notevole variabilità morfologica e sensibile a variazioni nella composizione chimica delle acque in cui vive.

## Ringraziamenti

Si ringraziano vivamente i sigg. Caciorgna O. e Pacifico P. del Talassografico di Taranto per l'assistenza prestata in laboratorio ed in campo.

## Summary

*In Mar Piccolo in Taranto* S. filiformis, *whose presence was noticed only recently, grows in wide unattached beds, where it often develops aegagropilous habit.* S. filiformis *shows a clear morphological variation among three different*

*sampling station. These stations are different for their nutrient concentration. Such a morphological variation consists in ramification type and order, in branches number and length and in the presence or lack of curled branches. It may be caused by environmental and biological factors. In fact in the station with the higest phosphate concentration thalli have many branches. Particularly in spring they exhibit a very characteristic appearance due to spoiling animals, that are very numerous here. In the stations with the highest ammoniacal nitrogen concentration, plants show a healthy appearance and the best pigmentation throughout the year. In the station where nitrates concentration is the highest and salinity is the lowest, plants have a few long and curled branches.*

*Preliminary in vitro cultures of S.* filiformis *apices showed that high number of branches is due to phosphate; the longest were observed in nitrate presence. Nitrogen salts caused the best growth and pigmentation.*

*It is possible to conclude that* S. filiformis *is very sensitive to water composition, partially modifying its growth and ramification. It is also very resistant to very high nitrogen salts concentration.*

**Bibliografia**

CECERE E. (1988) - Sulla presenza nel Golfo di Taranto di una specie nuova per il Mediterraneo: *Solieria filiformis* (Kützing) Gabrielson (Rhodophyta, Gigartinales). XX Congr. S.I.B.M. - 19-24 Settembre, Vibo Valentia.

FLOC'H J. Y., DESLANDES E., LE GALL Y. (1987) - Evidence for vegetative propagation of the carragenophyte *Solieria chordalis* (Solieriaceae, Rhodophyceae on the coast of Brittany (France) and in culture. *Botanica Marina,* 30:315-321.

GABRIELSON P. W., HOMMERSAND M. H. (1982) - The Atlantic species of *Solieria* (Gagartinales, Rhodophita): their morphology, distribution and affinities. *J. Phicol.,* 18:31-45.

NORTON T. A., MATHIESON A. C. (1983) - The biology of unattached seaweeds. In *Progress in Phycological Research,* (Round/Chapman, eds., Bristol), 22:333-386.

PANETTA P., DELL'ANGELO B. (1975) - I citri del Mar Piccolo di Taranto. Valenza ecologie dei molluschi. *Conchiglie,* XI: 65-86.

PERRONE C., FELICINI G. P. (1972) - Sur les bourgeons adventifs de *Petroglossum nicaeense* en culture. *Phicologia,* 11:87-95.

PERRONE C., FELICINI G. P. (1974) - Dominance apicale et morphogénèse chez *Petroglossum nicaeense* (Duby) Schotter (Rhodophyceae). *Phycologia,* 13:187-194.

PERRONE C., FELICINI G. P. (1976) - Le bourgeons adventifs de *Gigartina acicularis* (Wulf.) Lamour. (Rhodophyta, Gigartinales) en culture. *Phycologia,* 15:45-50.

PERRONE C., GARUCCIO I. (1983) - Manifestations de sénescence provoquées par la licorine dans *Schottera nicaensis* Guiry et Hollenberg (Phyllophoracées). *Phycologia,* 22:395-401.

TYLOR W. R. (1962) - *Marine algae of the Northeastern coast of North America*. Michigan Press: p. 443.

*OEBALIA 1990 Suppl., Vol. XVI-1: 335-347* ISSN 0392-6613

S. PIRAINO * M. DE NICOLA GIUDICI **
* Istituto Sperimentale Talassografico C.N.R., via Roma 3 74100 - Taranto, Italia
** Dipt. Genetica, Biologia Generale e Molecolare dell'Università,
via Mezzocannone 8, 80134 Napoli, Italia

# VARIABILITÀ AMBIENTALE E TASSI DI CRESCITA DI IDROIDI COLONIALI

**Abstract**

Variations of growth and reproduction of colonial hydroids

*Due to their asexual principal way of reproduction, hydroids constitute a useful source of genetically homogeneous material in many experimental works. Variations in growth rates reproductive patterns are induced by low levels of stress, as adaptive responses. Effects of temperature, salinity, photoperiodism and water movement on growth and reproduction of* Clavopsella (Aselomaris) michaeli *(BERRILL, 1948) are recorded. The ecological significance of sexual stages is discussed.*

**Key-words**: Growth, Reproduction, Hydroids (Cnidaria).

## Introduzione

Gli idroidi, grazie alla loro modalità di riproduzione prevalentemente asessuata, sono organismi ideali per l'esecuzione di biosaggi. Una popolazione di laboratorio può essere ottenuta da un singolo espianto, fornendo un materiale sperimentale geneticamente omogeneo, il cui utilizzo riduce la variabilità e migliora la precisione dei risultati.

La crescita e lo sviluppo degli idroidi sono estremamente sensibili alle variazioni dei parametri ambientali (BERRILL, 1949, 1961; BRAVERMAN, 1963, 1974; FULTON, 1960, 1962; KINNE, 1956; KINNE & PAFFENHOFFER, 1965;

LOOMIS, 1954). Pertanto, per assicurare riproducibilità ai risultati di ricerche sperimentali con idroidi, occorre che siano noti gli effetti specifici provocati, in condizioni controllate, dalle alterazioni dei fattori fisico-chimici del sistema di coltura. Il presente studio è stato intrapreso allo scopo di selezionare alcune specie di idroidi coloniali utilizzabili per la realizzazione di test tossicologici, e, preliminarmente, al fine di valutare gli effetti specifici provocati sulla crescita in laboratorio da variazioni controllate dei principali fattori ambientali.

## Materiali e metodi

### *1. Tecniche colturali*

Per mezzo della sola riproduzione vegetativa, le colonie assumono una crescita esponenziale nel numero dei polipi. L'espianto degli idroidi dalla colonia parentale viene effettuato per rimozione di singoli polipi o di singoli idrocauli, unitamente ad una porzione di stolone basale di pari lunghezza. Gli espianti sono trasferiti su piastre di vetro di circa 1 dmq, e posizionati al centro delle stesse al di sotto di un sottile filo di nylon. A 18 °C la rigenerazione di nuovi stoloni aderenti al substrato è, per numerose specie temperate, sufficientemente rapida da permettere, dopo 2-3 giorni, la rimozione del filo di sostegno. La percentuale di successo dell'espianto varia in relazione alle condizioni generali di "salute" della colonia parentale e dall'integrità dell'espianto stesso. Le colonie, così espiantate, possono essere facilmente assemblate in apposite rastrelliere di Perspex. Ciascuna di queste raccoglie sette piastre e viene immersa in piccoli acquarioli da 3 lt di volume. Gli acquarioli per lo stoccaggio delle colonie sono mantenuti in armadio termostato a 18-20ºC. Per la realizzazione di test sperimentali a breve termine (7-14 gg) la stessa tecnica può essere adottata su scala ridotta. Le colonie vengono espiantate su vetrini da microscopia ed assemblati su comuni portavetrini da istologia ed immerse in piccoli becker in vetro da 1 lt. Oltre al vantaggio della maggiore facilità di osservazione al microscopio, viene ridotto al minimo il consumo di acqua. Il mezzo di coltura, laddove non fosse possibile l'approvvigionamento di acqua di mare, può essere costituito da una soluzione salina artificiale (FULTON 1960; TUSOV & DAVIS 1971). L'acqua di mare deve essere filtrata con membrane di porosità 0.45 micron, per eliminare, almeno in buona parte, i microrganismi planctonici animali e vegetali. Normalmente le colonie espiantate vengono alimentate con nauplii di *Artemia Salina* due - tre volte la settimana, mentre durante l'esecuzione degli esperimenti e a partire da almeno 5 giorni prima del loro inizio, le colonie vengono alimentate giornalmente. È necessario infatti un breve periodo di adattamento al nuovo ritmo di nutrizione prima che le colonie aumentino la velocità di crescita. La durata degli esperimenti varia fra 7 e 14

giorni, dipendendo da numerosi fattori, primo fra tutti la velocità di crescita media caratteristica della specie in esame.

Fra le specie che sono state raccolte e mantenute in coltura, *Clavopsella (Aselomaris) michaeli* (BERRILL, 1948) non era stata ancora segnalata per il Mediterraneo. Questa specie ha mostrato un rapido adattamento alle condizioni di laboratorio ed una alta velocità di gemmazione. Su questa specie, pertanto, sono stati condotti alcuni esperimenti di crescita per la valutazione di temperatura, salinità, illuminazione e idrodinamismo del sistema di coltura.

## *2. Parametri di crescita*

In virtù della organizzazione modulare delle colonie, il numero degli idranti è significativamente correlato alla biomassa totale della colonia (STEBBING, 1976). La crescita delle colonie di idroidi è stata normalmente interpretata in senso cumulativo e la variazione della crescita sono state espresse come differenze nelle curve biomassa (o numero di polipi)/tempo (FULTON, 1960; KARBE, 1972; FISCHER, 1978). Tuttavia, da un punto di vista fisiologico, l'effetto inibitorio o stimolatorio esercitato da una qualsiasi variazione dei parametri ambientali chimico-fisici influisce sulla velocità alla quale viene formato nuovo tessuto, piuttosto che influenzare direttamente la taglia di un organismo. E' più appropriato perciò considerare gli effetti sul processo di accrescimento, piuttosto che sul prodotto ultimo di quel processo. La velocità di crescita varia a seconda delle dimensioni della colonia, poiché maggiore è la biomassa capace di crescita, maggiore sarà la velocità alla quale il numero dei polipi aumenta. Per ottenere un valore indipendente delle dimensioni della colonia, si può calcolare la velocità di crescita specifica, ossia l'incremento di biomassa o di numero di polipi, W, per unità di tempo (derivata prima) ed unità di biomassa (STEBBING, 1981)

(1) $K = 1/W\ dW/dt = d \ln W/dt$

La risposta di crescita nelle colonie sottoposte sperimentalmente ad alterazione dei parametri ambientali può essere confrontata a quella di colonie in condizioni standard di controllo esprimendo la velocità di crescita come percentuale rispetto ai controlli

(2) $K\ \% = (\text{dln W exp}/\text{dln W ctrl}) \times 100.$

Tuttavia, poichè le misure effettuate, per quanto ravvicinate nel tempo, coincidono solo con valori medi di accrescimento (W media), la (1) e la (2) diventano rispettivamente

(3) $K=1/W\ DW/Dt = DlnW/Dt$

(4) $K\ \% = (\text{Dln W exp} / \text{Dln W ctrl}) \times 100$

## Risultati

La crescita di *Clavopsella michaeli* alle temperature di 14, 18 e 22°C è espressa in senso cumulativo come incremento medio del numero degli zooidi (Fig. 1). Maggiori indicazioni sul processo di accrescimento sono ricavabili dall'analisi dell'adattamento della velocità specifica (Fig. 2), piuttosto che dal semplice incremento (esponenziale) delle dimensioni della colonia. A 22°C la crescita è più rapida, ma è soggetta a fluttuazioni più marcate che a 14 e 18°C. Inoltre, a 22°C si sviluppano alcuni polipi di dimensioni ridotte, incapaci di alimentarsi; altri polipi, dopo la produzione di gameti, vanno incontro a rapido riassorbimento. In ogni caso, K presenta un aumento lineare, con una alternanza di fasi ad accelerazione positiva e negativa.

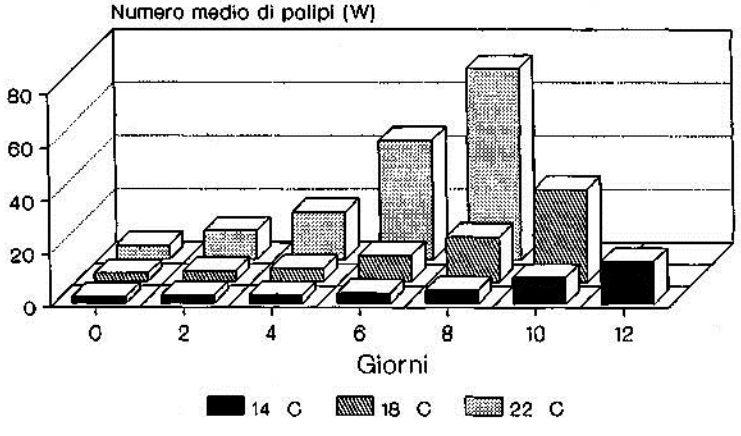



**Fig. 1** - Crescita del numero di polipi a tre diverse temperature

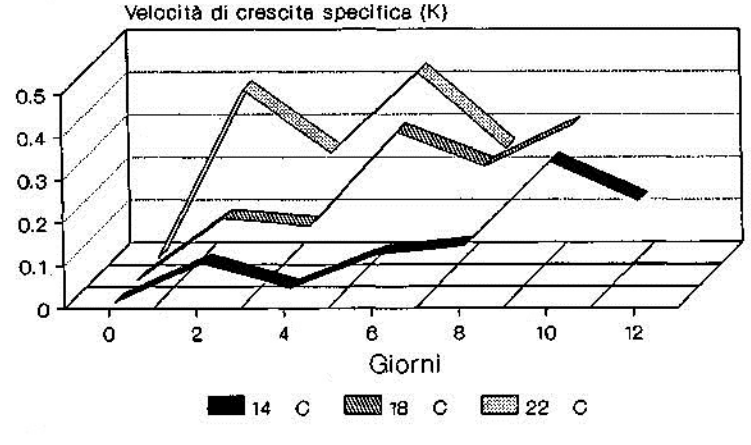



**Fig. 2** - Andamento della velocità di crescita a tre diverse temperature

A parità di concentrazione di ossigeno disciolto, l'acqua stagnante può essere considerata come una condizione di stress, poichè vengono rallentati i processi metabolici della colonia, il cui habitat naturale è localizzato in ambienti esposti ad un consistente regime idrodinamico. La velocità di crescita di colonie in acqua non mescolata (Fig. 3) presenta oscillazioni periodiche, positive e negative, rispetto alla retta di K = 100, corrispondente alla velocità di crescita delle colonie di controllo, ossia in acqua mescolata.

In fig. 4 sono riportate le curve-risposte di crescita di colonie di *C. michaeli* sottoposte a diluizioni progressive di acqua di mare con acqua distillata. Nelle colonie sottoposte ad una diluizione del 60%, la crescita si arresta bruscamente dopo appena due giorni dall'inizio dell'esperimento.

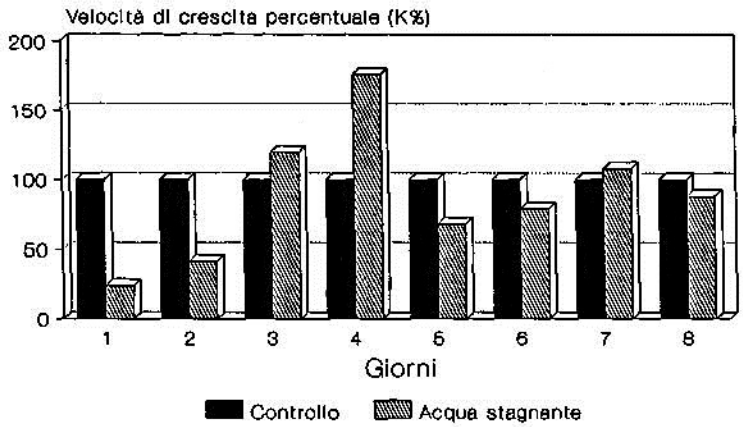



**Fig. 3** - Effetto della quiete idrodinamica sulla velocità di crescita

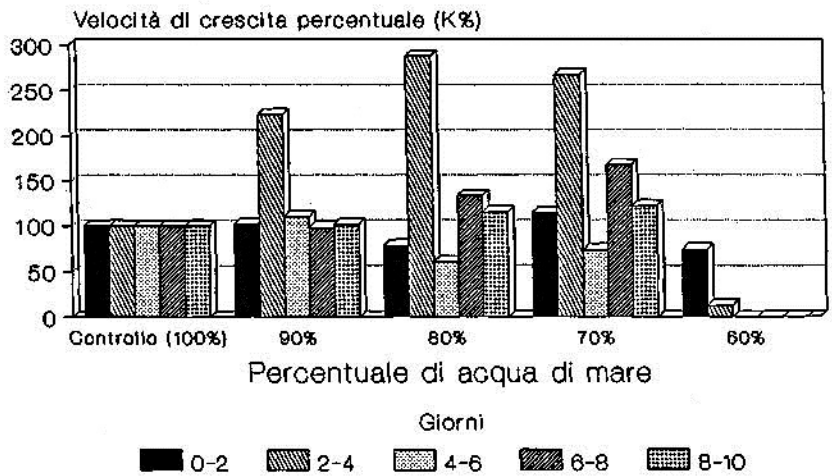



**Fig. 4** - Effetto della riduzione della salinità sulla velocità di crescita

La velocità di crescita delle colonie a 90% di acqua di mare si mantiene, ad eccezione del periodo compreso fra il secondo e il quarto giorno, intorno ai valori di controllo, mentre ad 80% e 70% di acqua di mare K% è soggetta ad ampie oscillazioni, con un incremento rapidissimo nei giorni 2-4, seguito da una drastica riduzione e da un nuovo incremento di minore ampiezza.

A tutti i livelli subinibitori di diluizione, la crescita è soggetta ad una alternanza di accelerazioni negative e positive.

Gli esperimenti fin qui esposti sono stati realizzati in assenza totale di luce, ad eccezione dei periodi giornalieri di alimentazione e conteggio delle colonie.

E' stata seguita, per confronto, la crescita a T = 18°C di colonie sottoposte ad un periodo regolare di illuminazione 12/12 (12 ore di luce artificiale, realizzata con tubi Grolux, per una intensità pari a 0.06 microEinstein alternate a 12 ore di oscurità totale).

Le colonie in esame hanno mostrato un significativo incremento della crescita rispetto ai controlli mantenuti in oscurità totale per 24 ore al giorno (fig. 5).

La velocità di accrescimento percentuale presenta, anche in questo caso, un andamento oscillatorio con effetto globale di stimolazione.

Negli esperimenti di crescita a diverse temperature ed a diluizioni progressive dell'acqua di mare è stato inoltre osservato un significativo incremento della frequenza dei polipi con gonofori (Tab. I).

L'idroide *Clavopsella michaeli* è costituito da colonie progenetiche con polipi monomorfi su cui si sviluppano direttamente particolari strutture riproduttive, dette gonofori.

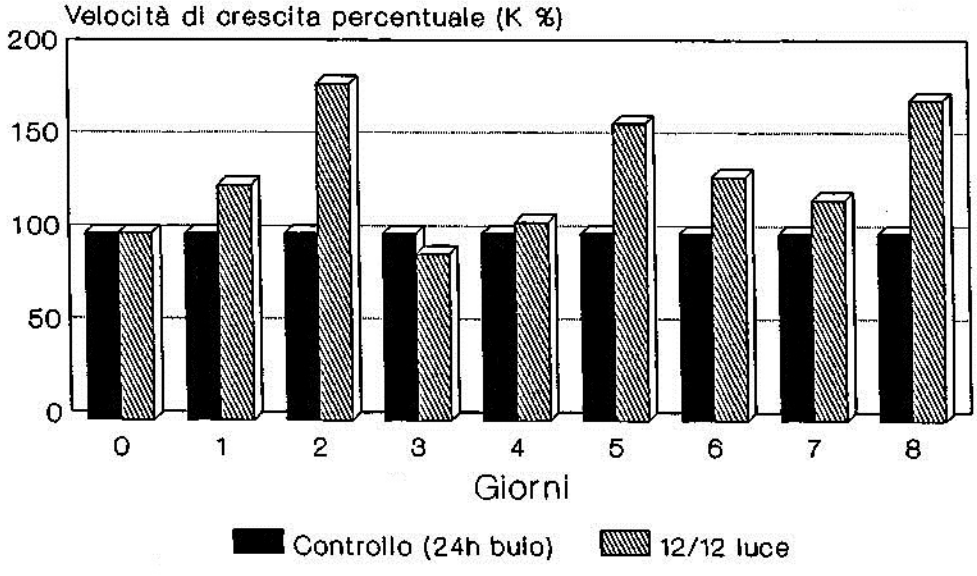



**Fig. 5** - Effetto della luce sulla velocità di crescita

La proporzione dello sforzo di crescita diretto verso la produzione di zooidi con o senza gonofori permette di quantificare l'investimento relativo di energia verso la riproduzione sessuata o asessuata delle colonie.

**Tab. 1** - Incremento della frequenza percentuale di gonozooidi in colonie di *C. michaeli* in esperimenti di crescita a temperature e salinità differenziate. Valori medi di sette repliche dopo nove giorni.

| Condizioni di crescita | N° gonozooidi | Tot. n° membri della colonia | Frequenza percent. gonozooidi +/- E.S. |
|---|---|---|---|
| Temperatura | | | |
| - 18°C | 0.5 | 17 | 2.9% +/- 0.3 |
| - 14°C | 2.4 | 12 | 20.0% +/- 8.5 |
| - 22°C | 18.1 | 45 | 40.3% +/- 9.7 |
| Salinità (% acqua di mare) | | | |
| - 100 | 2.5 | 22 | 10.9 % +/- 2.9 |
| - 80 | 13.6 | 52 | 25.9 % +/- 6.4 |

## Discussioni

1. Effetti subinibitori: oscillazione della velocità di crescita e ormesi

Dai risultati ottenuti con la crescita di colonie di *C. michaeli* in condizioni controllate si evincono due considerazioni principali. In primo luogo, si può osservare che la risposta primaria delle colonie alle modificazioni dei parametri ambientali consiste nella alterazione della velocità di crescita.

L'effetto ultimo di questa risposta può risultare in un incremento costante della crescita globale, come è stato osservato nelle colonie a 80% e 70% di acqua di mare. Osservando l'effetto di una sostanza antibiotica fungicida che, a basse concentrazioni, produceva una stimolazione della crescita fungina, SOUTHAM & ERLICH (1943) utilizzarono il termine "ormesi" per descrivere "... l'effetto stimolatorio di concentrazioni subletali di ogni sostanza tossica su ciascun organismo...".

STEBBING (1976,1982) ha osservato in esperimenti di crescita con l'idroide *Laomedea flexuosa* e con il lievito *Rhodotorula rubra* una stimolazione della crescita in risposta a stress aspecifici subletali. Dalla letteratura tossicologica si ricavano numerosi esempi che mostrano come l'ormesi sia stata osservata in taxa molto distanti, dai batteri ai vertebrati (STEBBING 1982, per una review). La sostanziale identità delle risposte espresse da organismi così differenti sottoposti ai più diversi stress inibitori implica che vi può essere una comune spiegazione e che i meccanismi che controllano la crescita di questi organismi rispondono in modo analogo ad inibizioni prolungate. Le basi cellulari e fisiologiche delle oscillazioni della velocità di crescita e dei fenomeni di ormesi restano ancora sconosciute. Ma è ovvia l'importanza di un simile controllo: la crescita è mantenuta intorno ad una velocità ottimale (che non è la massima possibile), neutralizzando gli effetti di stress di debole intensità e adattando l'organismo a prolungate esposizioni ad un inibitore; rendendolo, in definitiva, più tollerante.

In seconda analisi, la velocità di crescita, in qualsiasi condizione, non è costante, ma è soggetta ad oscillazioni periodiche intorno ad un valore medio dipendente dalle condizioni colturali, con una alternanza di fasi ad accelerazione positiva e negativa. L'influenza esercitata dai fattori ambientali interviene nella modulazione dell'ampiezza e della fase di tali oscillazioni. In assenza di condizioni inibitorie, come accade per le colonie di nuovo espianto, la crescita delle colonie assume una accelerazione media positiva: l'aumento delle dimensioni della colonia determina successivamente un decremento di tale accelerazione, ed un rallentamento generale delle velocità di crescita (effetto di autoinibizione).

E' stato osservato (WYTTENBACH 1965) che i siti di duplicazione cellulare negli idroidi coloniali sono localizzati preferenzialmente in regioni dello stolone basale distanti dagli apici in crescita. Pertanto, lo sviluppo di nuovi zooidi può essere ritardato rispetto alla produzione dei loro costituenti cellulari. L'andamento armonico della velocità di crescita può essere in tal senso interpretato come l'effetto macroscopico di una alternanza di fasi cellulari: a) di proliferazione e di trasporto, corrispondente alle accelerazioni negative; b) di differenziamento e di organizzazione tissutale, con la formazione dei nuovi polipi, corrispondente alle accelerazioni positive. Una verifica di tale interpretazione potrebbe risultare dalla osservazione di un aumento della frequenza delle figure mitotiche o della velocità di incorporazione di timidina marcata durante le fasi ad accelerazione negativa della crescita.

L'effetto della luce sulla fissazione delle larve e sui fenomeni di rigenerazione è stato oggetto di numerosi studi (BOERO 1984, per una review) i cui risultati appaiono correlati alla ecologia delle specie esaminate. ROSSI (1964) ha osservato l'effetto stimolatorio dell'allungamento del fotoperiodo naturale sulla crescita in laboratorio di *Eudendrium racemosum.* A differenza di questa specie, *C. michaeli* non possiede zooxantelle simbionti, ma presenta analogamente ad essa un aumento

dell'accrescimento in relazione alla esposizione della luce. I nostri risultati mostrano come l'effetto stimolatorio sia costante, ma i meccanismi cellulari di tale stimolazione rimangono sconosciuti.

**2. Effetti subinibitori: aumento della frequenza dei gonozooidi.**

STEBBING (1980) ha osservato la produzione di gonozooidi in colonie di *L. flexuosa* sottoposte a differenti stress chimico-fisici, interpretando tale fenomeno come una risposta aspecifica di sopravvivenza. La liberazione della fase larvale planctonica favorirebbe la dispersione della specie al di fuori di aree le cui mutate condizioni ambientali siano divenute sfavorevoli per la sopravvivenza della colonia sessile. Tuttavia, il range di dispersione di idroidi coloniali progenetici, ossia che hanno abbandonato lo stadio di medusa, sembra essere abbastanza limitato. Inoltre, fenomeni di gregarismo sono assai comuni durante la fissazione delle larve, che molto spesso aderiscono al substrato in prossimità, o addirittura, al di sopra dell' idroriza della colonia parentale.

La diversione dello sforzo di crescita verso la riproduzione sessuata osservata in *C. michaeli* (Tab. I) assume un significato adattativo, in quanto conferisce indubbi vantaggi, dovuti all'incremento della variabilità genetica (WILLIAMS & MITTON 1973; WILLIAMS 1975).

Il vantaggio selettivo principale della riproduzione sessuata è che essa incrementa la velocità alla quale la specie può adattarsi ai cambiamenti dell'ambiente (MAYNARD-SMITH, 1971). Perciò, quando mutano le condizioni ambientali che riducano l'adattamento del genotipo esistente, nelle specie a riproduzione gamica-agamica facoltativa, viene incrementato lo sforzo verso la riproduzione sessuata. Questa ipotesi è consistente con i risultati di TUSOV & DAVIS (1971), in cui la riproduzione di meduse in colonie di *Bougainvillia sp.* è osservata solo nelle colonie non alimentate regolarmente o dove il mezzo di coltura non veniva cambiato frequentemente. Un aumento di $CO^2$ determina l'inizio dello stadio sessuato in *Hidra* (LOOMIS 1957), mentre alfachetoglutarato e ossalacetato inducono la produzione di gonozooidi in *Podocoryne* (BRAVERMAN 1963) e *Hydractinia* (MULLER, 1969). L'incremento della riproduzione sessuata è una risposta allo stress causato da agenti chimico-fisici non correlabili fra loro, si tratta cioè di una risposta aspecifica. Esempi di risposte similari in organismi appartenenti a differenti taxa sono ampiamente riscontrabili in letteratura. SOUTHWOOD (1980) ha considerato, in ambiente terrestre, numerosi casi in cui la proporzione di biomassa investita per la riproduzione sessuata è maggiore in piante che crescono in ambienti disturbati, sfavorevoli o instabili.

Questa interpretazione del significato della riproduzione sessuale può contrastare con il concetto generalizzato dell'optimum ambientale richiesto dagli organismi per la produzione della progenie. Probabilmente, la riproduzione sessuata assume un diverso significato in organismi coloniali dotati della capacità di crescere vegetativamente, ed in organismi più evoluti, che hanno perduto tale capacità. Negli organismi ad organizzazione modulare, quali sono gli idroidi, gli svantaggi inerenti il "costo della meiosi" (WILLIAMS & MITTON 1973) sono superati da un migliore adattamento della progenie ad un ambiente divenuto instabile.

## Conclusioni

**I** lavori sperimentali con gli idroidi offrono numerosi vantaggi. Gli idroidi possono facilmente e con poca spesa essere mantenuti in laboratorio a tempo indefinito, ottenendo, grazie alla loro crescita asessuata, cloni di individui geneticamente omogenei. Fra gli organismi marini utilizzati in biosaggi, gli idropolipi hanno mostrato una elevata sensibilità relativa agli agenti tossici (STEBBING, 1976). Uno dei maggiori problemi nello studio dei fenomeni di inquinamento marino è la identificazione dei livelli di agenti tossici (fisici e chimici) che non producono effetti dannosi sugli organismi. Le alterazioni della velocità di crescita o delle modalità di riproduzione possono rivelare la presenza di alterazione dei parametri chimico-fisici a livelli subletali, identificando precocemente eventuali fenomeni di inquinamento. L'ormesi non è ristretta agli idroidi, e riveste un carattere generale di controllo della crescita, per mezzo del quale possono essere controbilanciati stress inibitori di bassa intensità. Il ritmo specifico di crescita degli idroidi sembra essere di tipo armonico, con una alternanza regolare di fasi ad accelerazione positiva e negativa, che potrebbero essere inversamente correlate alla velocità di biosintesi. La standardizzazione delle procedure colturali e di esecuzione dei biosaggi appare indispensabile, alla luce delle modificazioni dei ritmi di accrescimento e riproduzione indotte dalle specifiche condizioni chimico-fisiche del mezzo di coltura.

La biologia riproduttiva degli idroidi è caratterizzata dalla dominanza di periodi di moltiplicazione vegetativa. La sessualità è indotta episodicamente, in rapporto a fenomeni di disturbo ambientale che riducono la possibilità di sopravvivenza per il genotipo. La meiosi assume un significato adattativo, poichè l'incremento della variabilità genetica aumenta, per i nuovi genotipi, le probabilità di adattamento alle mutate condizioni dell'ambiente:

**Ringraziamenti**

Gli esperimenti di crescita sono stati condotti presso il Laboratorio di Ecologia del Benthos della Stazione Zoologica, al cui Responsabile, dr.ssa Lucia Mazzella, vanno i nostri ringraziamenti per l'ospitalità offerta.

**Summary**

*Experimental works with hydroids offer several advantages. From an ecological point of view, hydroids are very abundant in shallow coastal environments and, due to their structural and functional plasticity, they constitute one of the most sensitive group to the variations of environmental factors. On the other and, by their asexual way of reproduction, a source of genetically homogeneous material can be easily obtained and, using laboratory clones, highly sensitive and precise bioassays can be realized.*

*Environmental parameters regulate patterns and rates of growth and reproduction in hydroids. Under controlled conditions, variations in temperature, salinity, photoperiodism and water movement substantially affect the rate of new budding in* Clavopsella (Aselomaris) michaeli *(BERRILL, 1948). Low, sublethal levels of physiological stress results in hormesis, i.e. the stimulation of the vegetative growth. Anyway, the usual rhythm of growth seems to be of harmonic nature, with a periodic alternance of positive and negative accelerations which could be inversely related to variations of rate of cell biosynthesis.*

*The reproductive biology of hydroids is dominated by periods of vegetative growth. Sex is episodically induced by environmental disturbances which reduce fitness of ancient genotypes. The frequency of gonozooid production of* Clavopsella *colonies is significantly increased by unfavourable cultural conditions. Meiosis assumes adaptive significance, as the increase of genetic variability ensure higher probabilities, for the new genotypes, to be capable of surviving in new environments.*

**Bibliografia**

BERRIL N.J. (1949) - Growth and form in gymnoblastic hydroids. I. Polymorphic development in *Bougainvillia and Aselomaris. J. Morph*, 84:1-30.

BERRIL N.J. (1961) - Growth, development and pattern. Freeman & Co. (eds.), San Francisco.

BOERO F. (1984) - The ecology of marine hydroids and effects of environmental factors: a review. *P.S.Z.N. I: Marine Ecology,* 5 (2): 93-118.

BRAVERMAN M. (1963) - Studies on hydroid differentiation. II. Colony growth and initiation of sexuality. *J. Embr. Exp. Morph.* 11: 239-253.

BRAVERMAN M. (1974) - The cellular basis of morphogenesis and morphostasis in hydroids. *Oceanogr. & Mar. Biol.,* London, 12: 129-221.

CROWELL S. (1953) - The regression-replacement cycle of hydranjhs of Obelia and Campanularia. *Physiol. Zool.,* 26: 319-327.

CROWELL S. (1957) - Differential responses of growth zones to nutritive level, age, and temperature in the colonial hydroid *Campanularia. J. Exp. Zool.* 134: 63-90.

FISCHER H. (1978) - Hydroids in biotest: *Clava multicornis* exposed to cadmium. *Kieler Meeres.,* 4: 327-334.

FULTON C. (1960) - Culture of a colonial hydroid under controlled conditions. *Science,* 135: 310-311.

FULTON C. (1962) - Environmental factores influencing growth of Cordilophora. *J. Exp. Zool.,* 151: 61-78.

KARBE L. (1972) - Marine Hydroiden als Testorganismen zur Prufung der Toxizitat von Abwasserstoffen. Die Wirkung von Schwermetallen auf Kolonien von *Eirene viridula. Mar. Biol.,* 12: 316-328.

KINNE O. (1956) - Uber den Einflu des Salzgehaltes und der Temperatur auf Wachstum, Form und Vermehrung bei dem Hydroidpolypen *Cordylophora caspia* (Pallas), Athecata, Clavidae. *Zool. Jb. (Allg. Zool. Physiol. Tiere)* 66: 565-638.

KINNE O. & PAFFENHOFFER G.A. (1965) . Hydrant structure and digestion rate as a function of temperature and salinity in *Clava multicornis. Helgol. wiss. Meeres.,* 12: 329-341.

LOOMIS W.F. (1954) - Environmental factors controlling growth in hydra. *J. Exp. Zool.,* 126: 223-234.

LOOMIS W.F. (1957) - Sexual differentiation in Hydra. *Science* 126: 735-739.

MAYNARD-SMITH J. (1971) - What use is sex? *J. Theor. Biol.* 30: 319-335.

MULLER W. (1969) - Experimentelle Untersuchungen uber Stockentwicklung, Polypdifferenzierung und Sexualchimeren bei *Hydractinia echinata. Wilh. Roux Arch. EntwMech. Org.,* 155: 181-268.

ROSSI L. (1964) - Fattori ecologici ed accrescimento in colonie di *Eudendruim racemosum* (Gmelin). *Boll. Zool.,* 31 (2): 891-905.

SOUTHAM C.M. ERLICH J. (1943) - Effects of extract of western red cedar heart - wood on certain wood - decaying fungi in culture. *Phytopathology,* 33: 517 - 524.

SOUTHWOOD T.R.E. (1980) - Bionomic strategies and populations parameters. In: May R. (ed.), *Theoretical ecology:* 30 - 52. Blackwell, Oxford.

STEBBING A.R.D. (1976) - The effects of low metal levels on a clonal hydroid. *J. Mar. biol. Ass. UK.,* 56: 977 - 994.

STEBBING A.R.D. (1980) - Increase in gonozooid frequency as an adaptive response to stress in *Campanularia flexuosa.* In *Developmental and Cellular Biology of Coelenterates,* (Tardent & Tardent eds.), 27 - 32. Elsevier, Amsterdam.

STEBBING A.R.D. (1981) - The kinetics of growth control in a colonial hydroid. *J. mar. biol. Ass. U.K.,* 61, 35 - 63.

STEBBING A.R.D. (1982) - Hormesis - The stimulation of growth by low levels of inhibitors. *Sci. Total. Environ,* 22, 213 - 224.

TUSOV J. & DAVIS L.V. (1971) - Influence of environmental factors on the growth of *Bougainvillia sp.,* In Lenhoff, Muscatine & Davis (eds.). *Experimental Coelenterate biology,* Univ. Hawaii, Honolulu: 52-65.

WILLIAMS G.C. & Mitton J.B. (1973) - Why reproduce sexually? *J. Theor. Biol.,* 39:545-554.

WILLIAMS G.C. (1975) - The evolution of sex. Priceton Univ. Press, New Jersey.

WYTTENBACH C.R. (1965) - Sites of mitotic activity in the colonial hydroid *Campunalaria flexuosa. Anat. Rec.,* 151: 483.

*OEBALIA 1990 Suppl., Vol. XVI-1: 349-356 ISSN 0392-6613*

L. TUNESI A. PEIRANO
C.R.E. - Studio Professionale Associato - Via Roma, 16/1 I - 16033 Lavagna Italy

# LINEAMENTI BIOGEOGRAFICI DEL MAR LIGURE CENTRO-ORIENTALE: INVERTEBRATI MEGABENTICI DEI FONDI MOBILI

**Abstract**

Biogeographicals outlines of the central-eastern Ligurian sea

*The analysis of the biogeographical affinity of the soft-bottom megabenthic invertebrates collected in the Central-Eastern Ligurian Sea between -10 and -750 m with otter trawl shows a remarkable biogeographical affinity of this group for the warm-temperate areas. The affinity of the benthic populations of different bathymetric ranges is discussed.*

**Key words**: biogeography, benthos, megabenthic invertebrates, Ligurian Sea

## Introduzione

Il Mar Mediterraneo non costituisce una provincia biogeografica a sè in quanto, insieme alle regioni Lusitanica (localizzabile lungo le coste iberiche) e Mauretanica (lungo le coste del Marocco) (FREDJ, 1972), esso concorre a delineare la provincia Atlanto-Mediterranea a carattere temperato-caldo (PÉRÈS, 1967).

Lo stretto legame con le aree atlantiche, che sembra essere iniziato con la colonizzazione Pliocenica seguita alla crisi Messiniana (PÉRÈS, 1985), ha segnato a tal punto la Fauna mediterranea da costituire uno dei fattori più importanti nell'ulteriore identificazione di unità biogeografiche di rango inferiore, soprattutto

nel bacino occidentale (TORTONESE, 1969). In questa area il Mar Ligure, insieme al Mar Catalano, al Golfo del Leone e alla costa di Provenza, costituisce il Settore Settentrionale, che è caratterizzato da una riduzione delle specie subtropicali a vantaggio di quelle di acque temperate fredde (PÉRÈS e PICARD, 1964).

Il presente studio è stato condotto allo scopo di delineare le affinità biogeografiche della Fauna di megainvertebrati presente sui fondi mobili del Mar Ligure centro-orientale, tra 10 e 750 metri di profondità. A tal fine, oltre a stime sull'insieme del popolamento, si è proceduto nei confronti dei singoli taxa, per avere un'indicazione delle tendenze determinate dalle diverse componenti sistematiche. Inoltre, per cogliere eventuali differenze di affinità nei popolamenti presenti sulla Piattaforma Continentale e nel Batiale, sono state condotte osservazioni su gruppi di specie identificati in base alla loro ripartizione batimetrica. E' stata infine analizzata la distribuzione degli endemismi rinvenuti.

## Materiali e Metodi

Le osservazioni presentate sono state condotte su un elenco di 244 specie, appartenenti a 8 Phyla, ricavato da raccolte condotte con rete a strascico sui fondali del Mar Ligure centro-orientale nell'arco di 15 anni (RELINI *et al*., 1986). La lista considerata è composta da 244 specie megabentiche: 8 Poriferi, 15 Cnidari, 86 Molluschi, 9 Anellidi, 79 Crostacei, 1 Brachiopode, 35 Echinodermi ed 11 Tunicati. Le stime delle affinità biogeografiche del popolamento studiato sono state ottenute in base al numero di specie in comune con le altre aree considerate, prendendo come riferimento il lavoro di FREDJ (1974).

Per l'analisi delle affinità si è adottata la ripartizione biogeografica che considera la provincia Atlanto-Mediterranea costituita dalle regioni Lusitanica e Mauretanica, esterne al Mediterraneo, e dalle sotto-regioni mediterranee: Occidentale, Adriatica (GAMULIN-BRIDA e SPAN, 1980), Orientale e Sarmatica. Il confronto a scala mondiale è stato condotto considerando le Provincie Boreale, Senegalese e Indopacifica ed i gruppi di specie a distribuzione Anfiatlantica e Circumtropicale mentre sono risultati assenti le specie Lessepsiane (POR, 1980).

Allo scopo di evidenziare eventuali differenze di affinità nei popolamenti presenti sulla Piattaforma Continentale e nel Batiale, sono state condotte osservazioni su gruppi di specie presenti in alcuni degli intervalli batimetrici più significativi; in particolari sono stati considerati i range di profondità 10-50 m (costiero superficiale), 51-200 m (costiero profondo), 201-750 m (batiale) e inoltre

0-200 m (Platea Continentale) e 0-750 m, che accoglie le specie a più ampia ripartizione euribatica.

## Risultati

Il popolamento del Mar Ligure centro-orientale, confrontato con quelli del restante bacino del Mediterraneo, mostra una elevata affinità per la sub-regione Adriatica (86,9%) e per quella Orientale (72,1%) mentre la copresenza di specie con la sub-regione Sarmatica è molto ridotta (Tab. I).

Nell'ambito della provincia Atlanto-Mediterranea si riscontra un'affinità molto elevata con la regione Lusitanica (80,3%) che, nel complesso, è inferiore solo a quella stimata per la sub-regione Adriatica.

A scala mondiale il popolamento considerato presenta un maggior numero di specie in comune con la provincia Boreale e con quella Senegalese; considerando anche la posizione del gruppo di specie Anfiatlantiche, l'ordinamento fornito in Tab. I sembra confermare l'ipotesi dell'origine atlantica della maggior parte dell'attuale popolamento del Bacino Occidentale del Mediterraneo (TORTONESE, 1985).

**Tab. I**: Stima delle affinità del popolamento studiato (244 specie) per le aree biografiche considerate.

| | Nº di specie in comune con l'area studiata | % |
|---|---|---|
| **SUB-REGIONI** | | |
| Adriatica | 212 | 86,9 |
| Orientale | 176 | 72,1 |
| Sarmatica | 4 | 1,6 |
| **REGIONI** | | |
| Lusitanica | 196 | 80,3 |
| Mauretanica | 143 | 58,6 |
| **PROVINCE** | | |
| Boreale | 127 | 52 |
| Senegalese | 93 | 38,1 |
| Anfiatlantica | 32 | 13,1 |
| Indopacifica | 28 | 11,5 |
| Circumtropicale | 2 | 0,8 |
| Altre | 19 | 7,8 |

Operando allo stesso modo sui singoli Taxa, nell'ambito della regione Mediterranea si conferma una spiccata affinità del popolamento studiato per la sub-regione Adriatica (Tab. II) (anche se per qualche gruppo l'esiguo numero di specie non permette di trarre indicazioni).

Anche nel confronto con le altre regioni della provincia Atlanto-Mediterranea i Taxa considerati presentano una maggiore affinità per l'area Lusitanica (con la quale i Crostacei hanno persino il maggior numero di specie in comune).

Le affinità con le altre provincie biogeografiche conferma la maggiore importanza degli elementi di origine atlantica evidenziando però per alcuni Taxa la significativa presenza di elementi di origine indopacifica, come indicato da TORTONESE (1980).

**Tab. II:** Affinità dei diversi gruppi sistematici per i settori considerati (valori in % calcolati in base al numero di specie risultate, per ogni Taxon, in comune con l'area studiata).

| | PROV. ATLANTO-MEDITERRANEA | | | | | ALTRE PROVINCE | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº TOT. DI SPECIE | SUB-REGIONI | | | REGIONI | | | | | | | |
| | A | E | S | M | L | B | Se | An | I | C | Al |
| | % | % | % | % | % | % | % | % | % | % | % |
| PORIFERI 8 | 100 | 87,5 | - | 37,5 | 37,5 | - | - | - | - | - | 12,5 |
| CNIDARI 15 | 80 | 40 | 6,7 | 40 | 66,7 | 40 | 26,7 | 13,3 | 13,3 | 13,3 | 26,7 |
| MOLLUSCHI 86 | 91,9 | 74,4 | - | 51,2 | 76,7 | 52,3 | 25,6 | 9,3 | 7 | - | 5,8 |
| ANELLIDI 9 | 88,9 | 44,4 | - | 77,8 | 88,9 | 77,8 | 55,5 | 22,2 | 33,3 | - | 11,1 |
| CROSTACEI 79 | 79,7 | 77,2 | 3,8 | 72,1 | 89,9 | 59,5 | 60,8 | 20,2 | 19 | - | 8,9 |
| BRACHIOPODI 1 | 100 | 100 | - | 100 | 100 | - | - | - | - | - | - |
| ECHINODERMI 35 | 85,7 | 62,8 | - | 60 | 77,1 | 45,7 | 37,1 | 11,4 | 5,7 | - | 2,8 |
| TUNICATI 11 | 100 | 100 | - | 36,4 | 90,9 | 54,5 | 9 | - | - | - | - |

Legenda: A = Adriatica; E = Orientale; S = Sarmatica; M = Mauretanica; L = Lusitanica; B = Boreale; Se = Senegalese; An = Anfiatlantica; I = Indopacifica; C = Circumtropicale; Al = Altre localizzazioni.

L'analisi dei lineamenti biogeografici dei gruppi di specie identificati in base agli intervalli batimetrici considerati (Tab. III) evidenzia due situazioni ben distinte: gli intervalli più superficiali 1(0-50 m), 2(51-200) e 4(0-200 m) sono più affini alle limitrofe sub-regioni mediterranee (Adriatica e Orientale); il range 3(201-750 m), batiale, e quello 5(0-750 m), che raccoglie specie marcatamente euribate, hanno invece una maggiore affinità per la regione Lusitanica, che è extra-mediterranea.

Le specie endemiche sono state ripartite in base alla loro distribuzione batimetrica e ai bacini per le quali sono segnalate (Tab. IV); in questo modo si delinea una loro maggiore presenza nello strato più superficiale (0-50 m) accompagnata da una astrema riduzione nel Batiale, (le specie endemiche strettamente legate a questo piano sono risultate infatti, per il Mar Ligure centro-orientale, solo il 5,4% di quelle considerate). Inoltre il numero degli endemismi segnalati per i fondali del Mar Ligure diminuisce spostandosi dalla sub-regione Occidentale a quella Adriatica e Orientale.

Tra le specie considerate, quelle presenti solo nel bacino Occidentale sono: *Alcyonum acaule* Marion, *Petalifera petalifera* Rang, *Sepietta ligulata* Naef, *Plesionika gigliolii* (Senna) e *Tyone gadeana* Perrier.

**Tab. III:** Affinità biogeografiche valutate per la specie presenti nei diversi intervalli batimetrici

| | RANGE DI PROF. (m) | Nº SPECIE | PROV. ATLANTO-MEDITERRANEA SUB-REGIONI A % | E % | S % | REGIONI M % | L % | ALTRE PROVINCE CONSIDERATE B % | Se % | An % | I % | C % | Al % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0 - 50 | 62 | 93,5 | 77,4 | - | 46,8 | 75,8 | 46,8 | 12,9 | 6,4 | 6,4 | - | 3,2 |
| 2 | 51 - 200 | 30 | 96,7 | 80 | 6,7 | 50 | 70 | 43,3 | 23,3 | 10 | 6,7 | 3,3 | 3,3 |
| 3 | 201 - 750 | 51 | 70,6 | 66,7 | - | 70,6 | 88,2 | 58,8 | 60,8 | 31,4 | 25,5 | - | 13,7 |
| 4 | 0 - 200 | 36 | 94,4 | 75 | 5,5 | 55,5 | 72,2 | 44,4 | 38,9 | 11,1 | 11,1 | - | 8,3 |
| 5 | 0 - 750 | 65 | 84,6 | 66,1 | - | 60 | 87,7 | 60 | 35,4 | 7,7 | 7,7 | 1,5 | 9,2 |

Legenda: A = Adriatica; E = Orientale; S = Sarmatica; M = Mauretanica; L = Lusitanica; B = Boreale; Se = Senegalese; An = Anfiatlantica; I = Indopacifica; C = Circumtropicale; Al = Altre localizzazioni.

**Tab. IV**: Numero di specie attualmente considerate endemiche, loro ripartizione batimetrica riscontrata in Mar Ligure ed eventuale presenza nelle altre sub-regioni mediterranee.

| | INTERVALLI BATIMETRICI (m) | Nº PRESUNTE SPECIE ENDEMICHE Mar Ligure centro-orientale | bacino adriatico | bacino orientale |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 0 - 50 | 13 | 11 | 10 |
| 2 | 51 - 200 | 8 | 7 | 3 |
| 3 | 201 - 750 | 2 | 1 | - |
| 4 | 0 - 200 | 9 | 8 | 3 |
| 5 | 0 - 750 | 5 | 4 | 4 |
| TOTALE SPECIE ENDEMICHE | | 37 | 31 | 20 |

## Discussione

Analizzando un complesso di 244 specie, il popolamento megabentico dei fondali del Mar Ligure centro-orientale presenta maggiori affinità biogeografiche per le aree temperato-fredde: Adriatica nel Mediterraneo, Lusitanica all'interno della provincia Atlanto-Mediterranea e Boreale, nei confronti delle altre provincie; osservazioni che possono essere considerate in accordo con quanto segnalato da ALBERTELLI *et al.* (1981) per la componente macrobentica.

La tendenza evidenziata dall'insieme dei dati è confermata dall'analisi relativa ai singoli Taxa; solo i Crostacei presentano un'affinità leggermente maggiore per la provincia Senegalese, probabile conseguenza dell'immigrazione di specie da questa area in concomitanza con le fluttuazioni climatiche pleistoceniche (SARA', 1985). Nel complesso però si assiste ad una prevedibile diminuzione del numero si specie in comune tra aree biogeografiche, in funzione della loro distanza (ad una maggiore lontananza corrisponde, in genere, una minore affinità). I popolamenti presenti negli intervalli batimetrici più superficiali sembrano essere caratterizzati da un maggior numero di co-presenze con quelli delle altre sub-regioni mediterranee, evidenziando la presenza di una "comune fisionomia mediterranea"

della Platea Continentale di questo bacino, causata probabilmente da una tendenza evolutiva legata all'azione dei fattori ecologici (SARA', 1985). Al contrario, la maggiore affinità del gruppo di specie strettamente profonde (3201-750 m) per la regione Lusitanica, conferma per il megabentos quanto osservato da FREDJ (1974): l'originalità dei popolamenti del Mediterraneo diminuisce con la profondità. Il fenomeno in oggetto probabilmente può essere spiegato sia dalla relativa "giovinezza" della Fauna che ha colonizzato il Batiale, sia dal fatto che questo Piano è molto conservativo. In ogni modo, sembra che i fondi mobili indagati non siano stati in grado di delineare un proprio popolamento "tipico" di questo Bacino, come evidenziato dal ridotto numero di specie endemiche rinvenute tra 201 e 750 m di profondità. Anche il gruppo 5(0-750 m) risulta più affine alla regione Lusitanica, probabilmente grazie all'ampia valenza ecologica della specie che lo compongono: infatti la marcata euribatia, oltre a permettere il superamento dei limiti edafici che dividono i Piani, sembra consentire a questa specie un'ampia distribuzione geografica; ciò, al contrario, non accade agli endemismi che in generale mostrano una distribuzione batimetrica relativamente "specializzata".

## Ringraziamenti

Un vivo ringraziamento alla Dr.ssa Giovanna Romeo per il prezioso aiuto.

## Summary

*From the analysis of a list of 244 species collected on the Central-Eastern Ligurian Sea soft bottoms during several years, between -10 and - 750 m with otter travel (14 mm mesh opening at cod end), the megabenthic invertebrates show, in the complex, a remarkable biogeographical affinity for the warm-temperate areas. The benthic assemblages of the most superficial bathymetric ranges are characterised by a high number of species in common with the other sub-regions of the Mediterranean Sea, for a common evolutional tendance verified on the Continental Shelf. On the contrary the strictly deep species show a greatest affinity for extra-mediterranean areas: probably for the greater youth of the Bathyal Fauna; this observation seems to be confirmed by the low number of endemic species present in this bathymetric range. Moreover the affinities of the cluster of eurybathic species show a wide biogeographical distribution, linked to the capability of getting over the edafic boundaries of distinct "etages". On the contrary the endemic species generally show a bathymetric distribution relatively "specialized".*

**Bibliografia**

ALBERTELLI G., CATTANEO M., DRAGO N. (1981) - Macrobenthos du plateau continentale ligure et de l'archipel toscan: aperçus zoogéographiques. *Rapp. Comm. int. Mer. Medit.,* XXVII, 2: 127-128.

BRIGGS J. C. (1974) - *Marine zoogeography.* McGraw-Hill, New York.

FREDY G. (1972) - Stockage et exploitation des données en écologie marine. A - Un fichier sur ordinateur des Invertébrés macrobenthiques. *Mem. Inst. Oceanogr. Monaco,* IV: 1-16.

FREDJ G. (1974) - Stockage et exploitation des données en écologie marine. C - Considerations biogéographique sur le peuplement bentique de la Méditerranée. *Mem. Inst. Océanogr. Monaco,* VII: 1-88.

GAMULIN-BRIDA H., SPAN A. (1980) - Situation biogéographique de la Mediterranee et de l'Adriatique en tant que sous-region distincte. *Journée Etud. Systém. et Biogéogr. Médit.,* C.I.E.S.M.: 73-80.

PERES J.M. (1967) - The Mediterranean benthos. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.,* V: 449-533.

PERES J. M. (1985) - *History of the mediterranean Biota and the Colonisation of the depths.* In: "Western Mediterranean", Ed. R. Margalef, Pergamon Press Ltd., Oxford: 198-232.

PERES J.M., PICARD J. (1964) - Nouveau manuel de bionomie bentique de la Mer Mediterranee. *Rec. Trav. Stat. Mar. Endoume,* XXXIX, 47: 1-137.

POR ED. (1980) - The lessepsian biogeographic province of the Eastern Mediterranean. *Journées Etud. system. et Biogéogr. Médit.,* C.I.E.S.M.: 81-82.

RAMPAL J. (1980) - Conclusion. *Journées Etud. Systém. et Biogéogr. Médit.* C.I.E.S.M.: 191-197.

RELINI G., PEIRANO A., TUNESI L. (1986) - Osservazioni sulla comunità dei fondi strascicabili del Mar Ligure Centro-Orientale. *Boll. Mus. Ist. Univ. Genova,* LII suppl.: 139-161.

SARA' M. (1985) - *Ecological factors and their biogeographic conseguences in the mediterranean ecosystems.* In: "Mediterranean Marine Ecosystems", Ed. M. Moraitu-Apostolopoulou e V. Kiortsis, Plenum Publishing Corporation: 1-17.

TORTONESE E. (1969) - La fauna del Mediterraneo e i suoi rapporti con quelle dei mari vicini. *Pubbl. Staz. Zool. Napoli,* XXXVII suppl.: 369-384.

TORTONESE E. (1980) - Aperçu sommaire sur les Asteroidea de la Méditerranée (histoire, distribution, sistematique). *Journées Etud. System. et Biogéogr. Médit.*, C.I.E.S.M.: 11-19.

TORTONESE E. (1985) - *Distribution and ecology of endemic elements in the Mediterranean Fauna (Fiches and Echinoderms).* In: "Mediterranean Marine Ecosystems", Ed. M. Moraitu-Apostolopoulou e V. Kiortsis, Plenum Publishing Corporation: 57-83.

*OEBALIA 1990 Suppl., Vol. XVI-1: 357-363* ISSN 0392-6613

L. BENEDETTI-CECCHI* F. CINELLI* S. LENZINI*
I. PAPI* G. PARDI* U. SALGHETTI-DRIOLI**
* Dipartimento di Scienze dell'Ambiente e del Territorio, Università di Pisa - Italy.
** Centro Interuniversitario di Biologia Marina, Livorno - Italy.

# PRESENZA DI *DISCOSPORANGIUM MESARTHROCARPUM* (MEN.) HAUCK NELLE ACQUE DELL'ARCIPELAGO TOSCANO. CONSIDERAZIONI BIOGEOGRAFICHE ED ECOLOGICHE.

**Abstract**

*Discosporangium mesarthrocarpum* in the Tuscan archipelago

*In proximity to Giglio and Giannutri Islands (Tuscan Archipelago) we have found the brown seaweed* Discosporangium mesarthrocarpum *(Men.) Hauck. The aim of this work is to bring up to date the current knowledge about the occurence of this rare species in the Mediterranean Sea and, at the same time, to revise its ecology.*

**Key - Words:** marine phytosociology, marine ecology, marine phytogeography, phaeophyceae.

## Introduzione

Nell'ambito della ricerca sullo stato fisico, chimico e biologico dell'Alto Tirreno Toscano ("Progetto Mare") é stato effettuato lo studio dei popolamenti algali delle Isole del Giglio e di Giannutri. In alcuni dei campioni analizzati è stata riscontrata la presenza dell'alga bruna *Discosporangium mesarthrocarpum* (Sphacelariales, Choristocarpaceae), specie ritenuta relativamente rara per il Mar Mediterraneo.

Le prime segnalazioni relative al *D. mesarthrocarpum* si riferiscono alle coste

Jugoslave (AGARDH, 1851; HAUCK, 1855; ERCEGOVICH, 1957) ed al Golfo di Napoli (FALKENBERG, 1879 FUNK, 1927 e 1957). Più recentemente é stata segnalata in Corsica (BOUDOURESQUE, 1970, 1972 e 1974), nell'isola di Port Cros (AUGIER *et al.,* 1975), nelle Isole Chafarinas (CONDE, 1984), nel Golfo di Augusta (CORMACI *et al.,* 1985) ed infine ad Ibiza (RULL LLUCK *et al,* 1987).

## Materiali e metodi

I campionamenti sono stati eseguiti in immersione autonoma con A.R.A. Le stazioni in cui *D. mesarthrocarpum* é presente sono le seguenti: Isola di Giannutri, Ottobre 1984, - 20 m (At 15) e - 30 m (At 16)

Isola del Giglio, giugno 1987, - 5 m (G 5) e - 10 m (G 10).

Le stazioni G 5 e G 10 fanno parte di uno studio qualitativo della flora algale dell'Isola del Giglio, mentre le stazioni AT 15 e AT 16 appartengono ad un transetto verticale effettuato all'Isola di Giannutri, dove il campionamento è stato eseguito su superfici di 400 cm.

## Risultati

Nei quattro campioni esaminati il *D. mesarthrocarpum* presenta le caratteristiche sporocisti pluriloculari (Fig. 1). La struttura di tali organi

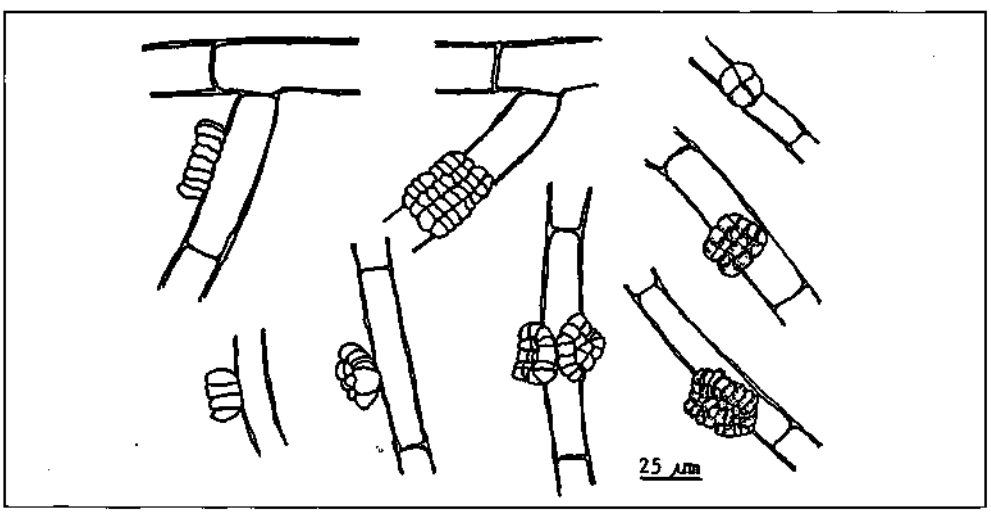



**Fig. 1** - *D. mesarthrocarpum:* sporocisti pluriloculari in diversi stadi di sviluppo (COPPEJANS, 1983, modificato)

riproduttori ha consentito la determinazione della specie.

Nelle stazioni AT 15 e AT 16 il *D. mesarthrocarpum* si sviluppa in un popolamento nel quale prevale la componente sciafila: l'analisi quantitativa ha permesso di identificare tale fitocenosi come *Udoteo-Aglaothamnietum tripinnati* (AUGIER & BOUDOURESQUE, 1974) (Tab. 1).

Nel campione G 10 l'alga appartiene ad un popolamento vegetale in cui sono presenti sia specie sciafile che fotofile.

Nel campione G 5, invece, il *D. mesarthrocarpum* è associato a specie tipicamente fotofile (*Dictyota dichotoma, Sphacelaria cirrosa, Jania rubens).*

## Discussione e conclusioni

*Distribuzione geografica*

Le pubblicazioni relative alla presenza di *D. mesarthrocarpum* in Mediterraneo e le osservazioni da noi effettuate indicano che questa specie, pur essendo stata fino ad oggi rinvenuta sporadicamente, ha tuttavia un'ampia distribuzione geografica. Tale distribuzione è illustrata in figura 2.

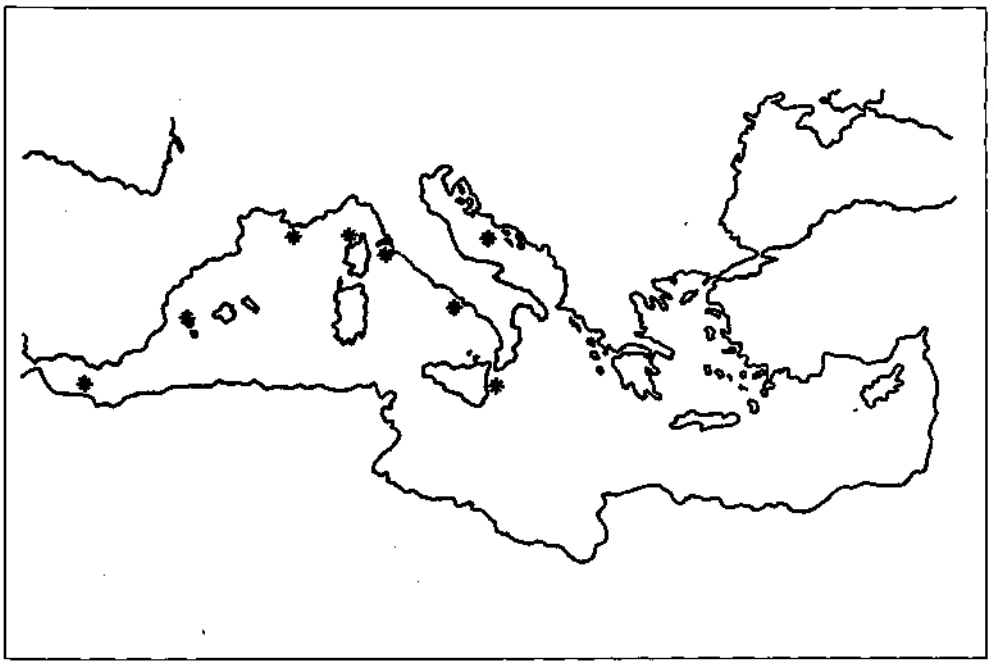


**Fig. 2** - Distribuzione geografica di *D. mesarthrocarpum* nel Mar Mediterraneo

**Tab. 1** - Lista floristica e ricoprimenti delle specie presenti nei campioni AT15 e AT16

| SPECIE | AT15 | AT16 |
|---|---|---|
| Chaetomorpha aerea | 0.2 | - |
| Chaetomorpha sp. | - | 0.1 |
| Cladophora coelothrix | - | 4.0 |
| Cladophora echinus | 4.5 | 5.0 |
| Cladophora hutchinsiae | - | 0.3 |
| Cladophora prolifera | 1.0 | 4.0 |
| Codium bursa | 0.1 | - |
| Derbesia tenuissima | 0.3 | 0.4 |
| Halimeda tuna | 5.0 | 35.0 |
| Microdictyon tenuius | 0.8 | 2.0 |
| Pedobesia lamourouxii | - | 0.3 |
| Pseudochlorodesmis furcellata | 0.2 | 0.4 |
| Udotea petiolata | 7.0 | 40.0 |
| Valonia macrophisa | 1.5 | 2.5 |
| Valonia utricularis | 0.1 | - |
| Acinetospora sp. | - | + |
| Aglaozonia chilosa stadio | 13.0 | 22.0 |
| Cutleria monoica | - | 0.1 |
| Cystoseira sp. | 2.0 | - |
| Dictyopteris membranacea | 0.7 | 3.0 |
| Dictyota dichotoma var dichotoma | 4.5 | 4.0 |
| Dictyota linearis | 15.0 | 3.0 |
| Discosporangium mesarthrocarpum | 0.2 | 10.0 |
| Elachista fucicola | - | 0.2 |
| Elachista sp. | - | 0.1 |
| Giffordia secunda | - | + |
| Giraudya sphacelarioides | + | 0.1 |
| Halopteris filicina | 0.5 | 1.0 |
| Myriactula sp. | - | 0.5 |
| Myriactula stellatula | 0.4 | 0.5 |
| Padina pavonica | 1.0 | - |
| Sphacelaria cirrosa | 8.5 | 5.0 |
| Sphacelaria plumula | 0.1 | 0.5 |
| Stilophora rhizodes | 2.0 | - |
| Acrosorium venulosum | 0.2 | 0.2 |
| Aglaothamnion sp. | + | - |
| Aglaothamnion tenuissimum | 0.1 | - |
| Anthithamnion cruciatum var cruciatum | 1.0 | 0.3 |
| Anthithamnion cruciatum var profundum | + | 0.1 |
| Anthithamnion tenuissimum | 0.1 | 0.1 |
| Apoglossum ruscifolium | - | 0.4 |
| Audouinella sp. | - | 0.1 |
| Botryocladia boergesenii | 0.8 | 0.4 |
| Botryocladia botryoides | 0.5 | - |
| Callithamnion corymbosum | + | - |
| Ceramium cingulatum | + | - |
| Ceramium codii | 0.1 | 0.4 |
| Ceramium copium | + | - |
| Ceramium diaphanum | - | + |
| Ceramium gracillimum | + | - |
| Ceramium sp. | - | 0.1 |
| Corallina granifera | 0.3 | 1.0 |
| Corallinacee incrostanti indeterminate | 20.0 | 80.0 |
| Crouania attenuata | - | 0.2 |

| SPECIE | AT15 | AT16 |
|---|---|---|
| Cryptonemia sp. | - | 2.0 |
| Dasya punicea | - | 0.5 |
| Dasya rigidula | 0.6 | 1.0 |
| Dasyopsis plana | + | 2.0 |
| Dasyopsis spinella | 0.3 | 0.5 |
| Dipterosiphonia rigens | 1.5 | 0.3 |
| Erythrotrichia carnea | 0.2 | + |
| Falkenbergia rufolanosa stadio | 0.2 | - |
| Feldmannophycus raissiae | - | 1.0 |
| Fosliella farinosa | 0.2 | 1.0 |
| Fosliella lejolisti | + | 0.1 |
| Gelidium latifolium var hystrix | 1.5 | - |
| Gelidium pectinatum | - | 1.0 |
| Griffithsia sp. | 0.9 | 0.1 |
| Griffithsia tenuis | 0.1 | - |
| Halodictyon mirabile | 0.2 | 0.2 |
| Herposiphonia secunda | - | 0.1 |
| Hypoglossum woodwardii | 0.5 | - |
| Jania rubens | 1.5 | - |
| kallymenia microphylla | 0.3 | - |
| Laurencia microcladia | 2.0 | - |
| Laurencia obtusa | 8.0 | 5.0 |
| Laurencia pelagosae | 1.5 | 0.5 |
| Lomentaria chylocladiella | - | + |
| Lomentaria clavaeformis | - | + |
| Neurocaulon foliosum | 1.5 | - |
| Nitophyllum punctatum | 0.3 | - |
| Peyssonnelia bornetii | 0.8 | 4.0 |
| Peyssonnelia rubra | 4.0 | 6.0 |
| Peyssonnelia squamaria | 2.0 | - |
| Peyssonnelia stoechas | - | 1.5 |
| Phyllophora sp. | - | 6.0 |
| Plocamium cartilagineum | 1.5 | 2.0 |
| Polysiphonia elongata | 1.0 | 1.0 |
| Polysiphonia furcellata | 0.2 | - |
| Polysiphonia opaca | - | + |
| Polysiphonia scopulorum | - | + |
| Polysiphonia sp. | - | 0.2 |
| Polysiphonia subulata | - | 0.1 |
| Polysiphonia subulifera | 17.0 | 3.0 |
| Ptilothamnion pluma | - | + |
| Rhodymenia delicatula | - | 1.5 |
| Rhodymenia holmesii | - | 0.5 |
| Rytiphulea tinctoria | - | 6.0 |
| Seirospora sphaerospora | - | 0.1 |
| Spermothamnion johannis | + | 0.2 |
| Sphaerococcus coronopifolius | 0.5 | - |
| Spyridia filamentosa | 5.0 | 0.7 |
| Stylonema alsidii | + | - |
| Wrangelia penicillata | 0.6 | 0.7 |

*Ecologia*

Attualmente il *D. mesarthrocarpum* appartiene al gruppo ecologico SCI (Sciafilo infralitorale di moda relativamente calma); le notizie bibliografiche relative a questa specie ne evidenziano invece la presenza in ambienti con caratteristiche ecologiche assai diverse.

Alcuni Autori segnalano l'alga in biotopi ben illuminati dell'infralitorale da -2 m a 18 m. (AUGIER *et al.*, 1975), su *Cystoseira ercegovicii* e *Cystoseira jabukae* a -10 m. (ERCEGOVICH, 1957), infine come epifita di alghe fotofile quali *Colpomenia sinuosa* (CONDE, 1984).

Le altre segnalazioni relative al *D. mesarthrocarpum* mostrano che questa specie si sviluppa in ambienti sciafili: associata a *Halimeda tuna, Udotea petiolata e Halopteris filicina* tra -3 m e 5 m su una parete verticale esposta a Nord (BOUDOURESQUE, 1972); su *H. tuna* e *U. petiolata* tra - 15 m e 30 m (FUNCK, 1927 e 1955; FALKENBERG, 1879); infine in associazioni sciafile a - 30 m. (CORMACI *et al.*, 1985).

Il comportamento di *D. mesarthrocarpum* in relazione ai fattori idrodinamici é definito dalla sua appartenenza al gruppo ecologico SCI ma, come abbiamo visto, esso è presente anche in popolamenti diversi da quello sciafilo di moda relativamente calma *(Udoteo - Aglaothamnietum tripinnati);* nessun Autore però riporta dati relativi alla moda degli ambienti in cui tali popolamenti si sviluppano.

Sulla base dei nostri dati e sulle notizie bibliografiche riteniamo pertanto opportuno rivedere l'attuale appartenenza di *D. mesarthrocarpum* al gruppo ecologico SCI. Infatti ci sembra che questa specie non possa essere considerata ad affinità esclusivamente sciafila in quanto è stata riscontrata la sua capacità di adattarsi bene anche ad ambienti fotofili. A nostro avviso la valenza ecologica di questa specie potrebbe essere meglio descritta da un gruppo a più larga ripartizione quale l' ISR (Infralitorale di substrato roccioso), tuttavia è necessario puntualizzare che:

1) Il gruppo ISR comprende specie che presentano un ampio range di tolleranza nei confronti dei fattori luce ed idrodinamismo ma, come abbiamo già detto, il *D. mesarthrocarpum* predilige, almeno in base alle conoscenze attuali, habitat con moda relativamente calma. E' quindi necessario verificare la tolleranza della specie in questione anche nei confronti della moda battuta prima di una sua eventuale inclusione nel gruppo ISR.; 2) anche per quanto riguarda il fattore luce, ci sembra opportuno che nuovi dati, di ordine quantitativo, confermino le osservazioni da noi riportate sulla capacità del *D. mesarthrocarpum* di svilupparsi in ambienti ben illuminati.

*Fenologia*

Le notizie relative alla fenologia dell'alga in esame indicano la presenza delle sporocisti nel periodo compreso fra il mese di Maggio e il mese di Settembre. Le

nostre osservazioni suggeriscono invece che la fase riproduttiva si estenda anche al periodo autunnale (fine Ottobre).

## Summary

*The occurrence of D.* mesarthrocarpum *(Sphacelariales, Choristocarpaceae) around the Islands of Giglio and Giannutri (Tuscan Archipelago) is here mentioned for the first time. This species, though rarely reported, is widely distributed in Mediterranean Sea, according to bibliographic references and our own records. From the ecological point of view we underline the necessity to reconsider its belonging to the SIQ ecological group (Sciaphilous, Infralittoral, relatively quiet environment). In fact* D. mesarthocarpum *can be found either in sciaphylic settlements or in photophilic canopy.*

*The contribution of the further quantitative data concerning* D. mesarthrocarpum *tolerance to light and water movements, is however necessary to prove the possible belonging of this species to the ecological group IHdB (Infralittoral, hard bottoms), which on the basis of current knowledge, seems to describe more correctly than SIQ, the ecology of this alga.*

## Bibliografia

AGARDH J.G. (1851) - Species genera et ordines algarum seu descriptiones succinctae specierum, generum et ordinum. Volumen secundum, pars prior. C.W.K. Gleerup, Lund, i-xii et 1-351.

AUGIER H., BOUDOURESQUE C. F. e COPPEJANS E. (1975) - Prèsence de *Discosporangium mesarthrocarpum* (Men.) Hauck a Port-Cros. *Trav. Sci. Parc nation. Port-cros, I*: 77-78.

BOUDOURESQUE C. F. (1970) - Recherches de bionomie analytique, structurale et expérimentale sur les peuplements benthiques sciaphiles de Méditerranée occidentale (fraction algale). Thése doctorat d'Etat, Univ. Aix-Marseille II, 624 p.

BOUDOURESQUE C. F. (1972) - Contribution à la flore des algues marines de Corse (Méditerranée occidentale). *Bull. Soc. Phycol. Fr.,* XVII: 13-21.

BOUDOURESQUE C. F. (1974) - Nouvelle contribution à la connaissance des algues marines de Corse (Méditerranée occidentale). *Bull. Soc. Phycol. Fr.,* XIX: 36-48.

CONDE F. (1984) - Contribucion al conocimiento de la flora algal bentonica del Mar de Alboran. Isias Chafarinas. *Acta Botanica Malacitana,* IX: 41-46.

COPPEJANS E. (1983) - Iconographie d'Algues Méditerranéennes. Bibliotheca Phycologica, Ed. Cramer, Vaduz, 317 p.

CORMACI M., FURNARI G. & SCAMACCA B. (1985) - Osservazioni sulle fitocenosi bentoniche del Lago di Augusta (Siracusa). *Boll. Acc. Gioenia Sci. Nat.,* XVIII, 326: 851-872.

ERCEGOVIC A. (1957) - La flora sous-marine de l'Hot de Jabuka. *Acta Adriatica, Split,* VIII, 8: 1-130.

FALKENBERG P. (1879) - Ueber *Discosporangium,* ein neues Phaeosporeen-Genus. *Millheil Zool. Stat. Neapel,* I: 54-66.

FUNK G. (1927) - Die Algenvegetation des Golfs von Neapel nach neueren okologischen Untersuchungen. *Pubbl. Staz. Zool. Napoli,* VII, suppl.: 1-507.

FUNK G. (1955) - Beitrage zur Kenntnis der Meersalgen von Neapel, zugleich mikrophotographischer Atlas. *Pubbl. Staz. Zool. Napoli,* XXV, suppl.: 1-178.

HAUCK F. (1855) - Die Meersalgen Deuschland und Oesterrelchs. Ed. Kummer, Leipzig, 575 p.

RULL LLUCH J., GOMEZ GARRETA A. e RIBERA SIGUAN M.A. (1987) - Aportacion a la flora bentonica de las Isias Balearas. IV - Flora de Ibiza. *Collect. Bot. Barcelona,* XVII: 5-10.

*OEBALIA 1990 Suppl., Vol. XVI-1: 365-376* *ISSN 0392-6613*

M. C. GAMBI * M. F. GRAVINA ** A. GIANGRANDE ***
* Laboratorio di Ecologia del Benthos, Stazione Zoologica di Napoli.
Ischia, Napoli (Italy)
** Museo Civico di Zoologia, Via U. Aldrovandi, 18 - 00197 Roma (Italy)
*** Dipartimento di Biologia , Università di Lecce, 73100 Lecce (Italy)

# ASPETTI E PROBLEMATICHE DELLA BIOGEOGRAFIA DEGLI ANELLIDI POLICHETI

**Abstract**

Polychaete, geographical: an overview

*An overview of the main aspects and problems of the geographic distributional pattern of Polychaetes and of their biogeographical meaning is reported.*

*Emphasis is done on the main causes which can determine the wide range of the geographical distribution displayed by most of the species as well as on the main taxonomic problems that overestimate the number of actual "cosmopolitan" species. The main recent works on polychaete geographical distribution are discussed. From the literature considered it seems that, among the different, biogeographical approach, the "ecological" one is the most fruitful for polychaete zoogeography.*

**Key-words**: Polychaeta, geographical distribution, Biogeographical models, Mediterranean sea.

## Introduzione

Molti AA. (QUATREFAGES, 1865; FAUVEL, 1923,1927; HEMPELMANN, 1931; FRIEDERICH, 1938; RULLIER, 1957; DAY, 1967) hanno messo in

evidenza il cosmopolitismo della maggior parte delle specie di Policheti e la mancanza per questi organismi di province geografiche ben delimitate, a differenza di quanto si osserva per altri gruppi di invertebrati marini (es. Molluschi, Crostacei, Echinodermi). Autori di ampie trattazioni sulla zoogeografia degli ambienti marini (EKMAN, 1953; BRIGGS, 1974) infatti, non hanno utilizzato la distribuzione geografica di alcuna specie di Polichete per mettere in risalto pattern particolari.

RULLIER, nel 1957 così sintetizza la biogeografia della Classe:

- una fauna abissale che e la stessa in tutti i mari
- una fauna pelagica distribuita uniformemente nelle regioni temperate e calde
- un limitato numero di taxa circoscritti alle regioni polari
- un limitato numero di taxa circoscritti alle regioni tropicali superficiali.

Il cosmopolitismo é molto evidente sia a livello di famiglia che di genere ed é rilevabile anche nei Policheti pelagici (RULLIER, 1957) e in quelli interstiziali (WESTHEIDE, 1977).

Tra i fattori che possono aver influito sulla vasta distribuzione geografica del gruppo, FAUCHALD (1984) ritiene che l'antichità della Classe sia uno dei più importanti. I Policheti, i più ancestrali degli Anellidi e per i quali si conoscono circa 150 specie fossili (HOWELL, 1962), sono infatti presenti già in alcuni resti risalenti al Precambriano (oltre 570 milioni di anni fa) (CONWAY-MORRIS, 1984). La documentazione fossile più antica è tuttavia limitata a tubi calcarei e pezzi mascellari (scolecodonti) e più raramente ad impronte, e questo non permette di poter seguire le linee evolutive della maggior parte delle famiglie (DALES, 1957).

Un aspetto importante per la comprensione dei pattern distributivi è il tipo di ciclo vitale e la relativa modalità di dispersione delle singole specie (FAUCHALD, 1983; GIANGRANDE, 1989). Molte specie di Policheti possiedono una fase di dispersione più o meno lunga attraverso una larva planctonica. BHAUD (1982), tentando di mettere in relazione strategie di riproduzione e ripartizione geografica, non ha evidenziato una correlazione immediata tra cosmopolitismo e durata della vita planctonica. Ciò è dovuto probabilmente alla prevalenza, durante la vita larvale, di fattori di selezione di tipo "climatico" rispetto a processi di pura dispersione passiva. In alcuni casi, tuttavia, la dispersione delle larve attraverso passaggi obbligati, come dal Mediterraneo al Mar Nero, può spiegare la distribuzione geografica di determinate specie, come nel caso del Phyllodocidae *Pelagobia serrata* (MURINA, 1986).

Un particolare esempio di ampliamento dell'areale, che interessa però gli adulti, é quello della dispersione passiva legata all'attività umana (navigazione, interesse commerciale, etc). Tra i Policheti tale fenomeno è stato riscontrato molto frequentemente ed anche in Mediterraneo per alcune specie di Serpulidae, alcuni

Spirorbidae e per altre specie facenti parte del fouling (ZIBROWIUS, 1970-1971; 1976-1978; 1979; ZIBROWIUS & BIANCHI, 1981; BOGAVEEVA *et al.,* 1984).

Una caratteristica importante dei Policheti è la notevole "plasticità" di cui si hanno testimonianze anche recenti relative ad alcune famiglie e generi molto peculiari scoperti a grande profondità in ambienti particolari come le sorgenti idrotermali delle dorsali oceaniche (DESBRUYERES *et al.* 1985). È chiamando in causa l'estrema plasticità di questi organismi che, sia WESTHEIDE (1977) per i Policheti interstiziali, sia FAUCHALD (1984) per la classe in generale, ipotizzano un'intensa speciazione e radiazione adattiva, con relativa occupazione delle nicchie, avvenuta prima e durante la Pangea (circa 250 milioni di anni fa) ed una distribuzione uniforme dei taxa conseguente alla suddivisione delle placche.

Una delle problematiche più importanti, messa in risalto da diversi autori (CLARK, 1977; BHAUD, 1982; FAUCHALD, 1984) riguarda la conoscenza tassonomica della Classe. I Policheti sono, dal punto di vista sistematico, ancora poco conosciuti in rapporto alla complessità e vastità del gruppo. Solo una decina d'anni fa CLARK (1977) ha definito la sistematica della Classe ancora in una fase "descrittiva alpha". Da quella data notevoli contributi sulla revisione tassonomica di numerose famiglie hanno messo in evidenza problematiche con importanti implicazioni biogeografiche, ad esempio quelle relative alle "sibling species", o "complessi di specie". Ricordiamo, il caso di *Capitella capitata* considerata cosmopolita ed attualmente suddivisa in sei sibling species (GRASSLE & GRASSLE, 1976; GRASSLE, 1980); o quello di *Chaetopterus variopedatus* identificato spesso anche da non specialisti senza un'approfondita analisi morfologica, che PETERSEN (1984a; 1984b) ha suddiviso in due gruppi principali di specie morfologicamente ed ecologicamente separate. Altri taxa cosiddetti "cosmopoliti" si sono rilevati complessi di specie aventi distribuzione geografica differenziata, quali *Terebellides stroemi* (WILLIAMS, 1984), *Aricidea belgicae* (HARTLEY, 1984), *Microphthalmus listensis* (WESTHEIDE & RIEGER, 1987), *Sternaspis scutara* (PETTIBONE, 1982) e probabilmente *Myriochele heeri* (NILSEN & HOLTE, 1985; DAUVIN, 1987).

Non sono rari, inoltre, i casi in cui la "vera" distribuzione geografica di una specie può venire falsata da confusioni dovute a difficoltà ed errori di identificazione. Secondo HOVE e WEERDENBURG (1978), *Ficopomatus enigmaticus* é menzionato, non sempre correttamente, in più di 150 lavori. Gli AA. riportano le distribuzioni delle quattro specie attribuite al genere, alcune delle quali (soprattutto *F. uschkovi)* sono state spesso confuse con *F. enigmaticus.*

Questi risultati possono indurre a dubitare della reale esistenza di vere specie cosmopolite, le quali quindi non sarebbero altro che conplessi di specie criptiche. Tuttavia BHAUD (1984), analizzando la morfologia e la biologia di numerose specie a larga ripartizione geografica, asserisce che taxa cosmopoliti tra i Policheti

non si possono escludere. C'è d'altra parte da sottolineare come l'areale di molte specie va allargandosi in seguito all'incremento degli studi. E' proprio alla luce di tale considerazione, ad esempio, che KATZMANN (1973) spiega il ritrovamento di specie considerate "tipicamente boreali" nell'Adriatico *(Mystides borealis, Orbinia norvegica, Ophelina norvegica).* D'altra parte si riscontrano talvolta omissioni riguardo alla distribuzione di una specie: ad esempio NILSEN e HOLTHE (1985) non riportano il ritrovamento di *Myriochele oculata* nel Mediterraneo (COGNETTI-VARRIALE, 1979).

*Analisi biogeografiche sui Policheti*

Le problematiche sopra esposte delineano un quadro alquanto complesso e stimolante della biogeografia dei Policheti. Alcuni lavori recenti infatti, limitati a singoli taxa o ad aree ristrette, hanno messo in evidenza pattern distributivi interessanti aprendo prospettive nuove di interpretazione biogeografica ed accrescendo il valore di questi Anellidi come descrittori.

HOLTHE (1978) ha evidenziato l'affinità Artico-Pacifica dei Terebellomorpha nelle acque del Nord Europa, confermando la regola generale di BRIGGS (1974) secondo cui le fredde acque del Nord-Pacifico sono state un centro importante di speciazione e radiazione. BILYARD e CAREY (1980), studiando i Policheti della parte occidentale del Mar di Beaufort riescono a correlare piuttosto bene la distribuzione di questi organismi con la storia geologica della zona, specialmente nella parte più profonda del bacino che ha maggiormente subito fenomeni di isolamento e presenta pertanto una più elevata percentuale di endemismi. Nell'analisi biogeografica dei Pilargidae del Messico, SALAZAR-VALLEJO (1987) evidenzia tra gli altri un gruppo di specie endemiche la cui origine viene ricondotta all'effetto differenziale delle glaciazioni ed alle conseguenti estinzioni. Un altro gruppo, denominato "anfiamericano", che comprende specie distribuite su entrambe le coste dell'America, viene messo in relazione con l'apertura del canale di Panama esistente fino a 3 - 3.5 milioni di anni fa. Uno dei contributi più interessanti è quello di POCKLINGTON e TREMBLAY (1987), che studiando i Policheti dell'Atlantico nord-occidentale evidenziano zone faunistiche che si accordano molto bene con i risultati ottenuti con altri gruppi animali. Questi AA. considerano le provincie zoogeografiche come aree nelle quali le comunità mantengono caratteristiche composizioni di specie, che possono presentare livelli diversi di endemismo, e mettono in risalto il ruolo dei fattori ecologici nell'interpretazione biogeografica, sottolineando come le distribuzioni di gruppi di organismi diversi siano influenzate da fattori simili.

Nell'ambito degli studi sulla fauna profonda, i Policheti si sono rivelati particolarmente interessanti in quanto è proprio negli ambienti abissali che questi organismi sono più numerosi e presentano forme peculiari. Una buona correlazione tra gruppi di specie e profondità è stata riscontrata negli Aphroditidae del genere *Macellicephala* (REYSS, 1971). Le specie più strettamente legate al piano abissale profondo ed adale presentano una distribuzione geografica limitata agli oceani dell'emisfero nord. Un secondo gruppo che popola il batiale e l'abissale superiore, con alcune specie raccolte anche a 200 m. *(M. grimaldi),* presenta una più vasta distribuzione geografica ed infine *M. mirabilis,* che ha la più ampia distribuzione verticale, è ubiquitaria e cosmopolita.

Una relazione tra euribatia e ampia distribuzione geografica viene anche sottolineata da KIRKEGAARD (1980) per i Policheti abissali dell'Atlantico nord-orientale. Tale autore evidenzia inoltre la maggiore affinità tra le zone abissali sia orientale che occidentale dell'Atlantico (78% di specie in comune), mentre le suddette aree hanno in comune solo il 35% delle specie più superficiali. Anche per i Polynoidae abissali, LEVENSTEIN (1984) ha messo in evidenza una separazione delle specie nelle diverse regioni oceaniche ed ha tentato di identificare anche i centri di speciazione. Ipotesi di interpretazione biogeografica interessanti sono state formulate per la distribuzione delle poche specie di Policheti d'acqua dolce, quali alcuni Ampharetidae dell'area Ponto-Azovo-Caspia (MANOLELI, 1975) o il Serpulidae *Marifugia cavatica* (BIANCHI, 1981), specie che vengono considerate relitte e ricondotte ad una probabile origine marina collegata con gli eventi geologici delle zone d'origine.

## *I Policheti e la biogeografia del Mediterraneo*

Esistono attualmente pochi lavori sulla biogeografia dei Policheti del Mediterraneo. L'elevata affinità atlantica della polichetofauna è ben documentata in particolare per il Mediterraneo Occidentale (BELLAN, 1965; LAUBIER, 1966). Anche FREDJ (1974), prendendo in considerazione 371 specie di Policheti Erranti, osserva che il 50% delle specie è conosciuto per la provincia boreale, il 60% per la provincia lusitanica, il 40% per quella mauritanica e il 26% per quella senegalese; le specie endemiche sono il 23,7%.

La percentuale degli endemismi é relativamente elevata e l'Autore chiama in causa la notevole "plasticità" di questi organismi, che da luogo a variazioni morfologiche interpretate dagli specialisti come razze geografiche o specie nuove. A livello generico, tuttavia l'endemismo scende allo 0,5%.

Tra gli endemismi mediterranei la maggior parte delle specie presenta una distribuzione litorale, mentre solo 5 taxa sono segnalati al di sotto dei 500 m. di

profondità. In profondità inoltre si rinvengono molte specie che presentano una distribuzione più superficiale nelle regioni boreali.

In uno studio sul macrobenthos dell'arcipelago Toscano (DRAGO *et al.*, 1978), i Policheti risultano avere una percentuale piuttosto elevata di specie indopacifiche, la maggior parte delle quali è presente però anche in Atlantico.

Anche SAN MARTIN (1984a, 1984b), limitatamente alla famiglia dei Syllidae, osserva che, anche se in termini quantitativi questi presentano una dominanza Atlantico-Mediterranea, molte sono le specie ad affinità tropicale presenti anche in Mar Rosso, nell'Oceano Pacifico ed Indiano, e quelle a distribuzione "disgiunta". Sulla base della presenza più o meno consistente di queste specie, SAN MARTIN propone una divisione del bacino mediterraneo in due zone: Zona Nord (Francia, Golfo di Napoli, Ionio e Adriatico) e Zona Sud (Spagna, Nord Africa, Sicilia ed Israele) dove le specie termofile sono più numerose.

L'Autore cerca di correlare la presenza di questi taxa termofili e le distribuzioni disgiunte osservate, con gli eventi subiti dal bacino del Mediterraneo nel Pliocene superiore e nel Pleistocene (RUGGERI, 1967), nonché con eventi più recenti, quali le introduzioni accidentali e le migrazioni lessepsiane (es. *Branchiosyllis exilis).* Per quest'ultimo fenomeno, BEN ELIAHU (1972) ha stimato che su 255 specie di Policheti presenti in Mediterraneo orientale, circa l'8% possono essere migrate dal Mar Rosso.

## *Quale biogeografia per i Policheti?*

Nella ricerca biogeografica sono state proposte tre ipotesi o modelli di interpretazione principali: quello di tipo "vicariante", quello "dispersivo" e quello "ecologico".

I primi due enfatizzano soprattutto processi di tipo storico, mentre il terzo prende più in considerazione fenomeni recenti (SARÀ, 1985). I tre modelli non sono però mutualmente esclusivi e spesso solo dall'integrazione di questi diversi approcci si possono realmente comprendere i pattern dispersivi di molte specie (CRACRAFT, 1982; ENDLER, 1982).

In generale, dalla maggior parte degli studi condotti sui Policheti scaturisce un'interpretazione della distribuzione geografica per questi organismi di tipo "ecologico". I Policheti, infatti, sembrano possedere una maggiore fedeltà ecologica che geografica e dunque quest'ultimo approccio sembra essere il più promettente ed esplicativo.

Come suggerisce FAUCHALD (1984): "é ugualmente degno di interesse studiare come i pattern osservati vengono mantenuti, piuttosto che congetturare, spesso senza sufficiente documentazione, sull'interpretazione della loro origine".

A tal fine è necessaria, oltre ad una attenta tassonomia del gruppo (punto cruciale di ogni indagine biogeografica), anche la conoscenza delle esigenze ecologiche delle singole specie, del loro ciclo vitale e dei fattori fisici e/o biotici che maggiormente possono influire sulla dispersione delle larve o sulla biologia riproduttiva degli adulti.

## Summary

*Several aspects and problems of the biogeography of Polychaetes are discussed on the basis of a synthesis on the most noteworthy taxa. Many authors evidenced the wide distribution of most families, genera and species of Polychaetes and none of the geographical pattern of these organisms is mentioned in the main marine zoogeography treatises. Various authors discussed the reasons of such patterns stressing the importance of the old age of the class, the dispersal mechanisms and life diagrams of the species and the high "plasticity" of these animals that allowed them to speciate relatively quickly since their geological origin (estimated in the Precambrian). Taxonomic revisions and improved studies focused problems with important biogeographical implications such as "sibling species" and "species-group". These problems probably caused an overestimate of cosmopolitan species.*

*Recent studies on individual taxa and/or on small geographical areas showed some interesting dispersion pattern that increased the value of these organisms in biogeographical studies. Distributional patterns based on ecological information of the species, seems to be more valuable than those based on mere geographical distribution, as Polychaetes show generally a high ecological "fidelity".*

*Therefore, the "ecological" biogeographical model and the knowledge of "maintenance" mechanisms of distributional patterns will be more fruitful to understand biogeography of Polychaetes than the speculation of the possible mechanisms of pattern origin.*

## Bibliografia

BAGAVEEVA E. V., KUBANIN A. A., CHAPLYGINA S.F. (1984) - The role of ship in introduction of hydroids, polychaetes and bryozoans into the Sea of Japan. *Biologiya Morya* 2: 19-26.

BELLAN G. (1965) - Contribution a l'étude des Polychètes profondes des parages de Monaco et des cotes de la Corse. *Bull. Inst. Oceanogr. Monaco* 65, 1345: 1-24.

BEN ELIAHU M. N. (1972) - Studies on the migration of the Polychaeta through the Suez Canal. *Intern. Zool. Congress in Monaco* 29,9,72: 1-13.

BHAUD M. (1982) - Relation entre stratégies de reproduction et aire de répartition chez les Annélids Polychètes. *Oceanologica acta* 5, 4: 465-472.

BHAUD M. (1984) - Biologie, morphologie et systematique des annélids polychètes cosmopolites. *Oceanis* 10, 7: 707-721.

BIANCHI C.N. (1981) - Policheti Serpuloidei . Guida per il riconoscimento delle specie animali delle acque lagunari e costiere italiane. C.N.R., Roma, Aq/1/96, 5: 187 p.

BILYARD G.R., CAREY A.G. (1980) - Zoogeography of western Beaufort sea Polychaeta. *Sarsia* 65, 1: 19-26.

BRIGGS J.C. (1974) - Marine zoogeography Mc Graw-Hill, New York.

CLARK R.B. (1977) - Reproduction, speciation and Polychaete taxonomy. In: Essay on Polychaetous Annelids in memory of Olga Hartman. Ed. D. J. Reish & K. Fauchald, publ. Allan Hancock Foundation: 477-502.

COGNETTI VARRIALE A.M. (1979) - Su due Policheti Owenidi di sabbie infralitorali del Golfo di Follonica, *Atti Soc. Tosc. Sci. Nat. Mem.* ser. B. 86 suppl.:263-267.

CONWAY-MORRIS S. (1984) - Fossil evidence on the lower invertebrates. *Syst. Assoc.* London 30: 245-252.

CRACRAFT J. (1982) - Geographic differentiation, cladistics and vicariance biogeography: reconstructing the tempo and mode of evolution. *Amer. Zool.* 22: 411-424.

DALES R.P. (1957) - Annelids. Hutchinson University Library, London.

DAUVIN J. C. (1987) - Nouvelles espècies pour l'inventaire de la fauna marine de Roscoff. Crustacés Amphipodes: *Metaphoxus pectinatus* (Walker) et Annélides Polychètes: *Microspio mecznikowianus* (Claparede) et *Myriochele heeri* (Malmgren). *Cahiers de Biologie Marine* 27: 243-246.

DAY J. H. 1967 - A monograph on the Polychaeta of Southern Africa. *Brit. Mus. (Nat. Hist.) Publ.* 656:1- 842.

DEBRUYERES D., GAILL F., LAUBIER L., Y. FOUQUET (1985) - Polychaetous annelids from hydrothermal vent ecosystems: an ecological overview. *Biol. Soc. Wash. Bull.* 6: 103-116.

DRAGO N., ALBERTELLI G., CATTANEO M. (1978) - Osservazioni faunistiche sul benthos dell'isola di Capraia. *Ann. Mus. civ. St. Nat. Genova* 82: 72-77.

EKMAN S. (1953) - Zoogeography of the sea. Sidwick and Jackson, London.

ENDLER J. A. (1982) - Problems in distinguishing historical from ecological factors in biogeography. *Amer. Zool.* 22: 441-452.

FAUCHALD K. (1983) - Life diagram patterns in benthic Polychaetes. *Proc. Biol. Soc. Wash.* 96, 1: 160-177.

FAUCHALD K. (1984) - Polychaete distribution patterns, or: can animals with paleozoic cousins show large-scale geographical patterns?. *Proc. First Polychaete Conference.* Ed. P.A. Hutchings, publ. The Linnean Society of South Wales: 1-6.

FAUVEL P. (1923) - Polychètes errantes. *Faune de France* 5: 1-488.

FAUVEL P. (1927) - Polychètes sédentaires. Addenda aux errantes, Archianéllides, Myzostomaires. *Faune de France* 16: 1-494.

FREDJ G. (1974) - Stokage et exploitation des données en ecologie marine. C. Consideration biogéographique sur les peuplement bentique de la Méditerranée. *Mem. Inst. Ocean. Monaco* 7: 1-88.

FRIEDERICH H. - (1938) Polychaeta. Tierwelt Nord-und Ostsee 32 (VI b): 1-201.

GIANGRANDE A. (1989) - Cicli vitali dei Policheti e relazioni con l'ambiente. *Oebalia* 15, 1 N.S.: 157-167.

GRASSLE J. P. (1980) - Polychaete sibling species. *In:* Acquatic oligochaete biology. Ed. R.O. Brinkhurst & D.G. Cook: 25-32.

GRASSLE J. P., GRASSLE F. J. (1976) - Sibling species in the marine pollution indicator *Capitella* (Polychaeta). *Science* 192:567-569.

HARTLEY J. P. (1984) - Cosmopolitan polychaete species: the status of *Aricidea belgicae* (Fauvel, 1936) and notes on the identity of A. *suecica* Eliason, 1920 (Polychaeta, Paraonidae). *Proc. First Polychaete Conference.* Ed PA. Hutchings. publ. The Linnean Society of New South Wales: 7-20.

HEMPELMANN F. (1931) - Archianellida und Polychaeta. *Handb. Zool.* 2, 2: 1-212.

HOLTHE T. (1978) - The zoogeography of the Terebellomorpha (Polychaeta) in the northern european waters. *Sarsia* 63: 191-198.

HOVE H. A., WEERDENBURG J. C. A. (1978) - A generic revision of the brackish-water Serpulid *Ficopomatus* Southern 1921 (Polychaeta) including *Mercierella* Fauvel 1923, *Sphaeropomatus* Treadwell 1934, *Mercierellopsis* Rioja 1945 *and Neopomatus* Pillai 1960. *Biol. Bull.* 154: 96-120.

HOWELL, 1962 - Worms, Miscellanea. *In:* Treatise of Invertebrate Paleontology. Part W. Ed. R. C. Moore: 144-177.

KATZMANN V.W., 1973 - Polychaeten von Sedimentboden der mittleren Adria. *Zool. Jb. Syst.* 100: 436-450.

KIRKEGAARD J.B. (1980) - Abyssal benthic Polychaetes from the northeast Atlantic Ocean, southwest of the British Isles. *Steenstrupia* 6, 8: 81-98.

LAUBIER L. (1966) - Quelques Annélides Polychètes de l'Atlantique récemment signalées ou nouvelles en Méditerranée *Rapp. Comm. int. Mer Medit.* 18, 2 : 135-138.

LEVENSTEIN R. Y. (1984) - On the way of formation of the deep-sea Polychaeta fauna of the family Polynoidae. *Proc. First Polychaete Conference.* Ed. P.A. Hutchings. publ. The Linnean Society of New South Wales: 72-85.

MANOLELI D. (1975) - On the distribution biology and origin of Polychaeta from the Danube and the Danube delta. *Trav. Mus. Hist. nat. "G. Antipa"* 16: 25-33.

MURINA V.V. (1986) - On finding of pelagic Polychaete larvae in the Black Sea. *Zoologischeskii Zh.* 65, 10: 1575-1579.

NILSEN R., HOLTHE T. (1985) - Arctic and Scandinavian Oweniidae (Polychaeta) with a description of *Myriochele fragilis* sp. n., and comments on the phylogeny of the family. *Sarsia* 70: 17-32.

PETERSEN M. E., 1984a - *Chaetopterus variopedatus* (Renier) (Annelida: Polychaeta, Chaetopteridae): a species complex. What species are being used at M.B.L.? *Biol. Bull.* 167: 513.

PETERSEN M.E. 1984b - *Chaetopterus variopedatus* (Annelida, Polychaeta): another victim of the " characteristic species" disease. *Amer. Zool.* 24, 3: 62A.

PETTIBONE M. H. (1982) - Annelida. *In* Synopsis and Classification of Living Organisms. Ed. Parker S.P. Mc Gray Hyll Inc., New York: 31.

POCKLINGTON P., TREMBLAY M. J. (1987) - Faunal zones in the Northwestern Atlantic based on Polychaetes distribution. *Can. J. Zool;* 65: 391-402.

QUATREFAGES A. (1865) - Histoire naturelle des Annéles marine et d'eau douce. Paris, Libr. Encycl. de Roret, 1: 1-588.

REYSS D. (1971) - Résultats scientifiques de la campagne Polymède. II - Polychètes Aphroditidae de profondeur en Méditterranée. *Vie Milieu ser. A* 22, 2 : 243-258.

RUGGIERI G. (1967) - The Miocene and later evolution of Mediterranean Sea. *In:* Aspects of Tethyan biogeography. Ed. Adams e Ages, Syst. Ass. Publ., 7, London.

RULLIER F. (1957) - Repartition géographique des Annélides Polychètes. *Bull. Lab. Marit. Dinard* 43: 69-78.

SALAZAR VALLEJO S.I. (1987) - Pilargidae (Annelida: Polychaeta) de Mexico: lista de especies, nueva especie y biografia. *Cahiers de Biologie Marine* 27, 2: 193-210.

SAN MARTIN G. (1984a) - Estudio biogeografico, faunistico y sistematico de los Polyquetos de la familia Silidos (Syllidae: Polychaeta) en Baleares. Tesis Doctoral. Ed. Univ. Complutense de Madrid.

SAN MARTIN G. (1984b) - Biogeography of the Syllidae ( Polychaeta) from the Spanish Mediterranean coasts. *Proc. First Polychaeta Conference.* Ed. P.A. Hutchings. publ. The Linnean Society of New South Wales: 303 - 322.

SARA' M. (1985) - Ecological factors and their biogeographic consequences in the mediterranean ecosystems. *In:* Mediterranean marine ecosystems. Ed. M. Moraku-Apostopoulou and V. Kiortsis: 1-17.

WESTHEIDE W. (1977) - The geographical distribution of interstitial Polychaetes. *Mikrofauna Meeresboden* 61: 287-302.

WESTHEIDE W., RIEGER R.M. (1987) - Systematics of the amphiatlantic *Microphthalmus listensis* species group (Polychaeta, Hesionidae): facts and concepts for reconstruction of phylogeny and speciation. Z. *zool. Syst. Evol. forsch.* 25: 12-39.

WILLIAMS S.J. (1984) - The status of *Terebellides stroemi* (Polychaeta, Tricobranchidae) as cosmopolitan species based on a worldwide morphological survey including descriptions of new species. *Proc. First Polychaete Conference.* Ed. P. A. Hutchings, publ. The Linnean Society of New South Wales: 118-142.

ZIBROWIUS H. (1970-1971) - Les espèces méditerranéennes du genre *Hydroides* (Polychaeta Serpulidae). Remarques sur le prétendu polymorphism de *Hydroides uncinata. Téthys* 2, 3:691-746.

ZIBROWIUS H. (1976 - 1978) - Introduction du Polychète Serpulidae Japonais *Hydroides ezoensis* sur la cote atlantique francaise et remarques sur la propagation d'autres espécies de Serpulidae. *Téthys* 8, 2: 141-150.

ZIBROWIUS H. (1979) - Serpulidae (Annelida, Polychaeta) de l'Océan Indien arrives sur des coques de bateaux a Toulon (France, Mediterranee). *Rapp. Comm. int. Mer Medit.* 25/26, 4: 133-134.

ZIBROWIUS H., BIANCHI C.N. (1981) - *Spirorbis marioni* et *Pileolaria berkeleyana,* Spirorbidae exotiques dans les ports de la Mediterranee nord-occidentale. *Rapp. Comm. int. Mer Medit.* 27, 2: 163-164.

ZIBROWIUS H., BITAR G. (1981) - Serpulidae (Annelida Polychaeta) indo-pacifique établis dans la région de Beyrouth, Liban. *Rapp. Comm. int. Mer Medit.* 27, 2: 159-160.

*OEBALIA 1990 Suppl., Vol. XVI-1: 377-381* *ISSN 0392-6613*

M. MISTRI C. CORAZZA V. U. CECCHERELLI
Istituto di Zoologia - Università di Ferrara
Via L. Borsari, 46 - 44100 Ferrara - Italy

# ARPACTICOIDI DELLE LAGUNE MEDITERRANEE E DEL MAR NERO: ASPETTI BIOGEOGRAFICI

**Abstract**

Biogeography of brackish lagoons Harpacticoids

*Original lists of Harpacticoid species both of five brackish Italian lagoons, gathered during several meiobenthic surveys, and of five Mediterranean and Pontic brackish environments, drawn up from literature, were submitted to cluster analysis.*

*Zoogeographic al factors seem to predominate in grouping faunistic associations. Late Quaternary eustatic events are invoked to explain the similarity between Pontic and Adriatic Harpacticoid associations and their dissimilarity from the western Mediterranean ones.*

**Key-Words**: Biogeography, brackish lagoons, Harpacticoid Copepods.

## Introduzione

Gli Arpacticoidi sono, assieme ai Nematodi, i metazoi più rappresentativi del meiobenthos. Le associazioni specifiche meiobentoniche, ed in particolare quelle di ambienti lagunari che vivono in condizioni di particolare isolamento, tendono ad essere costanti e le loro distribuzioni zoogeografiche probabilmente riflettono meglio le condizioni, anche evolutive, che le hanno determinate. D'altro canto

l'accentuata selettività ecologica degli ambienti salmastri può rappresentare un fattore d'omologazione faunistica.

## Materiali e Metodi

Sono state considerate liste faunistiche originali di Arpacticoidi salmastri ottenute dall'analisi di campioni raccolti in più anni ed in più stazioni nelle seguenti lagune: Sacca di Scardovari, Sacca di Goro e Valli di Comacchio, tutte facenti parte del comprensorio del Delta del Po, Laguna di Lesina, nell'Adriatico meridionale, e Stagni di Porto Pino, nella Sardegna meridionale.

Ulteriori liste faunistiche di Arpacticoidi di lagune mediterranee sono state compilate sulla base dei dati disponibili in letteratura. Sono state prese in considerazione: la Laguna di Sinoe (MARCUS & POR, 1961), nel Delta del Danubio; la Laguna iperalina di Sabkhat El Bardawil (POR, 1973), sulla costa mediterranea del Sinai; gli ambienti salmastri della regione di Salammbò (MONARD, 1935), sulla costa nord orientale tunisina; la Lagune du Brusc (BODIN, 1964), sulla costa francese in prossimità di Marsiglia; gli Stagni salmastri di Languedoc e della Camargue (RIBAUT, 1967), alla foce del Rodano (Fig. 1).

La matrice di presenza/assenza delle specie è stata classificata tramite indice di similarità di Jaccard e Cluster Analysis condotta attraverso l'algoritmo di Lance & Williams con ß= 0.25.

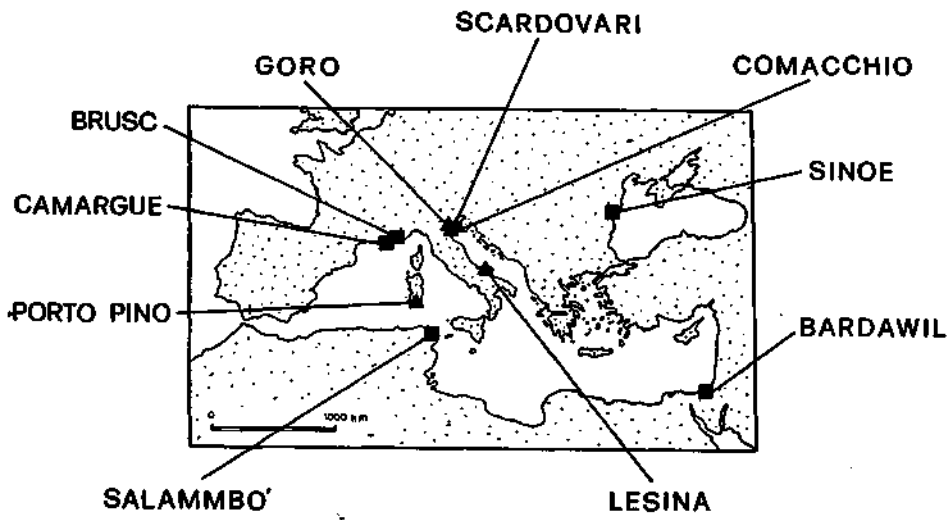



**Fig. 1** - Carta delle lagune confrontate: ▲ lagune italiane direttamente campionate; ■ lagune mediterraneo - pontiche considerate dalla letteratura.

**Risultati**

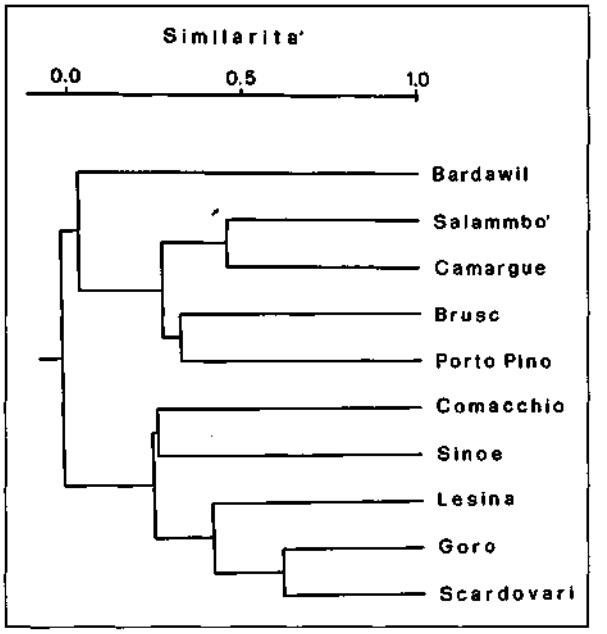



**Fig. 2** - Dendrogramma ottenuto mediante cluster analysis delle dieci lagune considerate.

Per una corretta interpretazione dei risultati è necessario aver presente alcune delle principali caratteristiche fisiografiche delle lagune considerate. Mentre infatti le lagune di Scardovari e Goro sono riconducibili ad una tipologia lagunare "aperta", cioè con ampia bocca di comunicazione a mare, gli ambienti lagunari delle valli di Comacchio e degli stagni salmastri di Porto Pino appaiono più isolati rispetto all'ambiente marino. La laguna di Lesina è separata dal mare soltanto da una stretta lingua sabbiosa. Inoltre il sistema vallivo di Comacchio e gli stagni di Porto Pino presentano valori di salinità mediamente più elevati.

Per quanto concerne le altre lagune mediterranee l'unica che presenta una configurazione di tipo "aperto" è la Lagune du Brusc. La laguna di Sinoe e la laguna iperalina di Sabkhat el Bardawil decorrono parallele alla costa e sono separate dal mare da lingue di sabbia relativamente strette.

Gli ambienti salmastri della Languedoc e Camargue e della regione di Salammbò non sono definibili, in questo contesto, in maniera unitaria in quanto le liste faunistiche sono state compilate con specie rinvenute sia in estese lagune costiere, come l'Etang de Thau e le Lac de Tunis, sia in piccoli bacini poco profondi come le "marée" della Camargue.

Il dendrogramma ottenuto dalla classificazione della matrice di similarità degli indici di Jaccard calcolati sui dati di presenza/assenza delle 158 specie considerate per le dieci lagune mediterranee (Fig. 2), evidenzia una netta ripartizione di queste tre clusters. Mentre da un lato il popolamento della laguna di Bardawil resta isolato, probabilmente a causa delle spiccate caratteristiche di ipersalinità dell'ambiente (40 - 100 ‰), si osserva una separazione tra le lagune ponto - adriatiche (Scardovori, Goro, Lesina, Sinoe e Comacchio) e quelle del Mediterraneo occidentale (Porto Pino, Brusc, Camargue, e Salammbò).

## Discussione

Nelle indagini biogeografiche sulle taxocenosi di ambienti salmastri può presentarsi la difficoltà di distinguere esattamente il ruolo dei determinanti ecologici da quelli zoogeografici nel definire la composizione faunistica dei popolamenti di questi ambienti così particolari.

Nel confronto tra le faune ad Arpacticoidi delle dieci lagune da noi considerate le componenti strutturanti di natura zoogeografica paiono prevalere su quelle di natura ecologica (salinità, rapporti col mare: distanza, tipi di comunicazione, ecc.). Difatti l'analisi dei gruppi contrappone ad un contingente di lagune mediterraneo - occidentali uno costituito da lagune ponto - adriatiche.

Alcuni precisi riscontri a livello di distribuzione di specie che pur essendo di origine zoogeografica diversa risultano comuni alle lagune adriatiche e alla Laguna di Sinoe permettono di sottolineare come anche gli Arpacticoidi evidenzino la somiglianza faunistica dell'Adriatico e del Mar - Nero. Questi riscontri riguardano in particolare due specie di origine ponto - caspica, *Asellopsis Sarmatica* e *Tisbe histriana,* e due specie a distribuzione mediterraneo - pontica, *Stenhelia elisabethae* e *Nitocra typica.* Per interpretare la copresenza di queste specie di Arpacticoidi salmastri e di clima freddo *(Nitocra typica* infatti ha anche una distribuzione boreale) sia nelle lagune adriatiche che in quelle pontiche può servire l'ipotesi che MILLER (1972) invoca per spiegare il ritrovamento nell'Alto Adriatico di due specie di Gobidi di origine caspica.

I cambiamenti eustatici nelle comunicazioni tra Mediterraneo e Mar Nero avvenuti durante il Quaternario, hanno probabilmente permesso alle due specie di origine Sarmatica *(A. Sarmatica* e *T. histriana)* di migrare dal bacino pontico durante la temporanea confluenza interglaciale Riss/Würmiana mentre le due specie mediterranee *(S. elisabethae e N. typica)* sarebbero di più recente immigrazione nel Mar Nero attraverso l'attuale connessione postglaciale.

## Summary

*Original lists of Harpacticoid species from five Italian brackish lagoons were compared with those of other five Mediterranean and Pontic lagoons,, drawn up from literature. Classification was performed on the binary matrix of presence absence data of the 158 Harpacticoid species by means of the Jaccard similarity index and by using the Lance & Williams algorithm. While Sabkhat el Bardawil polyhaline lagoon (Mediterranean coast of Sinai) stayed apart because of its high salinity values (40 - 100 ‰), cluster analysis showed a sharp separation between western Mediterranean lagoons (Lagune du Brusc in the Marseilles district, salt*

*ponds of Languedoc and Camargue in the region of the Rhone River Estuary, brackish lagoons of Salammbô district near Tunis and Porto Pino salt - ponds in southern Sardinia) and Adriatic and Pontic Lagons (Sacca di Scardovari, Sacca di Goro and Valli di Comacchio in the Po River Delta area, Laguna di Lesina in the southern Adriatic coast of Italy and Sinoe Lagon in the Danube River Delta). This latter similarity between Harpacticoid associations of Adriatic and Pontic lagoons is stressed by the co - occurrence in both Zoogeographic areas of two sarmatic species* (Asellopsis sarmatica, Tisbe histriana) *and two mediterranean ones* (Stenhelia elisabethae, Nitocra typica). *According to MILLER (1976), it is suggested that regressions and transgressions of Mediterranean and Pontic sea levels, during Pleistocene, may have played a striking role in favouring the cross migrations of those species.*

## Bibliografia

BODIN P. (1964) - Recherches sur la systématique et la distribution des Copepodes Harpacticoides des substrats meubles des environs de Marseille. *Rec. Trav. St. Mar. End.* 33 *(51):* 107 - 183.

MARCUS A., POR F. D. (1961) - Die Copepoden der Polyhalinen Lagunen Sinoe (Schwarzes Meer - Rumanische Kusten). *Acta Mus. Maced. Sc. Nat.* 7 (6): 105 - 126.

MILLER P. J. (1972) - Gobiid fishes of the Caspian genus *Knipowitschia* from the Adriatic Sea. *J. mar. biol. Ass. U.K.* 52: 145 - 160.

MONARD A. (1935) - Les harpacticoides marins de la région de Salammbô. *Bull. Stat. Oceanogr. Salammbo* 34.

POR F. D. (1973) - The benthic Copepoda of the Sirbonian Lagoon (Sabkhat el Bardawil). *Cah. Biol. Mar.* 14: 89 - 107.

RIBAUT A. (1967) - Recherches ecologiques sur les Copepodes Harpacticoides des etangs côtiers et des eaux saumatres temporaires du Languedoc et de Camargue. These de Doctorat, Universitè de Montpellier. 238 pp.

*OEBALIA 1990 Suppl., Vol. XVI-1: 383-394* *ISSN 0392-6613*

S. PIRAINO* C. MORRI** F. BOERO °
* Dipartimento di Genetica, Biologia Generale e Molecolare della Università, v. Mezzocannone 8, 80134 Napoli e Stazione Zoologica, Villa Comunale, Napoli, Italy
** Istituto di Zoologia dell'Università, via Balbi 5, Genova, Italy
° Dipartimento di Biologia dell'Università, Via Monteroni, Lecce, Italy

# PLASTICITÀ INTRASPECIFICA NELLE IDROMEDUSE (CNIDARIA: ANTHOMEDUSAE, LEPTOMEDUSAE): RISPOSTE DELLA FASE POLIPOIDE A DIVERSE CONDIZIONI AMBIENTALI

**Abstract**

Intraspecific variability in Hydroids (Cnidaria: Hydrozoa)

*Structural and functional intraspecific variations occur in hydroids, resulting from different environmental influences. Colonies are generally constituted by modules, which can undergo, according to their role, large morphological modifications. Changes in growth rates and reproductive patterns also allow hydroids to gain adaptability to a wide range of environmental conditions. Some significant examples from literature are reviewed.*

**Key-words:** Ecology, variability, Hydroids

## Introduzione

Gli idroidi, rappresentanti lo stadio di polipo nel ciclo delle idromeduse, sono generalmente rappresentati da forme bentoniche sessili, con spiccata tendenza alla organizzazione in colonie modulari di zooidi a volte poliformi. Le condizioni ambientali influenzano notevolmente la morfologia delle specie di idroidi, tanto che

numerose forme ecologiche sono state in passato erroneamente attribuite a specie diverse. I fenomeni di variabilità intraspecifica negli idroidi sono stati evidenziati sin dagli inizi del secolo, limitatamente ad alcune specie (HALLEZ, 1903, 1905; MOTZ - KOSSOWSKA, 1903 e succ.) mentre a partire dagli anni cinquanta si sono intensificati gli studi ecologici che hanno permesso di generalizzare le osservazioni sporadiche (vedi BOERO 1984 per una rassegna). Particolare attenzione è stata dedicata agli effetti dei parametri ambientali sulla biologia e sulla distribuzione degli idroidi, ma non è stata ancora categorizzata la possibilità di variazione delle diverse parti della colonia in risposta a situazioni ambientali differenti.

*A) Idroriza*

L'idroriza è la struttura con la quale la colonia aderisce al substrato che mette in comunicazione i polipi, permettendo il passaggio di sostanza tra le unità morfo - funzionali della colonia. L'adesione al substrato avviene prevalentemente per mezzo di secreti mucillaginosi e la morfologia generale risulta piuttosto omogenea. La parte che aderisce al substrato è appiattita, mentre quella libera è tondeggiante, e a partire da questa si dipartono gli idrocauli. Le modificazioni dell'idroriza sono quindi legate alla natura del substrato ed alla possibilità di riproduzione asessuata delle colonie. Le colonie che crescono su alghe ad organizzazione sifonale, quali *Codium spp.*, producono, a livello dell'idroriza, delle protuberanze laterali (fig. 1a) che si insinuano negli interstizi superficiali dell'alga (MOTZ - KOSSOWSKA, 1911). In

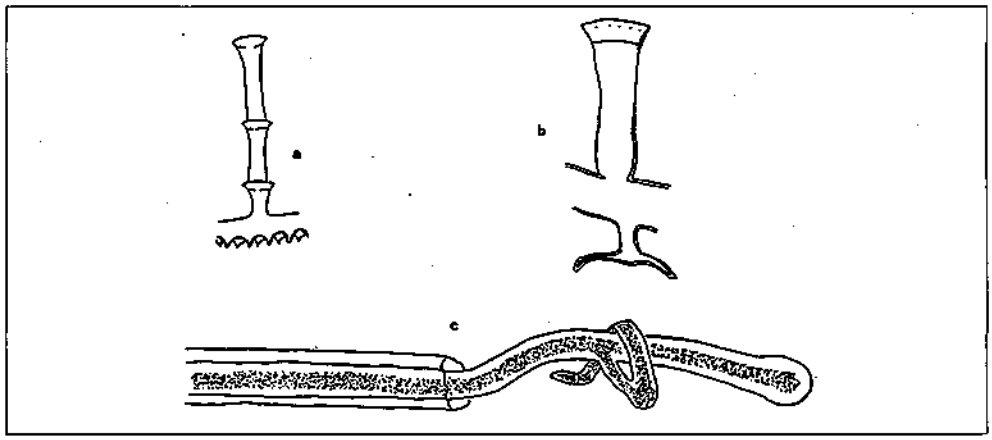



**Fig. 1** - Modificazione dell'idroriza (spiegazioni nel testo)

questo modo l'attacco di tipo "chimico, per mezzo di sostanze mucillaginose, diventa anche di tipo "fisico", con la produzione di modificazioni strutturali che migliorano l'ancoraggio al substrato. Questa possibilità di modificare la struttura dell'idroriza è tipica di specie di Haleciidae e Campanulariidae con scarsa specializzazione nella scelta del substrato. Alcune specie, all'opposto, hanno evoluto associazioni strette con altri organismi e, ad esempio, *Hydranthea margarica*, un

haliciidae simbionte di briozoi, ha un'idroriza ormai fortemente specializzata in questo senso (fig. 1b), con cunei di penetrazione tra una zoecia e l'altra della colonia ospite (BOERO & SARÀ, 1987). Altre specie simbionti di briozoi o di spugne possono penetrare all'interno degli ospiti, integrandosi nell'ambito dei loro moduli.

La comparsa di una particolare struttura di ancoraggio è stata osservata in corrispondenza di rotture dell'idroriza in *Clavopsella (Aselomaris) michaeli* (BERRILL, 1948), a seguito della rigenerazione che sussegue un espianto sperimentale (PIRAINO & DE NICOLA, questo volume). Laddove l'idroriza è stata spezzata e staccata dal substrato, dallo stolone di nuova formazione viene prodotto un ramo laterale (fig. 1c) che scende rapidamente verso il substrato, vi aderisce, risale sullo stolone primario e ridiscende sul versante opposto, venendo a formare un anello di ancoraggio che limita gli spostamenti del nuovo stolone e ne facilita l'adesione al substrato.

L'idroriza, oltre che struttura di attacco, è anche devoluta alla propagazione asessuale delle colonie attraverso i fenomeni di stolonizzazione (BILLARD 1904). In questo caso le colonie si staccano dal substrato, si allungano notevolmente e, una volta in contatto con altri substrati, vi si attaccano, dando origine ad altre colonie, per poi staccarsi dalla colonia parentale. Gli stoloni si possono formare anche a livello degli apici degli idrocauli, assumendo tuttavia, anche in questo caso, caratteristiche morfologiche tipiche delle idrorize (vedi oltre).

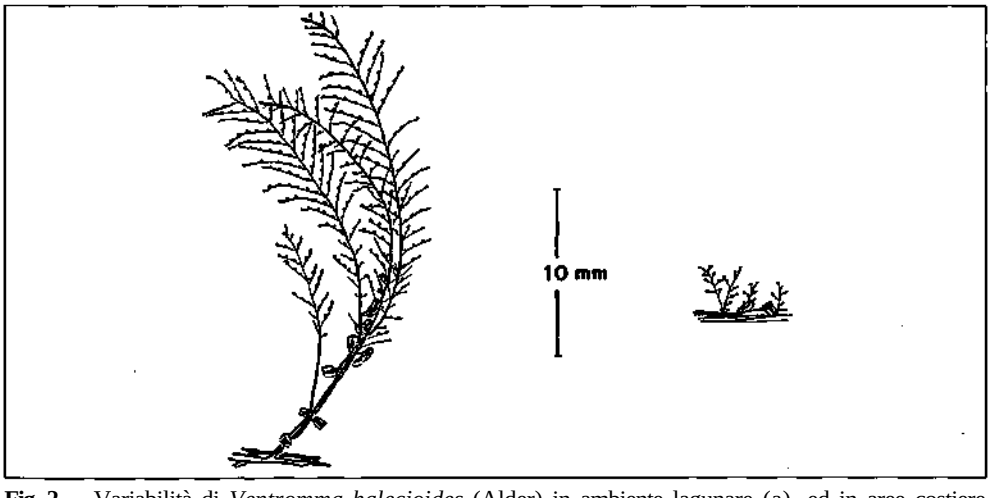



**Fig. 2** - Variabilità di *Ventromma halecioides* (Alder) in ambiente lagunare (a), ed in aree costiere esposte al moto ondoso (b).

*B) Idrocaule*

L' idrocaule si eleva a partire dall'idroriza e porta le unità trofiche della colonia: gli idranti. Un idrocaule può sostenere un singolo idrante (portamento stoloniale) ovvero due o più idranti (portamento eretto). Gli idrocauli inoltre possono essere

semplici o fascicolati, a seconda che siano costituiti da un solo tubo o da più tubi di perisarco. Tutte queste caratteristiche sono molto variabili a seconda dell'intensità del movimento dell'acqua, per cui colonie della stessa specie possono assumere fisionomie profondamente diverse. Ad esempio, *Ventromma halecioides* (fig. 2) in ambiente stagnante presenta un idrocaule di grandi dimensioni, fascicolato e pluriramificato. In acque mosse l' idrocaule diventa corto, monosifonico (un solo tubo di Perisarco), senza ramificazioni (BOERO, 1981). Al contrario, colonie "nane" di *Halecium pusillum* sono state osservate in acque calme (MOTZ - KOSSOWSKA, 1911), in condizioni idrodinamiche opposte

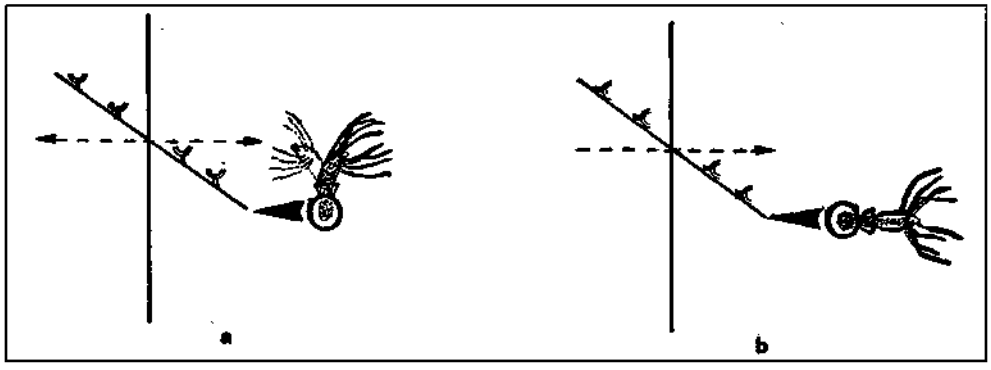



**Fig. 3** - Sviluppo ed orientamento dei polipi di Plumaria setacea in relazione alle condizioni idrodinamiche (spiegazioni nel testo).
▼ = idroteca . ◄ = sezione trasversale dell' idroclodio

rispetto a quelle in cui si manifesta il "nanismo" di *V. halecioides.*

Colonie di *Eudendrium ramosum* raccolte in profondità presentano un idrocaule lungo, fascicolato e con molte ramificazioni, mentre in acque superficiali le colonie sono piccole, non fascicolate e non ramificate (MOTZ - KOSSOWSKA, 1903). L'aspetto delle colonie di *Clava multicornis* varia con il livello di esposizione alle maree: nella forma intertidale (f. squamata) la fissazione delle planule avviene solo fra i polipi adulti, determinando la formazione di colonie con gli idrocauli densamente raggruppati, che in tal modo realizzano una efficiente protezione contro il disseccamento durante la bassa marea. Invece, nella forma infralitorale, la fissazione larvale può essere anche solitaria, e l'aspetto delle colonie risulta più diradato (EDWARDS - HARVEY, 1975). La fisionomia delle colonie viene dettata in molte specie dalle migliori condizioni di filtrazione dell'acqua, in rapporto alla morfologia del substrato e al movimento dell'acqua. VANNUCCI (1960) ha osservato in *Merga tergestina* profonde modificazioni intraspecifiche (disposizione e dimensioni degli idraucali, dei polipi e delle meduse liberate, nº dei tentacoli) fra colonie epibionti di ricci e policheti e le colonie mantenute in laboratorio, tali da farle apparire come specie differenti. Differenti condizioni idrodinamiche possono portare ad una diversa disposizione degli idranti sull' idrocaule. In condizioni di flusso bipluridirezionale

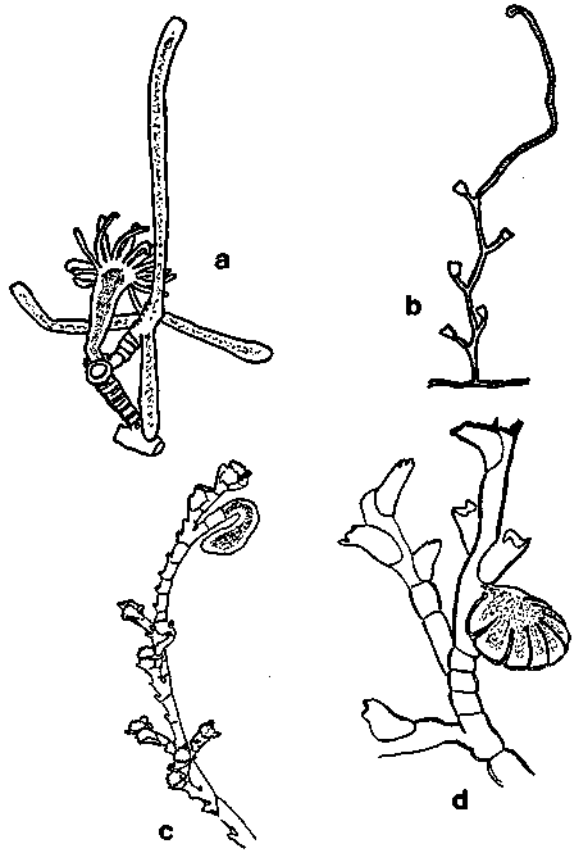



**Fig. 4** - Stolonizzazione degli idrocauli in *Halecium pusillum* (a), *Laomedea calceolifera* (b), e sviluppo di organi di propagazione in *Aglaophenia harpago* (c) e *Sertularia sinuosa* (d).

(fig. 3a) i polipi di *Plumaria setacea* sorgono sul versante superiore degli idrocladi (rami laterali dell' idrocaule); invece, con flusso unidirezionale (fig. 3b), i polipi si sviluppano sulla parete laterale degli stessi (HUGHES, 1980). Le annulazioni dell' idrocaule sono anch'esse soggette all'influenza del movimento dell'acqua. In acque mosse le annulazioni sono poche, mentre il loro numero aumenta in acque calme (HUGHES, 1980). In questo modo la flessibilità di colonie viventi in acque calme aumenta, permettendo un posizionamento ottimale degli idranti rispetto alla direzione del flusso. In alcune specie, lo sviluppo degli idrocauli può essere influenzato dalla temperatura. *Obelia geniculata* e *Clytia hemisphaerica* presentano forme stagionali e forme geografiche di acque fredde di maggiori dimensioni rispetto a quelle di stagioni e regioni calde (RALPH, 1956; RALPH & THOMSON, 1968). Numerose specie come *Halocordyle disticha, Tubularia larynx, Eudendrium glomeratum* e *Plumularia setacea,* mostrano un'alternanza stagionale di fasi di crescita e di regressione correlate all'andamento della temperatura. In condizioni

sfavorevoli lo sviluppo degli idrocauli si arresta e la crescita delle colonie avviene prevalentemente sotto forma di stoloni idrorizali (BRINCKMANN-VOSS, 1970; HUGHES, 1986; BOERO *et al.*, 1987).

Questa strategia di allocazione differenziata delle risorse facilita, con il riassorbimento dei tessuti più vecchi, l'adattamento a condizioni locali in cui l'idroide può crescere come opportunista fra organismi competitori di rango superiore. Come già detto, gli idrocauli possono modificarsi all'apice dando origine a stoloni (fig. 4b). Se gli stoloni si staccano dalla colonia prima di avere raggiunto un substrato adeguato e, anzi sono liberati come stadi di dispersione, prendono il nome di propaguli. Alcune specie hanno evoluto questa caratteristica generale, producendo propaguli specializzati, come *Halecium pusillum* (HUVE, 1954) (fig. 4a), altre invece posseggono speciali strutture adattate all'ancoraggio dei substrati da colonizzare, come *Aglaophenia harpago* o *Sertularia sinuosa* (fig. 4c, d).

*C) Idroteche*

Si tratta di strutture a funzione protettiva tipiche dei tecati all'interno delle quali si possono ritirare gli idranti. La morfologia dell' idroteca viene molto utilizzata come carattere tassonomico, ma la sua larga variabilità intraspecifica ha portato alla attribuzione di molti ecotipi a differenti specie. Così *Orthopyxis integra* era distinta in passato da *O. caliculata* sulla base di evidenti differenze nella forma dell' idroteca, unicamente imputabili a diverse condizioni ambientali (CORNELIUS, 1982). Un esempio di variabilità della morfologia della teca viene fornito da *Plumularia obliqua f. posidoniae*. In acque mosse la teca presenta uno spesso setto intratecale, con funzione di irrobustimento. Tale setto scompare in acque calme (BOERO, 1981; PIRAINO & MORRI, 1988). Alcune specie di *Plumularia* sono state descritte esclusivamente sulla base della presenza o meno di un setto intratecale!

*D) Idranti*

L'idrante costituisce l'unità trofica delle colonie di idroidi. KINNE (1956 e succ), KINNE & PAFFENHOFFER (1965; 1966), EDWARDS - HARVEY (1975) e NIPPER - BUSCARIOLLI & MOREIRA (1982) hanno mostrato come diverse condizioni di temperatura, salinità, idrodinamismo, e grado di alimentazione possono portare a drastiche modificazioni nella morfologia degli idranti e delle colonie di *Cordylophora caspia, Clava multicornis, Stylactis hooperi.* Tali modificazioni avvengono a carico della lunghezza e larghezza del corpo dell'idrante e della lunghezza, disposizione e numero di tentacoli. In generale, tali modificazioni provocano una alterazione del rapporto superfice/ volume dell'idrante, con una conseguente variazione della velocità e dell'efficienza metabolica. Le modificazioni non sono omogenee in tutte le specie, ma assumono ugualmente in ciascuna di queste un significato compensatorio e di modulazione degli stress ambientali.

*E) Polimorfismo*

Con il polimorfismo si attua nell'ambito di una colonia una divisione delle funzioni fra polipi diversi. Le categorie di polipi più rappresentate nelle colonie polimorfe sono: gastrozooidi, gonozooidi e dattilozooidi. Il numero e la posizione dei diversi moduli che costituiscono le colonie sono anch'essi soggetti a modificazioni legate alle situazioni locali. Nelle specie simbionti di paguri, ad esempio, la produzione di dattilozooidi aumenta nelle parti della colonia a diretto contatto con il paguro (DANIAUD, 1959). La frequenza di gonozooidi può aumentare per effetto di stress ambientali di debole intensità (STEBBING, 1980; PIRAINO & DE NICOLA, questo volume). In tal modo, con la produzione di stadi liberi e, soprattutto, con l'incremento della variabilità genetica, gli idroidi possono sopravvivere a condizioni ambientali divenute sfavorevoli.

*F) Accrescimento e riproduzione*

La crescita (in biomassa o numero di individui) delle colonie di idroidi è influenzata da numerosi fattori, fra cui la luce (ROSSI, 1961), la disponibilità di cibo (BERRIL, 1950; CROWELL, 1975; HUNDGEN & HARTMANN, 1979), e, come già visto, la temperatura. Con il fenomeno dell'ormesi STEBBING (1976) ha evidenziato in *Laomedea flexuosa* l'azione di un meccanismo endogeno di controllo che consente di incrementare la velocità di crescita delle colonie per controbilanciare l'effetto di stress ambientali di debole intensità.

Le nostre conoscenze sulle modalità di riproduzione sessuata delle idromeduse sono ancora frammentarie, tanto che la maggior parte dei cicli di specie con entrambi gli stadi di polipi e di medusa è tutt'ora sconosciuta. Le poche specie studiate, però, hanno mostrato un ampio grado di variazione nell'ambito dei processi riproduttivi. In determinate condizioni si liberano meduse a vita lunga e crescita lenta, mentre in altre condizioni la stessa colonia può liberare meduse già mature alla nascita e con crescita assente (KRAMP, 1927; RUSSELL 1938; BOERO & SARÀ, 1987). Altre specie, come *Orthopyxis integra, Halocordyle disticha, Sarsia tubulosa* possono liberare medusoidi a vita breve o, anche, dare origine a gonofori fissi (AGASSIZ, 1860; STEFANI, 1959; BRINCKMANN - VOSS, 1970). Tale fenomeno è stato chiamato allogonia da GIARD (1898).

Questa variabilità nella produzione di meduse, o, in generale, di organi devoluti alla riproduzione sembra principalmente legata alle condizioni di temperatura, anche se non è escluso che la quantità di nutrimento a disposizione possa giocare un ruolo determinante (EDWARDS, 1983). Variazioni simili sono state inoltre osservate in regioni equatoriali, a temperatura costante (BOERO & BOUILLON osservaz. non pubbl.).

## Conclusioni

La variabilità intraspecifica è un fenomeno molto comune negli idroidi ed è stata riscontrata a livello di tutte le strutture della colonia. Le variazioni dei principali parametri ambientali provoca modificazioni morfo - funzionali a volte molto importanti. Il parametro che maggiormente influenza la morfologia delle colonie sembra essere il movimento dell'acqua, la cui azione si esplica principalmente sulla morfologia del perisarco, spesso utilizzata come esclusivo carattere tassonomico. La disponibilità di cibo, la temperatura, la salinità e i rapporti con altri organismi, comunque, si sono rivelati importanti nei pochi studi compiuti sull'influenza di tali parametri sulla morfologia e la biologia degli idroidi. E' ancora controversa l'importanza della luce, per ora considerata importante come fonte di energia per le zooxantelle e come fattore scatenante di maturazione dei gameti; tuttavia, anche la crescita di specie prive di zooxantelle risulta stimolata dalla luce (PIRAINO & DE NICOLA, cit.). E' comunque possibile che i vari parametri agiscano in modo sinergico, e, a questo proposito, sono molto importanti gli studi in laboratorio, in condizioni controllate. La variabilità morfologica generale degli idroidi è stata canalizzata, in alcune specie, per la formazione di particolari strutture quali gli organi di attacco a livello di idrocauli o idrorize, per cui da specie generaliste, si passa a specie adattate a sfruttare in modo ottimale particolari situazioni ambientali. Gli idroidi, comunque, possono essere considerati come organismi altamente plastici sia morfologicamente che fisiologicamente, tanto che, recentemente, i tradizionali criteri di valutazione tassonomica sono stati rimessi in discussione. Un carattere che appare non essere molto soggetto a variazione intraspecifica è lo cnidoma, cioè il corredo di nematocisti di ogni specie. Tale carattere è attualmente utilizzato per il riconoscimento di specie molto plastiche e si sta rivelando sempre più importante nella determinazione di praticamente tutte le specie (BOUILLON, 1985; OSTMAN, 1982).

## Summary

*The different parts which constitute a colony of hydroids can undergo large modifications, according to the role they hold in specific environmental conditions. Hydrorhizae have adhesive function and can modify their morphology, sometimes developing structures which can better adapt to particular substrates. With reference to water movement, hydrocauli can be simple or fascicled and can develop annulations to increase, if necessary, flexibility of stems. Hydrothecae can thicken and/or form intrathecal septa to stand for high levels of hydrodynamic strength. Hydrants can change their general morphology (size and shape) and*

*they can have a different number of tentacles, according as the environmental physical and chemical parameters. In polymorphic colonies, the number and position of the different members can vary, in relation to local situations. Morphological and structural intraspecific differences go together with modifications in the biology of single species. Growth rates and reproductive patterns are submitted to variations, as hormesis and allogony, induced by environmental stimuli. Hydromedusae can be produced or not, and also their life - span can depend from exogenous factors.*

## Bibliografia

AGASSIZ L. (1862) - *Contribution to the natural history of the United States.* Vol. 4: 1 - 380. Boston, Little, Brown & Company.

BERRILL N. (1950) - Growth and form in calyptoblastic hydroids. Il Polymorphism within Campanulariidae. *J. Morphol.*, 87: 1 - 26.

BILLARD A. (1904) - Contribution a l'étude des hydroides (multiplication, régéneration, greffes, variations). *Ann. Sci. Nat. (Zool.),* 20: 1 - 251.

BOERO F. (1981 a) - Osservazioni ecologiche sugli idroidi della fascia a mitili della Riviera Ligure di Levante. *Cah. Biol. Mar.,* 22: 107 - 117.

BOERO F. (1981 b) - Systematics and ecology of the hydroid population of two Posidonia oceanica meadows. *P.S.Z.N. I: Marine Ecology, 2* (3): 181 - 197.

BOERO F. (1984) - The ecology of marine hydroids and effects of environmental factors: a review. *P.S.Z.N. I: Marine Ecology,* 5 (2): 93-118.

BOERO F., BALDUZZI A., BAVESTRELLO G., CAFFA B., CATTANEO VIETTI R. (1986) - Population dynamics of *Eudendrium glomeratum* (Cnidaria: Anthomedusae) on the Portofino promontory (Ligurian Sea). *Mar. Biol.,* 92: 81 - 85.

BOERO F., SARA' M. (1987) - Motile sexual stages and evolution of Leptomedusae (Cnidaria). *Boll. Zool.,* 54: 131 - 139.

BRINCKMANN - VOSS A. (1970) - Anthomedusae / Athecatae (Hydrozoa, Cnidaria) of the Mediterranean. Part I: Capitata. *Fauna e Flora del Golfo di Napoli,* 39: 1 - 96.

BOUILLON J. (1985) - Essai de classification des Hydropolypes - Hydroméduses (Hydrozoa - Cnidaria). *Indo - Malayan Zoology,* 1: 29 - 243.

CORNELIUS P.F.S. (1982) - Hydroids and medusae of the family Campanulariidae recorded from the eastern North Atlantic, with a world synopsis of genera. *Bull. Br. Mus. (Nat. Hist.) Zool.,* 42 (2): 37 - 148.

CROWELL S. (1957) - Differential responses of growth zones to nutritive level, age and temperature in the colonial hydroid *Campanularia: J. Exp. Zool.,* 134 (1): 63 - 90.

DANIAUD J.M. (1951) - Sur la morphogenèse des dactylozoides d' *Hydractinia echinata* Flem. *Compt. Rend. Acad. Sci. Paris,*: 758 - 759.

EDWARDS C. (1983) - The hydroids and medusae *Sarsia occulta* sp. nov., *S. tubulosa* and *S. loveni. J. mar. biol. Ass. U.K.,* 63: 49 - 60.

EDWARDS C., HARVEY S.M. (1975) - The hydroids *Clava multicornis* and *Clava squamata. J. mar. biol. Ass. U.K.,* 55: 879 - 886.

GIARD A. (1898) - Sur l'éthologie du Campanularia caliculata Hincks. *Compt. Rend. Soc. Biol.* (10 e série), V (1): 17 - 20.

HALLEZ P. (1903) - Rhéotropisme de quelques hydroides polysiphonés. *Compt. Rend. Acad. Sci.,* 137: 863 - 865.

HALLEZ P. (1905) - Rhéotropisme de quelques hydroides monosiphonés et de *Bugula. Compt. Rend. Acad. Sci.,* 141: 840 - 843.

HUGHES R. (1980) - Current induced variations in the growth and morphology of hydroids. In Tardent & Tardent eds., *Developmental and cellular biology of Coelenterates,* Amsterdam: 179-184.

HUGHES R. (1986) - Differences in the growth, form and life hystory of *Plumularia setacea* in two contrasting habitats. *Proc. R. Soc. Lond.* 288: 113 - 115.

HUNDGEN M., HARTMANN M. (1979) - The biology of colonial hydroids. III. Influence of temperature and nutrition on growth of *Eirene viridula. Mar. Ecol. Prog. Ser.,* 1:223-226.

HUVÈ P. (1955) - Sur des propagules planctoniques de l' hydroide *Halecium pusillum* (Sars). *Bull. Inst. Océanogr. Monaco,* 1964, 1 - 12.

KINNE O. (1956) - Uber den Einflu des Salzgehaltes und der Temperatur auf Wachstum, Form und Vermehrung bei den Hydroidpolypen *Cordylophora caspia* (Pallas). *Zool. Jahrb.,* Abt. Allg. Zool. Physiol. Tiere, 66: 565 - 638.

KINNE O. (1958) - Uber die Reaktion erbgleichen Coelenteraten - Gewebes auf verschiedene Salzgehalts - und Temperaturebedingungen. II. Mitteilung uber den Einflu des Salzgehalts auf Wachstum und Entwicklung mariner, brackischer und limnischer Organismen. *Zool. Jahrb.,* Abt. Allg. Zool. Physiol. Tiere, 67: 407 - 486.

KINNE O. & PAFFENHOFFER (1965) - Hydranth structure and digestion rate as a function of temperature and salinity in *Clava multicornis* (Cnidaria Hydrozoa). *Helgol. wiss. Meeresunters.,* 12: 329 - 341.

KINNE O. & PAFFENHOFFER (1966) - Growth and reproduction as a function of temperature and salinity in *Clava multicornis* (cnidaria, Hydrozoa), *Helgol. wiss Meeresunters.,* 13: 62 - 72.

KRAMP P.L. (1927) - The hydromedusae of the Danish waters. *K. dansk, vidensk.* Selesk. Biol. Skr. (8) 12 (1): 1 - 291.

MOTZ - KOSSOWSKA S. (1903) - Sur l'action morphogéne de l'eau en mouvement sur les hydraires. *Compt. Rend. Acad. Sci.,* 137: 863.

MOTZ - KOSSOWSKA S. (1905) - Contribution a la connaissance des hydraires de la Méditerranée occidentale. I. Hydraires gymnoblastiques. *Arch. Zool. exp.,* ser. 4, 3: 39 - 98.

MOTZ - KOSSOWSKA S. (1911) - Contribution à la connaissance des hydraires de la Méditerranée occidentale. II. Hydraires calyptoblastiques. *Arch. Zool. exp.,* ser. 5, 6: 325 - 352.

NIPPER - BUSCARIOLLI M., MOREIRA G. S. (1982) - Combined effects of temperature and salinity on *Stylactis hooperi* (Hydrozoa). *St. Neotr. Fauna Env.,* 18: 111 - 120.

OSTMAN C. (1982) - Nematocysts and taxonomy in Laomedea, Gonothyraea and Obelia (Hydrozoa, Campanulariidae). *Zool. Scripta,* 11: 227 - 241.

PICARD J. (1956) - Les espèces et formes méditerranéennes du genre Sertularella. *Vie Milieu* 7: 258 - 266.

PIRAINO S., DE NICOLA M. (in stampa) - Variabilità ambientale e tassi di crescita di idroidi coloniali. Atti XX Congr. S.I.B.M., *Oebalia* (questo volume).

PIRAINO S., MORRI M. (1988) - Zonazione di idroidi epifiti in una laguna costiera della Sicilia nord - occidentale. Atti XIX Congresso S.I.B.M., Napoli. *Oebalia.*

RALPH P. (1956) - Variation in *Obelia geniculata* (L.) and *Silicularia bilabiata* (Coughtrey). *Trans. R. Soc. N. Zeal.,* 84 (2) 279 - 296.

RALPH P., THOMSON H. (1968) - Seasonal changes in growth of erect stem of *Obelia geniculata* in Wellington harbour, New Zealand. *Zool. Publ. Victoria Univ. Wellington.,* 44: 1 - 21.

ROSSI L. (1961) - Fattori ecologici ed accrescimento in colonie di *Eudendrium racemosum* (Gmelin). *Boll. Zool.* 31 (2): 891 - 905.

RUSSEL ES. (1938) - The Plymouth offshore medusa fauna. *J. mar. biol. Ass. U.K.,* 22 (2): 411 -439.

STEBBING A.R.D. (1976) - The effects of low metal levels on a clonal hydroid. *J. mar. biol. Ass. U.K.,* 56: 977 - 994.

STEBBING A.R.D. (1980) - Increase in gonozooid frequency as an adaptive response to stress in *Campanularia flexuosa. In* Tardent & Tardent eds., Developmental and cellular biology of coelenterates, Amsterdam: 27 - 32.

STEFANI R. (1959) - Sulla variabilità ecologica di un idrozoo (*Campanularia caliculata* Hincks). *Boll. Zool.,* 26 (2): 115 - 119.

VANNUCCI M. (1960) - On the intraspecific variation and biology of *Merga tergestina* (Anthomedusae, Pandeidae). *Pubbl. S. Z. Napoli,* 31 (3): 393 - 420.

SCHENCK D.A. von (1962) - Spécialisation de la reproduction asexuelle de quelques hydroides vivants sur la Posidonia. *Pubbl. S. Z. Napoli,* 32: 117 - 122.

*OEBALIA 1990 Suppl., Vol. XVI-1: 395-402* ISSN 0392-6613

C. CORAZZA M. R. MISTRI V. U. CECCHERELLI
* Istituto di Zoologia - Università di Ferrara
Via Luigi Borsari, 46 - 44100 Ferrara - Italy

# VARIABILITÀ DI COMPOSIZIONE PER TAGLIA DEL BENTHOS E CARATTERISTICHE FRATTALI DEGLI HABITATS LAGUNARI

**Abstract**

Benthos sizes and habitat fractal dimension.

*In a brackish lagoon, four sites, intuitively ranked according to their habitat physical complexity, were chosen for macrobenthos sampling. Volumes of macrobenthic specimens were measured by water displacement and sorted out in geometric size - classes. Regression lines were fitted through the log - transformed data of both mean cube roots of volumes used as lengths and densities per size - classes. The slopes of the regression lines allowed predictions of the fractal dimension of each investigated habitat. The hypothesis on the habitat complexity ranking was confirmed.*

**Key-words**: Benthos, Size, Habitat, Fractal Dimension.

## Introduzione

Alcuni oggetti naturali, come per esempio le linee di costa o di frontiera (MANDELBROT, 1967, 1977) e la vegetazione terrestre (MORSE *et al.*, 1985) hanno caratteristiche frattali. Si tratta cioè di curve e superfici complesse costituite da un disegno fondamentale, che si ripete statisticamente simile a se stesso, in maniera indefinita, su scala decrescente.

Queste curve (e superfici) non sono derivabili, cioè non è possibile tracciare rette (o piani) ad esse tangenti; inoltre, la lunghezza totale misurata della curva (o l'estensione della superficie) aumenta via via che si utilizzano passi di unità di misura decrescenti.

Il maggiore o minore incremento in lunghezza totale di una curva al rimpicciolirsi del passo dipende dal grado di complessità della curva, cioè dalla sua dimensione frattale "D" secondo la relazione: $l(r) \propto r^{(1 - D)}$ (MANDELBROT, 1967), dove l(r) è la lunghezza della linea ottenuta in funzione dell'unità di misura "r". Per definizione, per una linea (cioè un transetto attraverso una superficie) la dimensione frattale può variare tra 1 e 2; per una superficie, essa è compresa tra 2 e 3.

MORSE *et al.* (cit.) hanno dimostrato empiricamente che la composizione per taglie delle comunità di Artropodi che vivono sulla vegetazione terrestre è coerente con la dimensione frattale di quest'ultima. Alta dimensione frattale significa maggior quantità di spazio e risorse accessibili agli animali di più piccola taglia: le loro densità risulteranno così più che proporzionalmente alte rispetto a quelle degli animali più grandi. L'abbondanza degli animali in questo spazio dipenderà comunque anche dal tasso di utilizzazione delle risorse stesse, cioè dal tasso metabolico che secondo PETERS (1983), è proporzionale a $W^{0.75}$ (W= peso fresco), cioè a $(L^3)^{0.75}$, assumendo un'equivalenza 1:1 tra peso e volume ed il volume uguale alla lunghezza corporea al cubo.

In un'indagine sulle comunità macrobentoniche della Sacca di Goro, sono state considerate 4 diverse stazioni di campionamento, ognuna situata su fondali che, intuitivamente, presentavano un grado di complessità crescente dipendente da differenti elementi costitutivi: fondali nudi, presenza di banchi di bivalvi filtratori o di vegetazione macroalgale.

Le abbondanze per taglia degli animali di ogni comunità è stata utilizzata come mezzo per ottenere una stima "D" della dimensione frattale dei 4 habitats indagati. La struttura per taglie è adeguatamente espressa dal valore della pendenza "b" della retta di regressione doppio - logaritmica tra abbondanza degli animali e lunghezza degli stessi. Seguendo MORSE *et al.* (cit.), questo coefficiente angolare può essere utilizzato in una serie di calcoli euristici che permettono la predizione della dimensione frattale attesa D' dei substrati degli habitats considerati.

## Materiali e metodi

Il macrobenthos (> 1 mm) della Sacca di Goro è stato campionato trimestralmente dal marzo 1984 al marzo 1985, nelle 4 stazioni indicate in Fig. 1.

In ogni stazione e per ogni data sono state prelevate 16 carote di 188 $cm^2$ di area disposte su 4 transetti (CORAZZA *et al.*, in stampa).

La St. 4, nell'area centro - settentrionale della Sacca, è collocata su un fondale relativamente profondo (circa 2 m), costituito da fango ridotto, uniformemente piatto, praticamente privo di capulerio. La St. 7 è posta sulla bocca a mare, su un fondale di sabbia fine, piatto ma con alcuni elementi isolati di complessità, costituiti da ciuffi di alghe, qualche Bivalve (mitili, ostriche, Scapharca inaequivalvis) e da tane di Upogebia pusilla. La St. 3 si trova allo sbocco del Po di Volano, su di un cospicuo banco di mitili ed ostriche, i cui elementi di complessità

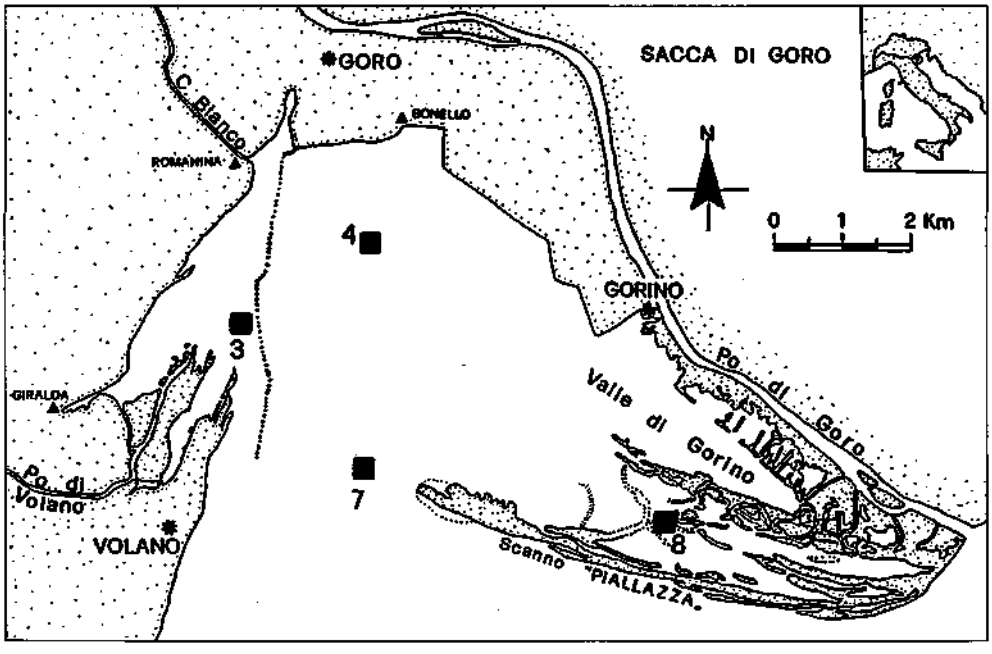



**Fig. 1** - Carta della Sacca di Goro ed ubicazione delle stazioni di campionamento del macrobenthos.

sono rappresentati non solo da molluschi vivi ma anche dalle loro conchiglie vuote e da voluminosi aggregati di *Ficopomatus enigmaticus.* Infine, la St. 8, nella Valle di Gorino, si trova in una zona di enorme sviluppo della vegetazione sommersa, con la presenza di vasti banchi di *Ulva rigida* accompagnata da *Gracilaria verrucosa, G. armata* e *Ruppia cirrhosa.* Questa vegetazione favorisce in particolare l'insediamento di Crostacei e di Policheti tubicoli ed è supporto per "grazers" come *Hydrobia* sp. ( CORAZZA *et al.,* cit.).

Di tutte le specie macrobentoniche raccolte sono stati misurati i volumi corporei per mezzo di dislocamento in acqua, utilizzando sottocampioni di almeno 30 individui e considerando diverse classi di taglia per quelle specie che mostravano maggiore variabilità dimensionale (ad esempio i Bivalvi, *Nereis succinea).* La radice cubica del biovolume è stata assunta come "lunghezza" degli

animali. Sono state poi costruite delle classi di taglia, di cui la prima raggruppava tutti gli animali con lunghezza compresa tra 0 e 1.3 mm; il limite superiore di ogni altra classe è stato poi calcolato moltiplicando il limite superiore della classe immediatamente precedente per 1.3.

Questo rapporto tra lunghezze, già considerato da HUTCHINSON (1959) come la differenza necessaria per permettere a due specie congeneriche di coesistere in differenti nicchie ma allo stesso livello della rete trofica, riflette più in generale il fatto che, comunemente in natura, le taglie degli animali presentano distribuzioni log - normali con piccola varianza (EADIE *et al.,* 1987). Queste classi di lunghezza corrispondono all' incirca ad una suddivisione dei volumi in classi geometriche.

Infine, sono state calcolate le regressioni doppio - logaritmiche delle densità medie per classi di taglia sulle lunghezze medie ponderate per classe. Le pendenze "b" delle rette così ottenute sono state utilizzate per stima D' della dimensione frattale di ogni habitat.

## Risultati

In Fig. 2 sono riportate le rette ed i parametri delle regressioni doppio-logaritmiche ottenute utilizzando per ogni stazione tutto il complesso dei dati relativi alle varie date di campionamento. Sono inoltre riportate le stime di D' in base ai corrispondenti valori di "b".

Risulta evidente l'esistenza di un gradiente nei valori di D'. Il valore più elevato (D'= 2.43) spetta alla stazione (St. 8) caratterizzata dalla proliferazione della vegetazione sommersa. Anche per il banco di mitili ed ostriche (St. 3) il valore di D' (D'= 2.19) è superiore a quello previsto per una superficie levigata (D= 2). E' da precisare che le ostriche ed i mitili di maggior taglia non sono stati inclusi nella regressione, in quanto sono essi stessi gli elementi che determinano la complessità dell'habitat in questa stazione. Per altro sono stati invece presi in considerazione animali di grossa taglia dell'infauna come per es. *Scapharca inaequivalvis.*

La St. 7, su sabbia, (D'= 1.88) e la St. 4, su fango, (D'= 1.10), in cui il macrobenthos presenta le densità minori, sono quelle per cui si ottengono le stime di D più basse. Dal punto di vista frattale, l'habitat di queste due stazioni si configura approssimativamente come un piano tanto privo di complessità tridimensionale da essere quasi percepibile secondo percorsi (dimensioni) lineari (transetti).

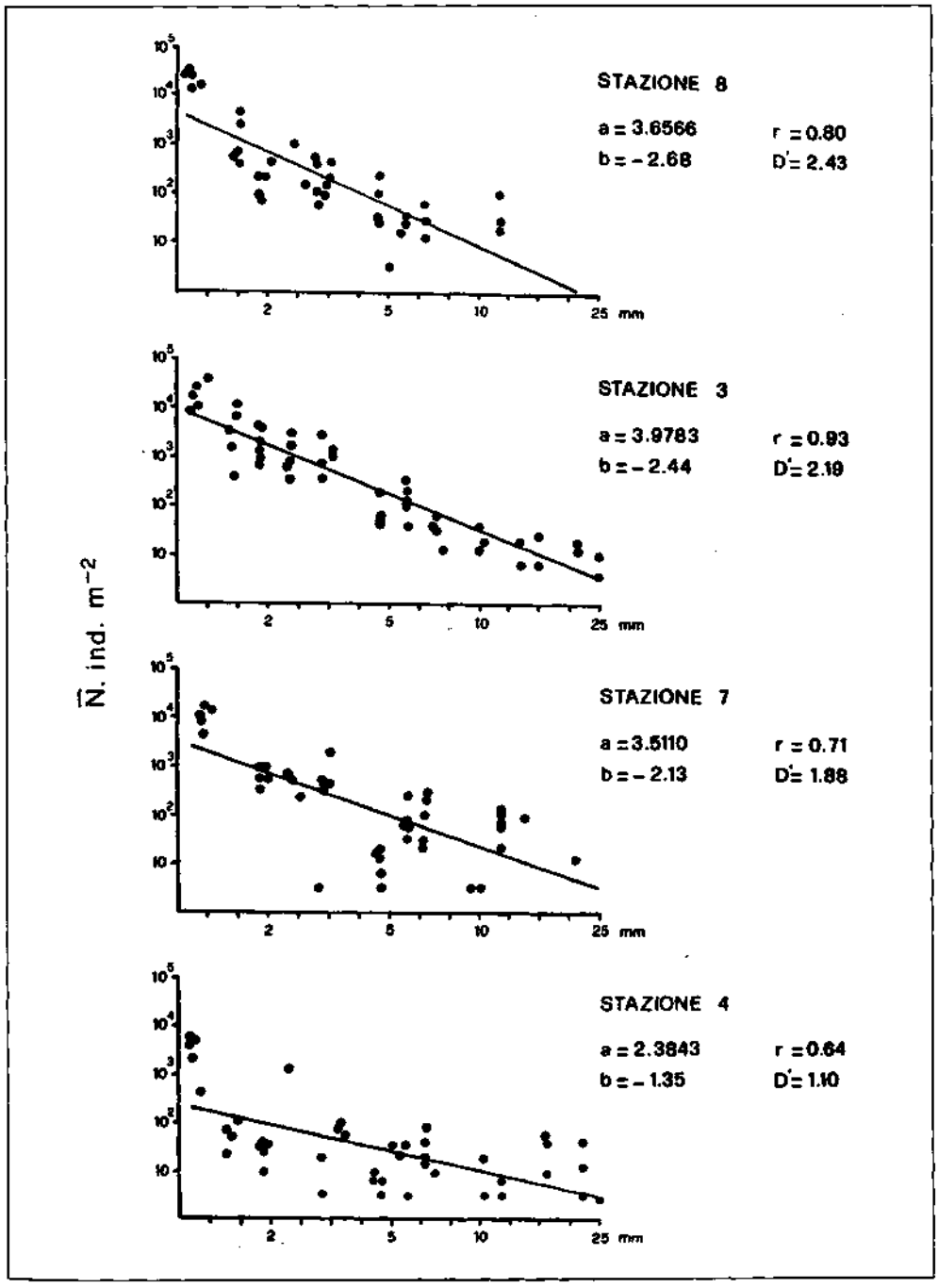



**Fig. 2** - Regressioni doppio - logaritmiche tra densità medie e lunghezza media per classi di taglia; sono indicati i parametri delle rette di trasgressione e le stime D' della dimensione trattate

## Discussione

La gerarchia di complessità inizialmente ipotizzata, per il momento solo su base intuitiva, per le 4 stazioni della Sacca Goro viene nel complesso confermata dalle stime della dimensione frattale ottenute attraverso l'analisi della struttura per taglie delle comunità macrobentoniche.

L'applicazione della geometria dei frattali all'indagine degli ambienti sommersi consente una quantificazione delle caratteristiche di "complessità" fisica dei diversi habitats, la cui influenza sulla struttura delle comunità macrobentoniche è ampiamente riconosciuta. DEAN (1981), sperimentando con pannelli "mimici" ha ben dimostrato l'importanza che le strutture fisiche fornite dagli animali sessili rivestono nel definire la composizione delle comunità, in termini non solo di altre specie sessili ma anche di specie vagili associate. Ha sottolineato, per esempio, come la diversità dei tipi strutturali sia più importante della loro quantità nel determinare la ricchezza di specie mobili.

Egli, commentando i suoi risultati insieme a quelli di altri studi, sottolinea tra l'altro come la complessità strutturale dell'habitat possa a) determinare un aumento di area superficiale, b) modificare le caratteristiche idrodinamiche e quindi favorire l' intrappolamento di sedimenti e di risorse trofiche per detritivori e/o filtratori, c) fornire una maggiore disponibilità di rifugi contro la predazione per le specie e/o gli stadi vitali più piccoli, favorendone la sopravvivenza.

Poco successo hanno avuto, invece, almeno sulla base del tipo di misure morfologiche finora utilizzate, i tentativi di stabilire le relazioni tra complessità strutturale della vegetazione sommersa e abbondanza e ricchezza della specie di macrofauna. LEWIS (1987) conclude per esempio che un'indicatore di complessità morfologica relativa, come il rapporto tra area superficiale e biomassa, di macrofite a diversa conformazione è poco correlato con l'abbondanza ed il numero delle specie dell'epifauna presente su di esse.

Sulla base della teoria dei frattali, si può ipotizzare che l'influenza del grado di complessità dell'habitat sulla composizione per specie delle comunità macrobentoniche sia esercitata attraverso un'azione selettiva operata sulle dimensioni degli animali nelle diverse fasi del loro ciclo vitale.

Altri fenomeni strutturanti possono essere invocati. Per esempio, l'alta stima della dimensione frattale ottenuta per la St. 8 potrebbe essere dovuta all'effetto-filtro dei banchi galleggianti di macroalghe, che impediscono la discesa al fondo delle larve di Bivalvi (OLAFSSON, 1988), cioè di quelle specie potenzialmente in grado di raggiungere grandi dimensioni individuali. Ciò non esclude comunque un ruolo strutturante parallelo della complessità spaziale, che favorisca selettivamente l'incremento numerico delle specie di taglia minore. Lo studio qui riportato sarà completato con le misurazioni dirette delle dimensioni frattali dei singoli elementi di complessità caratteristici dei diversi habitats confrontati.

**Summary**

*"Variability of size structure of benthos communities and fractal characteristics of lagoon habitats".*

*Recent studies demonstrate that some natural surfaces are fractals. An important feature of fractal curve or surface is that its length or area, respectively, becomes disproportionately large as the unit of measurement is decreased. The rate of increasing in length or area depends on the complexity degree of the examined curve or surface, that is, on the value of its "fractal dimension D". It could be hypothesized that space and resources provided by a habitat with high fractal dimension may be more effectively used by small animals than by large ones. Thus, small animals should be disproportionately more abundant than the largest ones. This has been shown to be the case for arthropods living on land vegetation. The analysis of fractal dimension of a substratum combined with the individual rates of resource utilization, allowed predictions on relative numbers of individual animals of different body lengths. Conversely, if the log - log regressions between numbers and body lengths of animals in the communities and the individual rates of resource utilization are given, predictions on fractal dimension of vegetation are possible.*

*In a Po River Delta lagoon, 4 different habitats with intuitively increasing physical complexity were chosen for macrobenthos sampling. They were: a flat muddy bottom, a nearly homogeneous sandy bottom, an oyster and mussel bed and a bottom covered by* Ulva rigida *and* Gracilaria *spp. beds. At 5 sampling dates 16 sediment cores (188 cm$^2$ individual area) were collected in each station. Volumes of macrobenthic specimens were measured by water displacement and arranged in geometric size - classes. Regression lines were fitted through the log-transformed data of both mean cube roots of volumes used as lengths and densities per size-classes. The slopes of the regression lines allowed estimates of habitat fractal dimension.*

*Hypothesis on ranking of the investigated habitats, based on their structural complexity, was confirmed.*

**Bibliografia**

CORAZZA C. MISTRI M., CECCHERELLI V.U. (in stampa) - Osservazioni preliminari sulla dinamica spazio - temporale delle comunità macrobentoniche della Sacca di Goro (Delta del Po) - *Oebalia.*

DEAN T.A. (1981) - Structural aspects of sessile invertebrates as organizing forces in an estuarine fouling community - *J. exp. mar. Biol. Ecol.*, 53, 163 -180

EADIE J. McA., BROEKHOVEN L., COLGAN P. (1987) - Size ratios and artifacts: Hutchinson rule revisited - *American Naturalist,* 129: 1-17.

HUTCHINSON G.E. (1959) - Homage to Santa Rosalia or why are there so many kinds of animals? - *American Naturalist,* 93: 145 - 159.

LEWIS F.G. III (1987) - Crustacean epifauna of seagrass and macroalgae in Apalachee Bay, Florida, USA - *Marine Biology,* 94: 219 - 229.

MANDELBROT B.B. (1967) - How long is the coast of Britain? Statistical self - similarity and fractional dimension - *Science,* 156: 636 - 638.

MANDELBROT B.B. (1977) - Fractals: from, chance and dimension - Freeman & Company, San Francisco, 365 pp.

MORSE D.R., LAWTON J.H., DODSON M.M., WILLIAMSON M.H. (1985) - Fractal dimension of vegetation and the distribution of arthropod body lengths - *Nature,* 314, 731 -733.

OLAFSSON E.B. (1988) - Inhibition of larval settlement to a soft bottom benthic community by drifting algal mats: an experimental test - *Marine Biology,* 97, 571 - 574.

PETERS R.H. (1983) - The ecological implication of body size - Cambridge University Press, 329 pp.

*OEBALIA 1990 Suppl., Vol XVI-1: 405-426* ISSN 0392-6613

V. BRUNI M.L.C. ACOSTA POMAR
Dipartimento di Biologia Animale e Ecologia Marina, Università di Messina

# LE CONOSCENZE ATTUALI SUL PICOPLANCTON

**Key words**: picoplankton, picophytoplankton, distribution, primary productivity, microlitrosphere

Classicamente gli organismi planctonici vengono divisi in tre gruppi principali: zooplancton, fitoplancton e batterioplancton a seconda della loro appartenenza al mondo animale, vegetale o agli schizomiceti; essi possono essere, inoltre, ulteriormente suddivisi in base alla modalità di nutrizione e alla categoria tassonomica a cui appartengono.

Un approccio per lo studio del plancton dal punto di vista ecologico, come suggerito da SIEBURTH (1979), è quello di abbandonare le classificazioni tassonomiche in senso lato e di orientarsi verso uno studio diretto a considerare la classe dimensionale, all'interno della quale si possono individuare organismi aventi modalità nutrizionali diverse (autotrofi, eterotrofi e mixotrofi) (Fig. 1).

Già nel 1978 SIEBURTH *et al.*, in una nota critica sulla classificazione corrente degli organismi della biocenosi planctonica, avevano chiamato le frazioni dimensionali corrispondenti agli organismi che venivano inclusi nel batterioplancton (0.2 - 2 µm) e nel virioplancton (0.002 - 0.2 µm) rispettivamente picoplancton e femtoplancton. Da sottolineare che il termine picoplancton veniva allora usato da SIEBURTH *et al.* (1978) quale sinonimo di batterioplancton, termine con il quale si intendeva indicare le forme batteriche unicellulari, libere nell'acqua, che per definizione potevano essere trattenute da membrane Nuclepore di 0,1-1 µm di porosità e che producevano aggregati tra 0,2 e 2 µm. Nello schema proposto dagli AA., in definitiva, venivano prese in considerazione tutte le frazioni dimensionali delle diverse componenti viventi nell'ecosistema pelagico, dal batteriofago (virioplancton) ai grossi animali (metro-necton).

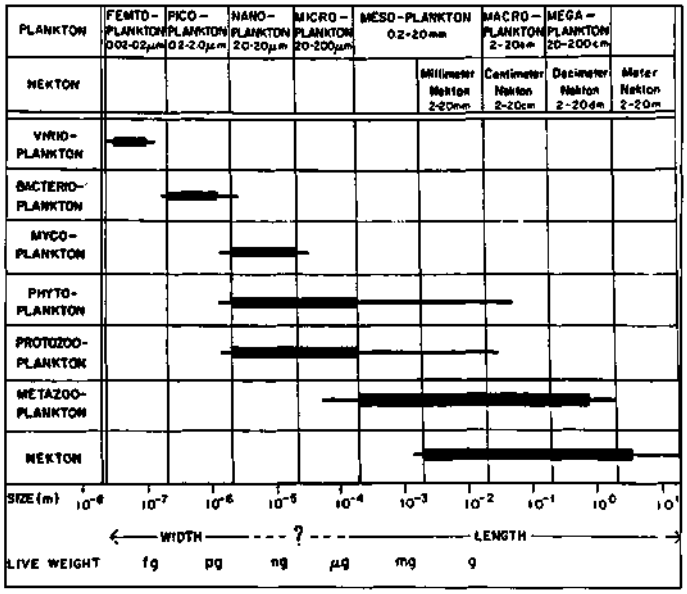



**Fig. 1** - Schema di classificazione dei componenti di ecosistemi pelagici proposto da Sieburt, Smetacek e Lenz (1978)

Come è noto, le dimensioni cellulari determinano conseguenze fisiologiche che hanno notevole importanza ai fini della densità e della distribuzione degli organismi negli ambienti naturali. RAVEN (1986) ha studiato gli effetti della scala dimensionale su alcune caratteristiche fisiche e fisiologiche che interessano il fitoplancton, sottolineando il vantaggio degli organismi di più piccole dimensioni rispetto a quelli di grandi. È opportuno ricordare che esiste una legge biologica valida a tutti i livelli di complessità biologica, secondo la quale l'attività metabolica è inversamente proporzionale alla grandezza dell'organismo. La taglia ha anche effetti diretti sul trasporto e l'assorbimento delle risorse nutritive. Il più ovvio effetto è che a causa dell'aumentato rapporto superficie-volume, quando un corpo diventa più piccolo, la quantità unitaria di protoplasma in una cellula picoplanctonica ha una maggiore superficie disponibile per lo scambio dei soluti rispetto a quella che ha una cellula più grossa.

La piccolezza sembra quindi conferire un grosso vantaggio al picoplancton per quanto riguarda il galleggiamento (TAKAHASHI e HORI, 1984; FOGG, 1986a; CRAIG, 1987) e l'assorbimento della luce e dei nutrienti a basse concentrazioni. Tuttavia dimensioni inferiori a 1 µm non sembrano fornire apprezzabili condizioni vantaggiose nei confronti delle velocità di affondamento e dell'assorbimento della luce, così come dimostrato da KIRK (1986).

RAVEN (1986), ha sottolineato che la grandezza minima di una cellula è determinata essenzialmente dalle dimensioni del genoma e dal numero minimo di catalizzatori che consentono il mantenimento delle funzioni vitali. Per un

organismo fotosintetico tale grandezza minima corrisponde ad una sfera di 0.3 µm di diametro, mentre per un chemio-autotrofo essa potrebbe ridursi a metà o anche ad un terzo di questo volume. Il limite pertanto di 0.2 µm, corrispondente alla dimensione minima che definisce il picoplancton, è di fatto vicino al limite dimensionale che si può riscontrare per gli organismi suddetti.

Viene definito picoplancton l'insieme degli organismi planctonici in grado di passare attraverso un filtro con pori di 2 µm, ma non attraverso uno con pori di 0.2 µm (SIEBURTH *et al.* 1978). Questa definizione, secondo FOGG (1986a), dà in effetti un'idea non esatta delle reali dimensioni degli organismi picoplanctonici, in quanto vengono ad esservi compresi anche quegli organismi a forma allungata, che nella fase di filtrazione si orientano con l'asse maggiore del corpo parallelamente alla linea di corrente del flusso d'acqua e che, pertanto, finiscono per attraversare i pori. Anche organismi più piccoli di 0,2 µm possono essere trattenuti e/o adsorbiti da filtri con pori delle stesse dimensioni e persino di 0,45 µm, come è stato evidenziato con osservazioni effettuate al microscopio elettronico a scansione (JOHNSON e WANGERSKY 1985; BRUNI *et al.* 1989; Fig. 2).

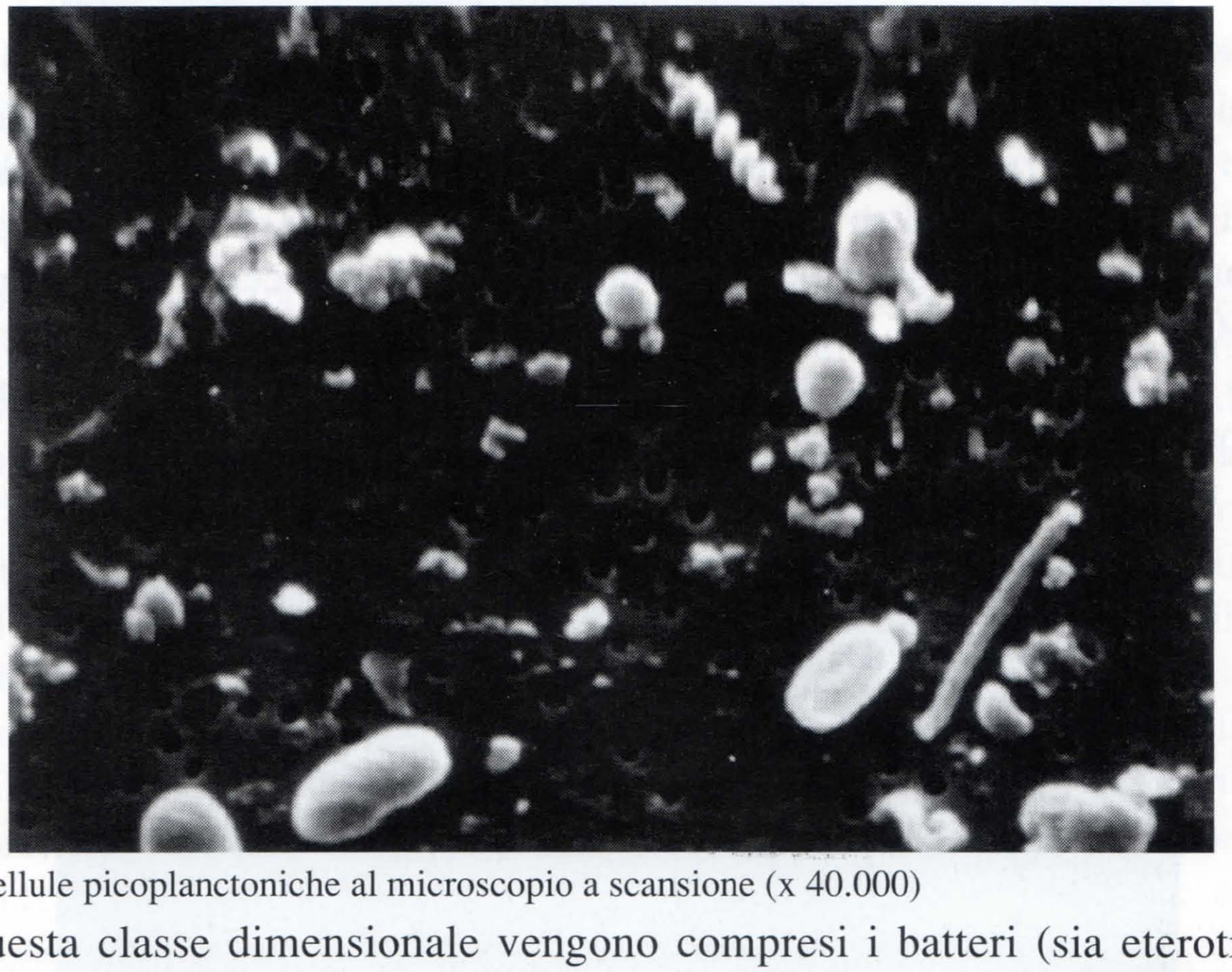


**Fig. 2** - Cellule picoplanctoniche al microscopio a scansione (x 40.000)

In questa classe dimensionale vengono compresi i batteri (sia eterotrofi che chemiotrofi), i cianobatteri, le piccole alghe eucariotiche, alcuni funghi, piccoli protozoi, gameti e spore degli animali e delle piante superiori.

Nello studio degli organismi di così piccole dimensioni senza dubbio una delle maggiori difficoltà risiede nella scarsa possibilità di osservazione al comune microscopio ottico. Solo con l'ausilio della microscopia a fluorescenza e della tecnica di filtrazione frazionata dei campioni di acqua (FERGUNSON *et al.*, 1984) si è reso possibile lo studio di tali organismi al limite del potere di risoluzione del

microscopio ottico (Fig. 3 e Fig. 4).

L'utilizzazione, inoltre, della microscopia a scansione (Paerl e Shimp, 1973) ha consentito di determinare con maggiore precisione le reali dimensioni volumetriche di

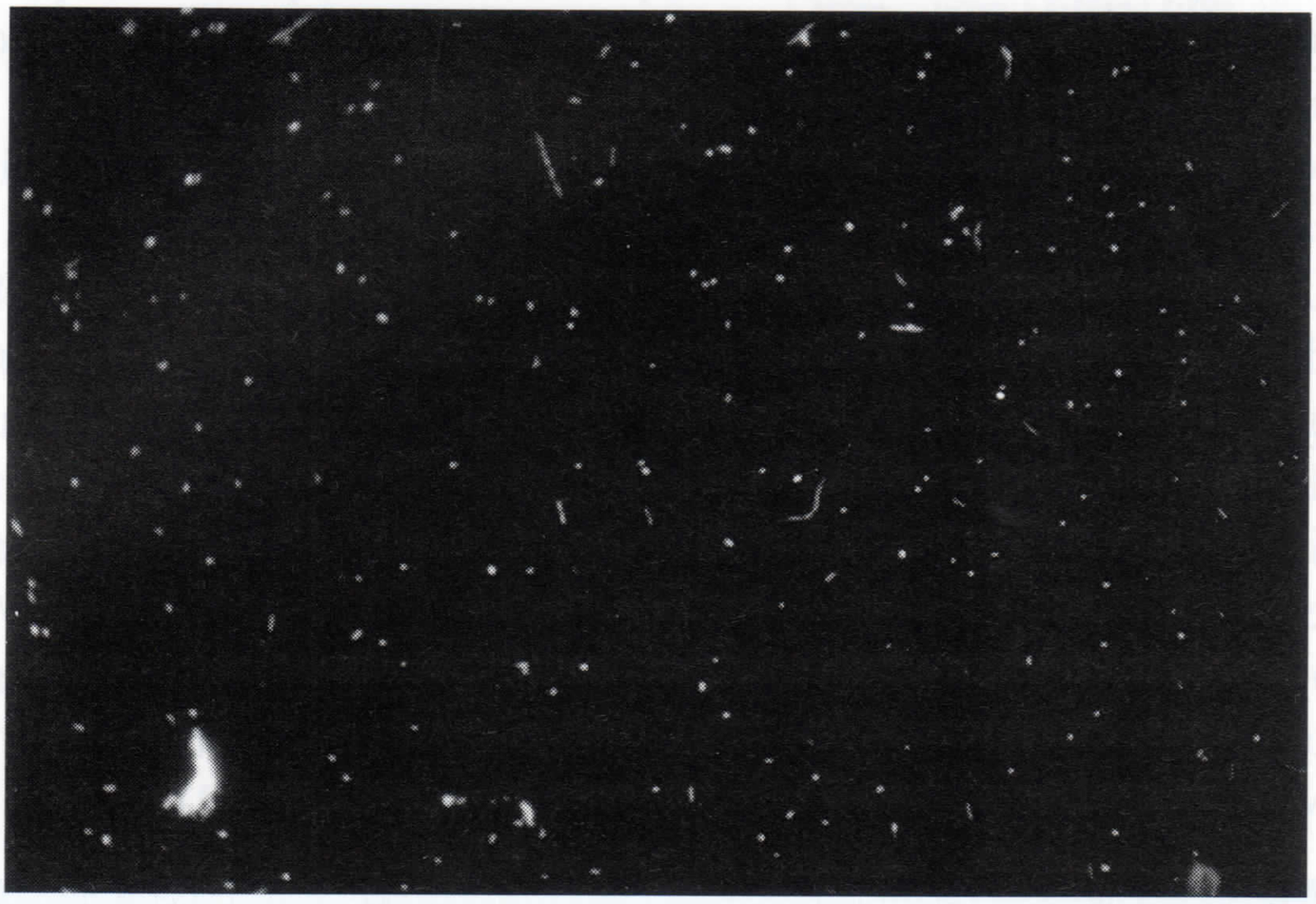


**Fig. 3** - Cellule picoplanctoniche colorate col DAPI, al microscopio ad epifluorescenza (x 10.000)

questi microorganismi e di calcolare teoricamente il volume da essi complessivamente occupato in un determinato ambiente (BRUNI *et al.*, 1989). La microscopia elettronica a trasmissione ha per altro contribuito allo studio ultrastrutturale soprattutto dell'apparato fotosintetico della componente autofluorescente del picoplancton (JOHNSON E SIEBURTH, 1982). Anche la citometria a flusso è stata impiegata con successo per la valutazione del numero e del volume dei microorganismi di tale classe dimensionale della comunità planctonica. Moderni analizzatori di immagini, applicati o ad un microscopio a fluorescenza (SIERACKI *et al.*, 1985) o a microscopi più

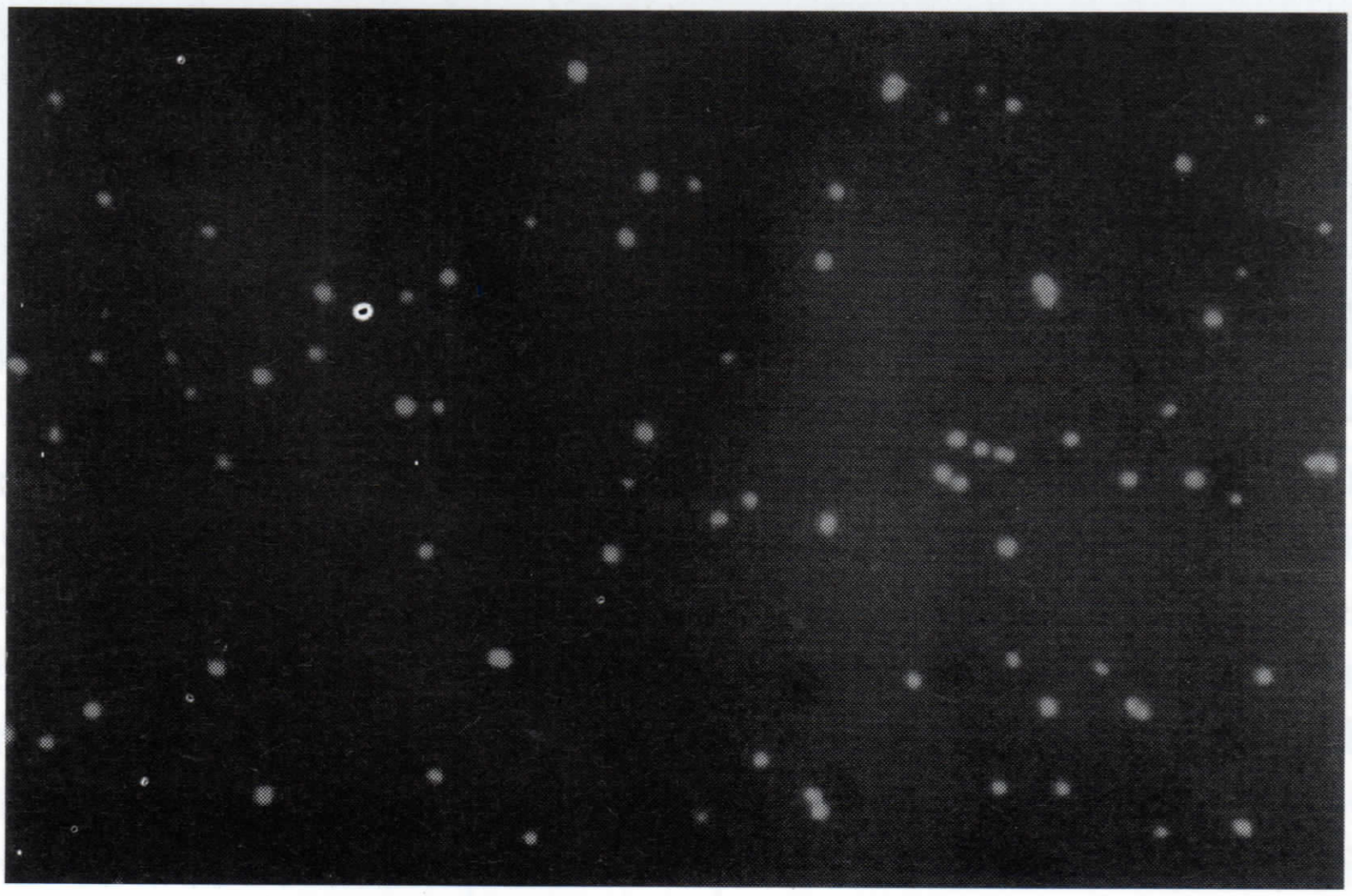


**Fig. 4** - Cellule picofitoplanctoniche autofluorescenti al microscopio ad epifluorescenza (x 10.000)

sofisticati, quali lo SLM (Scan Laser Microscopy), e collegati ad un sistema microcomputerizzato (KRAMBECK *et al.*, 1981), consentendo l'automatizzazione del conteggio, hanno reso facile la stima della biomassa e più veloce e completo uno screening di questa comunità planctonica.

La scoperta del picoplancton fotosintetico, ha portato, altresì, a rivedere alcune idee formulate sulla produzione primaria degli ambienti naturali acquatici ed ha aggiunto un aspetto fototrofico al quadro generale che era già emerso per il picoplancton, inteso inizialmente soprattutto come una frazione ben distinta della componente batterica eterotrofa, fortemente attiva e responsabile della degradazione e mineralizzazione della sostanza organica. Un aspetto finora poco studiato e che deve essere preso in considerazione per la sua importanza nel meccanismo di trasferimento di energia lungo la catena alimentare è che la comunità picoplanctonica rappresenta, inoltre, un'apprezzabile fonte di alimento a disposizione per lo zooplancton di piccolissime dimensioni (nanoplancton).

In questa rassegna sintetica la maggiore attenzione sarà rivolta soprattutto alla componente autotrofa del picoplancton e alla sua importanza nella economia degli ambienti acquatici in generale ed in particolare dei mari.

## *Picoplancton fotosintetico*

La notevole capacità fotosintetica della componente picoplanctonica ha portato numerosi ricercatori ad approfondire le conoscenze sulla tassonomia, sulla distribuzione e sull' ecofisiologia di tali organismi. Numerose indagini su questa tematica sono state intraprese solo dopo il 1979, quando contemporaneamente due scuole oceanografiche americane annunciarono di avere riscontrato che Cianobatteri coccoidi di dimensioni cellulari di circa 0,5 -1.0 x 1.0-2.0 μm erano distribuiti in grande quantità in tutti i mari e gli oceani esaminati (JOHNSON e SIEBURTH 1979; WATERBURY *et al.*, 1979). Negli anni seguenti è stato accertato che tali procarioti sono presenti, talvolta anche in quantità più elevate, in tutti gli ambienti acquatici. Bisogna, comunque, puntualizzare che numerosi ricercatori già in precedenza avevano segnalato la presenza di microorganismi fotosintetici delle dimensioni del picoplancton, senza procedere alla loro descrizione morfologica e alla caratterizzazione tassonomica.

Alla componente autotrofa del picoplancton, chiamata da LI *et al.*, (1983) "picoplancton autotrofo" e da FOGG (1986a) picofitoplancton, vengono ascritti i Cianobatteri, le Prasinoficee e le Cloroficee. Si tratta dunque di cellule sia procariotiche che eucariotiche, la cui caratteristica autofluorescenza le fa distinguere facilmente, al microscopio ad epifluorescenza, dalle altre componenti picoplanctoniche.

Nei mari, in genere, predomina la componente procariotica, rappresentata dai Cianobatteri. Tutti i Cianobatteri picoplanctonici finora identificati sono ascrivibili all'ordine delle *Chroococcales,* nel quale vengono incluse le specie unicellulari, che si dividono per scissione binaria ad angolo retto e che vengono comunemente chiamate Cianobatteri coccoidi (STOCKNER e ANTIA, 1986; WATERBURY *et al.,* 1986).

Una rassegna sintetica sui criteri di classificazione dei Cianobatteri a livello di generi e di specie è stata attuata da Hoffman nel 1988; nello stesso anno Kovacik ha arricchito le conoscenze sulle modalità di divisione delle Cianofite coccali e sulle loro capacità di crescere fotoeterotroficamente alla luce e anche di poter avere al buio un metabolismo chemioeterotrofo facoltativo, sebbene meno intenso di quello espletato in presenza di luce (RIPPKA, 1972; RIPPKA *et al.* 1979; WATERBURY *et al.,* 1986). Come hanno messo in evidenza CUHEL E WATERBURY (1984) tutti i ceppi di *Synechococcus* finora saggiati sono fotoautotrofi obbligati, anche se alcuni sono in grado di assimilare una varietà di composti organici. CRAIG (1987) ritiene che i piccoli Cianobatteri coccoidi sono capaci di competere con i batteri per la sostanza organica a bassa temperatura, come è stato da lui osservato mediante autoradiografia.

Per quanto riguarda la componente eucariotica del picoplancton, come riportato da FOGG (1986a), le conoscenze non sono molto avanzate.

Si riscontrano, infatti, notevoli difficoltà nel determinare quantitativamente l'abbondanza delle diverse specie di picoplanctonti con i comuni metodi di osservazione; in realtà l'osservazione microscopica, sia elettronica che ad epifluorescenza, consente solo di orientarsi tassonomicamente per grandi linee, mentre le tecniche colturali sono, come è noto, altamente selettive.

JOHNSON e SIEBURTH (1982) hanno ampliato le conoscenze sull' ultrastruttura delle diverse piccole cellule algali < 2 µm raccolte nel Nord Atlantico. THOMSEN (1986) ha riassunto le conoscenze più recenti sugli organismi eucariotici di piccolissime dimensioni del fitoplancton marino. Essi apparterrebbero alle Cloroficee, così come *Nannochloris* e *Chlorella* (secondo SHAPIRO e GUILLARD, 1986 da includere invece nelle Prasinoficee non squamose), alle Prasinoficee, come *Micromonas pusilla,* alle Primnesioficee (che comprendono i Coccolitoforidi), unitamente ad alcune piccolissime forme di Diatomee e di Dinoflagellati. SHAPIRO e GUILLARD (1986) hanno messo a punto le attuali conoscenze sulla distribuzione, abbondanza ed ecofisiologia dei fitoplanctonti di piccolissime dimensioni del biota marino, (nanoplancton e picoplancton). Essi si sono occupati soprattutto dell' ultraplancton eucariotico fotosintetico che produce ossigeno, sottolineando però che esiste anche una controparte eucariotica capace di metabolismo eterotrofo di uguale importanza, in termini di biomassa, di cui poco è noto riguardo alla fisiologia ed ecologia (DAVIS *et al.*,1985).

*Distribuzione ed ecofisiologia*

La distribuzione spazio-temporale degli organismi picofitoplanctonici appare influenzata più che da singoli fattori biotici e abiotici dall'interazione degli stessi. ZEVENBOOM (1986) sottolinea l'opportunità e l'utilità di effettuare studi in laboratorio per conoscere la strategia d'adattamento fisiologico degli organismi fitoplanctonici che portano a differenti fenotipi di una data specie negli ambienti naturali.

Come accennato in precedenza, la popolazione picofitoplanctonica è stata riscontrata in tutte le acque del mondo, dolci o salate che siano, (WATSON, 1978; EPPLEY *et al.*, 1979; JOHNSON e SIEBURTH, 1979; KREMPIN e SULLIVAN, 1981; WATERBURY e STANIER, 1981; EGAN e FLOODGATE, 1982; JOHNSON e SIEBURTH, 1982; BIENFANG e TAKAHASHI, 1983; EXTON *et al.*, 1983 JOINT e POMROY, 1983; Li *et al.*, 1983; CARON, 1983; CRAIG, 1984, 1987; GLOVER *et al.*, 1985a; MURPHY e HAUGEN, 1985; SMITH *et al.*, 1985; GLOVER *et al.*, 1986a; EL HAG e FOGG, 1986; STOCKNER e ANTIA, 1986; BRUNI *et al.*, 1987 WEBER e EL - SAYED 1987; ACOSTA e MAUGERI, 1988; BRUNI *et al.*, 1989; ACOSTA *et al.*, 1989). La sua densità cellulare in mare si aggira intorno a valori di $10^3$ - $10^5$ $ml^{-1}$ con la frazione cianobatterica che predomina su quella algale eucariotica. Nelle acque dolci il picofitoplancton è presente in genere in una concentrazione maggiore di un ordine di grandezza rispetto a quella dei mari e con la predominanza tra i Cianobatteri di ceppi appartenenti al genere *Synechococcus.*

La densità della componente autotrofa del picoplancton, come riferito da FOGG (1986a), è risultata solo qualche volta elevata nelle acque eutrofiche, in quanto questi organismi sembrano mostrare, in genere, preferenza per le acque oligotrofiche. MOMMAERTS (1973) e REID (1983) avevano già notato che nella popolazione fitoplanctonica totale le forme più piccole predominano quantitativamente e che nelle acque di mare aperto esse aumentano di solito dalla costa verso il largo.

Nelle acque dolci la quantità relativa della componente eucariotica del picofitoplancton è in genere più elevata; essa, inoltre, varia anche in relazione al grado di trofia dell'ambiente (PRIDDLE e HAPPEY-WOOD, 1983).

Per quanto concerne la distribuzione verticale, come riportato da Fogg (1986 *a* e 1986 *b),* nello strato eufotico di zone che presentano turbolenza la distribuzione picoplanctonica è pressocché uniforme in tutta la colonna d'acqua. In acque ben stratificate questa componente raggiunge il massimo vicino al termoclino ed al limite della zona eufotica. Ciò molto probabilmente per esigenze fisiologiche e non perché si accumulino per effetto della sedimentazione.

Fattore determinante della distribuzione verticale del picoplancton è la luce (PLATT *et al.*, 1983 a, b; MURPHY e HAUGEN, 1985; GLOVER *et al.*, 1986a;

PREZELIN *et al.*, 1987); la frazione dei procarioti, infatti, è più abbondante alle profondità alle quali il livello di irradianza è circa l'1% di quella incidente in superficie, la frazione degli eucarioti più in basso in corrispondenza dello 0.5% di irradianza. Come riferito da FOGG (1986 *b)*, i Cianobatteri in coltura presentano un basso punto di compensazione e tassi di massima crescita pari a 0.5, 2 raddoppi per giorno a 20-25°C e a circa 50 $\mu E M^{-2} S^{-1}$ con saturazione fotosintetica a circa 100 $\mu E M^{-2} S^{-1}$.

Particolare importanza è stata attribuita ai pigmenti accessori delle cellule picofitoplanctoniche (BARLOW e ALBERTE, 1985; WOOD, 1985; MURPHY e HAUGEN, 1985; GLOVER *et al.,* 1986b).

La possibilità e il vantaggio di utilizzare la citometria a flusso abbinata con gli spettri di fluorescenza *in vivo* per lo studio *in situ* delle popolazioni fotosintetiche sono stati descritti da OLSON *et al.* (1985). Già nel 1979 YENTSCH e YENTSCH avevano messo a punto le tecniche per adoperare le specifiche eccitazioni ed emissioni di luce fluorescente dei pigmenti algali. Essi sottolineavano l'importanza di misurare oltre alla clorofilla *a* anche i pigmenti accessori per un monitoraggio in continuo delle popolazioni algali. LAZZARA (1983-84) e LAZZARA e INNAMORATI (1985) hanno riscontrato, con l'impiego delle suddette metodiche, una buona corrispondenza tra la struttura degli spettri di eccitazione e la composizione tassonomica e in pigmenti dei popolamenti fitoplanctonici dell'Alto Adriatico.

La sintesi dei pigmenti accessori che intervengono nei meccanismi di fotoadattamento verrebbe anche favorita da una maggiore disponibilità dei nutrienti, che provengono dagli strati più profondi. Secondo HERBLAND e LE BOUTEILLER (1981) e HERBLAND *et al.,* (1985) il nitroclino più che il termoclino è il fattore determinante nella distribuzione verticale. Infatti tali AA. hanno dimostrato nell'Atlantico equatoriale che gli organismi fitoplanctonici inferiori ad un micron raggiungevano un massimo di densità alle profondità in cui la concentrazione di nitrato cominciava ad aumentare, mentre in superficie, dove il nitrato si presentava in abbondanza, il picofitoplancton diminuiva. Ciò confermerebbe l'indipendenza di questi organismi dalla concentrazione dei composti azotati e la scarsa correlazione con i blooms fitoplanctonici, che si osservano nelle acque eutrofiche (EL HAG e FOGG, 1986).

I Cianobatteri comunque sembra che riescano a superare lunghi periodi di carenze di azoto, grazie alla loro capacità di accumulare tale elemento dentro la cellula nelle ficobiliproteine (GLOVER *et al.*, a, b 1986).

Secondo quanto sostenuto da BARLOW e ALBERTE nel 1985, sembra, altresì, che la ficoeritrina contenuta in ceppi di *Synechococcus,* pur presentando fluorescenza *in vivo,* non faccia parte del sistema fotosintetico. Gli stessi Autori sostengono che questo pigmento costituisca un centro di riserva di azoto ammoniacale. Di recente è stato provato che un ceppo di *Synechococcus* marino è

in grado di fissare, come i Cianobatteri filamentosi, l'azoto molecolare (WATERBURY *et al.*, 1986).

Per quanto concerne l'andamento stagionale, nelle acque tropicali il picofitoplancton non presenta sensibili variazioni durante l'anno (WATERBURY *et al.* 1986); nelle zone polari la sua concentrazione, nel periodo estivo, può raggiungere valori pari a $10^3$ cell.$ml^{-1}$ (SMITH *et al.*, 1985). Nei mari temperati sembrerebbe che la popolazione relativa ai Cianobatteri picoplanctonici sia soggetta ad un ciclo stagionale, che può venire alterato se si verificano apporti di acqua dolce (FOGG, 1986a). Ciò sarebbe a favore di una stretta correlazione tra la temperatura ed i picofitoplanctonti, che raggiungerebbero il massimo della densità nella tarda estate. Il ciclo stagionale di questa comunità appare diverso, pertanto, da quello del fitoplancton di dimensioni più grandi.

Sulla distribuzione della componente autotrofa del picoplancton nel Mediterraneo sono stati eseguiti primi studi da MAGAZZU' *et al.* (1985, 1989) nelle acque dello Stretto di Messina. La concentrazione media osservata è stata di $10^6$ cell.$l^{-1}$, con un'attività nella assimilazione del carbonio pari in media al 47% dell'intera produzione primaria.

AZOV (1986), in due stazioni al largo della costa di Israele, ha riscontrato che la produzione primaria imputabile alla frazione picoplanctonica < 3 µm era predominante in estate ed in autunno nella stazione neritica, mentre si manteneva costante durante tutto l'anno nella stazione al largo. La frazione < 3 µm studiata da questo Autore era responsabile del 62% della produzione totale.

Ulteriori indagini sulla presenza e distribuzione in superficie del picofitoplancton nei mari Italiani (BRUNI *et al.*, 1989) hanno dimostrato che la densità cellulare di questa componente si aggira tra $10^5$ e $10^6$ cell.$l^{-1}$.

Concentrazioni più elevate di picofitoplancton si possono riscontrare nei laghi salmastri; nel lago di Faro (ACOSTA *et al.*, 1988) in particolare, è stato riscontrato nel 1986 che la concentrazione ascrivibile ai Cianobatteri variava da un minimo di 4,3 x $10^5$ cell.$l^{-1}$ nel mese di marzo, ad un massimo di 3.3 x $10^7$ cell.$l^{-1}$ a luglio a 5 m di profondità. Il contributo di questa componente alla produzione primaria era pari al 38%.

Nel lago Bagno dell'Acqua di origine vulcanica nell'isola di Pantelleria (BRUNI *et al.*, 1988) sono stati riscontrati valori di picofitoplancton da $10^6$ a $10^7$ cell.$l^{-1}$, con una predominanza di cellule eucariotiche. Nello stagno salmastro di Lingua, sito nell'isola di Salina (Eolie), nel luglio 1988 è stato riscontrato un bloom monospecifico di piccolissime forme eucariotiche < 2 µm che autofluorescono in verde, con densità dell'ordine di $10^2$ cell.$l^{-1}$ (osservazioni degli A.A.).

*Contributo alla produzione primaria*

L'uso di moderne metodiche per la stima della produzione primaria negli ambienti acquatici e l'introduzione della filtrazione frazionata su membrane di policarbonato, che ha reso possibile dividere in categorie dimensionali il plancton, hanno messo in evidenza il contributo del picoplancton autotrofo ed eterotrofo sia alla produzione totale sia alla biomassa negli ecosistemi marini e d'acqua dolce.

Sin dai primi anni del 1960, come riferiscono STOCKNER e ANTIA (1986) e Fogg (1986a), era stata intuita l'importanza degli organismi di piccole dimensioni (< 5 µm) nella produzione primaria ed era stata sottolineata la necessità di intraprendere studi dettagliati su tali frazioni dimensionali del fitoplancton.

A partire dal 1983 il contributo del picoplancton autotrofo al bilancio totale del carbonio negli oceani e nei mari di tutto il mondo (WATERBURY *et al.*, 1986) è stato stabilito in modo chiaro e definito con studi nel Pacifico tropicale e subtropicale (LI *et al.*, 1983, BIENFANG e TAKAHASHI, 1983; LAWS *et al.*, 1984), nel Pacifico centrale (ITURRIAGA e MITCHELL, 1986), nelle aree costiere atlantiche (DOUGLAS, 1984), nell'Atlantico tropicale (PLATT *et al.:* 1983a, b; GLOVER *et al.*, 1985 a, b) nel Mar Celtico (JOINT e POMROY, 1983; JOINT, 1986), nell'Oceano Artico (SMITH *et al.*, 1985), nel Mar Mediterraneo (BERMAN *et al.*, 1984; AZOV, 1986; MAGAZZU' *et al.*, 1985; MAGAZZU' *et al.*, 1987) nelle acque costiere del Giappone (TAKAHASHI *et al.*, 1985), della California (PUTT e PREZELIN, 1985), del Madagascar (MAGAZZU' *et al.*, 1984; MAGAZZU' e HULL; 1985).

Anche negli ambienti lacustri l'incidenza della componente picoplanctonica sulla produzione totale di C è stata dimostrata da diversi Autori, come riportato in STOCKNER e ANTIA (1986).

Nei mari in genere, il picoplancton contribuisce alla produzione primaria con valori percentuali che variano dall'1 al 90%, e che sono più elevati nelle acque maggiormente oligotrofiche. Le stime della biomassa algale corrispondente a tale frazione dimensionale appaiono meno variabili, con valori che oscillano tra 0.05 e 1 mg Chl.$m^{-3}$ e che contribuiscono dall'1 al 90% della biomassa totale. I numeri Chl di assimilazione pubblicati (milligrammi di C per milligrammi di clorofilla per ora) relativi al picoplancton, risultano elevati (0,3 - 14,5) ed indicativi di un rapido turnover di carbonio per unità di clorofilla (STOCKNER e ANTIA, 1986).

Le poche misure dei tassi di crescita specifica µ. come riportato da PUTT e PREZELIN (1985) e STOCKNER e ANTIA (1986) hanno dato valori che oscillano tra 0,15 e 8,9 raddoppi per giorno, più elevati nelle regioni neritiche e di upwelling che in quelle oceaniche tropicali e subtropicali (LI *et al.*, 1983; LANDRY *et al.*, 1984).

Nelle acque dolci i tassi di produzione relativi all'assimilazione del C da parte del picoplancton sono risultati variare da 0,1 a 7 mg di $Cm^{-3}$ $.h^{-1}$ e rappresentano

dal 16 al 70% della produzione totale. La biomassa del picoplancton autotrofo, espressa come clorofilla *a*, rende conto dal 6 al 43% della clorofilla totale, oscillando dallo 0,29 a 1 mg Chl. $nr^3$. Generalmente, sia negli ecosistemi marini che in quelli di acqua dolce, il contributo del picoplancton alla produzione primaria tende ad aumentare con la profondità in relazione, come già detto, alla maggiore efficienza dei fotopigmenti ad utilizzare la luce blu-verde e le più basse intensità luminose (1-0,5%).

Per quanto riguarda i mari Italiani, MAGAZZU' *et al.* (1989) hanno riscontrato, in sei aree costiere e del largo, che il contributo della frazione autotrofa del picoplancton sul tasso totale di assimilazione del C è mediamente del 65%, con la percentuale più bassa (38%) riscontrata in una laguna salmastra e la più alta (82%) nel Canale di Sicilia. La frazione minore di 1 µm, ascrivibile ai Cianobatteri, sarebbe responsabile del 52% della produzione totale, mentre quella superiore ad 1 µm, ma inferiore a 2 µm, di circa il 13%. Inoltre, anche nei mari Italiani il tasso di assimilazione del picoplancton è più rilevante nelle acque del largo che in quelle costiere.

*Picoplancton eterotrofo*

L'insieme dei microorganismi eterotrofi, < 2 µm che nell'ambiente acquatico vivono in sospensione liberi e non associati in particelle, costituisce il picoplancton eterotrofo. Con l'impiego della filtrazione frazionata e della microscopia ad epifluorescenza, previa colorazione con fluorocromi, (HOBBIE *et al.*, 1977; PORTER e FEIG, 1980), è stato possibile valutare che negli ambienti naturali la concentrazione del picoplancton totale è pari a $10^6$ cellule $m^{-1}$, più o meno un ordine di grandezza, a secondo della latitudine, lo stato trofico e la salinità dell'ambiente. Recenti ricerche (BRUNI *et al.*, 1989) hanno preso in considerazione tale popolazione nei mari Italiani mettendo in evidenza densità dello stesso valore di grandezza degli altri mari del mondo.

Per quanto riguarda lo stato vitale e le attività metaboliche, di recente sono state condotte ricerche (FOGG, 1986 b) che hanno dimostrato che, *in situ* e in condizioni favorevoli, il batterioplancton è in grado di svilupparsi rapidamente e di avere un'elevata produzione. L'attività eterotrofica è stata indagata su substrati marcati e di provenienza sia autoctona sia alloctona.

LANCELOT e BILLEN (1984), seguendo nel Mare del Nord contemporaneamente il rilascio extracellulare di prodotti del fitoplancton e l'utilizzazione di monosaccaridi, di aminoacidi, di glicollato e l'incorporazione di timidina nel DNA da parte dei batteri, prima e dopo il bloom primaverile, hanno riscontrato una correlazione positiva tra produzione primaria e produzione

secondaria batterica. Substrati utili per la produzione batterica verrebbero altresì liberati dallo zooplancton, sia durante il grazing sia per escrezione. JOINT e MORRIS (1982) hanno calcolato che gli erbivori del mesoplancton liberano sotto forma di sostanza organica disciolta circa il 27% del fitoplancton che ingeriscono, mentre i carnivori fino a circa il 50% della quantità predata.

NEWEL *et al.* (1981) hanno trovato che l'incremento del numero dei batteri in sospensione liberi nell'acqua, che utilizzavano i detriti derivati dall'ingestione di dinoflagellati e diatomee, veniva subito seguito da quello dei flagellati. Ciò dimostrerebbe che esiste una relazione diretta a livello microbico tra preda e predatore, rilascio dei nutrienti ed attività eterotrofica.

Si ritiene che in genere gli organismi si nutrono di particelle, viventi o morte, di un ordine di grandezza minore di loro. In considerazione di ciò i predatori del picoplancton vanno ricercati nel nanoplancton, le cui dimensioni sono comprese tra 2 e 20 µm (FOGG, 1986 a e b). Predatori molto voraci ed attivi sia di batteri che di picofitoplancton sembrano essere soprattutto i flagellati appartenenti a tale classe dimensionale. In effetti ancora poco è noto sulla tassonomia di tali protozooplanctonti e sulla loro distribuzione negli ambienti acquatici, sia marini che d'acqua dolce, ma in base alle attuali conoscenze essi risultano costantemente presenti nella biocenosi planctonica in concentrazioni che sono all' incirca 1/1000 di quelle batteriche, in acque sia oligotrofiche che eutrofiche. Ricerche di laboratorio come pure osservazioni in mare e nei laghi, fanno supporre che le popolazioni naturali di flagellati consumino i batteri in quantità pari a quelle della stessa produzione batterica (FOGG, 1986a).

*La microlitrosfera e il ruolo del picoplancton nell'ecosistema pelagico.*

Gli organismi appartenenti al picoplancton e all'ultraplancton costituirebbero negli ambienti acquatici quella comunità che SIEBURTH e DAVIS (1982) hanno chiamato "microlitrosfera". Tale comunità ha delle caratteristiche ben definite che si riscontrano costantemente in tutti gli ambienti: in acque salate o dolci, tropicali o temperate, oligotrofiche o eutrofiche. In essa i batteri eterotrofi, il picofitoplancton e i nanoflagellati si trovano quasi sempre e in ogni tipo di ambiente in concentrazioni cellulari rispettivamente di $10^6$, $10^4$ e $10^3$ $ml^{-1}$, con un rapporto tra la biomassa batterica e quella del picofitoplancton pari a circa 20:1. Tale microlitrosfera rappresenterebbe in effetti una comunità altamente dinamica e, secondo FOGG (1986 a e 1986 b), capace più o meno di autoregolazione, nella quale la densità di popolazione, sia dei microorganismi autotrofi che eterotrofi, verrebbe determinata dal bilancio tra i loro specifici tassi di crescita e il loro consumo da parte dei predatori. L'efficacia del grazing risulterebbe d'altra parte

funzione della densità di popolazione della preda e della velocità di nuoto e del tasso di crescita dei predatori. DAVIS e SIEBURTH (1984) hanno dimostrato che i flagellati isolati da acque costiere e del largo sono in grado di predare i batteri alle concentrazioni alle quali si trovano nel plancton. Secondo quanto riferito da FOGG (1986 b) i ciliati non sarebbero adattati a catturare particelle di diametro inferiore a 1 o 2 µm. Nei mari, quindi, tali protozooplanctonti non utilizzerebbero quasi mai batteri liberi, ma vivrebbero cibandosi di flagellati, nanoplancton e aggregati batterici, e, a loro volta, verrebbero mangiati da una grande varietà di organismi appartenenti al mesoplancton.

In conclusione, le recenti conoscenze sul picoplancton e sui rapporti trofici all'interno della microlitrosfera hanno portato, come conseguenza, a considerare con particolare riguardo nuovi aspetti del ruolo dei microorganismi negli ecosistemi pelagici. Infatti, sino a circa una decina di anni fa l'attenzione dei microbiologi marini era rivolta quasi esclusivamente allo studio della capacità dei microorganismi di degradare e mineralizzare la sostanza organica particellata o disciolta, fornendo gli elementi biogeni essenziali sotto forma di composti inorganici facilmente utilizzabili da parte degli organismi fotosintetici, appartenenti al classico fitoplancton da retino. La scoperta dei Cianobatteri coccoidi e della componente algale eucariotica del picoplancton ha in effetti aggiunto un aspetto fototrofico di notevole importanza al ruolo svolto dai microorganismi acquatici. Già nel 1975 GENOVESE e BRUNI avevano tenuto a sottolineare l'importanza delle indagini portate al livello microbiologico per trarre un bilancio più esatto sulla produttività di un ambiente acquatico.

Recenti ricerche hanno portato, inoltre, ad ipotizzare che si verifica nell'ecosistema pelagico una catena alimentare corta ed essenziale nella sua composizione. I batteri ed altri microorganismi possono, infatti, rappresentare la principale fonte di nutrimento per una varietà di organismi, intensamente attivi, appartenenti al protozooplancton, che interverrebbero intensamente, attraverso i processi alimentari e di escrezione, nella mineralizzazione della sostanza organica e che sarebbero, pertanto, capaci di trasferire direttamente e velocemente il carbonio presente nella categoria dimensionale del picoplancton a quella del nanoplancton. In definitiva i vari componenti della microlitrosfera costituirebbero una comunità planctonica fondamentale ed ubiquitaria, sulla quale si può sovrapporre e con la quale può stabilire interrelazioni la comunità delle forme planctoniche più grandi, quando le condizioni ambientali lo consentirebbero.

Tali interrelazioni dovranno essere ulteriormente studiate, al fine di comprendere appieno quanta dell'energia catturata a livello del fitopicoplancton si inserisce nella catena e giunge ai livelli trofici superiori.

**Summary**

*Present knowledge of the ecology and physiology of the acquatic microbial component - picoplankton - was reviewed. This term defines the whole of the planktonic organisms, found both in marine ecosystems and fresh water ecosystem, capable of passing through filters with 2 µm diameter pores but not those with 0.2* Jim *pores.*

*Such dimensions comprise bacteria, whether heterotrophic or photo and chemio-autotrophic, Cyanobacteria, small eucaryotic algae, fungi, small protozoa, spores and gametes of higher organisms belonging to the animal and vegetable world.*

*Particular attention was paid to the autotrophic component of picoplankton (picophytoplankton), first brought to light at the end the 1970's. The discovery of the photosynthetic cells, containing chlorophyll and of such dimensions (0,2 - 2 µm) has, at world level, notably increased the research designed to further knowledge of the taxonomy, distribution, abundance and ecological role in the food wels of aquatic ecosystems. This autotrophic component made up of coccoid Cyanobacteria and small eucaryotic algae, has major development and photosynthetic activity at low light intensity (1% light). The picophytoplankton contribution to primary production has been notable in the various aquatic environments studied, emphasizing the ecological importance of the micro-organisms of sizes between 2 and 0,2 µm, not only as decomposers but also as producers of organic matter in the marine ecosystems.*

**Bibliografia**

ACOSTA POMAR M.L.C., BRUNI V., DECEMBRINI F., GIUFFRÉ G., MAUGERI T. L.- (1988) - Distribution and activity of the picophytoplankton in a brackish environment. In: Progress in Oceanography. Ed. E.B. Gareth Jones and D. J. Miller. 21, 23-33.

ACOSTA POMAR M.L. C., MAUGERI T. L. (1988) - Distribuzione del Picoplancton - totale e fotosintetico - in due Aree del Mediterraneo. XX Congresso SIBM, Vibo Valentia, 19 -24 settembre 1988. Riassunti, p. 50.

AZOV Y. (1986) - Seasonal patterns of phytoplankton productivity and abundance in nearshore oligotrophic waters of the levant Basin (Mediterranean) /. *Plankton. Res. 8,* 41-53.

BARLOW R. G., ALBERTE R. S. (1985) - Photosynthetic characteristics phycoerythrin - containing marine *Synechococcus spp.* I. Responses to growth photon lux density. *Mar. Biol.* 86, 63-74.

BERMAN T. Y., AZOV Y., TOWNSEND D. (1984) - Understanding oligotrophic oceans. Can the eastern Mediterranean be a useful model? In: O. Holm-Hansen, L. Bolis and R. Gilles Eds. Marine phytoplankton and productivity: lecture notes on coastal and estuarine studies. Vol. 8, Springer-Verlag, Berlin. pp. 101-112.

BIEFANG P. K., TAKAHASHI M. (1983) - Ultraplankton growth rates in a subtropical ecosystem. *Mar. Biol.* 26, 213-218.

BRUNI V., ACOSTA POMAR M. L. C., GIUFFRÉ G. (1988) - Indagini preliminari nel lago salmastro Bagno dell'Acqua (Lago di Venere) - (Isola di Pantelleria - Sicilia). *Boll. Ist. Idrografico.* In corso di stampa.

BRUNI V., MAGAZZU' G., MAUGERI T. L., ACOSTA POMAR L., DECEMBRINI F. (1989) - Ulteriori indagini sul picofitoplancton dei mari Italiani. S.IT.E. Atti, 7, 101-105.

CARON D. A. (1983) - Technique for enumeration of heterotrophic and phototrophic nanoplankton, using epifluorescence microscopy, and comparison with other procedures. *Appl. Environ. Microbiol.* 46, 491-498.

CRAIG S. R. (1984) - Productivity of algal picoplankton in small meromictic lake. *Verh. Int. Ver. Limnol.* 22, 351-354.

CRAIG S. R. (1987) - The distribution and contribution of picoplankton to deep photosynthetic layers in some meromictic lakes. In: Ecology of photosynthetic procaryotes with special reference to meromictic lakes and coastal lagoons Lindholm T. Ed. Acta Academiae Aboensis, 47, 55-81.

CUHEL R. L. E WATERBURY J. B. (1984) - Biochemical composition and short term nutrient incorporation patterns in a unicellular marine cyanobacterium Synechococcus (WH 7803). *Limnol. Oceanogr.,* 29, 370-377.

DAVIS P. G., CARON D. A., JOHNSON P. W., SIEBURTH J. McN. (1985) - Phototrophic and apochlorotic components of picoplankton and nanoplankton in the North Atlantic: geographic, vertical, seasonal and diel distributions. *Mar Ecol. Prog. Ser.* 21, 15-26.

DAVIS P. G. e SIEBURTH J. McN. (1984). - Estuarine and oceanic microflagellate predation of actively growing bacteria: estimation by frequency of dividing - divided bacteria. *Mar Ecol. Prog. Ser. 19,* 237-246.

DOUGLAS D. J. (1984) - Microautoradiography based enumeration of photosynthetic picoplankton with estimates of carbon-specific growth rates. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 14, 223-228.

EGAN B. e FLOODGATE G. D. (1982) - Bacterial biomass at sea water discontinuities. Bacteriologie marine, Marseille, 17-19. May 1982. Editions du CNRS, Paris, 1984.

EL HAG A. G. D. e FOGG. G. E. (1986) - The distribution of coccoid blue-green algae (Cyanobacteria) in the Menai Straits and the Irish Sea. *Br. Phycol. J. 21,* 45-54.

EPPLEY R. W., RENGER E. H. e HARRISON W. G., (1979) - Nitrate and phytoplankton production in southern California coastal waters. *Limnol. Oceanogr. 24,* 483-494.

EXTON R. J., HOUGHTON E. W., ESAIAS W., HAAS L. W. e HAYWARD D. (1983) - Spectral differences and temporal stability of phycoerythrin fluorescence in estuarine and coastal waters due to domination of labile cryptophytes and stabile Cyanobacteria. *Limnol. Oceanogr.* 28, 1225-1231.

FERGUSON R. L., BUCKLEY E. N., PALUMBO A.V. (1984) - Response of marine bacterioplankton to differential filtration and confinement. *Appl. Environ. Microbiol.* 47, 49-55.

FOGG G. E. (1986a) - Picoplankton. *Proc. R. Soc. Lond. B 228,* 1-30.

FOGG G. E. (1986b) - Picoplankton. Proc. IVISME, pp. 96-100.

GENOVESE S., BRUNI V (1975) - Attività microbica mineralizzante nel lago di Faro. *Boll. Pesca Piscic. Idrobiol.,* 30, 39-56.

GLOVER H. E., PHINNEY D. A., YENTSCH C. S. (1985a) - Photosynthetic characteristics of picoplankton compared with those of larger phytoplankton populations, in various water masses in the Gulf of Maine. *Biol. Oceanogr. 3,* 223-248.

GLOVER H. E., CAMPBELL L., PREZELIN B. B. (1986a) - Contribution of *Synechococcus* spp. to size-fractioned primary productivity in three water masses in the Northwest Atlantic Ocean. *Mar. biol,* 91, 193-203.

GLOVER H. E., KELLER M. D., GUILLARD R. R. L. (1986b) - Light quality and oceanic ultraphytoplankters. *Nature (Lond)* 319, 142-143.

HERBLAND A., LE BOUTEILLER A. (1981) - The size distribution of phytoplankton and particulate organic in the equatorial Atlantic Ocean: Importance of ultraseston and consequences. *J. Plankton Res.* 3, 659-673.

HERBLAND A., LE BOUTEILLER A., RAIMBAULT P. (1985) - Size structure of phytoplankton biomass in the equatorial Atlantic Ocean. *Deep Sea Res.* 32, 819 -836.

HOBBIE J. E. R., DALEY R. J., JASPER S. (1977) - Use of nuclepore filters for counting bacteria by fluorescence microscopy. *Appl. Environ. Microbiol.* 33, 1225-1228.

HOFFMAN L. (1988) - Criteria for the classification of blue-green algae (Cyanobacteria) at the genus and at the species level. *Arch. Hydrobiol. Suppl.* 80, 131-139.

ITURRIAGA R. E MITCHELL B. G. (1986) - Chroococcoid Cyanobacteria: a significant component with food webs dynamics of the open Ocean. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 28, 291-297.

JOHNSON P. W., SIEBURTH J. McN. (1979) - Chroococcoid Cyanobacteria in the sea: A ubiquitous and diverse phototrophic biomass. *Limnol. Oceanogr.* 24, 928-935.

JOHNSON P. W., SIEBURTH J. McN. (1982) - *In situ* morphology and occurrence of eucaryotic phototrophs of bacterial size in the picoplankton of estuarine and Oceanic waters. *J. Phycol.* 18, 318-327.

JOHNSON P. W., WANGERSKY P. J. (1985) - Seawater filtration: Particle flow and impaction considerations. *Limnol. Oceanogr.* 30, 966-971.

JOINT I. R. (1986) - Physiological ecology of picoplankton in various Oceanographic provinces. In: photosynthetic picoplankton. Platt. T. and K. W. Li (Ed.). *Can. Bull. Fish. Acquat., Sci.* 214, pp. 501-520.

JOINT I. R., MORRIS R. J. (1982) - The role of bacteria in the turnover of organic matter in the sea. *Oceanogr. Mar. Biol. Annu. Rev.* 20, 65-118.

JOINT I. R., POMROY A. J. (1983) - Production of picoplankton and small nanoplankton in the Celtic Sea. *Mar. Biol.* 77, 19-27.

KIRK J. T. O. (1986) - Optical proprieties of picoplankton suspensions. In: Photosynthetic *Picoplankton.* Platt T. and W. K. W. Li *Ed. Can. Bull. Fish. Aquat., Sci.* 214, pp. 501-520.

KOVACIK L. (1988) - Cell division in simple coccal cyanophytes. *Arch. Hydrobiol. Suppl.* 80, 149-190.

KRAMBECK C., KRAMBECK H. J., OVERBECK J. (1981) -Microcomputer-assisted biomass determination of plankton bacteria on scanning electron micrographs. *Appl. Environ. Microbiol.,* 42, 142-149.

KREMPIN D. W., SULLIVAN C. W. (1981) - The seasonal abundance, vertical distribution, and relative microbial biomass of Chroococcoid Cyanobacteria at a station in southern California coastal waters. *Can. J. Microbiol.* 27, 1341-1344.

LANCELOT C., BILLEN G. (1984) - Activity of heterotrophic bacteria and its coupling to primary production during the spring phytoplankton bloom in the southern bight of the North Sea. *Limnol. Oceanogr.* 29, 721-730.

LANDRY M. R., HAAS L. W., FAGERNESS V. L. (1984) - Dynamics of microbial plankton communities: experiments in Kaneohe Bay. Hawaii. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 16, 127-133.

LAWS E. A., REDALJE D. G., HAAS L. W., BIENFANG P. K., EPPLEY R. W., HARRISON W. G., KAARL D. M., MARRA J. (1984) - High phytoplankton growth and production rates in oligotrophic Hawaiian coastal waters. *Limnol. Oceanogr.* 29, 1161-1169.

LAZZARA L. (1983-84) - La presenza delle ficobiline nel fitoplancton dell'Oceano Atlantico. *Nova Thalassia* 6, 479-488.

LAZZARA L., INNAMORATI M. (1985) - Spectre de fluorescence in vivo et composition des peuplements phytoplanctoniques en Adriatique septentrionale. *Rapp. Comm. Int. Mer Médit.* 29, 111-114.

LI W. K. W., SUBBA RAO D. V., HARRISON W. G., SMITH J. C., CULLEN J. J., IRWIN B., PLATT T. (1983) - Autotrophic picoplankton in the Tropical Ocean. *Science.* 219, 292-295.

MAGAZZU' G., ANGOT M., Randrianasolonjanahary H. (1984) - Primi dati sull'attività fotosintetica del picoplancton nelle acque tropicali dell'Oceano Indiano (Nosy - Be, Madagascar) *Mem. Biol. Mar. Oceanogr.* 14, 5-15.

MAGAZZU' G., BRUNI V., DECEMBRINI F., PANELLA S. (1989) - la produzione primaria del picoplancton fotosintetio nei mari Italiani. *Oebalia 15, 1, N. S:* 463-478.

MAGAZZU' G., BRUNI V., PICCIONE A., PLATT T., IRWIN B., SUBBA RAO D. V. (1987) - Picoplankton: contribution to phytoplankton production in the Strait of Messina. *Marine Ecology,* 5, 21-31.

MAGAZZU' G., BRUNI V., PLATT T., ANDREOLI C. (1985) - Prime informazioni sulla presenza ed attività fotosintetica del picoplancton nel Mar Mediterraneo: Stretto di Messina. S.I.T.E. *Atti* 5, 187-194.

MAGAZZU' G., HULL V. (1985) - Picoplankton contribution to the primary production in the NW Coast of Madagascar (Monzambico Channel) *Mem. Biol. Mar. Oceanogr.* 15, 207-222.

MOMMAERTS J. P. (1973) - The relative importance of nanoplankton in the North Sea primary productivity. *Br. phycol. J.* 8, 13-20.

NEWELL R. C., LUCAS M. I., LINLEY E. A. S. (1981) - Rate of degradation and efficiency of conversion of phytoplankton debris by marine microorganisms. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 6, 123-136.

OLSON R. J., VAULOT D., CHISHOLM S. W (1985) - Marine phytoplankton distributions measured using shipboard flow cytometry. *Deep Sea Res.*, 32, 1273-1280.

PAERL H. W, SHIMP S. L. (1973) - Preparation of filtered plankton and detritus for study with scanning electron microscopy. *Limnol. Oceanogr.* 18, 802-805.

PLATT T., SUBBA RAO D. V., IRWIN B. (1983a) - Photosynthesis of picoplankton in the oligotrophic ocean. *Nature. (Lond)* 301, 702-704.

PLATT T., SUBBA RAO D. V., SMITH J. C., LI W. K. N., IRWIN B., HORNE E. P. W., SAMEOTO D. D. (1983b) - Photosinthetically component phytoplankton from aphotic zone of the deep ocean. *Mar. Ecol. Prog. Sci* 10, 105-110.

PORTER K. G., FEIG Y. S. (1980) - The use of DAPI for identifying and counting acquatic microflora. *Limnol. Oceanogr.* 25, 943-948.

PREZELIN B. B., GLOVER H. E., CAMPBELL L. (1987) - Effects of light intensity and nutrient availability on diel patterns of cell metabolism and growth in populations *of Synechococcus* spp., *Mar. Biol.,* 95, 469-480.

PRIDDLE J., HAPPEY-WOOD C. M. (1983) - Significance of small species of small species of Chlorophyta in freshwater phytoplankton communities with special reference to five Welsh lakes. *J. Ecol.* 71, 793-810.

PUTT M., PREZELIN B. (1985) - Observations of diel patterns of photosynthesis in Cyanobacteria and nanoplankton in the Santa Barbara Channel during "el Nino". *J. Plankton Res.* 7, 779-790.

RAVEN J. A. (1986) - Physiological consequences of extremely small size for autotrophic organisms in the sea. In: Photosynthetic picoplankton, Platt. T. and W. K. W Li Ed. *Can. Bull. Fish. Acquat. Sci* 214, pp. 1-70.

REID F. M. H. (1983) - Biomass estimation of components of the marine nanoplankton and picoplankton by the Ütermöhl settling technique. *J. Plankton Res.* 5, 235-252.

RIPPKA R. (1972) - Photoheterotrophy and chemioheterotrophy among unicellular blue-green algae. *Arch. Microbiol.* 87, 93-98.

RIPPKA R., DERUELLES J., WATERBURY J. B., HERDMAN M., STANIER R. Y. (1979) - Generic assignments, strain histories, and properties of pure cultures of Cyanobacteria. *J. Gen. Microbiol.* 111, 1-61.

SHAPIRO L. P., GUILLARD R. R. L. (1986) - Physiology and ecology of the marine eucaryotic Ultraplankton. In: Photosynthetic picoplankton. Platt T. and W. K. W Li (Ed). *Can Bull. Fish Aquat. Sci.* 214, pp. 371-389.

SIEBURTH J. MCN. (1979) - Sea microbes. Oxford. Univ. N. Y.

SIEBURTH J. McN., DAVIS P. G. (1982) - The role of heterotrophic nanoplankton in the grazing and nurturing of the planktonic bacteria in the Sargasso and Caribbean Seas. *Ann. Inst. Oceanograf. Paris.*, 58, 285-296.

SIEBURTH J. McN., SMETACEK V., LENZ J. (1978) - Pelagic ecosystem structure: heterotrophic compartments of the plankton and their relationship to plankton size fractions. *Limnol. Oceanogr.* 23, 1256-1263.

SIERACKI M. E., JOHNSON P. W., SIEBURTH J. McN. (1985) - Detection, enumeration, and sizing of planktonic bacteria by image-analysed epifluorescence microscopy. *Appl. Environ. Microbiol.* 49, 799-810.

STOCKNER J. G., ANTIA N. J. (1986) - Algal picoplankton from marine and freshwater ecosystems: a multidisciplinary perspective. *Can J. Fish. Aquat. Sci.* 43, 2472-2503.

TAKAHASHI M., HORI T. (1984) - Abundance of picophytoplankton in the subsurface chlorophyll maximum layer in subtropical and tropical waters. *Mar Biol.*, 79, 177-186.

TAKAHASHI M., KIKUCHI K., HARA Y. (1985) - Importance of picocyanobacteria biomass (unicellular, blue-green algae) in the phytoplankton population of the coastal waters off Japan. *Mar Biol.* 89, 63-69.

THOMSEN H. A. (1986) - A survey of the smallest eucaryotic organisms of the marine phytoplankton. In: Photosynthetic picoplankton. Platt T. and W. K. W. Li Ed. *Can. Bull. Fish. Aquat. Sci.* 214, pp. 121-158.

WATERBURY J. B., STANIER R. Y. (1981) - Isolation and growth of Cyanobacteria from marine and hypersaline environments. In: The Procaryotes, Star M. P., Stolph, Truper H. G., Balows A., Schlegel H. G., Eds. Springer Verlag. Berlin. 221-223.

WATERBURY J. B., WATSON S. W., GUILLARD R. R. L., BRAND L. E. (1979) - Wiclespread occurrence of a unicellular marine planktonic cyanobacterium. *Nature Lond.* 277, 293-294.

WATERBURY J. B., WATSON S. W., VALOIS F. W., FRANKS D. G. (1986) - Biological and ecological characterization of the marine unicellular cyanobacterium *Synechococcus.* In: The photosynthetic picoplankton. Platt T. and W L. W Li Ed. *Can Bull. Fish. Aquat. Sci.* 214, pp. 71-120.

WATSON S. W. (1978) - Role of bacteria in an upwelling Ecosystem. In: Upwelling Ecosystems. Bogje R. and Tomczak M. (Ed). Springer-Verlag. Berlin, 139-154.

WEBER L. H., EL-SAYED S. E. (1987) - Contributions of the net, nano- and picoplankton to the phytoplankton standing crop and primary productivity in the Southern Ocean. *J. Plankton Res.,* 9, 973-994.

WOOD A. M. (1985) - Adaptation of photosynthetic apparatus of marine ultraphytoplankton to natural light fields. *Nature (Lond).* 316, 253-255.

YENTSCH C. S., YENTSCH C. M. (1979) - Fluorescence spectral signatures: the characterization of phytoplankton populations by the use of excitation and emission spectra. *J. Mar. Res.* 37, 471-483.

ZEVENBOOM N. 1986 - Ecophysiology of nutrient uptake, photosynthesis and growth. In: Photosynthetic picoplankton. Platt T. and W. K. W, Li *Ed. Can Bull. Fish. Aquat. Sci.* 214, pp. 391-422.

*OEBALIA 1990 Suppl., Vol. XVI-1: 427-441* ISSN 0392-6613

M.L.C. ACOSTA POMAR T.L. MAUGERI
Dipartimento di Biologia ed Ecologia Marina - Università di Messina

# DISTRIBUZIONE DEL PICOPLANCTON - TOTALE E FOTOSINTETICO - IN DUE AREE DEL MARE MEDITERRANEO (CANALE DI SICILIA E MAR JONIO MERIDIONALE)

**Abstract**

Picoplankton (total and photosynthetic) in the mediterranean sea.

*This report refers to two areas of the Mediterranean in which the contribution of the autofluorescent fraction of microscopic portions is notable (picophytoplankton <2 - 0.22 μm) as regards productivity (Sicilian : 82.4%; South Ionian Sea Channel; 56.7%) (BRUNI et al., 1987).*

*The counts permit tracing of the vertical and spatial distribution of the picoplanktonic and autofluorescent cells.*

*In the Sicilian Channel, the cellular density of the total picoplankton showed vertical variations with a maximum of $10^8$ cells/l at 20 meters and a minimum of 10 cells/l at depth of 100 meters. The autofluorescent component constantly showed values of the order of $10^5$ cells/l. In the South Ionian Sea, the total picoplanktonic density gave values from $10^8$ cells/l (at 50 meters) to 10 cells/l (at 500 meters). The picophytoplanktonic component registered values between $10^5$ to $10^7$ at the various quotas.*

*Possible correlation between microbiological data and physic-chemical parameters have been studied.*

**Key words**: Total picoplankton (TPP), picophytoplankton (PPP) vertical distribution, statistical elaboration

## Introduzione

La distribuzione spaziale e verticale degli organismi picoplanctonici é stata studiata in diverse aree dei mari del mondo, con particolare attenzione alla componente picofitoplanctonica e agli organismi procariotici in essa presenti (LI *et al.,* 1985; PLATT, 1983; TAKAHASHI e HORI, 1984; MURPHY e HAUGHEN, 1985; FOGG, 1984, 1986). Risultano ancora non sufficientemente chiari quali siano i fattori biotici e abiotici che influiscono sulla densità e distribuzione degli organismi appartenenti a questa categoria dimensionale. Per quanto riguarda in particolare la componente autotrofa la sua distribuzione e l'attività fotosintetica, come osservato da diversi Autori (GLOVER *et al.,* 1985; WOOD 1985; PUTT e PREZELIN 1985), sembra essere correlata soprattutto con la intensità luminosa presente alle diverse profondità. Infatti la frazione autotrofa procariotica risulta più abbondante alla profondità ove l' irradianza è circa l'1% di quella incidente e in presenza di luce verde, mentre la frazione eucariotica alla profondità ove l' irradianza è di circa lo 0,5% e in presenza di luce blue-violetta.

Secondo altri Autori fattore determinante sulla distribuzione dei picofitoplanctonti sarebbe la temperatura. In effetti da osservazioni effettuate alle diverse latitudini i picofitoplanctonti procariotici raggiungerebbero le densità maggiori a latitudini corrispondenti ai tropici, valori che tenderebbero a diminuire alle alte latitudini, gli eucariotici invece presenterebbero un comportamento contrario. (TAKAHASHI *et al.,* 1983; MUPHY e HAUGEN, 1985; WATERBURY, 1986). Inoltre non sarebbero stati riscontrati Cianobatteri laddove la temperatura delle acque si sia mantenuta costantemente al di sotto dei 5 °C (WATERBURY, 1986).

Sembrerebbe che anche la disponibilità in nutrienti giochi un ruolo importante nella distribuzione del picoplancton totale in genere; il picofitoplancton si troverebbe avvantaggiato nelle acque oligotrofiche rispetto alla componente fitoplanctonica di dimensioni maggiori, la densità cellulare di quest'ultima aumenterebbe nelle acque eutrofiche (HERBLAND *et al,* 1985).

Infatti la piccolezza sembra conferire un grosso vantaggio al picoplancton per quanto riguarda il galleggiamento e l'assorbimento della luce e dei nutrienti presenti a basse concentrazioni (KIRK, 1986; RAVEN, 1986).

Poco studiato risulta il grazing dei micropredatori come fattore di regolazione della popolazione picoplanctonica.

In effetti, come sottolinea FOGG (1986), la densità cellulare, sia della frazione eterotrofa che autotrofa del picoplancton é determinata dal bilancio dinamico tra la loro crescita e il consumo da parte dei predatori. Pertanto l'insieme dei batteri eterotrofi, autotrofi, dei flagellati fagotrofi, ecc. va considerato come una comunità altamente dinamica e capace di autoregolazione.

Il Mar Mediterraneo si può considerare poco conosciuto relativamente alle sue

caratteristiche microbiologiche. I metodi di conteggio diretto al microscopio ad epifluorescenza com'è noto consentono una valutazione della carica microbica più fedele dei metodi colturali; la tecnica delle filtrazioni frazionate permette di prendere in considerazione organismi appartenenti alla categoria dimensionale alla quale viene attribuito il nome di picoplancton. (SIEBURTH *et al.,* 1978).

L'attività fotosintetica dei picofitoplanctonti nel Mar Mediterraneo è stata valutata da BERMAN *et al.,* (1984), AZOV (1986), MAGAZZÙ *et al.,* (1987); MAGAZZÙ *et al.,* (1987).

In un precedente lavoro (BRUNI *et al.,* 1987) abbiamo riferito i primi risultati sulla distribuzione e attività del picoplancton in campioni d'acqua prelevati in superficie nei mari italiani. La presente comunicazione si riferisce allo studio della distribuzione verticale e spaziale del picoplancton in due aree del Mar Mediterraneo (Canale di Sicilia e Mar Jonio Meridionale). I conteggi cellulari sono stati valutati statisticamente al fine di verificare la validità dei conteggi stessi e per determinare l'omogeneità della comunità in studio. Inoltre i risultati microbiologici sono stati valutati in rapporto ad alcuni parametri ambientali al fine di evidenziare eventuali interdipendenze.

## Materiali e Metodi

I campioni d'acqua sono stati prelevati utilizzando bottiglie di Niskin, seguendo i suggerimenti di SIEBURTH (1981).

### *Aree in studio*

Le aree e le stazioni di prelievo vengono riportate nella fig. 1.

Area A: *Mar Jonio Meridionale.* Nel luglio 1987 sono stati prelevati campioni d'acqua provenienti da 4 stazioni dalle profondità dipendenti dalla topografia di ciascuna stazione (0,20, 50, 100, 300 e 500 m).

Area B: *Canale di Sicilia.* Nell'Ottobre 1987 sono stati prelevati campioni d'acqua provenienti da 11 stazioni dalle profondità, dipendenti dalla topografia di ciascuna stazione, che varia aumentando la distanza dalla costa fino alla profondità di 150 m (Staz. 10 e 11).

Ogni campione appena prelevato é stato suddiviso in subcampioni in base ai diversi parametri da prendere in considerazione, seguendo i dovuti accorgimenti dei prelievi idrologici e microbiologici.

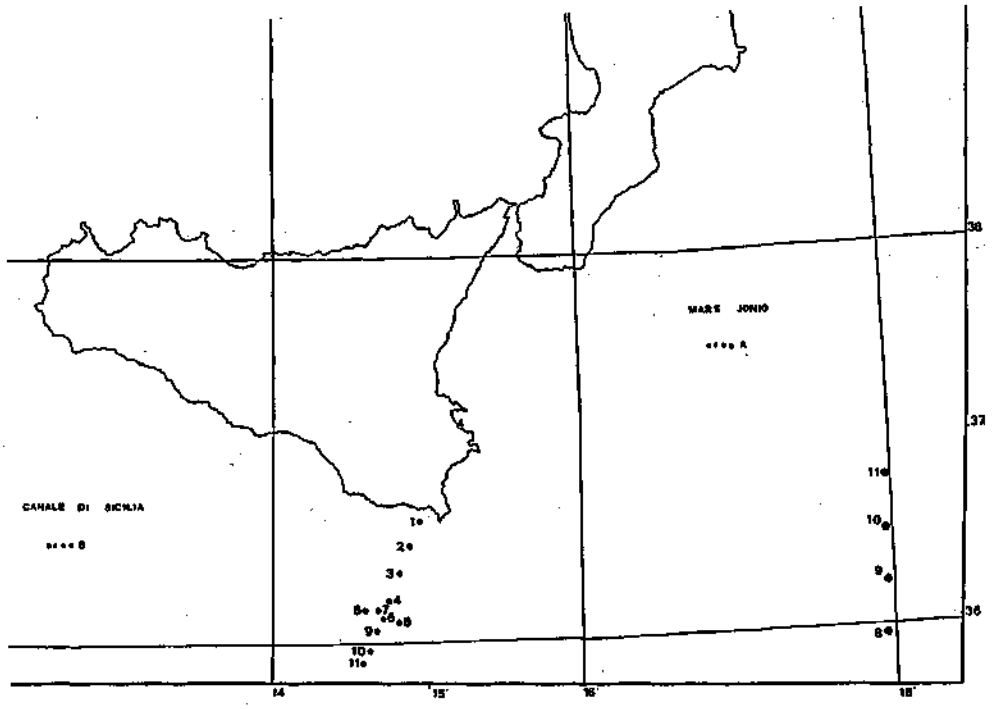



**Fig. 1** - Aree e stazioni di prelievo

*Metodi microbiologici*

Per la determinazione della densità cellulare del picoplancton totale (TPP), del picofitoplancton totale (PPP1), del picofitoplancton compreso tra 2 e 1 µm (PPP2), del picofitoplancton compreso tra 1 e 0.22 µm (PPP3), sono stati eseguiti i conteggi diretti al microscopio ad epifluorescenza, secondo la tecnica esposta nella scheda tecnica "Picoplancton" (MAUGERI *et al.*, 1988).

I dati fisico-chimici e dei micronutrienti sono stati gentilmente forniti dal Laboratorio Centrale di Idrobiologia (PANELLA, comunicazione personale). I dati della produzione primaria e dei pigmenti clorofilliani sono di DECEMBRINI e MAGAZZU' (1988) che riferiscono in questa stessa sede.

*Metodi Statistici*

I conteggi ottenuti sono stati elaborati facendo il calcolo dell'indice di dispersione di Fisher (D2) al fine di attribuire i dati a una distribuzione di Poisson, seguendo la seguente formula:

$$D^2 = (n-1)s^2/f$$

ove:

$D^2$ è l'indice di dispersione per una distribuzione di $X^2$ teorico per (n-1) gradi di libertà;

n è il numero di dati;

$s^2$ è la varianza;

f è la media aritmetica.

Il $D^2$ rappresenta con una buona approssimazione il $X^2$ teorico per (n-1) gradi di libertà. Il valore di $D^2$ più o meno grande indica se la distribuzione di Poisson è un modello più o meno adeguato per rappresentare il fenomeno, ciò in rapporto alla omogeneità dei campioni (EL-SHAARAWI *et al.,* 1981, KIRCHMAN *et al.,* 1982). A tale scopo é stato calcolato pure il coefficiente di variabilità (C.V.).

Onde osservare la tendenza a variare congiuntamente dei conteggi cellulari e dei differenti parametri fisici, chimici e biochimici valutati é stato calcolato il coefficiente di correlazione r.

## Risultati

Le diverse densità cellulari riscontrate per le differenti componenti picoplanctoniche studiate vengono riassunte nelle tabelle 1 e 2. La tabella 1 riporta le medie dei risultati ottenuti nelle stazioni studiate. La tabella 2 riporta le medie dei risultati alle diverse quote prese in considerazione.

Il termoclino nell'area A (Mar Ionio Meridionale) è stato registrato a 50 m, mentre nell'area B (Canale di Sicilia) a 20 m. L'1% di luce incidente si trova nell'area A a 100 m e nell'area B a 50 m.

L'andamento della distribuzione verticale dei picoplanctonti in rapporto alla temperatura viene rappresentato nella fig. 2. Le medie dei conteggi cellulari del picoplancton totale (TPP) nelle due aree seguono un andamento pressocché uniforme, presentando un innalzamento in corrispondenza del termoclino. L'andamento della densità cellulare degli organismi autofluorescenti (PPP1) nell'area del Mar Jonio Meridionale fa notare un sensibile aumento alla profondità di 100 m ( in corrispondenza dell' 1% di luce incidente). La frazione più piccola (PPP3) risulta prevalente, lungo tutta la colonna d'acqua su quella più grande (PPP2). In genere si può affermare che i picofitoplanctonti (PPP1) nell'area del Canale di Sicilia mostrano un'andamento pressocché uniforme fino ai 50 m, sotto tale profondità tendono a decrescere fino ai 100 m. Nelle due aree il picoplancton fototrofo inferiore a 1 µm segue l'andamento del picofitoplancton totale. La componente autotrofa, compresa tra 2 e 1 µm (PPP2), mostra invece un andamento poco uniforme. La fig. 3 rappresenta l'andamento dei valori medi delle densità

**Tab. 1** - Densità cellulare delle diverse frazioni nelle stazioni delle due aree

**Area A**

| Stazione | Picoplancton totale (Cell/l) | Picoplancton totale (Cell/l) | | |
|---|---|---|---|---|
| Nº | TPP (2-0.22 µm) | PPP1 (2-0.22 µm) | PPP2 (2-1 µm) | PPP3 (1-0.22 µm) |
| 8 m | 2.7x10^7 | 3x10^6 | 3.2x10^6 | ---- |
| 9 m | 1.8x10^7 | 2x10^6 | 1x10^6 | 1x10^6 |
| 10 m | 3.1x10^7 | 5.4x10^6 | 4.1x10^6 | 1.3x10^6 |
| 11 m | 2.1x10^7 | 2.4x10^6 | 0 | 2.4x10^6 |

**Area B**

| Stazione | Picoplancton totale (Cell/l) | Picoplancton totale (Cell/l) | | |
|---|---|---|---|---|
| Nº | TPP (2-0.22 µm) | PPP1 (2-0.22 µm) | PPP2 (2-1 µm) | PPP3 (1-0.22 µm) |
| 1 m | 2.3x10^7 | 1.8x10^6 | 9x10^5 | 9x10^5 |
| 2 m | 1.9x10^7 | 7x10^5 | 0 | 7x10^5 |
| 3 m | 2.1x10^7 | 7.7x10^5 | 5.3x10^5 | 2.4x10^5 |
| 4 m | 1.4x10^7 | 3.1x10^5 | 3.9x10^5 | ---- |
| 6 m | 1.5x10^7 | 4.8x10^5 | 1.5x10^5 | 3.3x10^5 |
| 9 m | 1.4x10^7 | 8.7x10^5 | 4.3x10^5 | 4.4x 10^5 |
| 10 m | 1.8x10^7 | 1.5x10^6 | 0 | 1.5x10^6 |
| 11 m | 2.2x10^7 | 2.1x10^6 | 3.7x10^5 | 1.7x10^6 |

**Tab. 2** - Densità cellulare delle diverse frazioni alle diverse profondità.

**Area A**

| Stazione | Picoplancton totale (Cell/l) | Picoplancton totale (Cell/l) | | |
|---|---|---|---|---|
| Nº | TPP (2-0.22 µm) | PPP1 (2-0.22 µm) | PPP2 (2-1 µm) | PPP3 (1-0.22 µm) |
| 0 m | 1.7x10^8 | 3.1x10^5 | 0.9x10^5 | 1.5x10^5 |
| 20 m | 1.1x10^8 | 1.4x10^5 | 0.2x10^5 | 0.8x10^5 |
| 50 m | 2.4x10^8 | 2.4x10^5 | 2.1x10^5 | 2.2x10^5 |
| 100 m | 1.4x10^8 | 1.2x10^5 | 4.8x10^5 | 6.9x10^6 |
| 300 m | 1.4x10^8 | 1.4x10^5 | 0x10^5 | 1.4x10^5 |
| 500 m | 3.1x10^7 | 2x10^5 | 5.3x10^5 | 1.5x10^5 |

**Area B**

| Stazione | Picoplancton totale (Cell/l) | Picoplancton totale (Cell/l) | | |
|---|---|---|---|---|
| Nº | TPP (2-0.22 µm) | PPP1 (2-0.22 µm) | PPP2 (2-1 µm) | PPP3 (1-0.22 µm) |
| 0 m | 1.8x10^8 | 8.8x10^5 | 2.6x10^5 | 6.3x10^5 |
| 20 m | 3.6x10^8 | 10.15x10^5 | 3.7x10^5 | 6.3x10^5 |
| 30 m | 2x10^8 | ---- | ---- | ---- |
| 50 m | 2.1x10^8 | 8.02x10^5 | 1.4x10^5 | 6.6x10^5 |
| 100 m | 8.1x10^8 | 2.9x10^5 | 1.4x10^5 | 1.6x10^5 |
| 145 m | ---- | 5.6x10^5 | 2.8x10^5 | 2.8x10^5 |

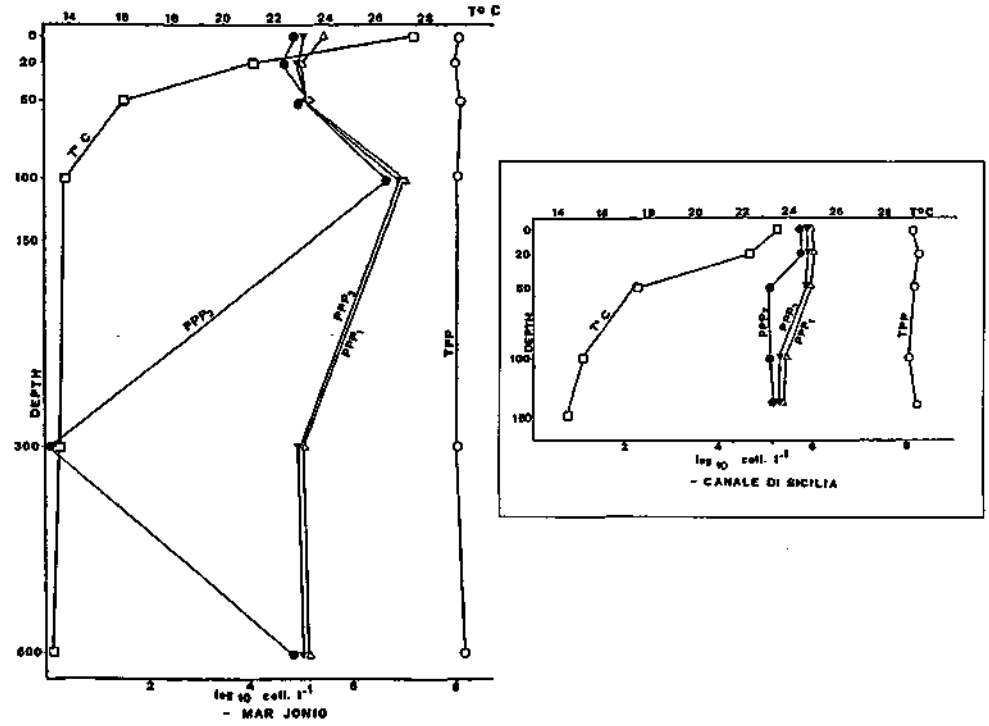



**Fig. 2** - Distribuzione verticale del picoplancton in rapporto alla temperatura.

cellulari nelle diverse stazioni delle due aree. I conteggi cellulari rappresentati mostrano una notevole omogeneità nella distribuzione del picoplancton totale (TPP), del picofitoplancton totale (2 - 0,22 µm), omogeneità che non si riscontra sulla distribuzione delle due frazioni dimensionali considerate separatamente. In alcune aree si può notare una forte variazione sia delle densità cellulari della componente picofitoplanctonica più piccola (PPP3), che predomina generalmente in tutte le stazioni su quella di maggiori dimensioni (PPP2), ma presenta un notevole abbassamento nella staz. 8 mentre il PPP2 nella 11.

Nell'area del Canale di Sicilia la distribuzione degli organismi autofluorescenti di dimensione al di sotto di un micron (PPP3) si mantiene pressocché costante, mentre i picofitoplanctonti più grandi (PPP2) subiscono abbassamenti notevoli nelle stazioni 2 e 10.

Le fig. 4 e 5 rappresentano i coefficienti di variazione per un numero medio di cellule per campo microscopico raffrontate alla curva teorica calcolata per una distribuzione di Poisson (CV = 1/ r). I dati nella fig. 4 si riferiscono alle densità riscontrate alle diverse quote nelle due aree, quelle della fig. 5 si riferiscono invece ai dati ottenuti nelle diverse stazioni. L'indice di dispersione di Fisher non é mai risultato significativo (P < 0,05%).

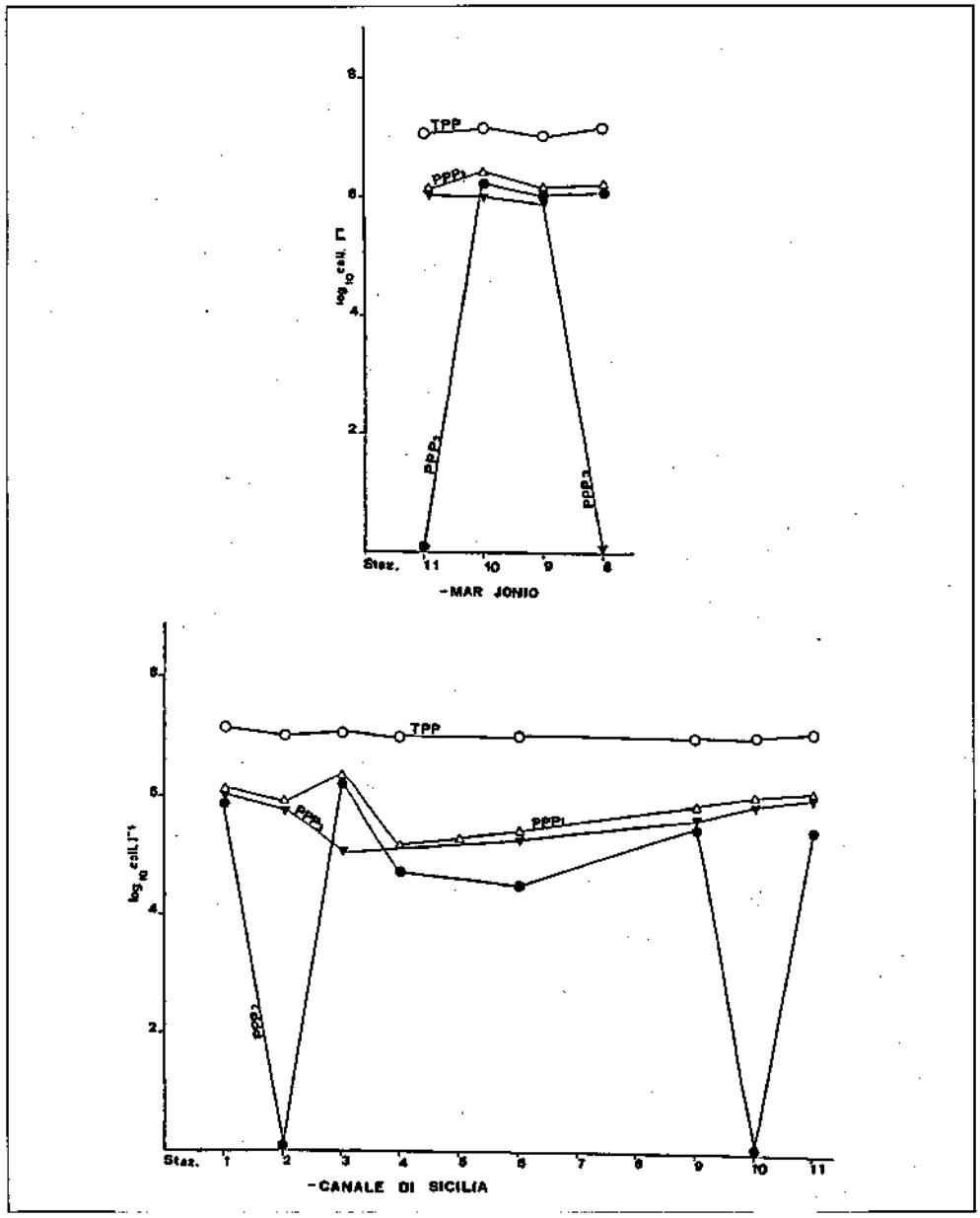



**Fig. 3** - Distribuzione orizzontale del picoplancton.

Nelle tabelle 3 e 4 vengono riportati gli indici di correlazione tra le densità cellulari delle componenti picoplanctoniche prese in considerazione e i valori dei risultati dei parametri fisici, chimici e biochimici. Le significatività risultano segnate nelle tabelle.

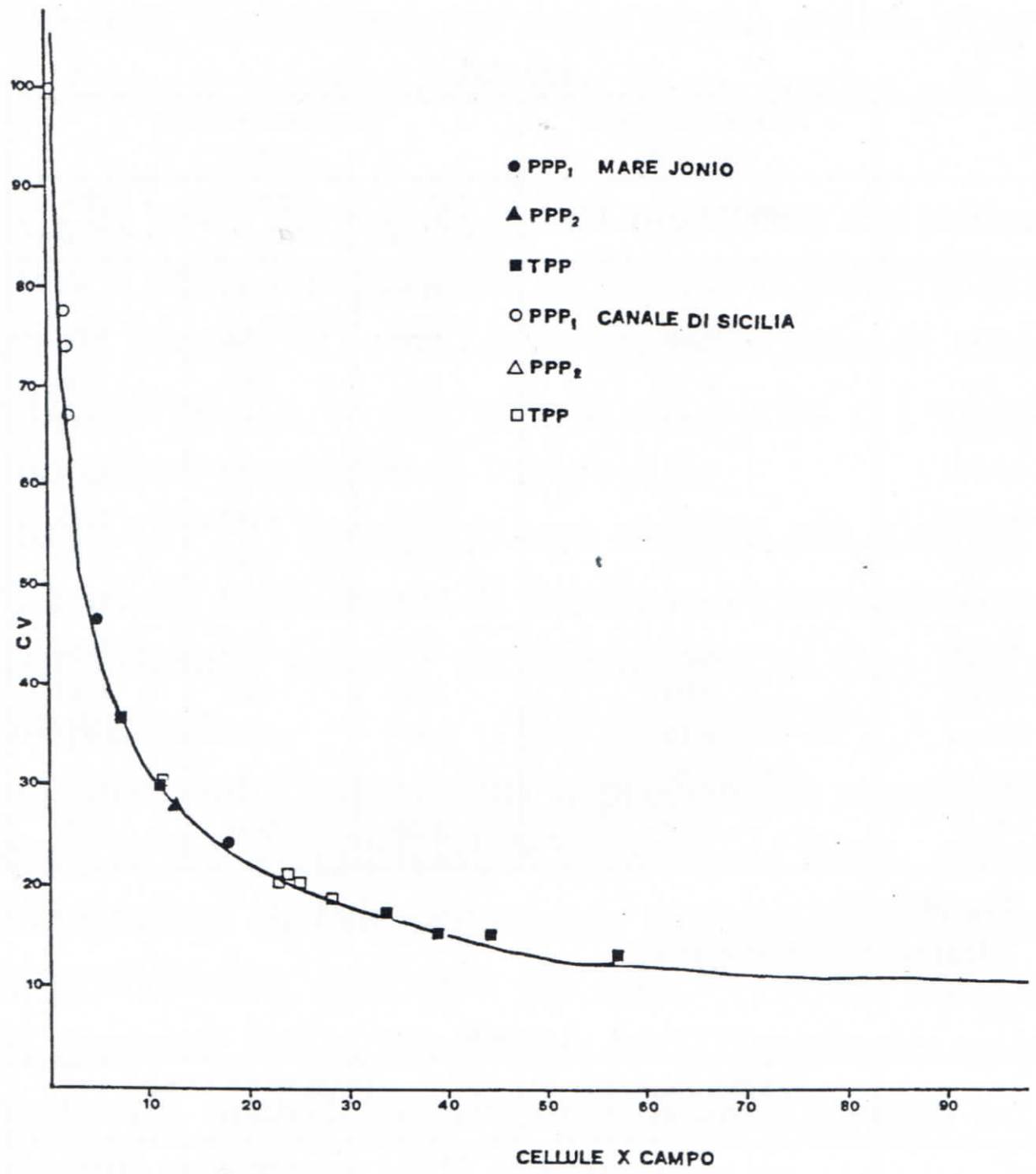



**Fig. 4 -** C.V. delle densità cellulari alle diverse quote nelle due aree in studio

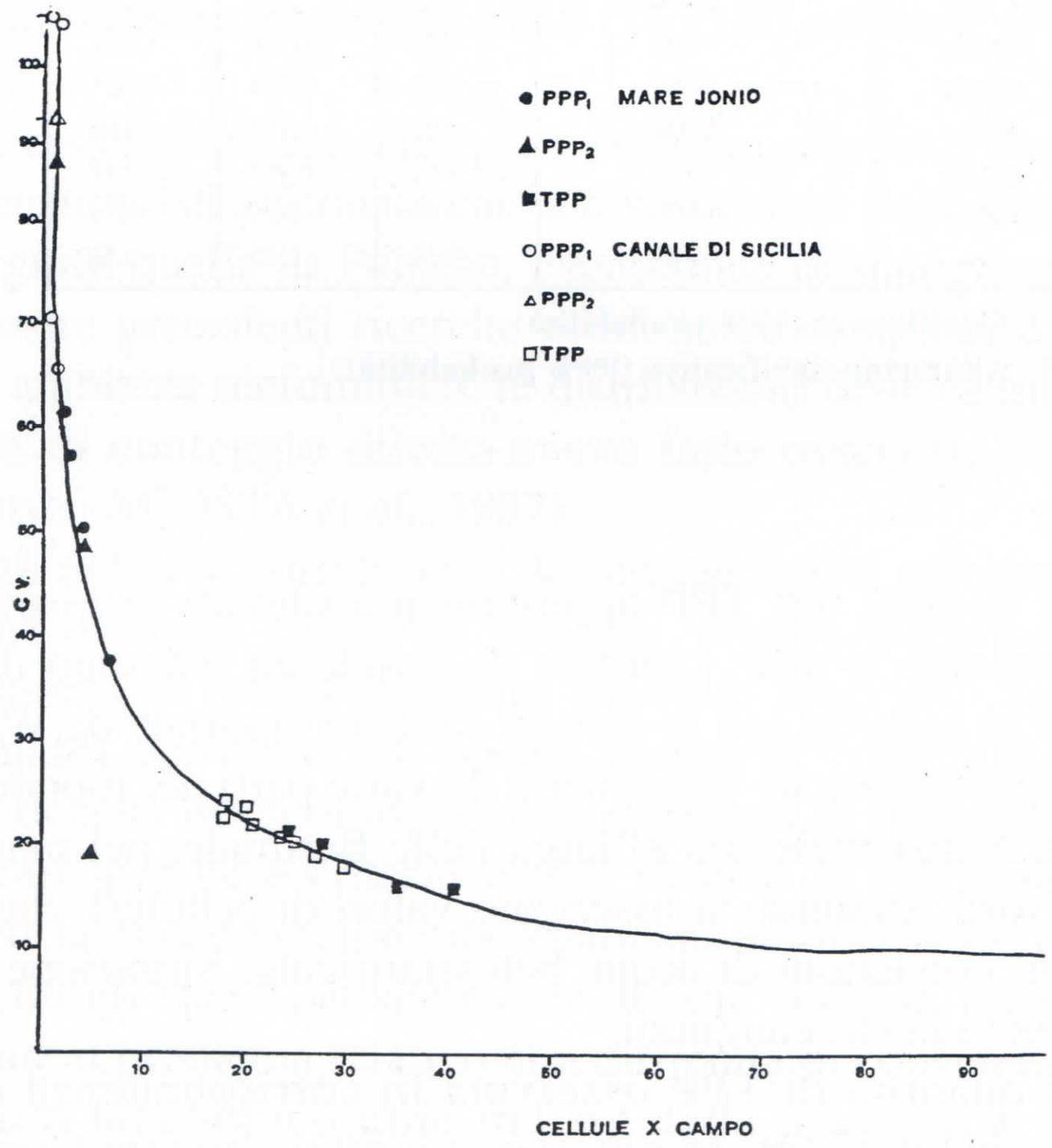



**Fig. 5 -** C.V. delle densità cellulari nelle diverse stazioni

**Tab. 3**

**Area A**

| | Picoplancton totale (Cell/l) | Picoplancton totale (Cell/l) | | |
|---|---|---|---|---|
| Parametri | TPP (2-0.22 µm) | PPP1 (2-0.22 µm) | PPP2 (2-1 µm) | PPP3 (1-0.22 µm) |
| T° | 0.22 | - 0.29 | - 0.30 | - 0.3 |
| S‰ | - 0.50 | 0.06 | - 0.04 | 0.06 |
| 6 t | - 0.26 | 0.27 | 0.02 | 0.28 |
| 02 ml/l | 0.64 | 0.16 | 0.18 | 0.16 |
| 02 S‰ | 0.60 | 0.15 | 0.16 | 0.14 |
| N-NH3 | 0.47 | - 0.490 | - 0.49 | - 0.49 |
| N-N02 | 0.68 | 0.620 | 0.62 | 0.60 |
| N-N03 | 0.076 | - 0.22 | - 0.22 | - 0.21 |
| P-P04 | - 0.40 | - 0.50 | - 0.50 | - 0.50 |
| P/Max | 0.09 | - 0.63 | - 0.63 | - 0.62 |
| CHL a | - 0.10 | 0.97* | 0.98* | - 0.97* |
| CHL a% | | | | |
| Feo | - 0.22 | 0.99 | 0.99 | 0.99 |

* Significativo

** Altamente significativo

**Tab. 4**

**Area B**

| | Picoplancton totale (Cell/l) | Picoplancton totale (Cell/l) | | |
|---|---|---|---|---|
| Parametri | TPP (2-0.22 µm) | PPP1 (2-0.22 µm) | PPP2 (2-1 µm) | PPP3 (1-0.22 µm) |
| T° | 0.63 | 0.83 | 0.53 | 0.78 |
| S‰ | - 0.71 | - 0.69 | - 0.04 | - 0.82 |
| 6 t | - 0.20 | - 0.79 | - 0.27 | - 0.85 |
| 02 ml/l | - 0.32 | - 0.10 | - 0.76 | 0.19 |
| 02 S‰ | 0.04 | 0.74 | 0.004 | 0.9** |
| P.max | 0.018 | 0.82 | 0.95* | 0.60 |
| CHL a | - 0.54 | - 0.62 | - 0.90* | - 0.39 |
| CHL a | 0.70 | 0.80 | 0.80 | 0.70 |
| Feo | - 0.59 | 0.72 | 0.05 | 0.52 |

* Significativo (95% probabilità)

** Altamente significativo (99% probabilità)

## Discussione

I valori delle densità del TPP appaiono più elevati in corrispondenza del termoclino di entrambe le aree. L'ordine di grandezza massimo da noi osservato (di 18^8 cell/l) é in accordo con le densità cellulari riportate da WATERBURY *et al.* (1986) per acque oceaniche provenienti da varie parti del mondo. In particolare per i campioni di acqua prelevata al largo delle Bermuda, nel mar dei Sargassi e nelle acque del Nord Atlantico si osservano valori di cellule/l che dipendono dal termoclino solo in condizioni di acque ben stratificate. Situazione che può essere ipotizzata anche per i nostri campioni.

La maggiore quantità di TPP osservata in corrispondenza del termoclino potrebbe essere attribuita ad un più elevato ritmo metabolico della frazione eterotrofica poichè alle stesse profondità le densità delle componenti

fotoautotrofiche, non solo si mantengono dello stesso ordine di grandezza registrato nelle altre quote (Canale di Sicilia), ma sono anche più basse (Mar Jonio Meridionale).

Si può supporre che sulle densità cellulari registrate esercitino la loro influenza numerosi fattori diversi dalla temperatura (sostanze organiche disponibili, ossigeno disciolto, presenza di predatori, ecc.) che impediscono di ottenere un'indice di correlazione significativo tra le cariche microbiche e i valori di temperatura osservati presi come unico elemento di variabilità.

I picofitoplanctonti (PPP1) mostrano una densità più elevata alle profondità di 100 m (Mar Jonio) e di 50 m (Canale di Sicilia) in corrispondenza dell' 1% di luce incidente che é considerato fattore determinante ai fini della moltiplicazione cellulare di tale componente.

Il riscontro di cellule autofluorescenti a profondità superiori a 200 m (fino ai 500 m), riportato pure da WATERBURY *et al.* (1986), pone il problema del comportamento metabolico di tali organismi eminentemente fotosintetici che in una zona disfotica potrebbero, secondo BRAND (1986), comportarsi in maniera amfitrofica. Nell'ambito della frazione picofitoplanctonica é rilevante la prevalenza di organismi con diametro cellulare inferiore ad un micron sugli organismi di dimensioni comprese tra 2 e 1 µm.

La distribuzione delle diverse densità cellulari nelle stazioni scelte (fig. 3) mostra una limitata influenza della localizzazione topografica della singola stazione per i valori delle componenti totali (TPP) ed autotrofe (PPP1) considerate globalmente.

Gli indici di dispersione calcolati per i conteggi effettuati per singole quote e per stazioni permettono di affermare che la distribuzione degli organismi nei nostri campioni ha seguito quella di Poisson, espressione di omogeneità dei campioni esaminati. In nostre precedenti ricerche condotte su campioni d'acqua salmastra prelevata da un ambiente meromittico, le distribuzioni delle cellule valutate con la stessa metodica di conteggio diretto aveva fatto osservare una distribuzione binomiale negativa (ACOSTA *et al.*, 1987).

L'analisi degli indici di correlazione dei singoli fattori ambientali sulle diverse densità cellulari ottenute rileva un diverso comportamento nelle due aree studiate. Il rapporto di interdipendenza positivo osservato nell'Area A (Mar Jonio Meridionale) per alcuni di questi risulta di comprensione immediata (Clorofilla *a* e densità di picofitoplancton, presenza di feopigmenti e densità di picofitoplanctonti), perché é criterio usuale mettere in relazione la presenza di geopigmenti con la concentrazione di organismi autofluorescenti. La mancanza di correlazione tra gli stessi parametri e le densità cellulari picofitoplanctoniche nella zona B pone il problema relativo alla difficoltà di considerare un parametro di tipo chimico o biochimico utile indizio della presenza e forse pure della effettiva attività di organismi di dimensioni così piccole. E' stato infatti

dimostrato che tra gli organismi picofitoplanctonici ne esistono alcuni, sia tra i procarioti che tra gli eucarioti, capaci di presentare modalità nutrizionali di tipo differente a seconda delle condizioni ambientali (mixotrofia, fotoeterotrofia e amfitrofia).

## Ringraziamenti

I prelievi sono stati effettuati a bordo della nave oceanografica Thetis del CNR.

Si ringraziano il Dott. S. Panella (Laboratorio Centrale di Idrobiologia) e il Prof. Magazzù (Dipartimento di Biologia Animale ed Ecologia Marina dell'Università di Messina) per averci fornito i dati fisico-chimici.

Un particolare ringraziamento e rivolto per la valida collaborazione tecnica alla Dott.ssa Crescenti e ai Sigg. Ruggeri e Viola del Dipartimento di Biologia Animale ed Ecologia Marina dell'Università di Messina.

## Summary

*The Mediterranean sea can be considered as relatively unknown as far as its microbiological characteristics are concerned. The direct count methods on epifluorescent microscope permit a more realistic calculation of the cultural methods of the microbial charge density, the starting point in understanding the role carried out by micro-organisms in the marine ecosystems. In addition, the epifluorescent microscope permits calculation of the efficient autofluorescent component for primary production and therefore the calculation of the contribution of such micro-organisms to the photosynthetic process in the marine environment.*

*This report refers to two areas of the Mediterranean in which the contribution of the autofluorescent fraction of the microscopic proportions is notable (picophytoplankton < 2 - 0.22 µm) as regards productivity (Sicilian Channel: 82,4%; South Ionian Sea: 56,7%) (BRUNI et al., 1987).*

*The counts permit tracing of the vertical and spatial distribution of the picoplanktonic and autofluorescent cells. The densities observed were statistically evaluated in order to verify the efficiency of the methods used. The variability observed permitted considering valid counts using Poisson distribution and the dispersion indexes $D^2$ have never been significant ($P < 0.5\%$).*

*In the Sicilian Channel, the cellular density of the total picoplankton showed vertical variations with a maximum of $10^8$ cells/l at 20 meters and a minimum of 10 cells/l at a depth of 100 meters. The autofluorescent component constantly*

*showed values of the order of $10^5$ cells/l. In the South Ionian Sea, the total picoplankton density gave values from $10^8$ cells/l (at 50 meters) to 10 cells/l (at 500 meters). The picophytoplanktonic component registered values between $10^5$ to $10^7$ at the various quotas.*

*Possible correlation between microbiological data and physico-chemical parameters have been studied.*

*The results were valued in relation to some environmental parameters in order to emphasis eventual interdependences.*

## Bibliografia

ACOSTA POMAR L., BRUNI V., DECEMBRINI E, GIUFFRÉ G., MAUGERI T.L. (1987) - Distribution and activity of picophytoplankton in a brackish environment. *I$^{rst}$ International Symposium on Microbial Ecology of the Mediterranean Sea* Sorrento Italy, May 25-30 (in press).

AZOV Y. (1986) - Seasonal patterns of phytoplankton productivity and abundance in nearshore oligotrophic waters of the levant Basin (Mediterranean) *J. of Plankton Res.* 8, 41-53.

BERMAN T., AZOV Y., TOWNSEND D. (1984) - Understanding oligotrophic oceans: can the eastern Mediterranean be a useful model? In O. Holm-Hansen. L. Bolis, and R. Gilles (Ed). Marine phytoplankton and productivity: lecture notes on coastal and estuarines studies. Springer - *Verlag. Berlin.* 8, 101-112.

BRUNI V., MAGAZZÙ G., MAUGERI T. L., ACOSTA POMAR L., DECEMBRINI F. (1987) - Ulteriori indagini sul picofitoplancton dei mari italiani. *III Congresso Nazionale S.I.T.E.*, Siena 21-24 ottobre (1987). (in stampa).

EL SHAARAWI A., H. ESTERBY S. R., DUTKA B. J. (1981) - Bacterial density in water determined by Poisson or negative binomial distribution. *Appl. Environm. Microbiol.* 41. 107-116.

FOGG G. E. (1986) - The picoplankton. *Proc. R. Soc. London.* B288, 1-30.

GLOVER H. E., PHINNEY D. A., YENTCH C. S. (1985) - Photosynthetic characteristics of picoplankton populations in various water masses in the gulf of Maine. *Biol. Oceanogr.* 3, 223-248.

HERBLAND A., LE BOUTEILLER A., RAIMBAULT P. (1985) - Size structure of phytoplankton biomass in the equatorial Atlantic ocean. *Deep Sea Res.* 32, 819-836.

KIRCHMAN D., SIGDA J., KAPUSCINSKI R., MITCHELL R. (1982) - Statistical analysis of the direct count method for enumerating bacteria. *Appl. Environm. Microbiol.* 44, 376-382.

KIRK J. T. O. (1986) - Optical properties of picoplankton suspensions. In : Platt T. and W.K.W. Li (Ed). The photosynthetic picoplankton. (1986). *Can. Bull. Fish. Aquat. Sci:* 214, 501-520.

LI W.K.W, SUBBA RAO D.V., HARRISON W.G., SMITH J. C., CULLEN J.J., IRWIN B., PLATT T. (1983) - Autotrophic picoplankton in the tropical Ocean. *Science,* 219, 292-295.

MAGAZZÙ G., BRUNI V., PICCIONE A., PLATT T., LANVIN B., SUBBA RAO D.V. (1987) - Picoplankton: contribution to phytoplankton production in the strait of Messina. *Marine Ecology* 8, 21-31.

MAGAZZU G., BRUNI V., DECEMBRINI E, PANELLA S. (1987) - Contributo del picoplancton alla produzione primaria nei mari italiani *XIX Congresso S.I.B.M.* Napoli 24-28 settembre.

MAUGERI T. L., ACOSTA POMAR L., BRUNI V. - Il picoplancton in: "Metodi per lo studio del plancton marino". *Nova Thalassia* 10, suppl. 2

MURPHY L. S., HAUGEN (1985) - The distribution and abundance of phototrophic picoplankton in the North Atlantic. *Limnol. Oceanogr.* 30, 47-58.

PLATT T., SUBBA RAO D.V., IRWIN B. (1983) - Photosynthesis of picoplankton in the oligotrophic ocean. *Nature Lond.* 31, 702-704.

PUTT B., PREZELIN B. B. (1985) - Observations of diel pattern of photosynthesis in Cyanobacteria and nanoplankton in the Santa Barbara Channel during "El niño" J. Plankton Res. 7, 779-790.

TAKAHASHI M., HORI T. (1984) - Abundance of picophytoplankton in the subsurface chlorophyll maximum layer in subtropical and tropical waters. Marine *Biology* 79, 177-186.

TAKAHASHI M., KIKUCHI K., HARA Y. (1985) - Importance of picocyanobacteria biomass (unicellular, blue-green algae) in the phytoplankton populations of the coastal waters of Japan. *Mar. Biol.* 89, 63-69.

WATERBURY J. B., WATSON S.W., VALOIS F. W, FRANKS D. G. (1986) - Biological and ecological characterization of the marine unicellular cyanobacterium Synechococcus In: Platt T. and W.K.W. Li (Ed) (1986) - Photosynthetic picoplankton. *Can. Bull. Fish. Aquat. Sci.* 214, 71-120.

WOOD M. (1985) - Photosynthetic apparatus of marine ultraphytoplankton adapted to natural light fields. *Nature Lond;* 316, 253-254.

*OEBALIA 1990 Suppl., Vol. XVI-1: 443-456* ISSN 0392-6613

F. DECEMBRINI G.MAGAZZÙ
Dipartimento di Biologia Animale ed Ecologia Marina
Università di Messina - Italy

# CLOROFILLA, NUMERO DI ASSIMILAZIONE E ATP DEL PICOPLANCTON FOTOSINTETICO NEI MARI ITALIANI

**Abstract**

Chlorophyll, assimilation numbers and ATP of photosynthetic picoplankton from italian seas.

*The incidence of the picoplankton autotrophic fraction (< 2.0 µm) on the total biomass values expressed as chlorophyll a and ATP averaged respectively 68% and 65% in five coastal and offshore seas areas of italian seas.*

*These results are well in agreement with corresponding $C^{14}$ assimilation rates with were on average 74%.*

*Assimilation Numbers, ratios of $C^{14}$ to ATP and CHLa to ATP were greater for the picoplankton in comparison with the photo syntetic fraction >2.0 µm.*

**Key-words**: Picoplankton, chlorophyll a, Assimilation Numbers, ATP

## Introduzione

Le prime segnalazioni sugli organismi del picofitoplancton del Mar Mediterraneo sono state fornite nel corso della *"Quarta Conferenza della European Society far Comparative Physiology and Biochemistry"* (Taormina 5-8 settembre 1983). Tali informazioni, tuttavia, riguadavano due aree particolari del Mediterraneo: lo Stretto di Messina (MAGAZZÙ *et al.*, 1983), influenzato da un accentuato dinamismo, caratterizzato da fenomeni di divergenza e dalla presenza

di fronti termici, e le acque oligotrofiche del bacino orientale, al largo delle coste Istraeliane (BERMAN *et al.*, 1984).

L'approfondimento delle ricerche tendenti ad accertare il contributo del picofitoplancton al comparto primario della produzione nei mari italiani è proseguito in questi anni sia per quanto riguarda il tasso di assimilazione del $C^{14}$, dal quale è risultato che in media il 65% della produzione primaria è dovuta agli autotrofi di dimensioni inferiori a 2 µm (MAGAZZÙ *et al.*, 1989) sia la densità cellulare che è risultata oscillare fra $10^5$ e $10^6$ cell/l (BRUNI *et al.*, 1989).

Con questa nota si intende completare il quadro di queste osservazioni preliminari utilizzando i corrispondenti valori espressi dalla clorofilla *a* attiva e dall' ATP e calcolando i loro rapporti che costituiscono un indice interessante per la comprensione della fisiologia della componente autotrofa del plancton.

## Materiali e Metodi

I campioni sono stati prelevati mediante bottiglie di Niskin in superficie e a varie profondità, in corrispondenza dei livelli dove si misuravano il 50, 25 e 12% della luce incidente, in occasione di varie crociere effettuate dal 1982 in zone costiere e del largo nei mari italiani (MAGAZZÙ *et al.*, 1989).

La produzione primaria è stata misurata come precedentemente descritto (MAGAZZÙ *et al.*, 1989) mediante la tecnica del $C^{14}$. La clorofilla *a* è stata determinata spettro fluorimetricamente secondo le metodologie riportate da PANNELLA e MAGAZZÙ (1978) filtrando da 600 ml ad un litro di campione di acqua di mare in dipendenza della concentrazione del fitoplancton. Per ottenere misure di ATP, sono stati filtrati 800 - 1000 ml di campione e, immediatamente dopo i filtri sono stati posti in fiale contenenti 3 ml di tampone tris bollente per tre minuti e gli estratti sono stati congelati a - 20 °C. In laboratorio 200 µl di estratto congelato sono stati addizionati di 200 µl del complesso enzimatico luciferina-luciferasi e la luminescenza istantanea prodotta è stata misurata con un luminometro LKB munito di registratore. Le concentrazioni sono state ottenute per confronto con soluzioni standard di ATP della "Sigma Co". Il complesso enzimatico (FLE-50 della "Sigma Co.") è stato preparato 24 ore prima per diluizione con 10 ml di tris sterile, lasciato alla luce solare indiretta per 2-3 ore e poi conservato al buio a 4°C. Prima dell'uso l'enzima è stato centrifugato a 3000 gpm.

I campioni utilizzati per le misure di assimilazione del $C^{14}$, di CHL*a* e di ATP sono stati suddivisi in tre aliquote, prefiltrati su garza da retino da 100 µm e filtrati separatamente su filtri a diversa porosità al fine di ottenere le tre distinte frazioni delle popolazioni campionate. E' stato seguito il seguente schema:

| Filtro | Porosità (µm) | Produzione primaria e biomassa |
|---|---|---|
| A | 0.5 | Totale |
| B | 1.0 | Pico-plancton |
| C | 2.0 | Fito-plancton |
| A - C | 0.5 - 2.0 | Pico-plancton tot. |
| B - C | 1.0 - 2.0 | Pico-plancton |
| A - B | 0.5 - 1.0 | Pico-plancton |

## Risultati e Discussione

*Contributo del picofitoplancton alla produzione primaria e alla biomassa totali.*

In tab. 1 vengono riportati i valori medi delle percentuali di assimilazione del $C^{14}$ e della biomassa espressa dalla concentrazione della clorofilla *a* e dell' ATP della frazione < 2.0 µm. La maggior parte dei risultati di produzione primaria sono già stati riportati in precedenza (Magazzù et al., 1989) ma si ritiene utile riproporli

Tab. 1 - Percentuali dell'attività fotosintetica ($C^{14}$), della clorofilla (CHL*a*) e dell' Adenosin trifosfato (ATP) nelle diverse frazioni picofitoplanctoniche inferiori a 2.0 µm.

| | C14 | | | CHLa | | | ATP | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 2-0,5 | 2-1 | 1-0,5 | 2-0,5 | 2-1 | 1-0,5 | 2-0,5 | 2-1 | 1-0,5 |
| Mar Ligure1985 | 78,9 | 13,5 | 65,4 | 75,0 | 23,6 | 51,4 | 71,4 | 25,5 | 45,9 |
| Mar Ligure1987 | 58,1 | 9,7 | 48,4 | 61,5 | 16,1 | 45,4 | 65,3 | 26,5 | 38,8 |
| Mar Ligure1988 | 64,0 | 10,5 | 53,5 | 69,8 | 12,0 | 57,8 | 67,9 | 22,9 | 45,0 |
| Media | 67,0 | 11,2 | 55,8 | 68,7 | 17,2 | 51,5 | 68,2 | 25,0 | 43,2 |
| Basso Tirreno 1986 | 61,8 | 18,1 | 43,7 | 75,0 | 24,8 | 50,4 | | | |
| Basso Tirreno 1987 | 89,1 | 9,5 | 79,6 | 68,5 | 17,0 | 51,5 | | | |
| Media | 75,5 | 13,8 | 61,7 | 71,8 | 20,9 | 50,9 | | | |
| Str. di Messina 1983 | | | 30,8 | | | 58,3 | | | 44,1 |
| Str. di Messina 1986 | | | 25,2 | | | 74,8 | | | |
| Media | | | 28,0 | | | 66,6 | | | |
| Mar Jonio 1987 | 58,8 | 8,7 | 50,1 | 66,9 | 14,3 | 52,6 | | | |
| Mar Jonio 1988 | 89,1 | 2,9 | 86,2 | 64,2 | 14,4 | 49,8 | 54,3 | 15,1 | 39,2 |
| Media | 74,0 | 5,8 | 68,2 | 65,6 | 14,4 | 51,2 | | | |
| Canale di Sicilia Oc., 1987 | 84,2 | 10,4 | 72,0 | 67,8 | 21,9 | 45,9 | | | |
| Canale di Sicilia Or., 1987 | 76,6 | 13,9 | 62,7 | 67,0 | 15,1 | 51,9 | | | |
| Media | 80,4 | 12,2 | 67,4 | 67,4 | 18,5 | 48,9 | | | |
| Media Generale | 74,2 | 10,8 | 63,3 | 68,3 | 16,8 | 53,9 | 64,7 | 22,5 | 42,6 |

per un idoneo confronto con i dati di biomassa. Nelle fig. 1-5 viene illustrato l'andamento delle medie dei valori percentuali delle frazioni < 2 µm di assimilazione del il $C^{14}$ e di biomassa per ciascuna campagna e per ciascuna area. Vengono, inoltre, fornite le percentuali medie (istogrammi) e le medie dei valori totali dei tre diversi parametri.

Delle cinque aree studiate il Mar Ligure (fig.l) è quello che presenta in tutte le crociere risultati completi per i tre parametri. I valori percentuali attribuibili alla frazione < 2 µm risultano tra loro in ottimo accordo con 67.0% di $C^{14}$, 68.7% di CHL*a* e 68.2% di ATP. La frazione più piccola (1-0.5 µm) è quella che in ogni caso fornisce il maggior contributo al picofitoplancton con il 55.8, 51.5 e 43.2% rispettivamente.

E' da osservare che le percentuali più elevate di $C^{14}$ e biomassa sono state ottenute in corrispondenza della campagna del dicembre 1985 quando è stato misurato il tasso totale minore di assimilazione del $C^{14}$.

Anche per il Basso Tirreno (fig. 2) le percentuali di $C^{14}$ e CHL*a* assumono valori molto simili tra di loro con 75.5 e 71.8% rispettivamente con i valori più alti nella zona delle Isole Eolie che può considerarsi certamente a più basso trofismo (0.65 mgC/mc/h $C^{14}$ e 0.05 mg/mc CHLa) rispetto all'avamporto di Milazzo (0.86 mgC/mc/h $C^{14}$ e 2.46 mg/mc CHL*a*).

Nello Stretto di Messina (fig. 3), per il quale i risultati si riferiscono solo alla frazione più piccola, la percentuale della produzione primaria (28%), appare significativamente più bassa rispetto ai valori osservati nelle altre aree mentre la biomassa (CHL*a* e ATP) presenta valori simili a quelli ottenuti nelle altre campagne.

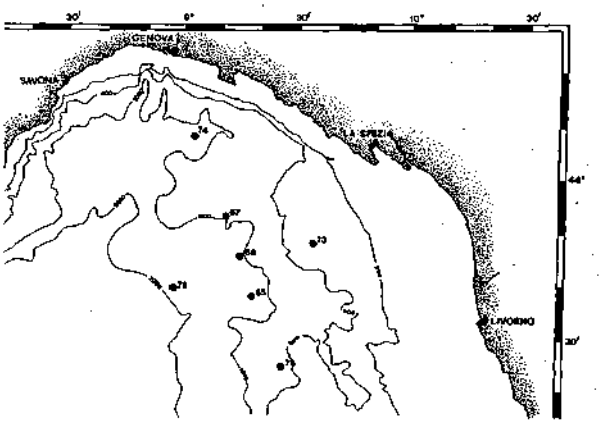
Per quanto attiene la produzione primaria, dunque, appare confermata l'ipotesi precedentemente avanzata (MAGAZZÙ *et al.*, 1987) che i notevoli fenomeni di turbolenza dello Stretto costituiscono un fattore di inibizione per la fisiologia del picofitoplancton riducendo la sua capacità fotosintetica.

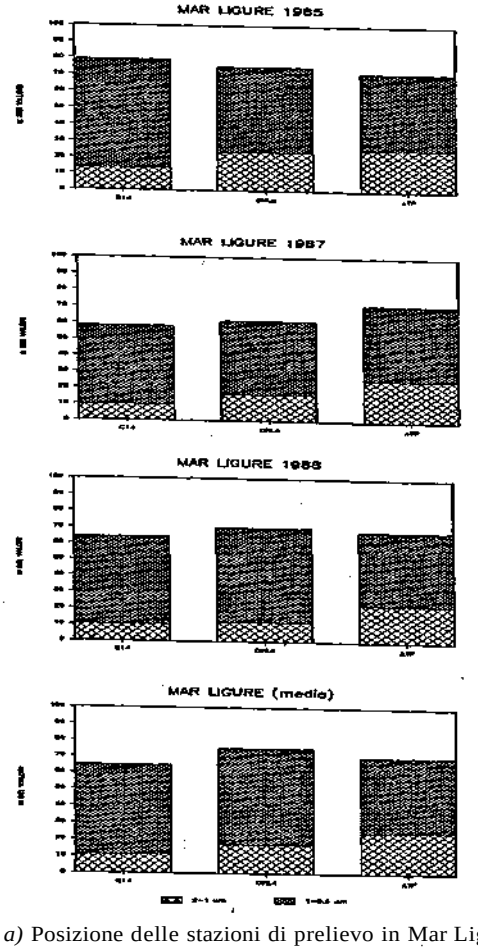
Nelle stazioni situate nel Mar Jonio, ad oltre 150 miglia delle coste orientali siciliane (fig. 4), le percentuali per i tre parametri sono risultate rispettivamente 74.2, 65.6 e 54.3%. Anche in quest'area che può considerarsi oligotrofica date le sue caratteristiche oceaniche, il picofitoplancton fornisce il maggior contributo al comparto primario.

Infine, nel Canale di Sicilia (fig. 5) sono stati ottenuti valori percentuali medi elevati con 80.4% di $C^{14}$ e 67.4% di CHL*a* simili a quelli del Mar Jonio.

*Relazioni fra assimilazioni del $C^{14}$, clorofilla* a *e ATP*

Nella tab. 2 si riportano i valori dei rapporti tra i tre parametri per le diverse frazioni del picofitoplancton. Lo studio di questi rapporti risulta di notevole interesse per le valutazioni sulla fisiologia dell'ecosistema e delle biocenosi picoplanctoniche legate alla produzione primaria degli ambienti acquatici.




VALORI TOTALI

Dicembre 1985

| | | |
|---|---|---|
| C14 | mgC/mc/h | 0.463 |
| CHLa | mg/mc | 0.160 |
| ATP | mg/mc | 0.031 |

Febbraio 1987

| | | |
|---|---|---|
| C14 | mgC/mc/h | 1.25 |
| CHL | mg/mc | 0.67 |
| ATP | mg/mc | 0.024 |

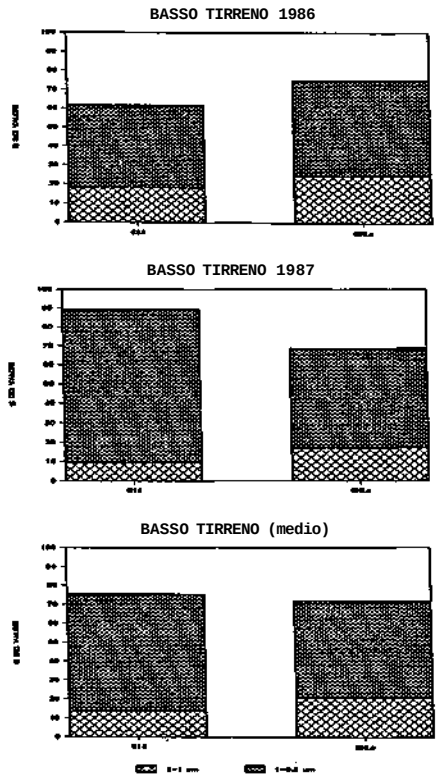
Febbraio 1988

| | | |
|---|---|---|
| C14 | mgC/mc/h | 1.22 |
| CHL | mg/mc | 0.83 |
| ATP | mg/mc | 0.141 |

MEDIA

| | | |
|---|---|---|
| C14 | mgC/mc/h | 0.98 |
| CHL | mg/mc | 0.55 |
| ATP | mg/mc | 0.066 |

**Fig 1** - *a)* Posizione delle stazioni di prelievo in Mar Ligure; b) istogrammi delle medie dei valori percentuali delle frazioni picofitoplanctoniche < 2.0 µm dei parametri misurati ($C^{14}$, CHL*a* ed ATP) in ciascuna campagna e valore medio dei totali.




VALORI TOTALI

Luglio 1986
C14 mgC/mc/h 0.86
CHLa mg/mc 2.46

Febbraio 1987
C14 mgC/mc/h 0.65
CHLa mg/mc 0.05

MEDIA
C14 mgC/mc/h 0.76
CHLa mg/mc 1.26

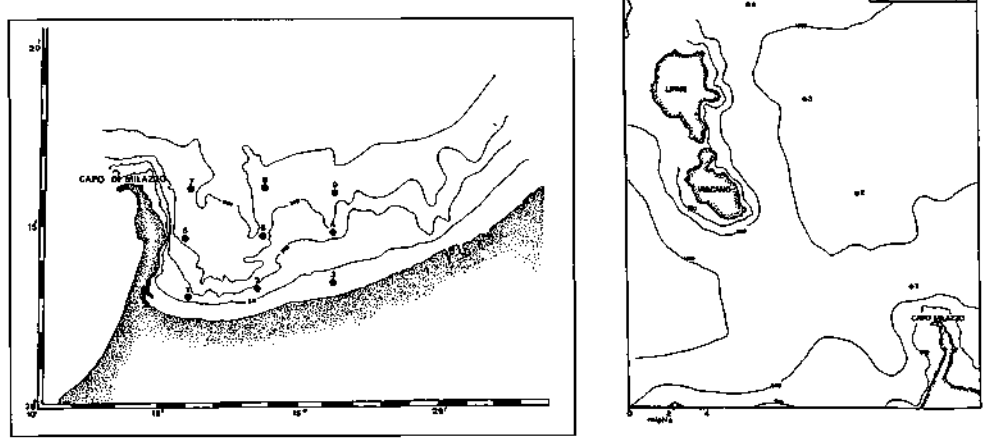
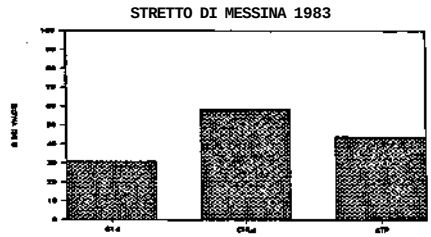



**Fig. 2** - Posizione delle stazioni di prelievo nel Basso Tirreno (Golfo di Milazzo, 1986; Isole Eolie, 1987), istogrammi delle medie dei valori percentuali delle frazioni picofitoplanctoniche < 2.0 µm dei parametri misurati ($C^{14}$, CHL*a* ed ATP) in ciascuna campagna e valore medio dei totali.




VALORI TOTALI

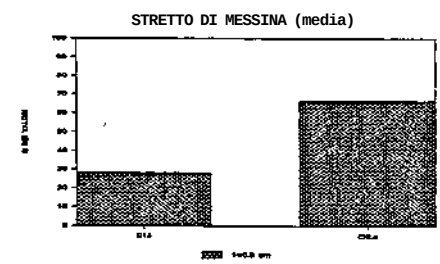
Ottobre 1983

| | | |
|---|---|---|
| C14 | mgC/mc/h | 0.753 |
| CHLa | mg/mc | 0.140 |
| ATP | mg/mc | 0.025 |




Luglio 1986

| | | |
|---|---|---|
| C14 | mgC/mc/h | 1.46 |
| CHL | mg/mc | 0.45 |




MEDIA.

| | | |
|---|---|---|
| C14 | mgC/mc/h | 1.11 |
| CHL | mg/mc | 0.30 |

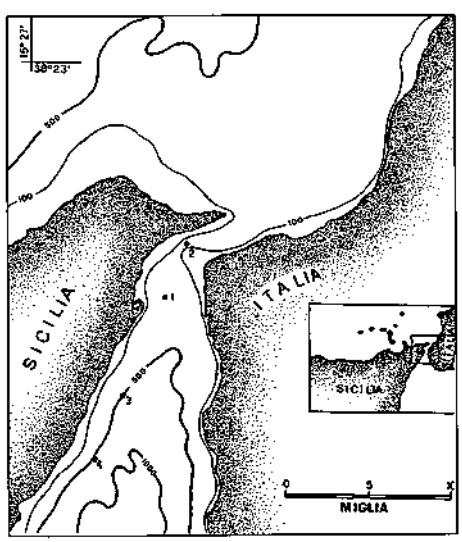



**Fig. 3** - Posizione delle stazioni di prelievo nello Stretto di Messina, istogrammi delle medie dei valori percentuali della frazione picofitoplanctonica < 1.0 µm dei parametri misurati ($C^{14}$, CHL*a* ed ATP) in ciascuna campagna e valore medio dei totali.

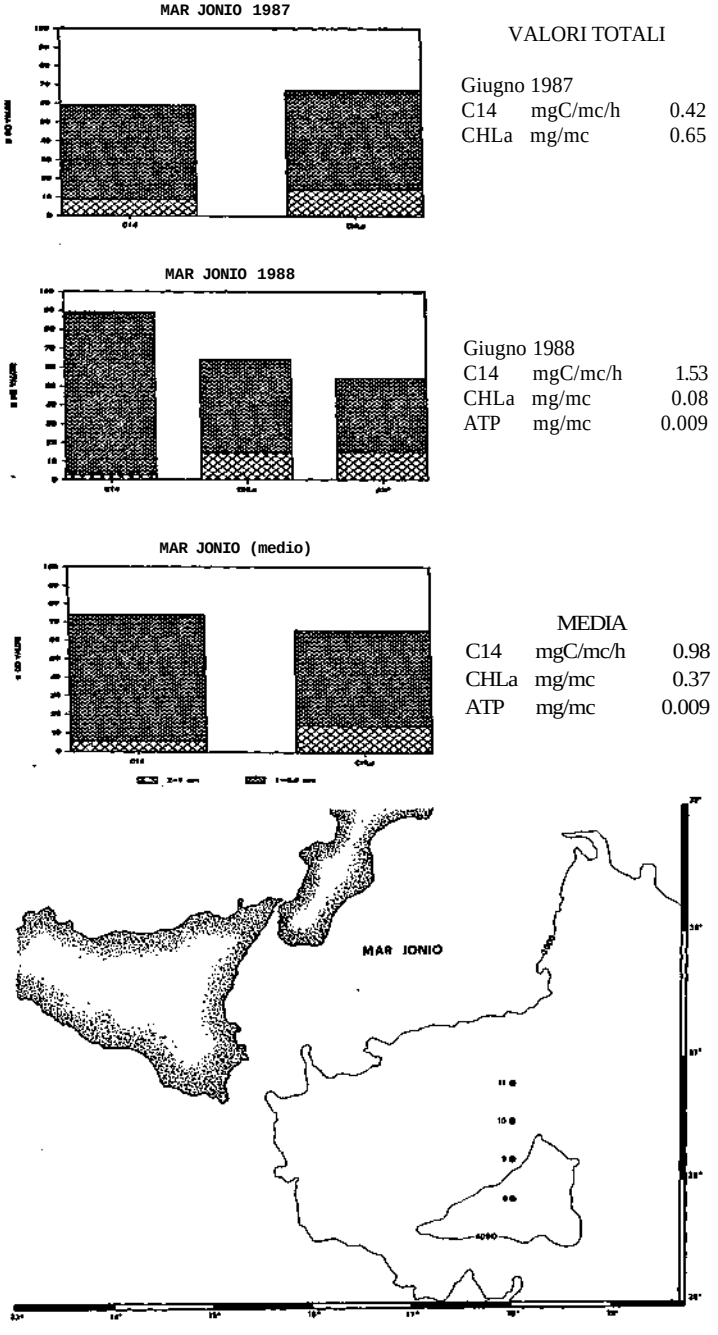
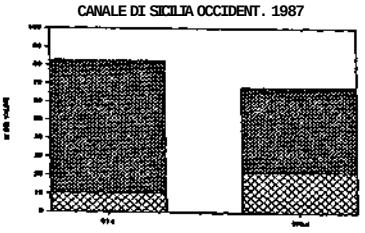
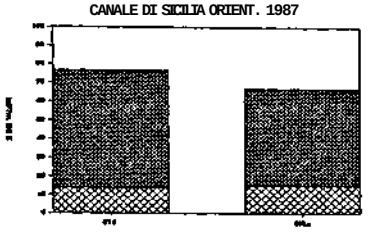



**Fig. 4** - Posizione delle stazioni di prelievo in Mar Jonio, istogrammi delle medie dei valori percentuali delle frazioni picofitoplanctoniche < 2.0 µm dei parametri misurati ($C^{14}$, CHL*a* ed ATP) in ciascuna campagna e valore medio dei totali.

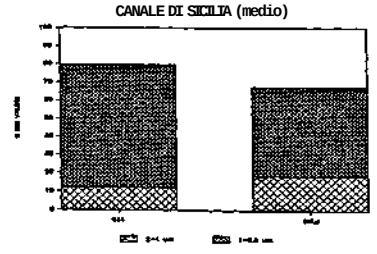



VALORI TOTALI

C14 mgC/mc/h 0.13
CHL*a* mg/mc 0.07




C14 mgC/mc/h 0.90
CHLa mg/mc 0.03




MEDIA
C14 mgC/mc/h 0.52
CHLa mg/mc 0.05

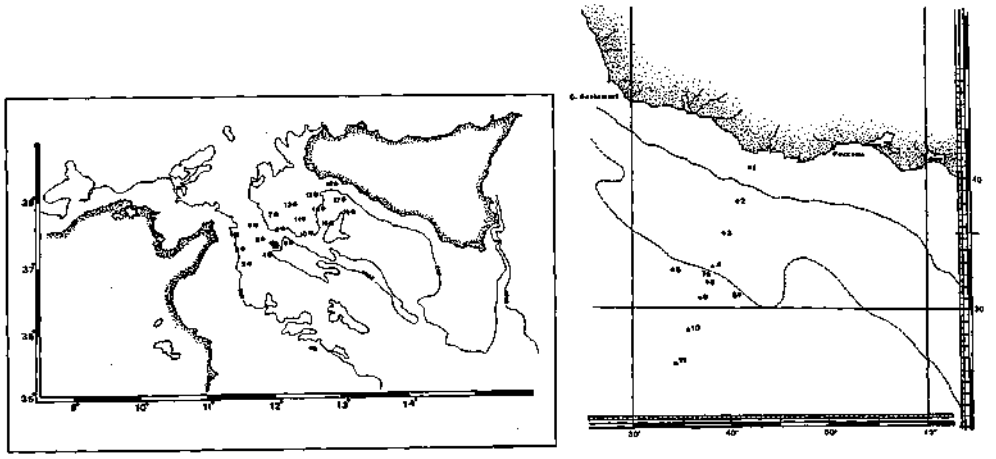


**Fig. 5** - Posizione delle stazioni di prelievo nel Canale di Sicilia (Occidentale ed orientale), istogrammi delle medie dei valori percentuali delle frazioni picofitoplanctoniche < 2.0 µm dei parametri misurati ($C^{14}$, CHL*a*) in ciascuna campagna e valore medio dei totali.

**Tab. 2** - Valori dei rapporti $C^{14}$/CHL*a* (mgC/mgCHL*a*/h), $C^{14}$/ATP (mgC/mg/ATP/h) e CHL*a*/ATP (mgCHL*a*/mgATP) delle diverse frazioni picofitoplanctoniche (< 2 µm) e del fitoplancton (> 2.0 µm).

| | C14/CHLa | | | | C14/ATP | | | | CHLa/ATP | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | >2 | 2-0,5 | 2-1 | 1-0,5 | >2 | 2-0,5 | 2-1 | 1-0,5 | >2 | 2-0,5 | 2-1 | 1-0,5 |
| Mar Ligure 1985 | 2,31 | 2,96 | 1,59 | 3,40 | 9,63 | 16,85 | 6,84 | 21,63 | 4,2 | 5,7 | 4,31 | 6,36 |
| Mar Ligure 1987 | 2,18 | 1,88 | 2,11 | 2,41 | 43,67 | 45,54 | 31,97 | 40,12 | 26,7 | 22,4 | 8,04 | 26,34 |
| Mar Ligure 1988 | 2,22 | 1,51 | 0,87 | 1,12 | 17,80 | 12,32 | 3,16 | 10,43 | 6,9 | 13,7 | 4,85 | 14,90 |
| Media | 2,24 | 2,12 | 1,52 | 2,31 | 23,70 | 24,90 | 13,99 | 24,06 | 12,58 | 13,96 | 5,73 | 15,87 |
| Basso Tirreno 1986 M. | 6,70 | 2,57 | 4,87 | 2,64 | | | | | | | | |
| Basso Tirreno 1987 | 3,59 | 13,41 | 8,63 | 13,31 | | | | | | | | |
| Media | 5,15 | 7,99 | 6,75 | 7,98 | | | | | | | | |
| Str. di Messina 1983 | 9,00 | | | 2,13 | 12,90 | | | 39,80 | 4,07 | | | 6,65 |
| Str. di Messina 1986 | 1,31 | | | 5,79 | | | | | | | | |
| Media | 5,16 | | | 3,96 | | | | | | | | |
| Mar Jonio 1987 | 0,85 | 0,65 | 0,85 | 0,66 | | | | | | | | |
| Mar Jonio 1988 | 3,92 | 18,79 | 5,75 | 29,30 | | | | | | | | |
| Media | 2,39 | 9,72 | 3,30 | 14,98 | | | | | | | | |
| Canale di Sicilia Oc. 1987 | 5,68 | 14,54 | 4,40 | 23,11 | | | | | | | | |
| Canale di Sicilia Or. 1987 | 5,68 | 23,66 | 7,60 | 28,73 | | | | | | | | |
| Media | 5,68 | 19,10 | 6,00 | 25,92 | | | | | | | | |
| Media Generale | 3,95 | 8,89 | 4,07 | 10,24 | 21,00 | 24,90 | 13,99 | 27,99 | 10,46 | 13,96 | 5,73 | 13,56 |

Dal complesso dei risultati appare evidente (fig. 6) che il Numero di Assimilazione ($C^{14}$/CHL*a*) del picofitoplancton (2 - 0.5 µm), con una media per tutte le aree di 8.89 in confronto a 3.95, risulta superiore a quello del fitoplancton di dimensione maggiore. Solo in Mar Ligure il rapporto per il picofitoplancton è leggermente inferiore (2.12) a quello fitoplanctonico > 2.0 µm (2.24) mentre nello Stretto di Messina, tale relazione è inversa (5.16 in confronto a 3.96). L'analisi

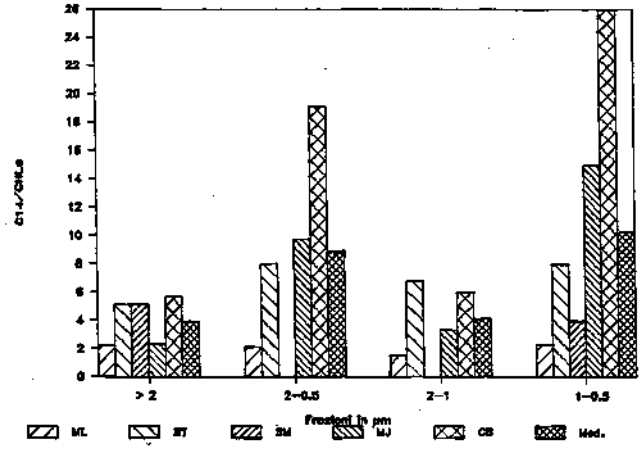



**Fig. 6** - Confronto dei valori del Numero di Assimilazione delle diverse frazioni picofitoplanctoniche nelle aree studiate.

dettagliata delle diverse frazioni indica chiaramente che quella compresa fra 1 e 0.5 µm è fotosinteticamente più efficiente mentre la frazione intermedia (2-1 µm) è caratterizzata da un Numero di Assimilazione pressoché uguale a quello del fitoplancton > 2 µm.

I risultati ottenuti inducono a ritenere che la la frazione planctonica più piccola sia prevalentemente costituita da Cianobatteri, procarioti fisiologicamente molto diversi dagli altri organismi sia del fito che del nanoplancton e che nell'intervallo dimensionale compreso fra 2-1 µm gli organismi dominanti siano invece eucarioti appartenenti presumibilmente alle Cloroficee, alle Prasinoficee o alle Bacillarioficee (STOCKNER e ANTIA, 1986) che presentano una diversa fisiologia dai Cianobatteri.

Attualmente sono disponibili solo pochi risultati per un adeguato confronto con gli altri mari ed oceani, tuttavia, valori molto bassi del rapporto $C^{14}$/CHL*a* (0.03 - 0.22) per la frazione compresa fra 3 - 0.2 µm sono stati ottenuti nel Mar Baltico (LARSSON e HAGSTROEM, 1982) mentre quelli più elevati (5 - 14.5) per la medesima frazione, sono stati osservati nel Pacifico sub-tropicale (BIENFANG e TAKAHASHI, 1983). In una area oligotrofica del Mar Mediterraneo BERMAN *et al.* (1984) non trovano significative differenze fra i valori del Numero di Assimilazione delle frazioni > 3 µm e quelli del picofitoplancton (< 3 µm). AZOV (1986), nella stessa area, trova valori uguali per le due frazioni o maggiori per il fitoplancton > 3 µm.

Queste differenze con i risultati del nostro studio possono essere imputabili al diverso tipo di frazionamento utilizzato dagli altri autori. Questi infatti, da una parte, hanno utilizzato un livello dimensionale superiore (3 µm) che può ampliare notevolmente il numero di organismi selezionati (e, come da noi evidenziato, al di sopra di 1 µm i valori dei rapporti per le due frazioni maggiori si eguagliano) dall'altra, hanno omesso di studiare la frazione più piccola costituita dai Cianobatteri che come precedentemente osservato sembrano fornire il più alto contributo fra le varie frazioni.

Il rapporto $C^{14}$/ATP è risultato anch'esso in media superiore per il picofitoplancton con 24.9 rispetto al valore di 21.0 riferito al plancton > 2.0 µm.

Analogamente a quanto osservato per il rapporto $C^{14}$/CHL*a* frazione più piccola con 27.99 fornisce il contributo più alto. Il significato di questi due rapporti è molto simile rappresentando essi un tasso di produzione per unità di biomassa attiva.

I dati disponibili in letteratura indicano per $^{14}$C/ATP un valore compreso fra 5 e 8 per il totale del fitoplancton. Questi risultati, tuttavia, sono stati ottenuti in una zona di divergenza lungo le coste Nord-occidentali africane (FIALA e JACQUES, 1974) con condizioni molto diverse rispetto a quelle degli ambienti oligotrofici da noi studiati. E' probabile che in questi ultimi la produzione primaria oraria per unità di ATP sia notevolmente superiore in rapporto al differente adattamento delle specie alla ridotta disponibilità di nutrienti.

In Mar Ligure, infatti (tab. 2), i rapporti sono generalmente confrontabili per le diverse frazioni mentre è solo lo stretto di Messina ad influenzare la media complessiva con un rapporto $C^{14}$/ATP di 39.8.

Il rapporto CHL*a*/ATP, disponibile solo in alcune campagne, è risultato compreso fra 4.1 (Stretto di Messina) e 26.7 (Mar Ligure) con una media globale di 10.46 per la frazione > 2 µm e 13.96 per quella compresa fra 2 e 0.5 µm. Il suo valore nelle acque oceaniche è prossimo a 4.5 (STEELE e BAIRD, 1962; HAMILTON e HOLM-HANSEN, 1967; PAERL e WILLIAM, 1976) mentre nel Mediterraneo Nord-occidentale KIM (1980) ha trovato variazioni comprese fra 1.1 e 96.3 con una media generale di 10.3. Apparentemente i valori del rapporto CHL*a*/ATP diminuiscono fino a 1-2 in acque ricche in sali nutritivi (FIALA e JACQUES, 1974; GRALL *et al.*, 1974) e rappresentano un indice che le popolazioni fitoplanctoniche sono ben adattate a questi ambienti (KIM, 1980). Tuttavia, date le difficoltà nel metodo di separare la biomassa batterica, i funghi e gli elementi più piccoli del microzooplancton dal plancton vegetale non sono da escludere sovrastime dell' ATP e quindi valori bassi del rapporto non collegati con la filosofia del sistema.

Nel nostro studio i valori osservati sono più elevati delle medie oceaniche e di quelli misurati in zone non impoverite di nutrienti ed indicano un aumento di CHL*a* per unità di ATP. Un tale "surplus" relativo in clorofilla può spiegarsi ammettendo una diminuzione di efficienza del sistema pigmentario come, d'altra parte, lasciano supporre i modesti valori del Numero di Assimilazione ottenuti in Mar Ligure. Inoltre, il rapporto CHL*a*/ATP diminuisce nello Stretto di Messina, (nota zona di divergenza caratterizzata da concentrazioni di nutrienti superiori a quelle del Mar Ligure) in concomitanza con un netto aumento del numero di Assimilazione.

Infine, i valori delle diverse frazioni planctoniche sono molto simili (12-13) a parte quello della frazione intermedia per definire l'eventuale esistenza di un "trend" fra le diverse classi dimensionali:

## Conclusioni

Ulteriori misure di produzione primaria frazionata in diversi mari italiani confermano l'elevato contributo (74%) fornito dal picofitoplancton (< 2 µm) alla produzione totale. Anche le biomasse del picofitoplancton, espresse dai pigmenti clorofilliani e dall'Adenosintrifosfato, contribuiscono con percentuali elevate e molto simili fra loro (68% e 65% rispettivamente per CHL*a* e ATP) alla biomassa totale. Un tale contributo del picofitoplancton è tipico di ambienti oligotrofici (STOCKNER e ANTIA, 1986) come la maggior parte di quelli da noi studiati. Il valore dei rapporti

$C^{14}$/CHL*a* e $C^{14}$/ATP, da parte loro, indicano una notevole efficienza del sistema pigmentario degli autotrofi < di 2 µm ma soprattutto da parte dei Cianobatteri presenti nella frazione da 1 a 0.5 µm. Il rapporto CHL*a*/ATP, infine conferma un adattamento fisiologico delle cellule ad ambienti generalmente poveri di sali nutritivi.

**Summary**

*Chlorophyll distribution in the different planktonic fractions confirms, also from italian seas, that picoplankton (2.0 - 0.5 µm) represents the most important part of the total photosynthetic biomass.*

*The study was carried out in five coastal and off-shore areas from the italian seas during different seasons and the results show that the contribution of the fraction < 2.0 µm ranged between 58% and 75% (with the general mean of the 68%) for the whole planktonic biomass. Size fraction of ATP measurements also indicates that more than 60% of this nucleotide is associated with the picoplanktonic fraction. Assimilation Numbers (P/B) for the picoplankton was 8.89 in comparison with 3.95 obtained from the photosynthetic fractions > 2.0 µm. A similar distribution was observed also for ratios of $C^{14}$ to ATP and CHLa to ATP confirming that the smallest organisms represent not only the more abundant biomass but also the most active primary producers in the sea.*

**Bibliografia**

AZOV Y. (1986) - Seasonal patterns of phytoplankton productivity and abundance in nearshore oligotrophic waters of Levantine Basin (Mediterranean). *J. Plancton Res.,* 8: 41-43.

BRUNI V., MAGAZZÙ G., MAUGERI T. L., ACOSTA POMAR L., DECEMBRINI F. (1989) - Ulteriori indagini sul picofitoplancton dei mari italiani. Atti 3° Congr. Naz. S.IT.E. 101-105.

BERMAN T., AZOV Y, TOWNSEND D. (1984) - Understanding oligotrophic oceans: can the eastern Mediterranean be a useful model? In: O. Holm-Hansen, L. Bolis and R. Gilles Ed. Marine phytoplankton and productivity: lecture notes on coastal and estuarine studies. *Springer-Verlag.* 8: 101-112.

BIENFANG P.K., TAKAHAHI M. (1983) - Ultraplankton growth rates in a subtropical ecosystem. *Mar. Biol.,* 76: 213-218.

FIALA M., JAQUES G. (1974) - Relations entre ATP, clorofille et production dans la couche euphotique d'une zone d'up-welling. *Thetys,* 6 (1-2): 216-268.

GRALL J. R., LABORDE P., LE CORRE P., NEVEUX J., TREGUER P., THIRIOT A. (1974) - Carattéristiques trofiques et production planctonique dans la region sud de l'Atalntique marocain. *Thetys,* 6 (1-2): 11-28.

HAMILTON R.D., HOLM-HANSEN O. (1967) - Adenosine triphosphate content of phytoplankton in natural samples. *Limnol. Oceanogr.,* 12: 319-324.

KIM K. T. (1980) - Contribution a l'étude de l'écosystéme pélagique dans les parages de Carry-Le-Rouet. *Thetys, 9* (3): 215-233.

LARSSON U., HAGSTROM A. (1982) - Fractionated phytoplankton primary production, exudate release and bacterial production in a Balti eutrophication gradient. *Mar. Biol.,* 67: 57-70.

MAGAZZÙ G., BRUNI V., PICCIONE A., PLATT T., IRWIN B., SUBBA RAO D. V. (1983) - Picoplankton: contribution to phytoplankton production in the Strait of Messina. *V$^{th}$ Conference of the European Soc. Comparat. Physiol. Biochem.* September 5-8 Taormina (Italy): 27-28.

MAGAZZÙ G., BRUNI V., PICCIONE A., PLATT T., IRWIN B., SUBBA RAO D.V. (1987) - Picoplankton: contribution to phytoplankton production in the Strait of Messina. *Marine Ecology,* 8 (1): 21-31.

MAGAZZÙ G., BRUNI V., DECEMBRINI E, PANELLA S. (1989) - La produzione primaria del picoplancton fotosintetico nei mari italiani. *Oebalia,* XV-I: 463-478.

PANELLA S., MAGAZZÙ G. (1978) - Analisi dei pigmenti fitoplanctonici. In: Metodi per lo studio del plancton e della produzione primaria. *Ed. G.M.* Vibo Valentia, 19-34.

PEARL H., WILLIAMS N.J. (1976) - The relation between ATP and microbial biomass in diverse acquatic ecosystems. *Ibid.,* 61 (5): 659-664.

STEELE J. H., BAIRD I. E. (1962) - Further relation between primary production, chlorophyll and particulate carbon. *Limnol. Oceanogr.,* 7 (1): 42-47.

STOCKNER J. G., ANTIA N. J. (1986) - Algal Picoplankton from Marine and Freshwater Ecosystems: a multidisciplinary perspective. *Can. J. Fish. Acquat. Sci.,* 43: 2472-2503.

*OEBALIA 1990 Suppl., Vol. XVI-1: 457- 466* ISSN 0392-6613

R. LA FERLA E. CRISAFI L. GENOVESE
Istituto Sperimentale Talassografico C.N.R.
Spianata S. Raineri, 86 - Messina - Italia

# PRIMI DATI SULLA DISTRIBUZIONE DEL BATTERIOPLANCTON NELL' AREA LAGUNARE DI OLIVERI-TINDARI

**Abstract**

Preliminary study on Bacterioplankton Distribution in the Oliveri-Tindari Lagoon.

*Enumeration of microorganisms was carried out by means of epifluorescence microscopy for total counts and by spread plate for heterotrophic aerobic bacteria.*
*Distribution of bacterioplankton was homogeneous in the ponds studied, in accordance with seasonal changes.*

**Key-words**: Brackish water, bacterioplankton, epifluorescence.

## Introduzione

Il sistema lagunare dei laghetti di Oliveri-Tindari è situato lungo il litorale tirrenico della provincia di Messina, tra Capo Milazzo e Capo Calavà. Questa area relativamente poco estesa ( circa 750 $Km^2$) formatasi in epoca recente, in seguito alla chiusura di cordoni litoranei, è attualmente costituita da sette piccoli stagni salmastri poco profondi. Il suo assetto morfologico è stato soggetto ad un notevole dinamismo, soprattutto per gli stagni che più recentemente si sono isolati dal mare (CRISAFI *et al.*, 1981).

Gli studi precedentemente effettuati in tale ambiente costiero hanno messo subito

in evidenza una notevole differenziazione delle caratteristiche fisiche, chimiche e biologiche tra i vari laghetti. Gli stagni di formazione più antica presentano infatti caratteristiche tipiche di ambienti salmastri, mentre quelli di formazione più recente risentono maggiormente degli apporti del mare (ABBRUZZESE e ARRICO, 1955; GENOVESE, 1964; BRUNI e MAUGERI, 1971; GENOVESE e MACRI, 1974; FARANDA *et al.,* 1975; GIACOBBE e LEONARDI, 1986).

Nel corso di un'articolata ricerca intrapresa sugli stagni di Oliveri-Tindari dall'Istituto Talassografico è stato effettuato uno studio riguardante la distribuzione del batterioplancton. Tale componente microbica è costituita da batteri eterotrofi, autotrofi e microalghe e rientra per lo più nella classe dimensionale del picoplancton (da 2 a 0,2 µm) (SIEBURTH, 1979). Tali microorganismi svolgono importanti ruoli negli ecosistemi aquatici ma la valutazione della loro biomassa è tuttora un problema difficilmente risolvibile a causa della variabilità dimensionale e dei complicati rapporti metabolici con la sostanza organica. Particolare importanza riveste quindi ancora la determinazione quantitativa di tale popolazione e la conseguente scelta del metodo impiegato. E infatti in corso una rapida evoluzione delle metodiche adottate, tanto che nel giro di pochi anni si è passati dal tradizionale conteggio in piastra alla determinazione diretta del numero cellulare mediante la microscopia in epifluorescenza (DALEY e HOBBIE, 1975; MITTLEMAN *et al.*, 1985; KOGURE *et al.*, 1979; LA FERLA *et al.*, 1987). In questa nota vengono riferiti i risultati di uno studio sulla distribuzione microbica effettuato in sette stagni del sistema lagunare, mediante un metodo diretto (microscopia ad epifluorescenza) ed un indiretto (crescita su terreno). Scopo della ricerca è stato di studiare le attuali condizioni dell'ambiente per individuare le eventuali evoluzioni.

## Materiali e metodi

Sono stati prelevati 144 campioni d'acqua nelle 18 stazioni riportati in figura 1 nei giorni 2 e 3 aprile, 29 giugno, 22 settembre e 18 dicembre 1987. I campioni d'acqua di superficie sono stati prelevati direttamente mediante bottiglie "Pirex" sterili da un litro, mentre per i campioni in prossimità del fondo è stata adoperata una bottiglia Niskin da 5 litri. Le quote campionate variano da un laghetto all'altro in base alla conformazione dei bacini ed erano comprese tra 2 e 4 metri di profondità (AUTORI VARI, 1990).

Entro poche ore dal prelievo, i campioni refrigerati sono stati così tratti in laboratorio:

-la carica totale in eterotrofi aerobi è stata determinata su terreno Marine Agar (Difco) mediante "spread plate" di 0,1 ml del campione. Le piastre seminate sono state incubate a 20°C per sette giorni;

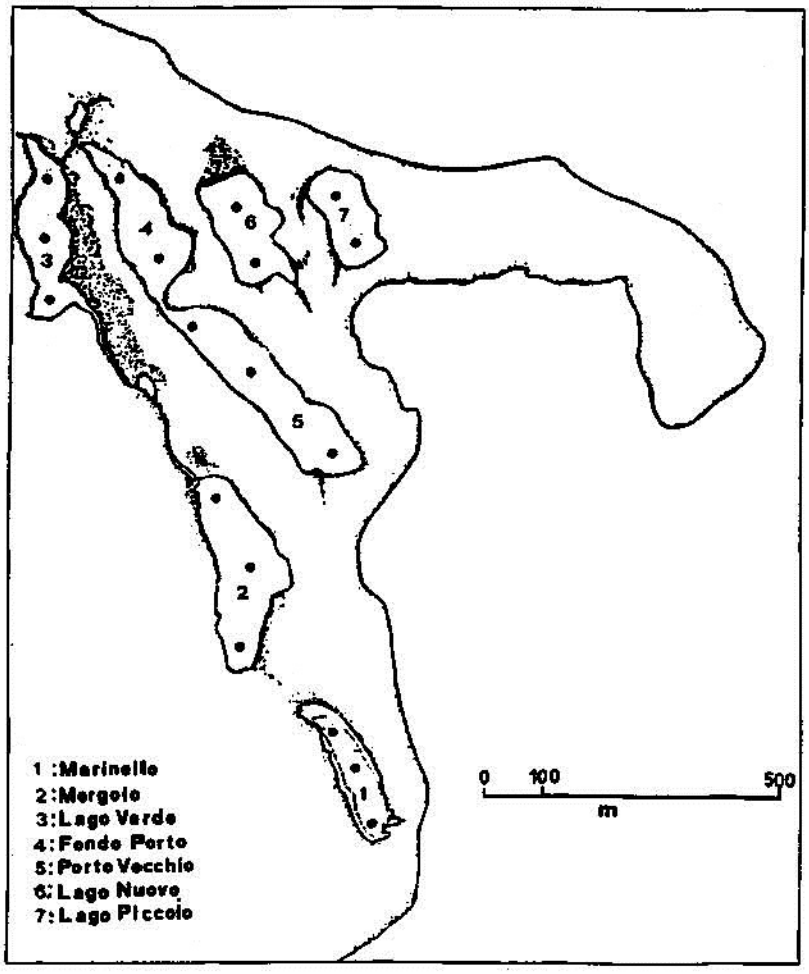



**Fig. 1** - Ubicazione delle stazioni di prelievo dei campioni di acqua negli stagni Oliveri-Tindari.

-per il conteggio microscopico diretto in epifluorescenza è stata adoperata la metodica dell' ASTM (1985), che prevede l'uso di arancio di acridina, già usata in precedenti ricerche (La Ferla et al., 1986), ma modificata con l'aggiunta di 0,05 ml di Tween 80 e la omogeneizzazione su Vortex per 2', prima della filtrazione del campione attraverso membrane di policarbonato Nuclepore "black" (porosità 0,22 μm). Al microscopio sono state contate solamente le cellule fluorescenti rosse e verdastre che, in base alla morfologia, potevano essere riferite a batteri.

Sui campioni d'acqua prelevati nel mese di settembre è stata determinata inoltre la carica totale usando come fluorocromo il DAPI, in confronto con l'arancio di acridina, secondo la metodica consigliata da PORTER e FEIG (1980).

## Risultati

I risultati delle determinazioni microbiologiche sono riportati nelle figure 2 e 3. Vista l'omogeneità dei dei risultati ottenuti tra le stazioni campionate in ciascun laghetto, si è ritenuto opportuno riportare i valori medi delle cariche, distinguendole solo tra superficie e fondo.

Il valore medio delle cariche batteriche determinate su terreno è stato di $2,2 \times 10^5$ CFU/100 ml nei campioni di superficie, con il massimo nel lago Verde nel mese di giugno ($3,2 \times 10^5$ CFU/100 ml) e il minimo nel lago Mergolo della Tonnara in settembre ($4,2 \times 10^4$ CFU/100 ml). Nei campioni in prossimità del fondo, la carica media è stata di $1,3 \times 10^5$ CFU/100 ml, con il massimo nel lago Verde ($3,6 \times 10^5$ CFU/100 ml) e il minimo nel lago Piccolo ($1,3 \times 10^4$ CFU/100 ml) nel mese di dicembre.

Per quanto concerne la carica totale determinata con l'arancio di acridina, durante le quattro campagne di prelievo è stato registrato un valore medio di $3,7 \times 10^8$ cellule/100 ml in superficie e di $3,2 \times 10^8$ cellule/100 ml al fondo. Nei campioni di superficie i valori massimo e minimo sono stati riscontrati nel laghetto di Marinello rispettivamente nei mesi di dicembre ($1,7 \times 10^9$ cellule/100 ml) e aprile ($1,4 \times 10^9$ cellule/100 ml). Nei campioni di fondo i valori massimi ($1,3 \times 10^9$ cellule/100 ml nel lago Nuovo) e minimo ($3,9 \times 10^7$ cellule/100 ml nel lago Verde) sono stati riscontrati nel mese di aprile.

All'osservazione microscopica in epifluorescenza la quasi totalità dei batteri è apparsa piccola, coccoide e con fluorescenza verdastra.

La determinazione della carica microbica nei campioni trattati con DAPI, effettuata nei campioni prelevati nel mese di settembre, ha fatto registrare una media di $2,9 \times 10^7$ cellule/100 ml nei campioni di superficie e di $5,0 \times 10^7$ cellule/100 ml nei campioni di fondo. Le cellule contate mediante questa tecnica diretta hanno costituito circa il 10% di quelle colorate con l'arancio di acridina.

## Discussione e conclusioni

Come prevedibile, il conteggio diretto del batterioplancton ha fornito valori più elevati di carica rispetto a quelli ottenuti con il metodo colturale. I batteri eterotrofi aerobi hanno rappresentato circa il 0,2% dei valori determinati mediante epifluorescenza. Simili risultati sono stati riportati in diversi ambienti acquatici da numerosi Autori che attribuiscono tali differenze sia alla presenza di cellule inattive o morte nei campioni osservati al microscopio, sia alla selettività delle determinazioni quantitative in piastra (DALEY e HOBBIE, 1975; KOGURE *et al.*, 1979; PEELE e COLWELL, 1981). Le diverse componenti microbiche presenti in

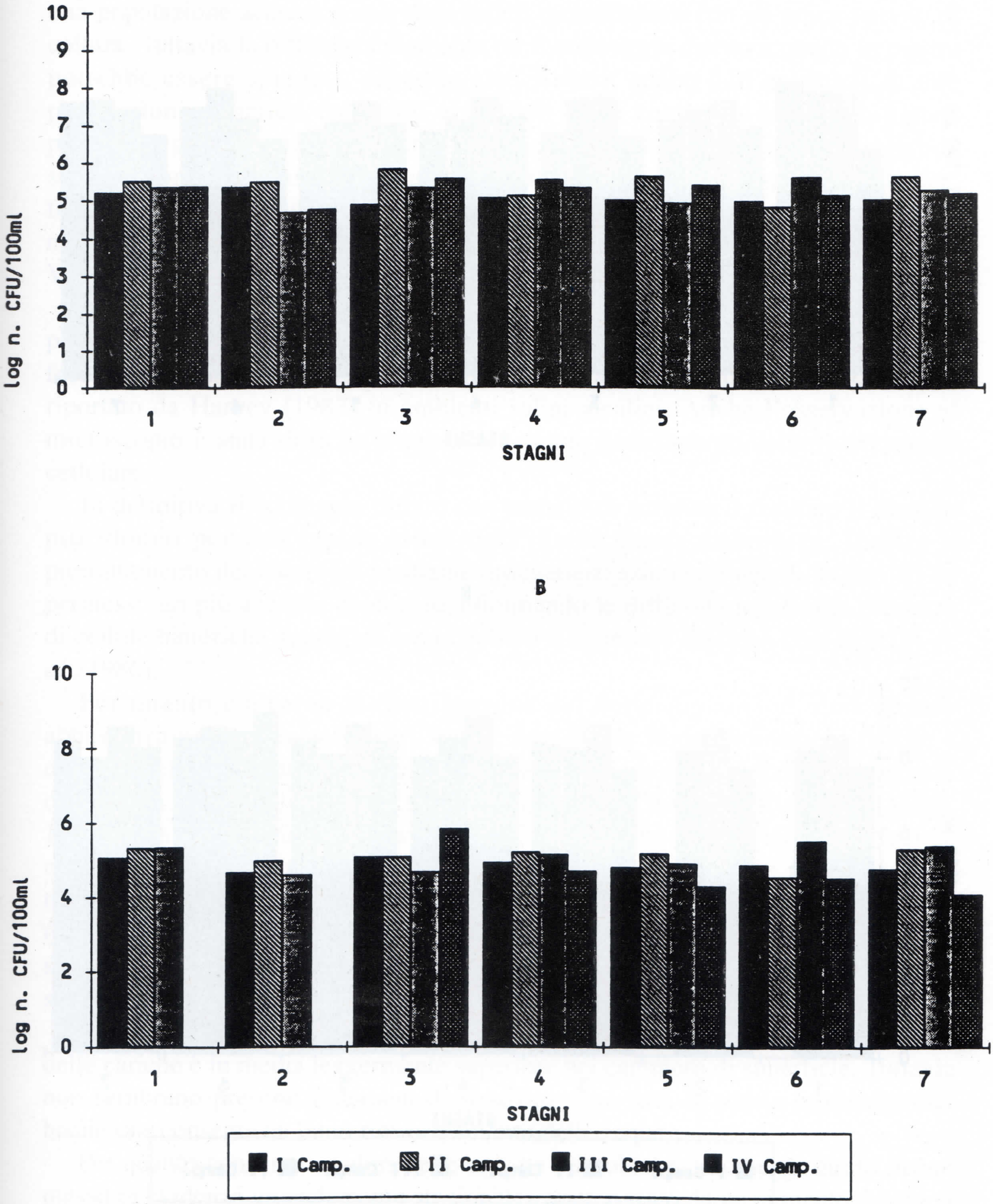



**Fig. 2** - Risultati delle determinazioni microbiologiche effettuate sui campioni di acqua mediante crescita su Marine Agar (A: superficie; B: profondità).

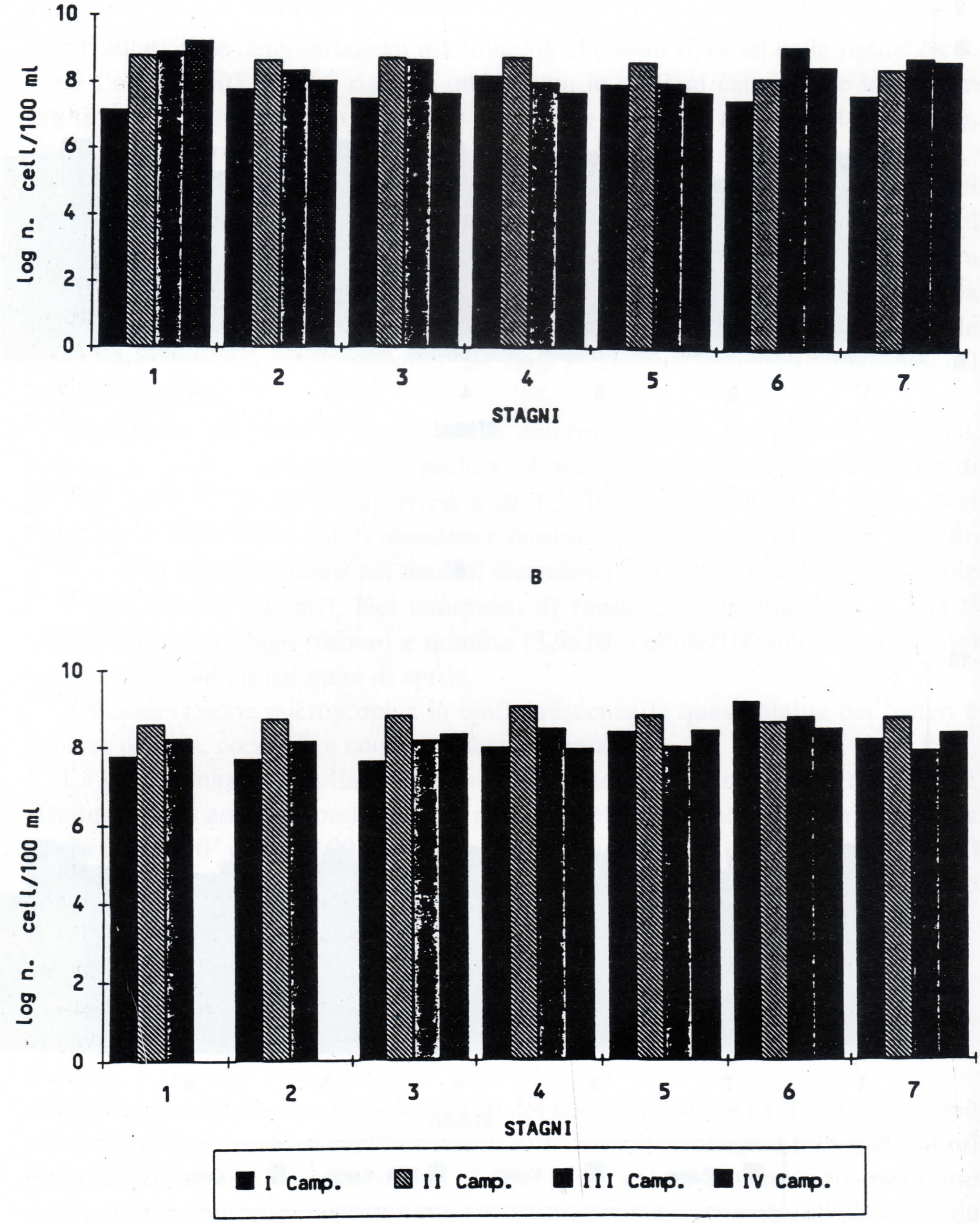



**Fig. 3** - Risultati delle determinazioni microbiologiche effettuate sui campioni di acqua mediante conteggio diretto in epifluoriscenza (A: superficie; B: profondità).

una popolazione acquatica non sono infatti quantificabili con un unico terreno di coltura. Tuttavia la differenza risultante tra il conteggio diretto e quello in piastra potrebbe essere spiegata, secondo altri Autori, anche dall'esistenza di due popolazioni di batteri eterotrofi acquatici: l'una costituita da piccoli batteri planctonti che no crescono su terreni di coltura e che utilizzano la più labile sostanza organica disciolta, l'altra, rappresentata da più grossi "epibatteri" formanti colonie su terreni agarizzanti, che vivrebbe associata al seston e al materiale organico particellato (BERTONI, 1976; SIEBURTH *et al.*, 1978; VELIMIROV *et al.*, 1986).

L'uso del DAPI in comparazione con l'arancio di acridina, se da un lato ha permesso una procedura più rapida nell'allestimento dei vetrini, dall'altro ha fornito conteggi più bassi di un ordine di grandezza, confermando quanto riportato da Harvey (1987) in ambienti salini alcalini. Anche l'osservazione al microscopio è stata difficile a causa del rapido decadimento della fluorescenza cellulare.

In definitiva il conteggio diretto con arancio di acridina è risultato il metodo più idoneo per una rapida stima dell'intera massa microbica. Inoltre il pretrattamento dei campioni mediante omogeneizzazione e l'uso di Tween 80 ha permesso un più agevole conteggio, eliminando le difficoltà legate alla presenza di cellule batteriche aggregate a particellato o materiale detritico (LA FERLA *et al.*, 1986).

Per quanto concerne la distribuzione del batterioplancton, essa appare abbastanza omogenea nei diveri stagni, nonostante le determinazioni fisiche e chimiche effettuate precedentemente abbiano evidenziato condizioni ambientali distinte tra i diversi bacini (CRISAFI *et al.*, 1981; GIACOBBE e LEONARDI, 1986; GIACOBBE *et al.*, in stampa). Ciò potrebbe dipendere da influenze reciproche esistenti tra i laghi morfologicamente isolati, rese possibili dalla notevole permeabilità delle barre di sabbia grossolana che separano gli stessi (CRISAFI *et al.*, 1981). Tuttavia i risultati ottenuti da ZACCONE *et al.*, (1988) sulle Vibrionaceae presenti negli stessi laghetti, suggeriscono anche l'ipotesi che siano presenti popolazioni differenti ed altamente specializzate nei diversi stagni.

Per quel che riguarda la distribuzione dei batteri con la profondità, il valore delle cariche è in media leggermente superiore nei campioni di superficie. Tuttavia non sembrano presenti fenomeni di stratificazione data la scarsa profondità dei bacini che consente un buon rimescolamento delle acque.

Per quanto concerne i valori delle cariche microbiche, i conteggi diretti hanno messo in evidenza un andamento stagionale caratterizzato da un aumento durante i mesi estivi, in relazione con l'innalzamento della temperatura. Le determinazioni delle CFU in piastra si presentano invece meno omogenee e non sembra esistere neppure un andamento stagionale in relazione con la temperatura.

In definitiva, i risultati di questa indagine hanno fornito chiare indicazioni sui vantaggi delle metodiche di conteggio diretto che consentono certamente la migliore e più rapida stima della totale massa microbica. Inoltre, per quanto concerne la distribuzione microbica nel sistema lagunare studiato, essa è apparsa abbastanza omogenea nei diversi stagni, indipendentemente dalle caratteristiche ambientali degli stessi. Si rende quindi necessario un confronto dei dati microbiologici ottenuti con i parametri fisici e chimici dei diversi stagni, allo scopo di studiare la possibile evoluzione di questo sistema lagunare.

**Summary**

*A study on the distribution of bacterioplankton in the Oliveri-Tindari lagoon was carried out over one year. Estimation of microorganisms is the first step for studying microbial ecology.*

*The seven brackish ponds of Oliveri-Tindari show a gradient of the physical and chemical characteristics from the ancient lakes to the recent ones.*

*Enumeration of microorganisms was carried out by means of epifluorescence microscopy for total counts and by spread plate for heterotrophic aerobic bacteria.*

*Distribution of bacterioplankton was homogeneous in the different ponds studied.*

*The heterotrophic aerobic bacteria constituted about 0,2% of the microscopic total counts. Nevertheless the homogeneous values obtained from direct microscopic counts might be due to the occurrence of highly specialized populations in the different ponds.*

**Bibliografia**

ABBRUZZESE D., ARICÒ F. (1955). Osservazioni geomorfologiche e fisico-chimiche sui laghi di OLiveri-Tindari. *Boll. pesca Piscic. Idrobiol.,* 10,1-23.

ASTM (1985). Standard Methods for Enumeration of Aquatic Bacteria by Epifluorescence Microscopy Counting Procedure. Designation D4455/85, 11. 02, 632-634, Filadelfia.

AUTORI VARI (1990). Indagine interdisciplinare sul sistema degli stagni salmastri costieri di Oliveri-Tindari (Messina). Rapporti 4 dell'Istituto Sperimentale Talassografico di Messina pp. 1-34.

BERTONI R. (1976). A four year study of the spatial and temporal variations of microseston and heterotrophic bacteria microflora in Lago Maggiore. *Men Ist. Ital. **Idrobiol.,** 33-433.*

BRUNI V., MAUGERI T.L. (1971). Ulteriore contributo allo studio della nitrificazione nel mare e nell'ambiente salmastro. *Boll. Pesca Piscic. Idrobiol.,* 26, 77-86.

CRISAFI E., GIACOBBE S., LEONARDI M. (1981). Nuove ricerche idrobiologiche nell'area lagunare di Oliveri-Tindari (Messina). I. Morfologia dei bacini e carattestiche fisico-chimiche delle acque e dei sedimenti. *Mem. Biol. Mar. Ocean.* IV, 139-186.

DALEY R., HOBBIE J.E. (1975). Direct counts of aquatic bacteria by modified epifluorescence technique. *Limnol. Oceanogr.* 20, 875-882

FARANDA F., GANGEMI G., GUGLIELMO L. (1975). Nuove condizioni dell'arenile di Oliveri e dei laghetti salmastri Mergolo della Tonnara e Verde (Prime osservazioni). *Atti Soc. Peloritana,* 21, 15-31.

GENOVESE S. (1964). Sur la presence de plusiers groupes physiologiques dans cinq etangs saumatres de la Sicilie nord-orientale. *Rapp. Comm. int. Mer Medit.,* 18, 615-617.

GENOVESE S., MACRI G. (1974). Sulle condizioni microbiologiche dello Stretto di Messina e di alcuni stagni salmastri della costa tirrenica Nord-Orientale della Sicilia. *Atti Soc. Peloritana,* 10, 43-57.

GIACOBBE M. G., MAIMONE G., (in stampa). Abbondanza fitoplanctonica negli stagni salmastri dell'area lagunare di Oliveri-Tindari (Messina). XX Congresso S.I.B.M., Vibo Valentia 19-24/9/1988.

GIACOBBE S., LEONARDI M. (1980). L'area lagunare di Oliveri-Tindari: sue variazioni morfologiche recenti ed evoluzione dei popolamenti a molluschi. Atti VIII congresso A.I.O.L., Trieste 11-14/6/1986, pp. 355-366.

GIACOBBE S., LEONARDI M., AZZARO F., RINELLI P. (in stampa). descrizione di un esempio di "confinamento": l'area lagunare di Oliveri-Tindari (Messina). XX Congresso S.I.B.M., Vibo Valentia 19-24/9/1988.

HARVEY R.W. (1987). A fluorocrome-staining technique for counting bacteria in saline, organically enriched, alcaline lakes. *Limnol. Oceanogr.,* 32 (4), 993-995.

KOGURE K., SIMIDU U., TAGA N., (1979). A tentative direct Microscopic method for counting living marine bacteria. *Can. J. Microbiol.,* 25, 415-420.

LA FERLA R., CRISAFI E., GENOVESE L., MAUGERI T.L., ZACCONE R., AZZARO F. (1986). Studio mediante epifluorescenza delle variazioni stagionali del batterioplancton nel lago di Faro (Messina). *Nova Thalassia,* 8, 47-56.

LA FERLA R., ZACCONE R., GENOVESE L., CRISAFI E., MAUGERI T.L., BRUNI V (1987). Use of direct counts by means of epifluorescence in a brackish environment. I M.E.M., Sorrento 25-30/5/1987.

MITTLEMAN M.W., GEESEY G.G. E HITE R.R. (1983). Epifluorescence microscopy. A rapid method for enumeration viable and non -viable bacteria in ultrapure- water system. *Microcontamination,* 8/9

PEELE E.R. e COLWELL R.R. (1981) Application of a direct microscopic method for enumeration of substrate- responsive marine bacteria. *Can J. Microbiol,* 27, 1071-1075.

PORTER K.G. e FEIG Y.S. (1980). The use of DAPI for identifying and counting aquatic microflora. *Limnol. Oceanogr.,* 25 (5), 943-948.

SIEBURTH J. MC N., SMETACEK V, LENZ J. (1978). Pelagic ecosystem structure: heterotrophic compartments of the plankton and their relationship to plankton size-fractions. *Limnol. Oceanol.* 23 (6), 1256-1263.

SIEBURTH J. MC N. (1979). Sea Microbes. New York, Oxford, University Press.

VELIMIROV B., HERNDL G., KAVKA G. (1986). Biomass distribution and physiological capabilities of bacteria in the water column above a seagrass system. Deuxième Colloquee International de Bactèriologie marine. C.N.R.S., Brest 1-5/10/1984, Actes de Colloques, 3, 129-136.

ZACCONE R., MAUGERI T.L., CRISAFI E., GENOVESE L., LA FERLA R. (1988) . Premieres données sur l'ecologie des vibrions dans la zone lagunaire de Oliveri-Tindari (Messine, Italie). *Rapp. Comm. int. Mer Medit.,* 31, 2.

*OEBALIA 1990 Suppl., Vol. XVI-1: 467-478* *ISSN 0392-6613*

G. IZZO C. CREO A. SIGNORINI
C.R.E. ENEA Casaccia Via Anguillarese, 301 - 00060 Roma Italia

# DINAMICA DELL'ATTIVITÀ SOLFATO RIDUTTRICE NEI SEDIMENTI DELLA LAGUNA DI ORBETELLO

**Abstract**

Sulfate reduction dynamic in the Orbetello lagoon

*The Orbetello lagoon is periodically subjected to anoxic crisis. In order to understand and to prevent this phenomenon, sulfate - reduction activity, that was thought to play an important role, was measured over 18 months.*

*The results obtained by "in situ" and in laboratory experiments, showed a clear exponential correlation between activity and temperature. An experiment by the addition of Na - lactate (7 mg/ml sed.) showed that organic carbon is a limiting factor to the activity in the lagoon. Occasional increases of sedimentation rate were thought to act as a stimulating factor on the sulphate reduction activity.*

**Key-words**: Microbial, sulfate - reduction, sediments, lagoon, eutrophication

## Introduzione

Il ruolo dell'attività batterica solfato - riduttrice nei sedimenti marini, è stato messo in evidenza da numerosi autori (EDEMBORN H.M. *et al.*, 1987; JORGENSEN B.B. & SORENSEN J., 1985) ed in particolare è stato dimostrato che, in tali ambienti, questa attività è responsabile fino a percentuali del 50% della degradazione totale della sostanza organica (JORGENSEN B.B., 1982). Rari sono, invece, gli esempi di studi in lagune salmastre. Tali ambienti sono generalmente

caratterizzati da intensi apporti di sostanza organica e nutrienti di origine alloctona e da scarsa circolazione delle acque. Conseguentemente, l'apporto di ossigeno ai sedimenti non è sempre sufficiente per la mineralizzazione completa della sostanza organica. Ciò causa accumuli a livello dei sedimenti che, pertanto, vanno facilmente soggetti ad anaerobiosi. In queste condizioni, è realistico immaginare che il ruolo dell'attività solfato riduttrice sia rilevante. Allo scopo di verificare tale premessa, nel 1987 è stata intrapresa una ricerca sui sedimenti della Laguna di Orbetello (IZZO G., 1988). Tale ricerca è stata effettuata nell'ambito di uno studio multidisciplinare che aveva come obiettivo principale il risanamento dell'ambiente lagunare e come obiettivo intermedio la prevenzione dei ricorrenti fenomeni di anossia estiva (BUCCI M. *et al.*, 1988; CAPRIOLI R. *et al.*, 1988; IZZO G., 1988; NAVIGLIO L. *et al.*, 1988). I risultati preliminari avevano individuato nell'attività batterica solfato riduttrice la probabile responsabile delle crisi anossiche; per verificare tale ipotesi e comprendere i meccanismi di innesco di tale fenomeno, è stata approfondita l'indagine nel corso del 1988 con analisi "in situ" ed esperimenti di laboratorio.

In questa comunicazione presentiamo i risultati ottenuti nell'ultimo anno di ricerca e le relative conclusioni. L'indagine, comunque, proseguirà fino all'autunno 1989 con ulteriori sperimentazioni ed analisi.

## Materiali e Metodi

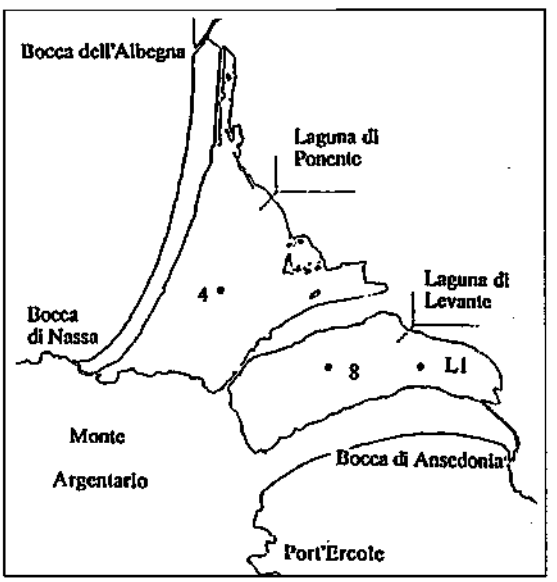



**Fig. 1** - Stazioni di campionamento

La descrizione della Laguna di Orbetello è già stata presentata in una precedente comunicazione (IZZO G., 1987).

I campionamenti sono stati effettuati ogni 15 giorni nel corso di 18 mesi, in due stazioni, la n. 4 e la n. 8 rappresentative rispettivamente del centro laguna di Ponente e del centro laguna di Levante. Inoltre, nel periodo Aprile - Luglio 1988 è stato effettuato il campionamento anche alla stazione L1 (Fig. 1), poiché tale area era interessata da un fenomeno di distrofia con anossia delle acque. Le metodologie di prelievo e di analisi sono state

descritte precedentemente (IZZO G., 1987), ma è opportuno ricordare che le analisi sono state effettuate soltanto sullo strato superficiale (circa 2 cm) dei sedimenti, in quanto è questo il sito in cui le attività batteriche, sia quelle aerobiche che anaerobiche, sono più intense. I valori di Eh registrati su profili verticali dei sedimenti avevano confermato che le attività anaerobiche erano presenti già negli strati superficiali (IZZO G., 1987). La determinazione quantitativa dell'attività metabolica dei batteri solfato riduttori è stata effettuata con il metodo sviluppato da ROSSER & HAMILTON (1983) che prevede l'uso di composti marcati. La velocità di riduzione del solfato inorganico da parte dei batteri è stata quantificata determinando la velocità di produzione del [35 S] solfuro dal [35 S] solfato, dopo un periodo di incubazione di 16 ore in anaerobiosi alla temperatura misurata "in situ".

*Esperimento di incubazione in laboratorio*

Al fine di verificare la correlazione tra attività batterica solfato riduttrice e temperatura, è stata allestita una prova in laboratorio, nella quale aliquote dello stesso campione (prelevato nella stazione 8), alle quali veniva aggiunto [35 S] solfato di sodio, venivano incubate a differenti temperature (da 10°C a 37°C con intervalli di 3°C), in condizioni anaerobiche per un periodo di 16 ore. Contemporaneamente, per verificare l'influenza della stimolazione con sostanza organica sulla cinetica metabolica, è stato allestito un altro esperimento in cui una seconda serie di aliquote di sedimento, della stessa provenienza, veniva incubato alle stesse condizioni della precedente prova, ma con aggiunta di lattato di sodio (7 mg/ml sed.) (POSTGATE J.R., 1979).

*Elaborazione matematica*

I dati dell'attività batterica sono stati analizzati matematicamente allo scopo di evidenziare i fattori che ne influenzavano la dinamica temporale.

A tal fine, è stato utilizzato un programma mediante il quale una serie di punti sperimentali viene interpolato con il metodo dei minimi quadrati, che permette di minimizzare la somma degli scostamenti dei singoli punti sperimentali della curva interpolatrice. I punti sperimentali possono essere interpolati mediante quattro andamenti funzionali: funzione polinominale, logaritmica, di potenza ed esponenziale. Tra le quattro funzioni si identifica quella che meglio rappresenta i punti sperimentali mediante il confronto tra i coefficienti di determinazione. Tale coefficiente (G.D.) dà un indice di quanto la curva interpolante si discosta dai punti sperimentali.

## Risultati

I risultati delle analisi di attività solfato riduttrice sono presentati nella Fig. 2 dalla quale si evidenzia il forte aumento estivo in entrambi gli anni. La stazione 8 (Laguna di Levante) ha sempre riportato valori maggiori della stazione 4 e ciò sembrerebbe giustificato dalla diversità dei due corpi d'acqua, con una minore circolazione a Levante (COGNETTI G. *et al.*, 1978).

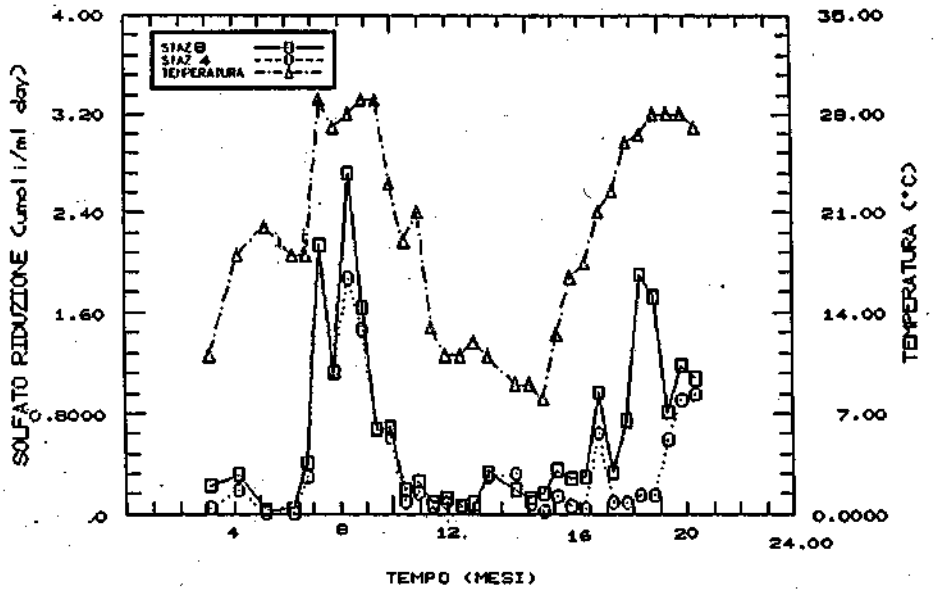



**Fig. 2** - Cicli annuali dell'attività solfato riduttrice e temperatura nei sedimenti della laguna di Orbetello (Staz. 4: Ponente, Staz. 8: Levante)

Come già detto, i dati dell'attività batterica (Tab. 1) sono stati analizzati matematicamente: il confronto tra i quattro andamenti funzionali esaminati ha permesso di individuare una correlazione di tipo esponenziale tra l'attività e la temperatura; essa è evidenziata nella Fig. 3 dalle curve A e B, relative ai risultati ottenuti nel corso dei 18 mesi di campionamento nelle stazioni 4 e 8, rispettivamente.

Stazione 4: $A = 0{,}018 \times e^{0{,}124T}$ C.D. = 0,506
Stazione 8: $A = 0{,}038 \times e^{0.124T}$ C.D. = 0,767
A = attività solfato riduttrice espressa in µmoli giorno$^{-1}$ ml$^{-1}$
T = temperatura espressa in °C
C.D. = coefficiente di determinazione

| | T (°C) | Staz. 4 | Staz. 8 | Staz. L1 |
|---|---|---|---|---|
| | | S (µmoli/ml day) | | |
| 1 | 8 | .021 | .163 | • |
| 2 | 9 | .084 | .123 | • |
| 3 | 9 | .322 | .194 | • |
| 4 | 11 | .054 | .069 | • |
| 5 | 11 | .091 | .124 | • |
| 6 | 11 | .297 | .330 | • |
| 7 | 11 | .048 | .221 | • |
| 8 | 12 | .041 | .080 | • |
| 9 | 12 | .138 | .349 | • |
| 10 | 13 | .057 | .090 | • |
| 11 | 16 | .062 | .284 | • |
| 12 | 17 | .041 | .297 | 3.372 |
| 13 | 18 | .185 | .313 | • |
| 14 | 18 | .293 | .405 | • |
| 15 | 19 | .094 | .193 | • |
| 16 | 21 | .168 | .265 | • |
| 17 | 21 | .645 | .968 | 3.833 |
| 18 | 22 | .090 | .334 | 3.313 |
| 19 | 23 | .610 | .683 | • |
| 20 | 26 | .091 | .746 | .447 |
| 21 | 26 | .148 | 1.900 | .446 |
| 22 | 27 | .954 | 1.083 | • |
| 23 | 27 | 1.145 | 1.127 | • |
| 24 | 28 | 1.872 | 2.715 | • |
| 25 | 28 | .910 | 1.184 | • |
| 26 | 28 | .592 | 1.726 | .983 |
| 27 | 28 | .147 | .806 | • |
| 28 | 29 | 2.127 | 2.144 | • |
| 29 | 29 | 1.462 | 1.634 | • |
| 30 | 29 | .679 | .671 | • |

**Tab. 1** - Risultati delle campagne: Staz. 4 (curva A), Staz. 8 (curva B)

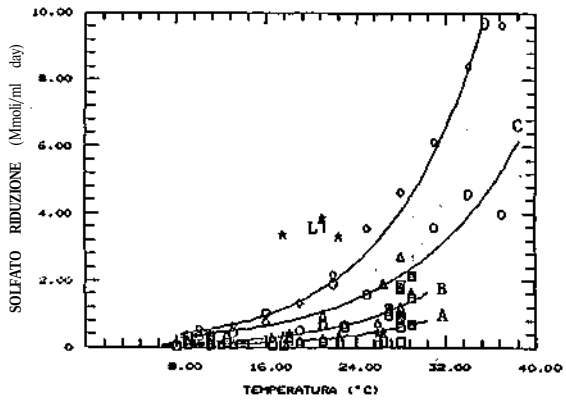



**Fig. 3** - Attività solfato riduttrice in funzione della temperatura
A: Staz. 4; B: Staz. 8; C: Prova di lab.; D: Prova di lab. con aggiunta di lattato; L1: Staz. L1 (crisi anossica localizzata)

I risultati dell'esperimento in laboratorio sono mostrati nella Tab. 2 e nella curva C di Fig. 3 il cui grafico è stato sviluppato con lo stesso metodo analitico delle curve A e B.

Incubazione in lab.: $A = 0{,}129 \times e^{0.1T}$ C.D. = 0,887

Come si evidenzia dalla Fig. 3, l'andamento delle curve A, B, e C, è significativamente simile e questo sembra confermare l'esistenza di una caratteristica correlazione esponenziale, tra attività e temperatura, nella dinamica della solfato riduzione della laguna di Orbetello.

Parallelamente, è stata verificata anche l'influenza dell'aggiunta di carbonio organico sotto forma di lattato di sodio sull'attività solfato riduttrice alle varie temperature (Tab. 3) ed anche in questo caso è stata calcolata la funzione; il risultato è:

$A = 0{,}145 \times e^{0{,}119T}$ C.D. = 0,983

La maggiore pendenza della curva D di Fig. 3 mette in evidenza che il carbonio organico, almeno sotto forma di piccole molecole come il lattato di sodio, è fattore limitante per l'attività dei batteri solfato riduttori; infatti, l'aggiunta di molecole organiche nelle nostre condizioni sperimentali ha raddoppiato l'attività.

**Discussioni e Conclusioni**

I risultati dell'esperimento di incubazione con aggiunta di lattato sodico sembrerebbero in contrasto con i nostri dati sperimentali (attualmente in corso di elaborazione) che indicano la presenza di carbonio organico nei sedimenti in una percentuale tra il 5% e l'8%. Probabilmente questa contraddizione è solo apparente, poiché le analisi mettono in evidenza il carbonio organico totale, rappresentato principalmente da frazioni refrattarie all'utilizzazione da parte di questi microorganismi. I batteri solfato riduttori, infatti, utilizzano carbonio organico sotto forma di piccole molecole (SORENSEN J. *et al.*, 1981; NEDWEL D.B. & ABRAM J.W., 1979) quale il lattato di sodio impiegato nel nostro esperimento. Tali molecole sono per lo più presenti sotto forma di sostanza organica disciolta proveniente dagli essudati delle macrofite (VELIMIROV B., 1986; 1987) e dalle trasformazioni cui vanno incontro le frazioni più complesse della sostanza organica attraverso i processi fermentativi.

| | T (°C) | S (µmoli/ml day) |
|---|---|---|
| 1 | 10 | .312 |
| 2 | 13 | .422 |
| 3 | 16 | 1.009 |
| 4 | 19 | .500 |
| 5 | 22 | 1.887 |
| 6 | 25 | 1.567 |
| 7 | 28 | 1.784 |
| 8 | 31 | 3.587 |
| 9 | 34 | 4.581 |
| 10 | 37 | 3.996 |

**Tab. 2** -Risultati della prova di laboratorio (curva C)

| | T (°C) | S (µmoli/ml day) |
|---|---|---|
| 1 | 10 | .529 |
| 2 | 13 | .612 |
| 3 | 16 | .799 |
| 4 | 19 | 1.296 |
| 5 | 22 | 2.145 |
| 6 | 25 | 3.555 |
| 7 | 28 | 4.615 |
| 8 | 31 | 6.136 |
| 9 | 34 | 8.382 |
| 10 | 37 | 9.634 |

**Tab. 3** - Risultati della prova di laboratorio con aggiunta di lattato (curva D)

Come già detto, ad Aprile 1988 in un'area circoscritta della laguna di Levante si è verificato un fenomeno di anossia. L'attività solfato-

riduttrice registrata in tale occasione ha dato i valori riportati sul grafico di Fig. 3 (L1), che sono decisamente maggiori del range atteso per la temperatura di quel periodo, ma comunque più vicini ai valori dell'esperimento con l'aggiunta di lattato. Poiché in tale area, durante il fenomeno, era evidente la decomposizione delle macrofite che avevano raggiunto una biomassa di circa 3 Kg/mq (Lenzi, comunicazione personale), è probabile che l'incremento dell'attività fosse stimolato dalla maggiore disponibilità di sostanza organica disciolta. È significativo evidenziare che, in tale circostanza, nella colonna d'acqua di 30 cm di altezza, si registrava assenza di ossigeno disciolto.

Il fenomeno di anossia localizzata è durato circa 15 giorni, dopo i quali la situazione è tornata confrontabile con il resto della laguna di Levante.

È significativo notare che anche l'attività dei batteri solfato riduttori è tornata nel range del rapporto temperatura - attività mostrato in Fig. 3.

Come noto, l'attività solfato riduttrice libera idrogeno solforato che viene chimicamente ossidato dall'ossigeno presente nella colonna d'acqua (JORGENSEN B.B., 1982); pertanto, una intensa attività di questo tipo può causare la scomparsa totale dell'ossigeno, se non è opportunamente ricambiato da fenomeni fisico - chimici all'interfaccia acqua - aria e dai processi fotosintetici. E nostra ferma opinione che questo processo sia la causa delle ricorrenti crisi anossiche degli ambienti acquatici lagunari. Se ciò è vero resta da spiegare quali siano i parametri che influenzano la dinamica di questa attività e perché improvvisamente essa raggiunga dei valori tanto elevati da non essere giustificati dalla sola influenza della temperatura. Riesaminando i grafici delle funzioni esponenziali che correlano attività e temperatura (Fig. 3) si potrebbe suggerire la seguente interpretazione: in condizioni "normali", cioé quando l'attività è stimolata soltanto dalla temperatura, sono valide e caratteristiche (almeno per le condizioni trofiche dei sedimenti di Orbetello) le funzioni rappresentate dalle curve A e B nella Fig. 3, confermate dall'esperimento di laboratorio rappresentato dalla curva C. Esse rappresenterebbero il range di attività atteso durante l'anno, alle diverse condizioni di temperatura; a tali valori nell'ambiente non si sono manifestati fenomeni di anossia. Al contrario, la similitudine tra i valori rappresentati dalla curva D di Fig. 3 e quelli registrati durante la crisi anossica localizzata, va interpretata differentemente. Questa funzione è stata ottenuta sperimentalmente stimolando il campione di sedimento con sostanza biodisponibile per i batteri solfato riduttori. Nell'ecosistema acquatico questo fenomeno si potrebbe riprodurre quando, in conseguenza dell'aumento del flusso di sedimentazione, cioé in condizioni di stagnazione, l'incremento dei processi fermentativi producesse substrati organici utilizzabili dai solfato riduttori. In conclusione, si potrebbe immaginare che tale funzione sia rappresentativa di una situazione con maggiore flusso di sedimentazione e ciò spiegherebbe come si

innesca l'anossia e come agisce il ricambio forzato. Infatti, tra i risultati applicativi della nostra ricerca, un aspetto rilevante è costituito dal tentativo di controllare e prevenire l'insorgenza delle crisi anossiche attraverso il controllo dell'attività solfato riduttrice. Abbiamo constatato l'effetto positivo che hanno ottenuto le operazioni di ricambio forzato effettuate nei periodi estivi 1987 e 1988. Nel Giugno del 1987, sulla base dei valori della solfato riduzione e dei profili dell'Eh a Levante, era stato intrapreso un intenso ricambio forzato delle acque lagunari, tramite le idrovore di Nassa e di Ansedonia, che aveva movimentato complessivamente, nel periodo Giugno - Settembre, circa 16 Mil di metri cubi di acqua (BUCCI M. 1988). Nel 1988, in seguito ad esigenze di pesca, le azioni di ricambio non sono state attuate fino alla fine di Giugno; ciò, a nostro parere, ha favorito i fenomeni di stagnazione nella laguna di Levante, con un aumento del metabolismo anaerobico e quindi della solfato riduzione, come è ben visibile dal grafico di Fig. 2. In tale periodo, si sono manifestati nella laguna di Levante, fenomeni localizzati di anossia e vaste aree di acque bianche, probabilmente dovute allo zolfo colloidale originato dalla riossidazione dell'idrogeno solforato prodotto nei sedimenti. L'insieme della fenomenologia ha indotto l'immediato inizio delle operazioni di ricambio e l'interruzione delle attività di pesca. Complessivamente tali operazioni hanno permesso di movimentare dalla fine di Giugno a tutto Agosto 19 Mil di metri cubi di acqua (BUCCI M. comunicazione personale). Le analisi effettuate successivamente hanno registrato una diminuzione dell'attività solfato riduttrice nonostante il permanere di elevate temperature (Fig. 3), già alla fine del primo mese di intervento. Ciò che sorprende è l'immediato beneficio che l'ambiente lagunare sembra risentire fin dall'inizio di tali operazioni, nonstante l'enorme sproporzione tra i volumi in gioco. Le idrovore di Nassa ed Ansedonia, insieme, non consentono di movimentare più di 6 - 7 $m^3$ / sec di acque, cioé in teoria circa 500.000 $m^3$ / giorno; in pratica, per problemi di surriscaldamento delle pompe, non più di 300.000 $m^3$/al giorno.

Confrontando questi volumi con il volume totale della laguna che è di circa 27 milioni di metri cubi, appare evidente quanto sia difficoltoso ottenere un ricambio completo delle acque lagunari. Per spiegare come sia possibile che tali operazioni abbiano un effetto relativamente rapido tanto da bloccare i processi distrofici che conducono all'anossia, bisogna fare delle ipotesi alternative a quelle del semplice apporto di ossigeno alle acque della laguna.

È nostra opinione che il maggiore effetto del ricambio forzato sui processi biogeochimici dei sedimenti sia da attribuire alla diminuzione del flusso di sedimentazione conseguente ad un aumentato idrodinamismo. In particolare, sarebbe così consentita una maggiore permanenza in sospensione del particellato organico e/o della sostanza organica disciolta, tale da favorire la sua mineralizzazione completa prima che venga a contatto con i sedimenti. Ciò inibirebbe l'instaurarsi dei

processi fermentativi, che sono facilitati invece dalla stagnazione, e che producono donatori di elettroni per l'attività solfato riduttrice. Questa nostra ipotesi non è del tutto nuova, perché è in accordo con i risultati di un precedente studio (BERNER R.A., 1978) che dimostrano l'esistenza di una proporzionalità diretta tra l'attività solfato riduttrice nei sedimenti ed il flusso di sedimentazione.

## Summary

*The Orbetello lagoon is characterized by a high fish productivity, probably due to the eutrophication, but in recent years, this environment was periodically subjected to anoxic crisis, that caused large economic damages. In order to understand this phenomenon, a multidisciplinary study was carried out, since march 1987.*

*As a part of this, the $^{35}S$ sulfate - reduction activity (SRA) was measured in the sediments, every 15 days along 18 months, because SRA is thought to play a major role in the anoxic phenomenon. The results showed that this bacterial activity was exponentially correlated to the temperature.*

*Laboratory experiments confirmed this correlation. A further experiment with the addition of Na - lactate (7 mg/ml sed.) suggested that organic matter (in the dissolved form) is a limiting factor to sulfate reduction activity in the lagoon. As a consequence, it seem to be a good argument that an organic matter input, e.g., originated by vegetable biomass decomposition, could cause a significant increase of the SRA with an enhanced oxygen consumption due to the extensive reoxidation of produced sulfide. Data collected during a localized anoxic crisis, would seem to confirm this hypothesis.*

## Bibliografia

BUCCI M., GORELLI V., VINCENZI D. (1988) - Risanamento ambientale della laguna di Orbetello: studi idrologici ed idrogeologici. *Rapporti tecnici ENEA:* RT/PAS/88/10.

CAPRIOLI R., GHIARA E., MIGNUZZI C., ORLANDI C. (1988) - Risanamento ambientale della laguna di Orbetello: ciclo stagionale dei nutrienti (Marzo - Dicembre 1987) e caratteristiche geochimiche delle acque. *Rapporti tecnici ENEA:* RT/PAS/88/9.

COGNETTI G., DE ANGELIS M., ORLANDO E., BONVICINI PAGLIAI A., VARRIALE A., CREMA R., MARI M., TONGIORGI E., ZUNARELLI R., DE FRAJA FRANGIPANE E., BRAMBATI A., GIACCONE G., OLIVOTTI R. (1978) - "Risanamento e protezione dell'ambiente idrobiologico delle lagune di Orbetello". Regione Toscana, Comune di Orbetello.

EDENBORN H.M., SILVERBERG N., MUCCI A., SUNDBY B. (1987) - Sulfate reduction in deep coastal marine sediments. *Marine Chemistry,* 21: 329 - 345

JORGENSEN B.B. (1977) - Bacterial sulfate reduction within reduced microniches of oxidized marine sediments. *Marine Biology,* 41: 7 - 17

JORGENSEN B.B. (1982) - Mineralization of organic matter in the sea bed the role of sulfate reduction. *Nature,* 296: 643 - 645.

JORGENSEN B.B., SORENSEN J. (1985) - Seasonal cycles of 02, NO3 - and S04 - reduction in estuarine sediments: the significance of an NO3 - reduction maximun in Spring. *Marine Ecology - Progress series,* 24: 65 - 74.

IZZO G. (1987) - Il ruolo dell'attività microbica dei sedimenti nelle distrofie degli ambienti acquatici. *Atti Congresso SIBM 1987.*

IZZO G. (1988) - Risanamento ambientale della laguna di Orbetello: il ruolo dell'attività microbica dei sedimenti nella distrofia della laguna di Orbetello. *Rapporti tecnici ENEA:* RT / PAS / 88/12.

NAVIGLIO L., UCCELLI R., FALCHI G., LENZI M. (1988) - Risanamento ambientale della laguna di Orbetello: indagine preliminare sulla distribuzione e sull'abbondanza della vegetazione macrofitica. *Rapporti tecnici ENEA:* RT /PAS / 88/11.

NEDWELL D.B., ABRAM J.W. (1979) - Relative influence of temperature and electron donor and electron acceptor concentrations on bacterial sulfate reduction in saltmarsh sediment. *Microbial Ecology,* 5: 67 - 72.

ROSSER H.R., HAMILTON W.A. (1983) - Simple assay for accurate determination of (35S) sulfate reduction activity. *Applied and Environmental Microbiology,* 45 (6): 1956 - 1959.

SORENSEN J., CHRISTENSEN D., JORGENSEN B.B. (1981) - Volatile fatty acids and hydrogen as substrates for sulfate - reducing bacteria in anaerobic marine sediment. *Applied and Environmental Microbiology,* 42: 5 - 11.

VELIMIROV B. (1986) - DOC dinamics in a Mediterranean seagrass system. *Marine Ecology - Progress series*, 28: 21 - 45.

VELIMIROV B. (1987) - Organic matter derived from a seagrass meadow: origin, properties, and quality of particles. *Marine Ecology*, 8 (2): 143 - 173.

*OEBALIA 1990 Suppl., Vol. XVI-1: 479-487* ISSN 0392-6613

S. GRASSO V. BRUNI
Dipartimento di Biologia Animale e Ecologia Marina
Contrada Papardo, 31-98166 Messina (Italy)

# LA MICOFLORA MARINA NEI SEDIMENTI DELL' ARCIPELAGO DELLE ISOLE PELAGIE

**Key-word:** Marine Fungi

## Introduzione

Un numero sempre crescente di lavori e pubblicazioni di micologia marina mette in evidenza l'abbondanza dei funghi nel mare, la loro proliferazione in specifici ambienti e substrati e soprattutto la loro importanza nell'ecologia del mare (HUGHES G.C. 1974; BRUNI V. *et al.*, 1982; KOHLMEYER J., 1983; ZAINAL A., 1986).

Comunemente i funghi marini vengono distinti in "higher fungi"; appartenenti alle classi degli Ascomiceti, Basidiometici e Deuteromiceti e "lower fungi" appartenenti a Ficomiceti e Biflagellati (JONES, 1976).

Tali microorganismi sono poco abbondanti nelle acque oceaniche pelagiche, mentre si trovano in quantità significativamente maggiore nelle zone litorali, sia nelle acque che nei sedimenti, dove è disponibile una quantità più elevata di sostanza organica, sia per la relativamente alta produttività di queste acque, sia per l'immissione di inquinanti organici di origine terrestre, sia per la convergenza di masse di acque eutrofiche. È ben noto, inoltre, che gli "higher fungi" hanno la capacità di degradare sostanze organiche difficilmente aggredibili, come idrocarburi, plastiche, chitina, cellulosa e lignina, svolgendo a livello di sutura tra la componente organica e quella inorganica un determinante ruolo ecologico.

Essi possono essere saprofiti e parassiti. Gli "higher fungi" in particolare comprendono specie saprofite che crescono quasi esclusivamente su substrati solidi (circa il 75%), quali spoglie di animali e vegetali, materiali chitinosi, legnami e cordami sommersi (KOHLMEYER J., 1963).

La temperatura è senz'altro il parametro più importante tra i fattori ambientali e biologici che controllano la distribuzione geografica di piante ed animali marini, e ciò è valido anche per i funghi marini. (HUGHES 1974) propose cinque zone "micogeografiche" basate sulla temperatura delle acque superficiali: fascia artica, fascia temperata, fascia subtropicale, fascia tropicale e fascia antartica. Naturalmente i funghi parassiti hanno un spettro di distribuzione che dipende dai relativi ospiti, ma alcuni di essi presentano esigenze di temperatura più limitata rispetto agli stessi ospiti. KOHLMEYER (1983) conclude che i principali fattori che influenzano la distribuzione dei funghi marini nel mondo sono la disponibilità dei substrati (o ospiti), la temperatura dell'acqua, la pressione idrostatica e la presenza di ossigeno. Poiché è ancora impossibile fare stime quantitative dei funghi marini, il principale obiettivo della micogeografia marina, per il momento, è di stabilire il la distribuzione geografica delle specie.

Cogliendo l'opportunità offerta dalla Marina Militare di partecipare alla campagna oceanografica della "Magnaghi" si è ritenuto interessante effettuare delle indagini sulla componente micotica dei sedimenti. Scopo della ricerca è stato quello di identificare e studiare gli "higher marine fungi" presenti nei campioni di sedimento prelevati al largo delle isole di Linosa e Lampedusa.

## Materiali e metodi

Nell'ambito della Campagna oceanografica "Magnaghi" condotta dal 30.06.1987 al 9.07.1987 in occasione dell'operazione "Isola Pelagie" per l'anno Europeo dell'ambiente dall'Istituto Idrografico della Marina Militare, è stato possibile effettuare un'indagine preliminare su campioni di sedimento prelevati al largo delle isole Pelagie al fine di evidenziare la presenza di "Higher Marine Fungi" in una zona del nostro Mediterraneo fino ad ora scarsamente studiata sotto questo aspetto.

In particolare sono state scelte 31 stazioni al largo delle isole di Linosa e di Lampedusa. I campioni di sedimento, prelevati con ogni cura di asepsi dalla draga appena issata a bordo, furono mantenuti alla temperatura di circa 4°C fino all'arrivo in laboratorio a Messina, dove sono stati trattati secondo la metodica descritta da JONES (1972). Ogni campione di sedimento (5 g) è stato immesso in beute sterili contenenti 50 ml di acqua di mare sterile e una striscia di legno di balsa (*Ochroma logopus*).

L'incubazione è stata effettuata a 20°C per 8 settimane. Dopo tale periodo le bacchette di balsa furono trasferite in camera umida 18°C fino allo sviluppo dei corpi fruttiferi. Periodicamente si osservavano al microscopio ottico (Leitz Dialux) i periteci e i conidi sviluppatisi sul substrato legnoso.

In base alle caratteristiche morfologiche delle spore e dei conidi prodotti si è potuto procedere alla identificazione della micoflora presente nei campioni di sedimento in esame, seguendo le tavole tassonomiche di KOHLMEYER e KOHLMEYER (1964-69), "Synoptic Plates of Higher marine fungi" (KOHLMEYER e KOHLEMEYER 1971 b) e "Dictionary of the Fungi" (HAWHSWORTH D.L. *et al.*, 1983).

## Risultati

L'indagine ha consentito di evidenziare la presenza di 4 diverse specie di Ascomiceti e 3 Deuteromiceti come risulta dalla tabella 1.

In particolare i primi sono risultati più abbondanti: è stato riscontrato, infatti, un totale di 19 ceppi di Ascomiceti contro 4 Deuteromiceti.

Tra gli Ascomiceti è stato possibile identificare in ordine di frequenza: *Lulworthia* sp. (47,8%), *Ceriosporpsis halima* Linder (17,4%) e *Corollospora maritima* Werdermann (13,0%) trovata in 3 campioni esaminati. Si è avuto invece un solo referto di *Torpedospora radiata* Meyers identificato nel campione prelevato alla stazione 41. Tra i Deuteromiceti *Humicola alopallonella* Mayers et Moore è stata registrata in 2 differenti campioni nelle stazioni 37 e 47, invece *Monodictys pelagica* E.B.G. Jones e *Cirrenalia macrocephala* (Kohlm.) Moore et Meyers sono state riscontrate rispettivamente nei campioni di sedimento prelevati nella stazione 35 e nella stazione 56.

All'osservazione microscopica è stato possibile osservare per gli Ascomiceti che le spore di *Lulworthia* sp. (70-110 um x 4,5-8,8 µm) si presentavano filamentose, incurvate, ialine con la camera apicale ricca di mucillagine.

I periteci di Corollospora maritima sono apparsi in abbondanza (98-400 µm) globosi, superficiali o a volte parzialmente immersi nel legno di balsa. Le ascospore (20-34 µm x 6-11 µm) fusiformi presentavano chiare appendici equatoriali.

Per *Torpedospora radiata* invece i periteci risultavano scarsi (100-361 µm di diametro) piuttosto filoformi e superficiali con ascospore (30,5-52 x 4-9 µm) cilindriche, trisettate, provviste di 4 appendici semirigide.

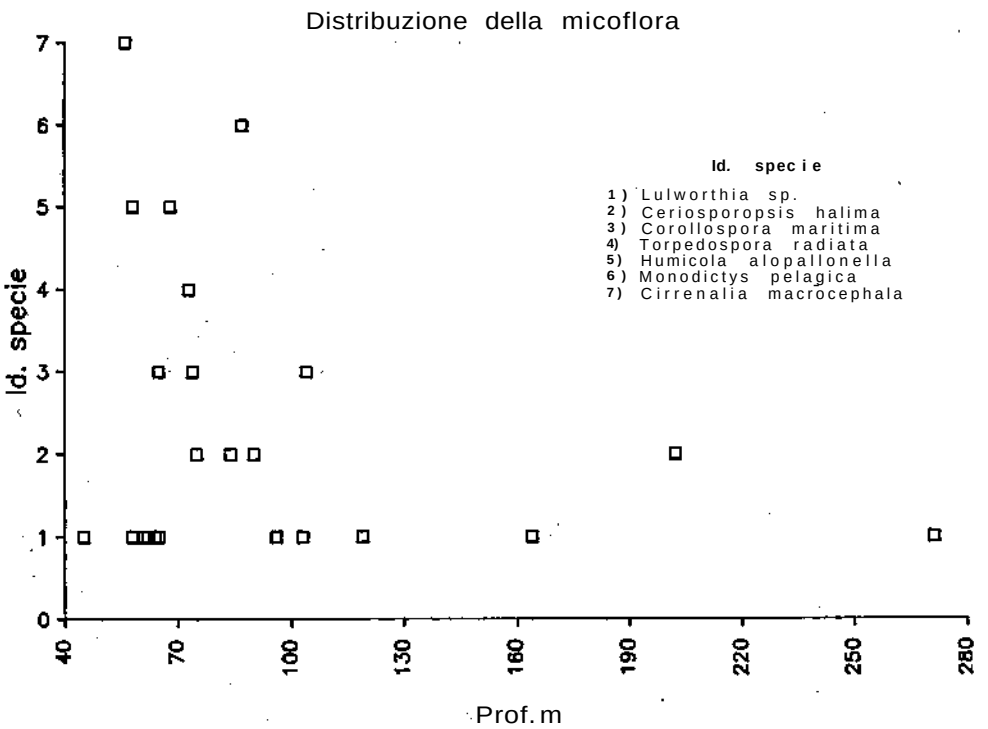
Per i Deuteromiceti, Humicola alopallonella presentava ife settate subialine, con conidi o spore (3,5-6,5 x 35,6 µm) semplici o con una o due camere.

Le ife di *Monidictys pelagica* erano senz'altro brune, scure con conidi (15-40 µm di lunghezza e 12,5-37 µm di diametro) e clamidospore catenulate.

*Cirrenalia macrocephala* si è sviluppata con abbondanti conidiospore (3,5-25 um di lunghezza e 2-5 µm di diametro), incurvate con 3-7 setti, nell'unico campione di sedimento.

| Data prelievo | 04/07/87 | | | | | | | | | | 05/07/87 | | | | | | | | | | 06/07/87 | | | | 07/07/87 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Punti di prelievo | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 | 45 | 46 | 47 | 48 | 49 | 50 | N | SE | S | W | 54 | | | |
| Prof. m | 104 | 65 | 56 | 75 | 87 | 58 | 58 | 45 | 62 | 73 | 84 | 96 | 65 | 103 | 68 | 74 | 61 | 64 | 164 | 202 | 119 | 271 | 90 | Tot. | | % |
| ASCOMICETI | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Lulworthia sp. | | * | | | | | * | * | * | | | | | * | | | * | * | * | | * | * | | | 11 | | 47,8 |
| Ceriosporopsis halima Linder | | | | * | | | | | | | * | | | | | | | | | * | | | * | | | 4 | | 17,4 |
| Corollospora maritima Werdermann | * | | | | | | | | | | | | * | | | * | | | | | | | | | | 3 | | 13,0 |
| Torpedospora radiata Meyers | | | | | | | | | | * | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | 4,3 |
| DEUTEROMICETI | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Humicola alopalonella Meyers and Moors | | | | | | * | | | | | | | | | * | | | | | | | | | | | 2 | | 8,7 |
| Monodictys pelagica E.B.G. Jones | | | | | * | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | 4,3 |
| Cirrenalia macrocephala (Kolm.) Moors and Meyers | | | * | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | 4,3 |

**Tab. 1** - Identificazione della micoflora marina in campioni di sedimento dell'arcipelago delle Pelagie




**Tab. 2** - Distribuzione delle differenti specie alle varie profondità

Complessivamente le specie identificate in relazione alle varie profondità prese in esame sono risultate più abbondanti nella fascia compresa tra i 40 ed i 130 m di profondità come si evidenzia dal grafico (tab 2). Mentre a 164 e a 271 m di profondità si è registrata la sola presenza di *Lulworthia sp.* che peraltro è risultata la più abbondante e in assoluto. Tra i 190 e i 220 m si è notata la presenza di *Ceriosporopsis halima.*

## Conclusioni

Con questa indagine preliminare si può concludere che è stato possibile apportare un contributo alla conoscenza della distribuzione dei funghi marini nel Mar Mediterraneo. Le metodiche adottate ci hanno permesso, infatti, di isolare funghi esclusivamente marini, data la tendenza ormai in uso da diversi anni di identificare la micoflora marina in base alla sua caratteristica di degradare la cellulosa e la lignina (SHEARER C. A., 1972; KOHLMEYER J., 1963; KOHLMEYER J., 1969 a e MAC DONALD M.J., 1982).

Specie di *Penicillum* sono stati di frequente trovati in abbondanza nei sedimenti marini come anche specie di *Aspergillus, Cephalosporium, Trichoderma, Chaetomium, Alternaria Rhizopus* e *Cladosporium.* Ma nessuno di questi è "tipicamente marino". Mentre insieme alla specie di Chaetomium JOHNSON isolò da sedimenti anche rappresentanti di forme tipicamente marine appartenenti ai generi di *Lulworthia* e *Ceriosporopsis* (JOHNSON e SPARROW 1961, KOHLMEYER e KOHLMEYER 1979).

Nel 1959 HOHNK pubblicò un breve rapporto di studi micologici su sedimenti al di là della banchisa continentale della Groenlandia, dell'Islanda, dell'Irlanda e nell'Atlantico del Nord. HOHNK non trovò nessun Ascomicete, ma identificò funghi imperfetti da campioni prelevati tra i 15 e i 3425 m di profondità.

Le specie marine identificate a Linosa e Lampedusa sono specie cosmopolite caratteristiche soprattutto di zone temperate e subtropicali.

È inoltre possibile sottolineare che la micoflora dei sedimenti qui studiati non si discosta sostanzialmente da quella in precedenza riscontrata da BRUNI *et al.* (1982), GRASSO *et al.* (1985) e CORTE (1975) nelle acque del Mediterraneo mediante la "Baiting Tecnique" (JONES, 1972).

Sebbene la presenza dei funghi marini è stata finora accertata nei sedimenti litorali, sublitorali e bentonici tuttavia è auspicabile che si approfondiscano le conoscenze circa la loro attività biologica ed al loro ruolo nella degradazione e mineralizzazione della sostanza organica.

**Summary**

*In recent years, a great deal of research has emphasized the presence of the mycotic component in marine and brackish environments, but data on the geographical distribution of marine fungi along the Mediterranean coast is still rather scarce.*

*Taking the opportunity offered by the Marina Militare to participate in the "Pelagian Island" cruise on board the oceanographic ship "Magnaghi", it was thought useful to carry out research on the mycoflora of the sediment. The aim of this research was that of sediment collected off the coast of the Pelagian Islands.*

*Samples were collected from 20 th June 1987 to 9 th July 1987 at 31 different stations, chosen the coasts of Linosa and Lampedusa. From these samples, treated in the laboratory using the methodology described by JONES (1972) it was possible to identify 19 strains of Ascomycetes and Deuteromycetes.*

*In particular, among the Ascomycetes, the following species were found:* Lulworthia sp., Ceriosporopis halima *Linder,* Collospora maritma *Werdermann,* Torpedospora radiata *Meyers and among the Deuteromycetes:* Humicola alopallonella *Meyers and Moors,* Monodictys pelagica *E.B.G. Jones,* Cirrenalia macrocephala *(Kohlm) Moors and Meyers.*

*Altogether the species identified at the various depths gave more abundant results between 40 and 13 meters, while from 164 to 271 meters the only presence registered was Lulworthia sp. being overall the most abundant. Between 190 and 220 meters only* Ceriosporopsis halima *was found.*

*This preliminary research contributed further knowledge to the distribution of marine mycoflora in the Mediterranean was possible. In addition, while the presence of marine fungi was ascertained in the coastal, sub-coastal and bentonite sediment more appropriate research must, nevertheless be carried out in order to obtain a less fragmentary view of the specific interactions (dynamics, competition, interactions, populations).*

**Bibliografia**

BRUNI V., GRASSO S., LA FERLA R. (1982) - Prémiées données sur la presence de champignons lignicoles marins dans des etangs saumatres de la Sicilie Nord-Orientale, *E.R.P.V. de la C.E.SM.* 8, 28.

CORTE A.M. (1975) - Osservazione sul genere Lulworthia Suth e sui rapporti con Limnoria Menzies e segnalazione di altre specie. *G. Bot Ital.* 109, 227-237.

GRASSO S., PANEBIANCO C. (1985) - Observations on some marine fungi from the Sicilian Coast. Atti 4th International Marine Mycology Symposium, Portsmouth, 11th - 17th August 1985.

HOHNK W. (1959) - Ein Beltraz zur ozeanischen Mycologie. Dtsch, Hydrogr, Z., Reihe B NO. 3, pp. 81-87.

HUGHES G.C. (1974) - Geographical distribution of the higher marine fungi. *Veroeff. Inst. Meeresforsch, Bremerh.,* Suppl. 5, 419-441.

JOHNSON T.W., JR., SPARROW F.K., JR (1961) - "Fungi in Oceans and Estuaries" Cramer, Weinheim.

JONES E.B.C. (1972) - The decay of timber in acquatic environments. Br. Wood Press. Assoc. Annu. Conv. pp. 1-18.

JONES E.B.G. (1976) - Lignicolous and algicolous fungi. In "Recent Advances in Aquatic Mycology" (E.B.G. JONES, ed.), pp. 1-51, Wiley, New York.

KOHLMEYER J. (1969) - Deterioration of wood by marine fungi in the deep. sea. In "Materials Performance under the Deep Sea", *Am. Soc. Test. Mater.*, spec; Tech. Publ, 445, 20-29.

KOHLMEYER J., KOHLMEYER E. (1964-1969) - "Icones Furgorum Maris". Cramer, Weinheim and Lehre.

KOHLMEYER J., KOHLMEYER E. (1971b) - "Synoptic Plates of Higher Marine Fungi. An identification Guide for the Marine Environment", 3rd ed. Cramer, Leher.

KOHLMEYER J., KOHLMEYER E. (1979) - "Marine Mycology" the higher Fungi Academic Press New York, San Francisco and London.

KOHLMEYER J. (1983) - Geography of marine fungi Aust. J. Bot. Suppl. Ser., 10, 67-76.

MAC DONALD M.J., Speedie M.K. (1982) - Cell-associated and extracellular cellulolytic activity in the marine fungus Dendriphiella arenaria. *Can. J. Bot.,* 60, 838-844.

SHEARER CA. (1972) - Fungi of the Chesapeake Bay and its tributaries. III. The distribution of wood-inhabiting Ascomycetes and Fungi Imperfecti of the Patuxent *River. Am. J. Bot.* 59, 961-969.

ZAINAL A. JONES E.B.G. (1986) - Occurence and distribution of lignicolous marine fungi in Kuwait coastal water. Proc. 6th International Biodeterioration Symposyum Washington D.C., in press.

*OEBALIA 1990 Suppl., Vol. XVI-1: 489-496* *ISSN 0392-6613*

L. GENOVESE R. LA FERLA R. ZACCONE F. PATTI

Istituto Sperimentale Talassografico C.N.R. Spianata San Raineri -98122 Messina

# FLORA BATTERICA INTESTINALE DI TELEOSTEI IN ALLEVAMENTO *(SPARUS AURATA)* ALIMENTATI CON DIETE DIVERSE.

**Abstract**

Intestinal microflora on reared *Sparus aurata.*

*Bacteriological researches were carried on intestine samples of* Sparus aurata *feeding with two different diets.*

*The* Vibrio *genus is the prevalent one if compared to other genera and there are no remarkable differences in the intestinal flora of the fish fed with different diets. Such researches lead us to think that some* Vibrio *species have origin in the digestive apparatus of those fish with a highly developed digestive system and that thee bacterial flora can only initially depend on the diet and then it becomes predominant, thanks to the specific ecological selective conditions which exist in the stomach.*

**Key-words**: Intestinal microflora, Teleosts, aquaculture, diets.

## Introduzione

La flora microbica commensale dei Teleostei marini è stata oggetto di numerosi studi da parte di vari AA. HORSLEY (1977), riassumendo i principali lavori sull'argomento, ha fornito un'ampia sintesi sulla composizione delle popolazioni batteriche presenti sulla pelle, sulle branchie ed all'interno dell'apparato digerente di varie specie di pesci. La composizione qualitativa della flora batterica

riscontrata di norma sulla pelle e sulle branchie rispecchia in linea di massima quella dell'ambiente in cui i pesci vivono. I generi maggiormente rappresentati sono *Pseudomonas, Flavobacterium, Cytophaga* e Gram+; nell'apparato digerente invece sembrerebbe esistere una flora batterica indigena, costituita in massima parte da vibrioni e non strettamente correlata a quella dell'ambiente o dell'alimento ingerito (SERA *et al.,* 1974). Sviluppando una tematica che da anni viene svolta presso l'Istituto Talassografico, riguardante essenzialmente la ricerca di base nel settore dell'acquacoltura, è stata condotta un'indagine batteriologica su esemplari di orata (*Sparus aurata*) allevati presso l'impianto sperimentale di acquacoltura dell'Istituto, con l'intento di ampliare le conoscenze sulla flora batterica commensale del tratto gastro-intestinale di questi Teleostei volendo verificare nello stesso tempo l'influenza della dieta sulla stessa flora batterica.

## Materiali e Metodi

L'indagine batteriologica è stata condotta sull'intestino di esemplari di *Sparus aurata,* nati da riproduzione artificiale, a partire dalla fine della fase larvale. I pesci suddivisi in due lotti, ciascuno di 130 individui, sono stati alimentati per tutta la durata dell'esperienza con due diverse diete: l'una a base di mangime fresco standard composto dal 25% di sarde, 25% di cefalotorace di gambero ed il 50% di sauri, somministrato in ragione del 20% rispetto alla biomassa totale (FARANDA *et al.,* 1983) (Lotto A); l'altra costituita da mangime secco pellettato della ditta Hendrix S.p.A. somministrato in ragione del 5% (Lotto B). I campioni di intestino utilizzati per l'analisi quantitativa e qualitativa della flora batterica sono stati prelevati in diversi periodi, nelle varie fasi di crescita dei pesci a partire da un peso medio di 5,2 gr. fino al raggiungimento della taglia commerciale (Tab. I).

| Prelievo | Età pesci mesi | Pesci alimentati con | |
|---|---|---|---|
| | | Dieta fresca | Dieta secca |
| | | (peso medio gr.) | |
| I | 7 | 5,50 | 4,90 |
| II | 12 | 25,47 | 26,77 |
| III | 18 | 43,80 | 43,40 |
| IV* | 30 | 256,00 | 253,00 |

**Tab. 1** - Numero dei prelievi effettuati in diversi periodi di crescita su esemplari di *Sparus aurata* alimentati con dieta fresca e dieta secca. Il peso medio è stato calcolato su dieci esemplari (* esemplari adulti utilizzati per confronto).

Le determinazioni quantitative e qualitative sono state effettuate ad ogni prelievo su dieci esemplari del lotto A e dieci del lotto B, per un totale complessivo di 80 esemplari.

Per la determinazione della carica in batteri eterotrofi totali, 0,1 ml di campione opportunamente omogeneizzato e diluito, è stato seminato con la tecnica dello "spread plate" sui terreni Marine agar 2216E (M.A.) e Tryptic Soy Agar (T.S.A.) (Difco) addizionato dell'1,5% di NaCl, incubati a 24° per 8 gg.

Per l'indagine qualitativa sono state prelevate "at random" le colonie cresciute su terreno M.A. In totale sono stati isolati 340 ceppi, 177 dagli esemplari alimentati con dieta fresca e 136 da quelli alimentati con dieta secca. Tutti i ceppi sono stati classificati fino a livello di genere in base alle loro caratteristiche morfologiche, colturali e biochimiche, utilizzando a tale scopo metodiche in uso presso il nostro laboratorio, (CRISAFI *et al.* 1986).

I ceppi appartenenti al genere *Vibrio* sono stati sottoposti ad ulteriori prove biochimiche, al fine di identificare la specie. A tale scopo è stato utilizzato il sistema API 20E modificato per i batteri marini (MAUGERI T.L. *et al.* 1983).

L'indagine quantitativa e qualitativa, con le stesse procedure, è stata estesa a due campioni di mangime (fresco e secco) utilizzati nel corso dell'esperienza.

Nel contesto di questa indagine, si è ritenuto opportuno infine, effettuare contemporaneamente un controllo batteriologico sull'acqua che alimenta le due vasche, rivolgendo particolare attenzione ai vibrioni alofili a causa del potenziale rischio di infezioni che possono essere sostenute dai batteri appartenenti al genere *Vibrio.*

## Risultati

I conteggi batterici ottenuti dai campioni di intestino dei pesci nei diversi prelievi sono riportati in tab. 2.

| Prelievo | Dieta fresca | | Dieta secca | |
|---|---|---|---|---|
| | MA | TSA | MA | TSA |
| I | $9.7x10^4$ | $1.4x10^5$ | $3.5x10^4$ | $6.6x10^4$ |
| II | $5.6x10^4$ | $8.2x10^4$ | $1.0x10^5$ | $2.7x10^4$ |
| III | $9.0x10^6$ | $5.6x10^6$ | $4.9x10^5$ | $1.8x10^5$ |
| IV* | $1.6x10^5$ | $3.4x10^5$ | $3.4x10^5$ | $1.1x10^5$ |

**Tab. 2 -** Carica totale su terreni MA e TSA espressa come CFU e riferita ad 1 g di intestino (* esemplari adulti utilizzati per confronto).

I valori medi dei batteri eterotrofi negli esemplari alimentati con la dieta fresca sono rimasti compresi tra $5.6 \times 10^4$ e $9.0 \times 10^6$ CFU/g sul M.A. e tra $8.2 \times 10^4$ e $5.6 \times 10^4$ CFU/g sul T.S.A.; nei pesci alimentati con dieta secca sono stati registrati

valori minimi di $3.5 \times 10^4$ e $2.7 \times 10^4$ CFU/g e massimi di $4.9 \times 10^5$ e $1.8 \times 10^5$ CFU/g rispettivamente su M.A. e T.S.A. Nella figura 1 sono riportate le percentuali dei diversi generi batterici riscontrati nella flora intestinale di *Sparus aurata* nei diversi prelievi. Il genere *Vibrio* è risultato dominante rispetto al altri generi in tutti i campioni esaminati, con una incidenza media del 56%. Non sono state evidenziate, inoltre, sostanziali differenze, nella composizione qualitativa della flora batterica dei due differenti lotti.

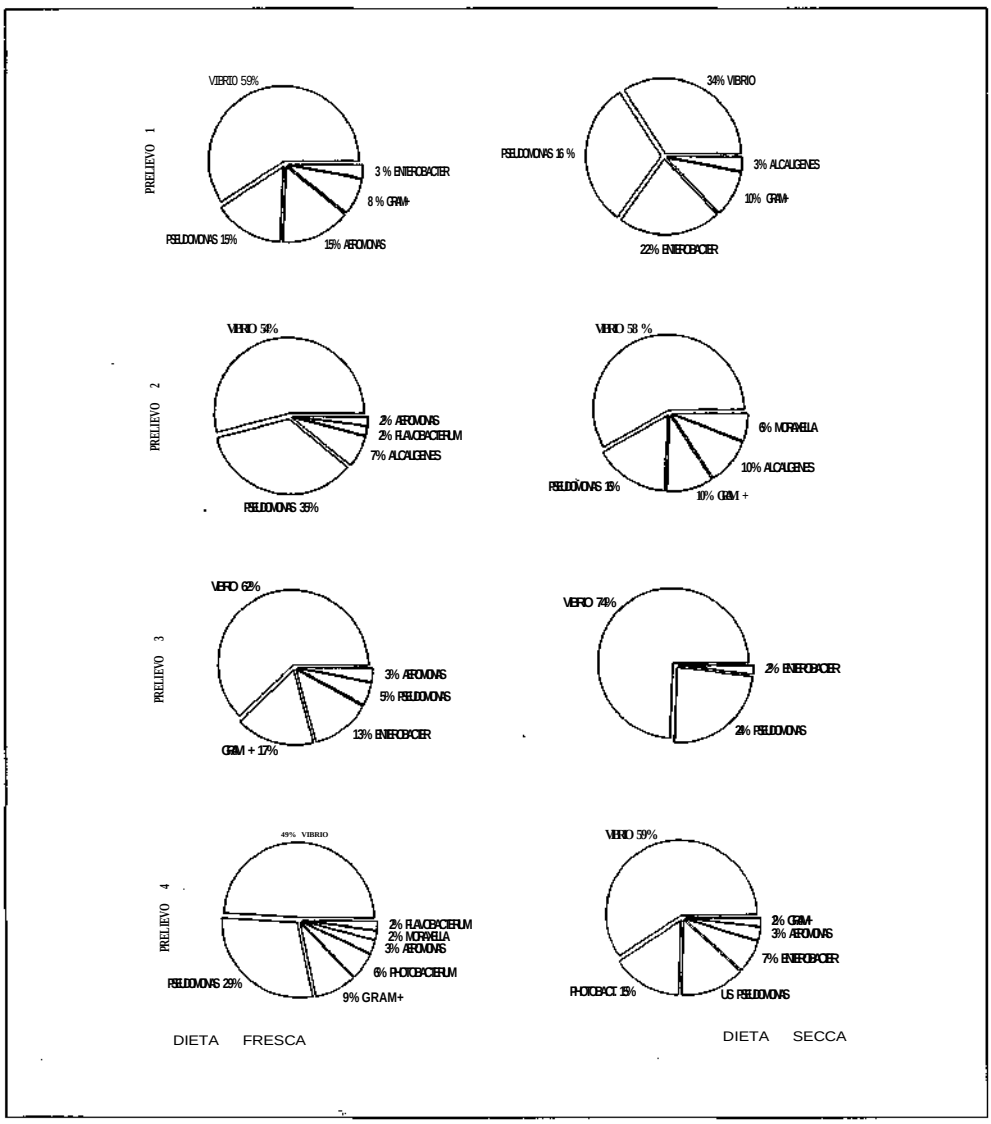



**Fig. 1** - Risultati sulla composizione qualitativa della flora batterica di *Sparus aurata* in relazione alla dieta.

I risultati dell'analisi batteriologica quantitativa e qualitativa effettuata sui due campioni di mangime sono riportati in figura 2.

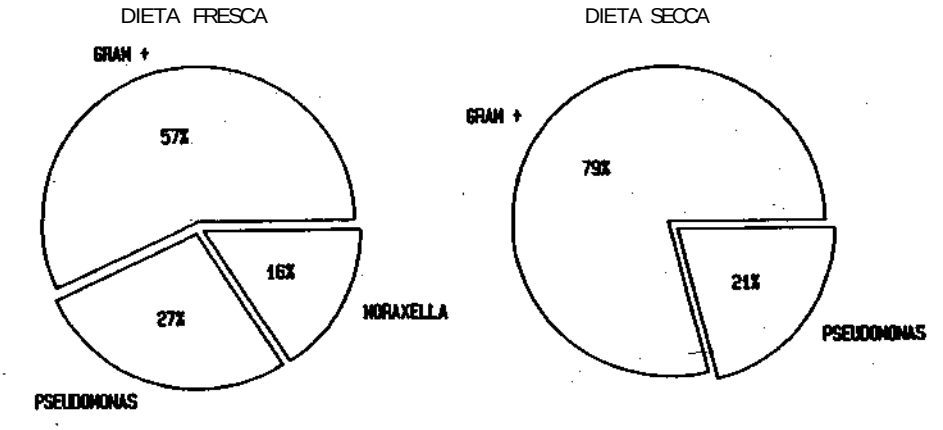



**Fig. 2 -** Risultati qualitativi e quantitativi della indagine batteriologica effettuate sui campioni di mangime fresco e secco.

I conteggi batterici ottenuti dal campione di mangime fresco sono risultati, come era attendibile, più alti rispetto a quelli ottenuti dal campione di mangime secco.

La popolazione batterica, notevolmente rappresentata in ambedue i campioni (53% mangime fresco e 79% mangime secco) è ascrivibile ai Gram+ appartenenti sia al genere *Bacillus* che *Micrococcus.*

Infine in tabella 3 vengono riportati i risultati ottenuti dai campioni d'acqua. I valori di vibrioni alofili si aggirano intorno a $10^3$/ml, come già riscontrato in precedenti indagini svolte presso l'Istituto (CRISAFI *et al.,* 1985).

| | | Acqua Vasca Lotto A | | | Acqua Vasca Lotto B | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Prelievo** | **T°C** | **M.A.** | **T.S.A.** | **TCBS** | **M.A** | **T.S.A.** | **TCBS** |
| I | 18 | $3,5x10^3$ | $2,3x10^3$ | $1,2x10^2$ | $4,9x10^3$ | $3,1x10^3$ | $1,5x10^2$ |
| II | 19 | $2,7x10^4$ | $3,1x10^4$ | $1,7x10^3$ | $1,3x10^4$ | $1,2x10^3$ | $1,4x10^3$ |
| III | 14 | $5,7x10^4$ | $5,6x10^4$ | $2,2x10^3$ | $3,0x10^5$ | $3,2x10^5$ | $3,0x10^3$ |
| IV | 22 | $2,1x10^4$ | $3,4x10^4$ | $2,7x10^3$ | $2,6x10^3$ | $1,4x10^3$ | $1,0x10^3$ |

**Tab. 3 -** Risultati delle analisi batteriologiche effettuate sui campioni d'acqua delle due vasche in concomitanza ai prelievi di intestino. I valori sono espressi come CFU/ml.

## Conclusioni e Discussione

I risultati ottenuti nel contesto di questa indagine hanno messo in evidenza notevoli differenze nella carica batterica dei campioni di intestino, di mangime e d'acqua. (Tabella 2, figura 2 e tabella 3). Le concentrazioni batteriche osservate nei campioni di intestino, non possono essere giustificate dal numero di batteri ingeriti attraverso il cibo o l'acqua, ma rappresentano il risultato di una riproduzione batterica attiva nell'apparato digerente.

Per quanto riguarda i risultati qualitativi, derivati dal nutrimento e dall'acqua di mare, la crescita di molti generi batterici, sembrerebbe inibita dalla forte acidità dello stomaco (il pH diminuisce da 5,6 a 3,7 immediatamente dopo l'ingestione di cibo, rimanendo costante tra 3,5 e 3,7 anche 3 ore dopo l' ingerimento) e dall'alta concentrazione di bile nell'intestino; soltanto i batteri che sopravvivono a queste condizioni ambientali selettive diventano dominanti nella flora intestinale (SERA *et al.,* 1974). Non si tratterebbe quindi di un semplice trasferimento meccanico di batteri dall'esterno all'interno del pesce, come si può osservare soprattutto dalla notevole differenza di percentuale in Gram+ tra i campioni di mangime e di intestino. In definitiva essendo ben nota l'importanza che la microflora intestinale esercita sulla nutrizione e sulla crescita dei pesci, troverebbe giustificazione l'elevato numero di vibrioni presenti che, per la loro capacità di metabolizzare i carboidrati, (fermentandoli), contribuiscono alla decomposizione del nutrimento.

Già LISTON (1957) aveva identificato un gruppo di organismi definiti "vibrioni intestinali" che predominavano nell'intestino della razza e della sogliola del Mar del Nord.

CAMPBELL e BUSWELL (1983) prendendo in esame la flora batterica dell'intestino di sogliola *(Solea solea)* in allevamento a diversi stadi di sviluppo ed in relazione a diversi tipi di alimentazione, avevano osservato che nelle larve pelagiche dominava il genere *Pseudomonas,* isolato peraltro da tutti i campioni d'acqua, ed avevano ipotizzato una relazione tra la microflora di questi pesci e quella dell'acqua delle vasche; con la crescita dei pesci e conseguente variazione della dieta si osserva un costante incremento della percentuale dei generi *Vibrio* e *Aeromonas.*

Infine, in epoca più recente MUROGA *et al.* (1987) svolgendo un'indagine sulla microflora intestinale del *Pagrus major* e *Acanthopagrus schlegeli* in allevamento hanno osservato che i batteri dominanti erano *Vibrio* (45%) e *Pseudomonas* (30%).

Infine l'isolamento nel corso di questa indagine di vari ceppi di *Vibrio anguillarum,* fornisce l'ipotesi che questa specie è un costituente normale della flora intestinale di Teleostei marini e soltanto in seguito al cambiamento delle condizioni ambientali può diventare patogeno. (MAUGERI e CRISAFI 1985, GENOVESE *et al.,* 1987).

**Summary**

*The research, carried out on* Sparus aurata *from the experimental aquaculture plant of the Istituto Talassografico CNR, is part of a wider theme essentially dealing with the microbiologic control of the waters, feed and fish in captive conditions.*

*In particular, the research had the aim of increasing our knowledge about the bacterial flora of the gastrointestinal tract of farmed gilthead, by checking at the same time the influence of the diet. With such aim, throughout the experience, fish were fed with two different diet, one based on fishery and the other one constituted by commercial pellets of the Trouvit Hendrix Company. Bacteriological researches were carried out on intestine samples taken from fish at different growth stages. For the determination of the total heterotrophic bacteria charges, we used Marine Agar 2216 (Difco) and Tryptic Soy Agar (Difco) soils added with 1,5% NaCl incubated at 24° for 8 days, while for the qualitative study we isolated from the fish intestine 340 strains (163 from those fed with dried diet and 177 from those fed with fresh diet), and classified them according to the genus through the classical schemes used at the institute for marine bacteriology. The bacterial counts obtained, expressed in CFU/g, ranged from a minium of 5,6 x $10^4$ and 3,5 x $10^4$ to a maximum 9,0 x $10^6$ and 4,9 x $10^5$ for the fresh and the dried diet respectively.*

*Moreover, the* Vibrio *genus is the prevalent one if compared to other genera and there are no remarkable differences in the intestinal flora of the fish fed with different diets.*

*Such researches lead us to think that some* Vibrio *species origin in the digestive apparatus of those fish with a highly developed in the digestive system and that the bacterial flora can only initially depend on the diet and then it becomes predominant, thanks to the specific ecological selective conditions existing in the stomach.*

**Bibliografia**

CAMPBELL A.C., BUSWELL J.A. (1983) - The intestinal microflora of farmed *Dover solea* (Solea solea) at different stages of fish development. *J. Appl. Bacteriol.,* 55, 215-223.

CRISAFI E., MAUGERI T.L., ZACCONE R. (1985) - Controlli batteriologici sull'acqua di alimentazione di un impianto sperimentale di acquacoltura. *Ig. Mod.* 84, 447-464.

CRISAFI E., GENOVESE L., LA FERLA R., MAUGERI T. L., ZACCONE R. (1986) - Preliminary microbiological investigations on *Diplodus sargus* specimens in intensive rearing. *Microbiologica,* 9: 321-331.

FARANDA F., CAVALIERE A., LO PARO G., MANGANARO A. (1983) - Accrescimento di *Puntazzo puntazzo* e *Diplodus vulgaris* in comparazione a due diverse diete. *Mem. Biol. Marina e Oceanogr.,* vol XIII, N.1: 37-53.

GENOVESE L., CRISAFI E., LA FERLA R., MAUGERI T. L., MICALE V, ZACCONE R. (1987) - Prove di infezione sperimentale con ceppi di *Vibrio anguillarum* su *Diplodus sargus* in allevamento. *Rivista It. di Piscic. e Ittiop.,* XXII: 3-7.

HORSLEY R. W. (1977) - A review of the bacterial flora of Teleosts and Elasmobranchs, including methods for its analysis. *J. Fish Biol.* 10, 529-553.

LISTON J. (1957) - The occurence and distribution of bacterial types on flatfish. /. *Gen. Microbiol.,* 16, 205-216.

MAUGERI T. L., CRISAFI E. (1985) - Vibrio anguillarum: Aspetti ecologici e problemi inerenti l'acquacoltura. *Biologi Italiani* 12 Dicembre.

MAUGERI T. L., CRISAFI E., GENOVESE L., SCOGLIO M. E. (1983) - Identification of *Vibrio anguillarum* with the API 20E system. *Microbiologica,* 6, 73-79.

MUROGA K., HIGASHI M., KAITOKO H. (1987) - The isolation of intestinal microflora of farmed red seabream (*Pagrus major*) and black seabream (*Acanthopagrus schlegeli*) at larval on juvenile stages. *Aquaculture,* 65, 78-88.

SERA M., ISHIDA Y. and KADOTA M. (1974) - Bacterial flora in the digestive tracts of marine fish. In: Effect of the Ocean Environment on Microbial Activities. Eds. Dolwell, R. R. Colwell and Morita R. Y. pp. 467-490. Baltimore University Park Press.

*OEBALIA 1990 Suppl., Vol. XVI-1: 497-506* *ISSN 0392-6613*

M. DE DOMENICO* L.. GENOVESE** E. DE DOMENICO***
* Dip. Biologia animale ed Ecologia marina
Università di Messina (Italia)
** Ist. Sperimentale Talassografico C.N.R.
Messina (Italia)
*** Ist. Zoologia, Cattedra Idrobiologia
Università di Cagliari (Italia)

# VALUTAZIONE DELLE COMUNITÀ MICROBICHE IN ACQUE PELAGICHE DEL MARE JONIO (*)

**Abstract**

Microbial communities Jonian Sea waters

*Water samples from surface, intermediate and deep layers of Jonian Sea were studied to evaluate qualitative and quantitative characteristics of microbial communities. Bacteriological data were related to Oceanographic properties.*

**Key-words**: Bacteria qualitative, quantitative water masses

## Introduzione

Il panorama delle conoscenze sulla flora microbica delle acque mediterranee, nonostante l'incremento delle indagini svolte in anni recenti, si presenta tuttora insufficiente per una analisi orientata verso problemi strettamente quantitativi che sono la base di più ampie e complesse tematiche di ecologia marina. Oltre alle ben note difficoltà di carattere metodologico (GENOVESE S., 1981; COLTERTON e COLWELL, 1979; SIMIDU *et al.,* 1983), nella comparazione dei dati presenti in

* Ricerca eseguita con finanziamento M.P.I (fondi 60%)

letteratura incidono profondamente le peculiari diversità fisiografiche delle aree marine esaminate dai differenti Autori e le caratteristiche idrologiche delle aree stesse, non sempre considerate negli studi di microbiologia marina.

Nella convinzione che proprio a livello delle relazioni tra comunità microbiche ed idrologia si potranno meglio comprendere le leggi che regolano le variazioni qualitative e quantitative della flora microbica marina, da molti anni operiamo in questa direzione.

In un contesto analitico in continua evoluzione può sembrare non corretto proseguire nell'uso di metodologie, quali i metodi colturali, che consentono di apprezzare solo una parte degli eterotrofi realmente presenti nel campione d'acqua. A nostro avviso, però, l'uso di metodologie consolidate e di terreni ormai classici permette un confronto con i dati acquisiti negli anni precedenti che altrimenti sarebbero vanificati. Infatti, con metodi colturali sono stati raccolti dati di carattere quantitativo, negli ultimi dieci anni in particolare, nelle acque costiere dell'Italia meridionale (P.F. - C.N.R. Ambiente, dati non ancora pubblicati), in aree pelagiche della Sicilia (AA.VV., 1984), nell'area dello Stretto di Messina ed in altre interessanti aree costiere, ma l'elaborazione dei dati, ed ancor più la loro interpretazione, ha determinato un notevole ritardo nel rendere noti i risultati ottenuti. Ciò è stato in parte compensato dalla presentazione relativamente sollecita dei risultati quantitativi e qualitativi conseguiti con una indagine svolta nello Stretto di Messina nell'aprile 1983 (GENOVESE S. *et al.*, 1984; CRISAFI E. *et al.*, 1985; DE DOMENICO M. *et al.*, 1988).

Proseguendo quindi nello spirito di una sollecita presentazione del lavoro svolto, con la presente nota vengono riferiti i dati raccolti nell'agosto 1987 in stazioni pelagiche del Mare Jonio.

## Materiali e Metodi

Nei giorni 23 e 24 agosto 1987 sono state esaminate 3 stazioni (Fig. 1) ubicate alla longitudine 18° 40 E e rispettivamente a 37°, 38° e 39° latitudine N. I campioni d'acqua, prelevati mediante bottiglie GO - FLO ed immediatamente trattati a bordo della N/O Bannock, provenivano da profondità rappresentative degli strati superficiali (30 e 75 m), intermedio (400 e 600 m) e profondo (1000 e 1200 m) che, in funzione delle quote esaminate, rappresenta in realtà la parte superiore dello strato profondo propriamente detto. In ciascuna stazione sono stati effettuati profili CTD con l'apparecchiatura di bordo (batisonda ME) prelevando inoltre campioni d'acqua per successivi controlli in laboratorio dei dati di salinità. Per quanto concerne in particolare l'indagine batteriologica, su ciascun campione è stata valutata la carica in eterotrofi su Marine agar 2216 con la tecnica dello

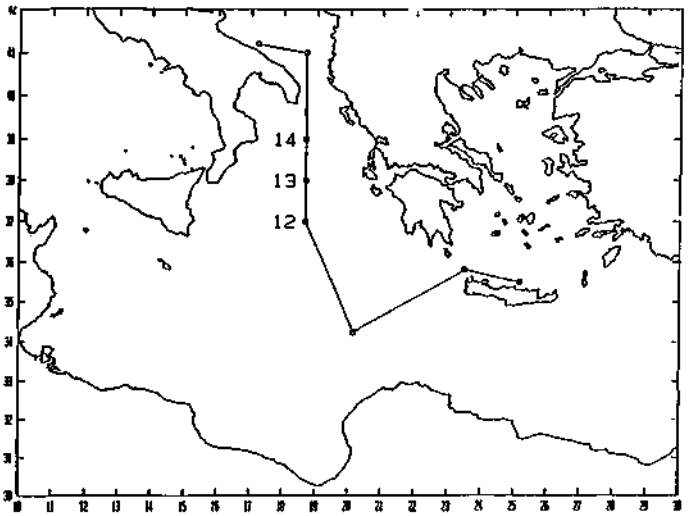



**Fig. 1** - Ubicazione delle stazioni di prelievo.

"spread plate" e con la tecnica delle membrane filtranti (MF) in Marine broth 2216, Marine broth 2216 + polimixina (polimixin B sulphate 20 U/ml) secondo Pratt e Reynolds (1974), Marine broth 2216 + TTC (2,3,5 trifeniltetrazolo cloruro 0.1%) secondo NOSEWORTHY e MOSKOVITS (1974), TCBS agar, Staphylococcus 110 agar (CARLETT *et al.,* 1965). Inoltre sui ceppi isolati in Marine agar è stata condotta la classificazione a livello di genere secondo il classico schema di SCHOLES e SHEWAN (1964). Tutti i terreni di coltura impiegati sono di produzione Difco. Lo schema di lavoro seguito ricalca in termini semplificati quello da noi adottato in precedenza nell'area dello Stretto di Messina (GENOVESE S. *et al.,* 1984; CRISAFI E. *et al.,* 1985).

## Risultati

I diversi terreni di coltura hanno presentato risposte differenti in funzione sia della tecnica di semina sia della formulazione dei terreni stessi. Infatti, a parità di terreno colturale, come mostrato in tabella 1, i conteggi (Colony Forming Units) per gli eterotrofi totali sono risultati maggiori con lo "spread plate" (203-1655 CFU/ml) piuttosto che su MF (15-900 CFU/ml), come peraltro attendibile (SIMIDU *et al.,* 1983). Ancora, la crescita nel medesimo terreno (MB) con aggiunta di polimixina ha mostrato valori bassi (0-30 CFU/ml), inferiori a quanto da noi atteso alla luce di precedenti indagini (GENOVESE S. *et al.,* 1983). Nel terreno di coltura in cui era presente il TTC (1-560 CFU/10 ml) e nel terreno SM 110 (48-400 CFU/ml), invece, la crescita è stata superiore a quanto le nostre

**Tab. 1** - Risultati delle determinazioni quantitative effettuate nei singoli campioni d'acqua.

| Stazione nº | prof. dbar | ZB/SP | ZB/MF CFU/ml | ZB/PO | ZB/TTC | TCBS CFU/10Ml | SM110 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 12 | 30 | 383 | 125 | 11 | 31 | 17 | 270 |
| | 75 | 280 | 44 | 10 | 1 | 4 | 160 |
| | 400 | 225 | 62 | 0 | 1 | 42 | 170 |
| | 600 | 203 | 98 | 23 | 18 | 15 | 215 |
| | 1000 | 707 | 435 | 0 | 200 | 6 | >400 |
| | 1200 | 215 | 15 | 20 | 1 | 11 | 68 |
| 13 | 30 | 330 | 67 | 30 | 175 | 25 | 300 |
| | 75 | 1655 | 64 | 0 | 83 | 11 | 270 |
| | 400 | 708 | 450 | 24 | 268 | 5 | >400 |
| | 600 | 450 | 52 | 13 | 9 | 5 | 139 |
| | 1000 | 1543 | 104 | 3 | 560 | 3 | >400 |
| | 1200 | 445 | 900 | 1 | 25 | 3 | 90 |
| 14 | 30 | 213 | 77 | 11 | 24 | 21 | 298 |
| | 75 | 363 | 84 | 0 | 6 | 8 | 222 |
| | 400 | 808 | 184 | 0 | 13 | 82 | 300 |
| | 600 | 235 | 154 | 0 | 10 | 1 | 192 |
| | 1000 | 330 | 88 | 3 | 310 | 10 | 368 |
| | 1200 | 955 | 128 | 5 | 310 | 2 | 49 |

esperienze facevano supporre. Per quanto concerne, infine, la crescita su TCBS, quantitativamente normali si presentano le CFU contate (1-82/10 ml), considerata l'ubicazione delle stazioni, alla luce delle conoscenze sulla distribuzione delle Vibrionaceae (Crisfati E., 1988).

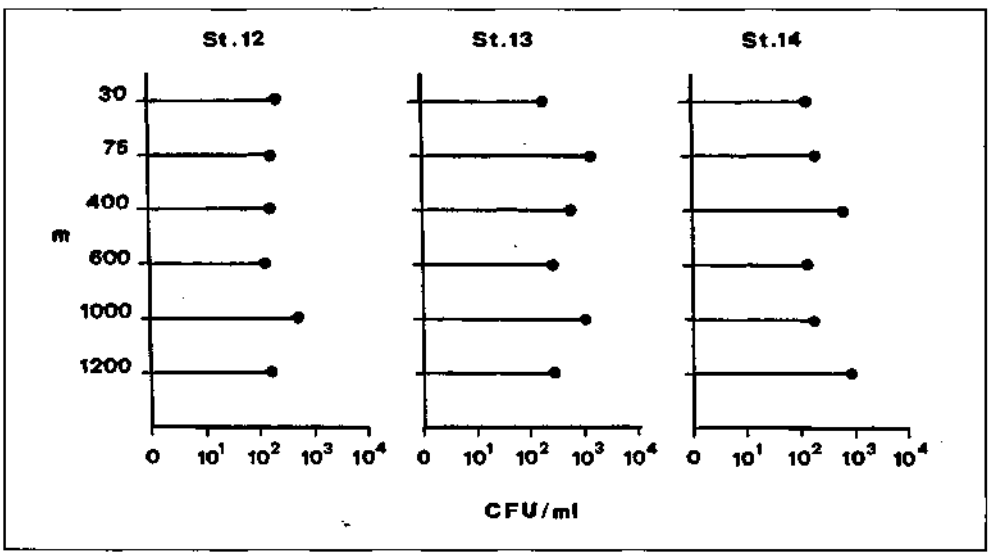



**Fig. 2** - Andamento della carica totale in eterotrofi alle varie quote delle stazioni esaminate.

| GENERE | 14 | | | | | | 13 | | | | | | 12 | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | superficiale | | intermedio | | profondo | | superficiale | | intermedio | | profondo | | superficiale | | intermedio | | profondo | |
| | n | % | n | % | n | % | n | % | n | % | n | % | n | % | n | % | n | % |
| Pseudomonas | 25 | 86,3 | 7 | 63,6 | 19 | 79,2 | 24 | 82,8 | 16 | 76,2 | 15 | 93,7 | 2 | 11,8 | 5 | 55,6 | 11 | 100 |
| Alcaligenes | 1 | 3,4 | 1 | 9,1 | 0 | - | 3 | 10,4 | 0 | - | 0 | - | 1 | 5,9 | 0 | - | 0 | - |
| Acinetobacter | 0 | – | 0 | - | 5 | 20,8 | 0 | - | 2 | 9,5 | 0 | - | 0 | - | 0 | - | 0 | - |
| Aeromonas | 0 | – | 0 | - | 0 | - | 0 | - | 0 | - | 0 | - | 8 | 47,0 | 2 | 22,2 | 0 | - |
| Vibrio | 2 | 6,9 | 0 | - | 0 | - | 1 | 3,4 | 0 | - | 0 | - | 6 | 35,3 | 0 | - | 0 | - |
| Flavobacterium | 0 | – | 0 | - | 0 | - | 1 | 3,4 | 0 | - | 0 | - | 0 | - | 1 | 11,1 | 0 | - |
| Moraxella | 0 | – | 0 | - | 0 | - | 0 | - | 2 | 9,5 | 0 | - | 0 | - | 1 | 11,1 | 0 | - |
| Micrococcus | 1 | 3,4 | 2 | 18,2 | 0 | - | 0 | - | 1 | 4,8 | 0 | - | 0 | - | 0 | - | 0 | - |
| Bacillus | 0 | – | 1 | 9,1 | 0 | - | 0 | - | 0 | - | 1 | 6,3 | 0 | - | 0 | - | 0 | - |
| Totale | 29 | 100 | 11 | 100 | 24 | 100 | 29 | 100 | 21 | 100 | 16 | 100 | 17 | 100 | 9 | 100 | 11 | 100 |

**Tab. 2** - Generi riscontrati nei diversi strati d'acqua delle singole stazioni.

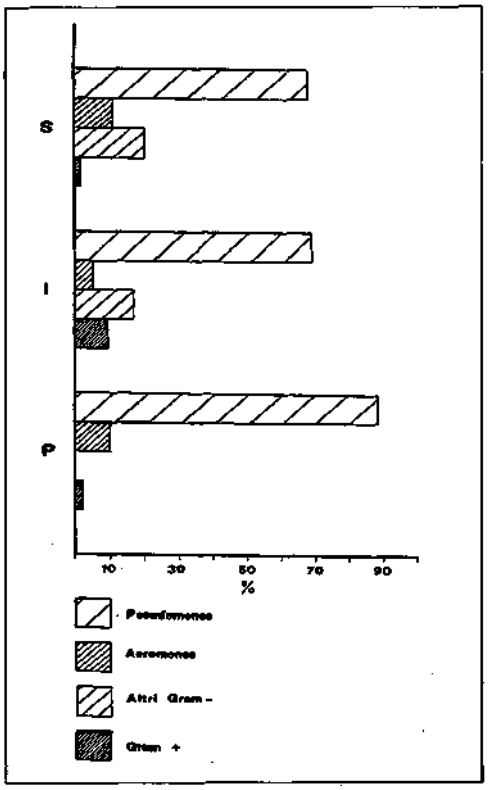



**Fig. 3** - Distribuzione percentuale dei principali generi riscontrati negli strati d'acqua esaminati (S = superficiale; I = intermedio; P = profondo).

Da un punto di vista quantitativo (Fig. 2) non sembrano esistere differenze tra le stazioni esaminate, fatta eccezione per una minore carica nella stazione più meridionale (St. 12). Si riscontrano, interessanti variazioni esaminando i risultati in funzione dello strato di provenienza dei singoli campioni. Infatti lo strato intermedio presenta in genere cariche minori rispetto sia a quello superficiale sia a quello profondo ove, peraltro, si riscontrano i conteggi maggiori nella gran parte dei terreni di coltura impiegati. Per quanto concerne la classificazione dei ceppi isolati dai diversi campioni di ciascuna stazione (Tab. 2), come attendibile *Pseudomonas* si presenta ubiquitario e predominante; *Vibrio* si riscontra solo alle quote più superficiali; la flora gram positiva incide per basse percentuali ed è peraltro assente in oltre metà dei campioni. La distribuzione degli altri generi identificati, presenti comunque a livelli superficiali molto modesti, non sembra seguire alcuna regolarità. Anche l'andamento delle percentuali dei generi più rappresentativi nelle singole masse d'acqua non presenta significative relazioni (Fig. 3).

| Genere | Strati | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | superficiale | | intermedio | | profondo | |
| | n | % | n | % | n | % |
| Pseudomonas | 51 | 68,0 | 29 | 69,0 | 45 | 88,2 |
| Alcaligenes | 5 | 6,7 | 1 | 2,4 | 0 | - |
| Aclinetobacter | 0 | - | 2 | 4,8 | 5 | 9,8 |
| Aeromonas | 8 | 10,7 | 2 | 4,8 | 0 | - |
| Vibrio | 9 | 12,0 | 0 | - | 0 | - |
| Flavobacterium | 1 | 1,3 | 1 | 2,4 | 0 | - |
| Moraxella | 0 | - | 3 | 7,1 | 0 | - |
| Micrococcus | 1 | 1,3 | 3 | 7,1 | 0 | - |
| Bacillus | 0 | - | 1 | 2,4 | 1 | 2,0 |
| Totale | 75 | 100 | 42 | 100 | 51 | 100 |

**Tab.** 3 - Riepilogo dei generi riscontrati nelle tre masse d'acqua esaminate.

Accorpando i risultati qualitativi ottenuti per le singole stazioni (Tab. 3) si può osservare che nello strato intermedio, al minor numero di ceppi isolati (42 su 168 totali, cioè il 25%) corrisponde la maggiore varietà di generi (8 sui 9 identificati), mentre per lo strato profondo i 51 ceppi (30% del totale) identificati sono ascritti solo a tre generi *(Pseudomonas, Acinetobacter, Bacillus).* Sembra opportuno segnalare, infine, che circa il 15% dei ceppi batterici originariamente isolati non è stato identificato per difficoltà di crescita nelle successive fasi colturali. I profili CTD effettuati contestualmente al prelievo dei campioni d'acqua nelle stazioni esaminate hanno presentato un andamento normale, proprio di acque joniche pelagiche, con il massimo di salinità, caratteristico dell'acqua levantina intermedia, intorno ai 400 m. Come accennato in precedenza, le quote esaminate per l'indagine batteriologica, opportunamente scelte sull'intera colonna d'acqua, ben rappresentano le tre masse d'acqua principali (superficiale, levantina intermedia, profonda) del Mare Mediterraneo. Un quadro più dettagliato dell'idrologia dell'area da noi studiata si può ottenere dai dati di LAVENIA *et al.* (1983) considerata, peraltro, la non casuale coincidenza della nostra stazione 13 con la stazione D - 6 esaminata da tali Autori nel medesimo periodo stagionale pur se molti anni addietro. Come mostrato in Fig. 4, lievi sono le differenze aline tra i due campionamenti, come pure normale è da considerarsi la fluttuazione della quota di massima salinità.

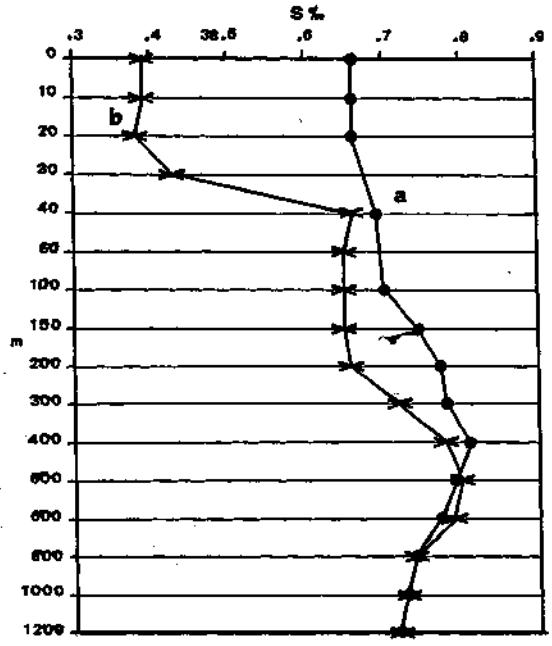



**Fig. 4 -** Profilo di salinità per la stazione 13 (a) in confronto ai risultati di LAVENIA *et al.* (1983) nella medesima stazione (b)

*Considerazioni conclusive*

Pur con le limitazioni insite nei metodi colturali ed in assenza d'una messe di dati tali da consentire un'appropriata analisi statistica, sembra comunque opportuno mettere in evidenza talune considerazioni scaturite dai risultati della presente indagine. Lo stato intermedio presenta differenze sostanziali rispetto a quello da noi chiamato "profondo" ma che di fatto, come già precisato, è la parte superiore delle acque profonde mediterranee. Si tratta di differenze quantitative anche sensibili tra quote contigue (fino ad oltre 1000 CFU/ml, St. 13).

Risultati di precedenti crociere di studio (AA.VV., 1985) sembrano anch'essi indicare una diminuzione della carica microbica a livello della "Levantine Intermediate Water" ed un sensibile incremento dei valori intorno ai 1000 metri. I dati quantitativi fino ad oggi conseguiti, come pure l'estensione delle aree del Mare Jonio esaminate, sembrano ancora insufficienti per poter considerare la diminuzione della carica eterotrofica una peculiarità della LIW. Da un punto di vista qualitativo, infine, lo strato intermedio, come già detto, presenta una maggiore varietà di generi rispetto alle quote più profonde (8 contro 3 in confronto ai 9 generi identificati).

Sarebbe necessario conoscere i generi di batteri presenti nell'area di origine della LIW per valutare se e quanto le comunità microbiche da noi riscontrate dipendano da quelle originariamente presenti in questa massa d'acqua.

## Ringraziamenti

Si ringrazia sentitamente il Dr. Davide Bregant, responsabile della campagna BAMO - 87, per l'ospitalità e le facilitazioni a bordo della N/O Bannock e l'intero Staff Scientifico per la fattiva collaborazione. Un particolare ringraziamento allo stesso Dr. D. Bregant ed al Dr. Sandro Rabitti per aver fornito i parametri idrologici indispensabili alla riuscita del nostro lavoro.

## Summary

*The authors refer about research performed on water samples collected at various depths on board R/V Bannock during August 1987 in an area between Jonian and Eastern Mediterranean Seas.*

*This research belongs to a wider programme, started in 1983 on waters of Straits of Messina, about characterization of microbial communities of Mediterranean Sea main water-masses. The aim of this research programme is to*

*evaluate quali-quantitative differences of heterotrophic microbial flora related to Oceanographic properties.*

*Samples from surface layer (30 and 75 m), intermediate layer (400 and 600 m) and deep layer (1000 and 1200 m) were examined.*

*Different media and techniques were used: spread plate with Marine agar 2216; MF with Marine broth 2216, Marine broth 2216 + polimixin, Marine broth 2216 + TTC, Staphylococcus medium 110 and TCBS agar. 168 isolates from plates of Marine agar 2216 were utilized to classificate genera. The highest values at deep layer and decreasing values at intermediate layer were observed by plate counts. Genera classification shows also interesting relationship with different water-masses. A more heterogeneous community was found in the layer of Levantine Intermediate Water, a more homogeneous one in deepest samples.*

## Bibliografia

AA.VV. (1985) - Studio globale delle interrelazioni dinamiche dell'ecosistema pelagico dei mari meridionali italiani. Dip. Biol. Animal. Ecol. Mar., Rapporti, 1: 54 pp.

CARLETT D.A. JR., LEE J.S., SINNHUBER R.O. (1965) - Application of replica plating and computer analysis for rapid identification of bacteria in some foods. I. Identification scheme. *Appl. Microbiol.,* 13: 808 - 817.

COSTERTON J.W., COLWELL R.R. (Eds.) (1979) - Native acquatic bacteria: Enumeration, Activity and Ecology. ASTM STP 695, American Society for Testing and Materials, 214 pp.

CRISAFI E. (1988) - Distribution of presumed vibrios in coastal and pelagic waters of Sicily. *Microbiologica,* 11: 151-157.

CRISAFI E., DE DOMENICO E., DE DOMENICO M., GENOVESE L., LA FERLA R. (1985) - Ulteriore contributo alla caratterizzazione delle popolazioni microbiche in acque joniche e tirreniche. *Atti 6. Congresso Ass. Ital. Oceanol. Limnol.,* 289-296.

DE DOMENICO M., CORTESE G., PULICANO' G., DE DOMENICO E. (1988) - Variazione spazio - temporale di nutrienti, clorofilla e carica microbica nelle acque dello Stretto di Messina. *Atti 8. Congresso Ass. Ital. Oceanol. Limnol.,* Pallanza giugno 1988, in stampa.

GENOVESE S. (1981) - Distribuzione microbica negli ambienti marini in rapporto alle condizioni idrologiche. Math Models Mar Ecosystem, Messina oct. 1978, 41-48.

GENOVESE S., CORTESE G., CRISAFI E., DE DOMENICO E., DE DOMENICO M., GENOVESE L., LA FERLA R., PULICANO' G. (1984) - Caratterizzazione delle popolazioni microbiche in acque joniche e tirreniche. *Nova Thalassia,* 6: 425-432.

LAVENIA A., MOSETTI E, BREGANT D. (1983) - Some results and remark on the Jonian Sea hydrology. *Boll. Oceanol. Teor. Appl.,* 1 (1): 19-48.

NOSEWORTHY J.E.,. MOSKOVITS G. (1974) - Applicability of cetrimide, nitrofurantoin, TTC and sodium arsenite to the isolation of marine Pseudomonas. *Can. J. Microbiol.,* 20: 1065-1069.

PRATT D., REYNOLDS J. (1974) - Selective media for characterizing marine bacterial population. *In:* Effects of the Ocean Environment on Microbial Activities (Colwell R.R. and Morita Y. Eds.), Univ. Park Press. Baltimora, 259-267.

SCHOLES S.R.B., SHEVAN J.M. (1964) - The present status of some aspects of marine microbiology. *Adv. Mar. Biol.,* 2: 133-169.

SIMIDU U., LEE W.J., KOGURE K. (1983) - Comparison of different techniques for determining plate counts of marine bacteria. *Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries,* 49 (8): 1199-1203.

*OEBALIA 1990 Suppl., Vol. XVI-1: 507-514* ISSN 0392-6613

E. CRISAFI* T. L. MAUGERI

* Istituto Talassografico CNR
Spianata San Ranieri, 86 - Messina (Italy)
** Dipartimento di Biologia Animale ed Ecologia Marina
Università di Messina Contrada Papardo - Messina (Italy)

# ECOLOGIA DELLE *VIBRIONACEAE* IN AMBIENTI COSTIERI MARINI E SALMASTRI DELLA SICILIA

**Abstract**

Vibros in the Sicilian coastal waters.

*The distribution and the seasonal changes of Vibrionaceae in some coastal and brackish Sicilian environments are discussed.*

**Key-words**: Vibrios, Ecology, Sea - water, Brackish-water.

## Introduzione

I batteri del genere Vibrio sono stati oggetto di numerose ricerche in varie parti del mondo per l'importanza che essi assumono negli ecosistemi ricchi di sostanza organica, come gli ambienti marini costieri a scarsa circolazione, gli estuari e gli stagni salmastri (COLWELL (ed.), 1984). Alcune specie inoltre suscitano un ulteriore interesse per le implicazioni di carattere igienico-sanitario quali agenti etiologici di malattie in animali marini (V. anguillarum, V. ordalii, V alginolyticus) ed anche nell'uomo (V. cholerae, V. parahaemolyticus, V. alginolyticus, V. Fluvialis) (BLAKE et. al. 1980; ROBERTS, 1978). Nell'ambito di un decennale programma di ricerca sulle popolazioni batteriche eterotrofe di acque e sedimenti

di ambienti marini e salmastri siciliani, condotto in collaborazione tra l'Istituto Talassografico di Messina ed il Dipartimento di Biologia Animale ed Ecologia Marina dell'Università di Messina, una particolare attenzione è stata rivolta allo studio della ecologia delle *Vibrionaceae* che, nell'ambiente costiero salmastro, costituiscono la frazione predominante della flora batterica eterotrofa. Gli studi condotti hanno permesso di delineare un quadro della distribuzione spaziale e delle variazioni stagionali di tale componente batterica nelle acque costiere. I risultati ottenuti permettono inoltre di formulare alcune considerazioni sulla presenza di alcune specie, di particolare rilevanza per le già citate implicazioni di carattere igienico-sanitario, nelle acque e nei molluschi eduli di ambienti marini e salmastri.

## Materiali e Metodi

Campioni d'acqua sono stati prelevati, nel corso di varie ricerche condotte a partire dal 1982 fino al 1988, nello stretto di Messina, nel Golfo di Milazzo (Crisafi et al. 1985; Autori Vari, 1986) e nell'area lagunare di Olivieri-Tindari, in provincia di Messina (Zaccone et al. 1988).

I metodi adoperati per ottenere una stima della carica in *Vibrio sp.* sono stati già descritti.

Accanto ai terreni comunemente usati per i batteri eterotrofi marini, sono stati effettuati di routine conteggi su membrane filtranti utilizzando il TCBS agar (Difco). Tale terreno, già impegnato da vari Autori come terreno di conferma, per vibrioni alofili, ha mostrato di potere rappresentare, per gli scopi ecologici, con sufficiente approssimazione la carica in *Vibrio sp.* (CRISAFI 1988).

Varie aliquote d'acqua (usualmente da 1 a 20 ml a seconda della provenienza) venivano filtrate attraverso membrane Millipore con porosità di 0,45 um poste direttamente su piastre di TCBS agar addizionato del 2% di NaCl e incubate a 24°C per 48 ore e a 35°C per 24 ore, per determinare rispettivamente i presunti vibrioni totali e la frazione capace di crescere a temperatura più elevata, costituita quasi interamente da V. alginolyticus, che dava colonie gialle e mucose perché saccarosio-fermentanti, o da *V. parahaemolyticus,* che dava colonie piccole e verdi non fermentanti il saccarosio. La ricerca di alcune specie di particolare interesse, presenti in esiguo numero nell'ambiente, è stata effettuata tramite opportuni terreni di arricchimento su alcuni campioni di molluschi e di acqua di particolari zone. I terreni impiegati sono stati quelli già descritti in un precedente lavoro (ZACCONE *et al.*, 1988). Dopo l'arricchimento in brodo si procedeva alla semina delle colture positive su TCBS agar per la conferma e le colonie venivano isolate ed identificate fino alla specie secondo gli schemi di norma usati nei nostri laboratori (CRISAFI *et. al. 1*985b). I ceppi isolati ed identificati sono stati in totale 350.

## Risultati

Nella tab. 1 vengono riportati i valori medi annuali di temperatura, salinità ed ossigeno discioto delle acque di superficie degli ambienti studiati.

**Tab. 1** - Valori medi annuali dei principali parametri chimico-fisico nelle zone studiate.

| ZONA | T°C | S | $O_2$ ml/l |
|---|---|---|---|
| STRETTO DI MESSINA | 19,7 | 37,9 | 5,4 |
| GOLFO DI MILAZZO | 19,0 | 37,7 | 6,1 |
| LAGHETTO DI OLIVIERI | 21,3 | 29,9 | 5,5 |

Nella tab. 2 sono contenuti i valori massimi, minimi e medi di campioni di superficie prelevati, nel corso di cicli annuali, nello stretto di Messina, nel Golfo di Milazzo e nei laghetti di Oliveri-Tindari. I dati sono stati raggruppati sia in relazione alla differente temperatura delle acque sia alla distanza della riva.

Risulta evidente un incremento generale delle cariche batteriche all'aumentare della temperatura. I valori medi di CFU (unità formanti colonie ottenuti dal TCBS a 24°C nelle acque marine (x $10^2$ - $10^3$/100 ml) hanno mostrato oscillazioni più contenute rispetto a quelli riscontrati sullo stesso terreno incubato a 35°C. Questi ultimi infatti hanno mostrato una più stretta correlazione con la temperatura delle acque passando da valori medi inferiori a 50 CFU/100 ml con temperature inferiori a 17°C, a valori medi di $10^2$ - $10^3$/100 ml quando la temperatura delle acque superava i 21°C. I risultati ottenuti con i campioni provenienti dai laghetti di Oliveri-Tindari mostrano la stessa correlazione diretta con la temperatura delle acque, con valori in genere più elevati almeno di un ordine di grandezza rispetto a quelli delle acque marine.

Una correlazione inversa sembra esistere con la distanza dalla riva. Anche in questo caso tale correlazione risulta più evidente per i presunti vibrioni capaci dicrescere a 35°C, che, all'aumentare della distanza dalla riva, sono passati da valori dell'ordine di $10^3$ a zero o, in ogni modo, a valori molto prossimi allo zero.

Precedenti ricerche effettuate nel Mar Jonio e nel Mar Tirreno in stazioni pelagiche (a distanza dalla compresa tra 6 e 12 miglia) avevano evidenziato valori quasi sempre al di sotto di 100 CFU/100 ml (GENOVESE et al., 1984; CRISAFI et. al., 1985b). La scarsa incidenza di batteri appartenenti al genere *Vibrio* in tali acque è stata d'altro canto verificata da uno studio tassonomico condotto su 222 ceppi batterici isolati da piastre di Marine Agar (Difco) inseminato con gli stessi campioni. I batteri del genere *Vibrio* hanno costituito solo lo 0,9% del totale dei ceppi isolati (CRISAFI *et al., 1*985b).

| ZONA | | | T°C < 17 | T°C 17 - 21 | T°C > 21 | Distanza dalla riva m 10 | Distanza dalla riva m 100 | Distanza dalla riva m > 1000 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| STRETTO DI MESSINA | TCBS 24°C | n.camp. | 8 | 36 | 21 | 38 | 18 | 9 |
| | | max | $8,0x10^3$ | $2,5x10^4$ | $5,0x10^4$ | $5,0x10^4$ | $2,2x10^4$ | $1,0x10^3$ |
| | | min | 20 | 27 | $1,2x10^2$ | $2,5x10^2$ | $1,2x10^2$ | 20 |
| | | media | $1,6x10^3$ | $2,6x10^3$ | $9,1x10^3$ | $6,4x10^3$ | $2,9x10^3$ | $2,7x10^2$ |
| | | | 8 | 36 | 21 | | | |
| | TCBS 35°C | n.camp. | 48 | $1,3x10^4$ | $2,5x10^4$ | 38 | 18 | 9 |
| | | max | 0 | 0 | 0 | $2,5x10^4$ | $2,1x10^4$ | 20 |
| | | min | 13 | $9,1x10^2$ | $4,3x10^3$ | 1 | 20 | 0 |
| | | media | | | | $2,4x10^3$ | $1,7x10^3$ | 3 |
| GOLFO DI MILAZZO | TCBS 24°C | n.camp. | 38 | 25 | 33 | 44 | 26 | 26 |
| | | max | $1,5x10^4$ | $1,2x10^4$ | $3,7x10^3$ | $1,5x10^4$ | $1,6x10^3$ | $1,3x10^3$ |
| | | min | 5 | 5 | 5 | 10 | 5 | 5 |
| | | media | $8,0x10^2$ | $1,3x10^3$ | $5,1x10^2$ | $1,6x10^3$ | $2,1x10^2$ | $2,4x10^2$ |
| | TCBS 35°C | n.camp. | 38 | 25 | 33 | 44 | 26 | 26 |
| | | max | $5,3x10^2$ | $5,1x10^2$ | $3,7x10^3$ | $3,7x10^3$ | $1,6x10^3$ | $1,1x10^2$ |
| | | min | 0 | 0 | 1 | 2 | 0 | 0 |
| | | media | 43 | 41 | $3,9x10^2$ | $2,9x10^2$ | 88 | 14 |
| LAGHETTI DI OLIVERI | TCBS 24°C | n.camp. | 30 | | 35 | 65 | | |
| | | max | $2,1x10^4$ | | $1,0x10^5$ | $1,0x10^5$ | | |
| | | min | $1,4x10^3$ | | $4,8x10^3$ | $1,4x10^3$ | | |
| | | media | $6,9x10^3$ | | $2,0x10^4$ | $1,4x10^4$ | | |
| | TCBS 35°C | n.camp. | 34 | | 35 | 69 | | |
| | | max | $2,1x10^3$ | | $1,0x10^4$ | $1,0x10^4$ | | |
| | | min | 10 | | $5,5x10^2$ | 10 | | |
| | | media | $6,1x10^2$ | | $5,1x10^3$ | $2,9x10^3$ | | |

**Tabella 2**: Valori massimi, minimi e medi delle cariche in presunti vibrioni, raggruppati in relazione alla temperatura delle acque ed alla distanza dalla riva. (CFU/100 ml).

Nelle acque del Golfo di Milazzo e dei laghetti di Oliveri-Tindari non sono stati riscontrati valori significativi degli indici di contaminazione fecale (coliformi totali, coliformi fecali ed enterococchi).

Nell'area dello Stretto di Messina tali indici di contaminazione sono stati registrati in quantità notevoli (fino a x $10^4$ CFU/l00 ml di coliformi fecali ed enterococchi) solo in corrispondenza degli scarichi urbani.

L'indagine qualitativa ha mostrato differenze nella distribuzione delle specie studiate.

*V. parahaemolyticus,* agente di gastroenteriti nell'uomo spesso come conseguenza dell'ingestione di molluschi crudi o poco cotti, è stato da noi isolato frequentemente nei mesi più caldi da campioni di molluschi provenienti da ambienti costieri marini e salmastri. Nelle acque marine è stato riscontrato più raramente solo i campioni strettamente costieri; nelle acque salmastre è stato messo in evidenza più frequentemente, ma solo quando la temperatura dell'acqua superava 17°C.

*V. alginolyticus* è stato isolato in tutti i periodi dell'anno ed ha costituito la frazione predominante dei vibrioni capaci di crescere a 35°C, fino al punto da rappresentare un ostacolo per l'isolamento delle altre specie.

**Conclusioni**

I campioni esaminai permettono di definire per grandi linee la distribuzione delle *Vibronaceae* nelle acque marine delle nostre zone.

Le cariche in presunti vibroni decrescono con l'aumentare della distanza dalla costa, in accordo peraltro a quanto noto per altre zone marine (COLWELL e KANEKO, 1974). La predominanza dei batteri appartenenti al genere *Vibrio* in seno alla flora eterotrofa delle acque marine costiere e di estuario è stata documentata da vari Autori (KANEKO e COLWELL, 1973; COLWELL *et al.*, 1977 COLWELL (ed.), 1984; SIMIDU *et al.*, 1982), mentre in genere nelle acque oceaniche le *Vibronaceae* non costituiscono una frazione rilevante dei batteri eterotrofi (SIEBURTH, 1971).

La frazione dei vibrioni capaci di crescere a '35°C é ancora più strettamente legata all'ambiente costiero rispetto ai vibrioni "totali" ed aumenta notevolmente nelle zone di mare interessate da apporti di nutrienti e di sostanza organica, in particolare nei periodi di elevata temperatura delle acque.

Per quel che concerne l'ecologia di alcune specie del genere *Vibrio* é stata evidenziata innanzitutto una predilezione del *V. parahaemolyticus,* per l'ambiente costiero e salmastro, già nota peraltro dalla letteratura. A tale proposito, é interessante notare come gli 8 ceppi di *V. parahaemolyticus,* isolati nel corso dello

studio condotto sulle acque degli stagni costieri del sistema lagunare di Oliveri-Tindari, provenivano tutti dallo stagno Marinello, che é quello che ha presentato i più bassi valori di salinità come conseguenza di un maggiore isolamento dal mare e di un apporto di acque continentali.

Nel corso di precedenti ricerche condotte in acque pelagiche dei mar Ionio e Tirreno il *V. alginolyticus* é stato isolato solo occasionalmente ed il *V. parahaemolyticus* non é stato mai riscontrato (CRISAFI et al., 1985 b). In tali acque inoltre sono risultati particolarmente diffusi il *V. anguillarum* ed il *V ordalii* (biotipo II del *V. anguillarum).* Tali microrganismi, per l'importanza che rivestono come potenziali patogeni degli organismi marini negli allevamenti, sono stati oggetto di numerose ricerche e sono stati isolati in varie occasioni in acque costiere, anche nelle nostre zone (AUTORI Vari, 1986; BRUNI et al., 1986; LARSEN, 1983). La prevalenza di *V anguillarum* in acque pelagiche potrebbe essere spiegata dallo scarso riscontro di *V. alginolyticus,* che, come già detto, nei campioni costieri prenderebbe il sopravvento mascherando la presenza delle altre specie di vibrioni.

Tali considerazioni costituiscono certamente un sostegno all'ipotesi di utilizzare i parametri microbiologici per la caratterizzazione delle masse d'acqua.

In particolare la carica in *Vibrio sp.,* che per gli scopi ecologici può essere rappresentata con sufficiente approssimazione dalla frazione di batteri capaci di crescere sul TCBS agar, certamente si presta allo scopo. Il conteggio infine dei vibrioni capaci di crescere a 35° C può, in aggiunta ai classici indici di contaminazione delle acque, consentire una valutazione più completa della qualità delle acque di ambienti costieri, non già da mettere in relazione con materiale fecale ma come indice di apporto al sistema di nutrienti e di sostanza organica.

**Summary**

*Researches carried on the distribution of Vibrionaceae in marine and brackish waters have pointed out the importance they assume within the coastal ecosystem rich in organic matter. Moreover, the interest for some species of the Vibrio genus derives from the morbility phenomena they can cause to human beings and marine fauna.*

*The results of a research program carried on coastal Sicilian environments aimed to determine the space distribution and the seasonal changes of the Vibrio genus are reported.*

*The counts have been carried out through the methodology of filtering membranes placed on selective media (TCBS agar additioned with NaCl in the percentage of 2%) with incubation at two different temperatures (24° and 35° C) for a first differentiation of the species. Moreover, the research of some potentially*

*pathogenic species was carried out on some samples of edible molluscs and water, through appropriate enrichment media. The results showed a negative gradient from the coast offwards, with the lowest values in pelagic stations of reference. The fraction able to grow at 35°C was even more linked to the coastal environment and to soil influence and it shows a direct relation with the temperature of the waters. Among those organism of sanitary interest, V. parahaemolyticus, agent of gastroenteritis, was exclusively isolated in brackish environments and in coastal marine waters during those periods when water temperature is higher. V. alginolyticus has been noticed in wider conditions of salinity and temperature waters. V. anguillarum, unlike V. parahaemolyticus, has been found in pelagic stations as well. The presence of vibrios was never connected with that of fecal Coliforms, beings this a further demonstration of the autochthonous nature of such microorganism.*

## Bibliografia

AUTORI Vari (1986) - Indagine oceanografica nel Golfo di Milazzo (Messina). Qualità delle acque e studio preliminare dei sedimenti per una ipotesi di acquacoltura, 1984 - I*st. Sper. Talassografico Messina, Rapporti. 1,* pp. 72.

BLAKE P. A., WEAVER R.E., HOLLIS D.G. (1980) - Diseases of humans (other than cholera) caused by vibrios - *Ann. Rev. Microbiol.* 34, 341, - 367.

BRUNI V., CRISAFI E., MAUGERI T.L., ZACCONE R. (1986) - Isolément et identification de vibrions halophiles d'un station éxpérimentale de mariculture - GERBAM 2éme Colloque International de Bactériologie Marine, CNRS, Brest, 1-5 octobre 1984, Ifremer, Actes de Colloques, 3, 475 - 481.

COLWELL R.R. (ed.) (1984) - Vibrios in the environment - John Willey e Sons, pp. 623.

COLWELL R.R. e KANEKO T. (1974) - Ecological studies of *Vibrio parahaemolyticus* - In: Effect of the Ocean environment on microbial activities.

COLWELL e MORITA (eds.) Univ. Park Press, Baltimore, 536 - 545.

COLWELL R.R., KAPER J., JOSEPH S.W. (1977) -*Vibrio cholerae, Vibrio parahaemolyticus,* and other vibrios: occurrence and distribution in Chesapeake Bay - *Science* , 198, 394 - 396.

CRISAFI E. (1988) - Distribution of presumed vibrios in coastal and pelagic waters of Sicily - *Microbiologica,* 11, 151 - 157.

CRISAFI E., MAUGERI T.L., ZACCONE R. (1985 a) - Controlli batteriologici sull'acqua di alimentazione di un impianto sperimentale di acquacoltura - *Ig. Mod.* 84, 447 - 464.

CRISAFI E., LA FERLA R., MAUGERI T.L., ZACCONE R. (1985 b) - *Vibrio sp.* isolati da acque tirreniche e joniche - *Mem. Biol. Mar. Oceanogr.,* 15, 155 - 163.

CRISAFI E., DE DOMENICO E., DE DOMENICO M., GENOVESE L., LA FERLA R.( 1985c) - Ulteriore contributo alla caratterizzazione delle popolazioni microbiche in acque ioniche e tirreniche - *Atti VI Congresso Associazione Italiana Oceanologia e Limnologia,* 289 - 296.

GENOVESE S., CORTESE G., CRISAFI E., DE DOMENICO E., DE DOMENICO M., GENOVESE L., LA FERLA R., PULICANO' G. (1984) - Caratterizzazioni delle popolazioni microbiche in acque joniche e tirreniche - *Nova Talassia, suppl.* 6, 425 - 433.

KANEKO T. e COLWELL R.R. (1973) - Ecology of *Vibrio parahaemolyticus* and related organism in Chesapeake Bay - *J. Bacteriol.,* 113, 24 - 32.

LARSEN J.L. (1983) - Bacteriological aspects of the ulcus syndrome in cod - *Rapp. P. v. Reun. Cons. Int. Explor. Mer.,* 182, 65 - 71.

ROBERTS R.J. (1978) - Fish Pathology - Bailliére, Tindall and Cassel, London.

SIEBURTH J. McN. (1971) - Distribution and activity of oceanic bacteria - *Deep-sea Res.,* 18,1111- 1121.

SIMIDU U., TSUKAMOTO K., AKAGAI Y. (1982) - Heterotrophic bacterial population in Bengal Bay and the South China Sea - *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.,* 48 (3), 425-431.

ZACCONE R.; MAUGERI T.L., CRISAFI E., GENOVESE L., LA FERLA R. (1988) - Premiéres données sur l'écologie des vibrions dans la zone lagunaire de Oliveri - Tindari (Messine, Italie) - *Rapp. Comm. Int. Mer. Médit.,* 31,2.

*OEBALIA 1990 Suppl., Vol. XVI-1: 515-523* ISSN 0392-6613

T.L. MAUGERI R. ZACCONE *
Dipartimento di Biologia Animale ed Ecologia Marina, Università di Messina
* Istituto Sperimentale Talassografico CNR, Messina

# DISTRIBUZIONE DI BATTERI LUMINOSI NELLO STRETTO DI MESSINA

**Abstract**

Luminous bacteria in the Straits of Messina

*The results are given of research carried out for over a year on samples of water from the Straits of Messina, in order to gain knowledge of the incidence of luminous bacteria on the quantitative total of cultivable marine bacteria and that of the various species identified.*

*The data obtained emphasize the prevalence of* V. harveyi *in the summer months and* Ph. phosphoreum *in the winter.*

*The density of luminous bacteria is directly influenced by the temperature.*

*The species of luminous bacteria, different in different environmental conditions, seem ideal for utilization as indicators of the particular marine ecosystems.*

**Key-words**: marine luminous bacteria, distribution, ecology

## Introduzione

I batteri luminosi (b.l.), presenti in molti ambienti, sono piuttosto frequenti nell'ambiente marino (b.l.m.). La tassonomia dei b.l.m. distingue quattro specie appartenenti a due generi e precisamente *Vibrio harveyi*, *Photobacterium* (o

*Vibrio) fischeri, Photobacterium phosphoreum, Photobacterium leiognathi* (REICHELT e BAUMANN, 1973). I b.l.m. sono tutti gram-negativi, mobili, anaerobi facoltativi capaci di crescere a 25°C su glucosio, mannosio, galattosio, fruttosio, glicerolo, e su N-acetil glucosamina. Sono tutti chitinolitici.

La versatilità dei batteri luminosi marini è ben rappresentata nella tabella 1 che mostra i diversi habitats e i differenti comportamenti. Possono vivere sia in organi specializzati di certi pesci e molluschi, trovarsi nell'apparato digerente di organismi marini, vivere come parassiti di crostacei o liberi nell'acqua ("free living bacteria").

La biochimica della bioluminescenza e soprattutto il reciproco vantaggio per i b.l.m. simbionti e per l'ospite sono stati studiati a fondo. Si tratta, infatti, di un

**Tab. 1** - Habitats dei batteri bioluminescenti (da HASTINGS e NEALSON, 1981)

| Comportamento | Habitat o ospite | Specie batterica |
|---|---|---|
| Free-living | Acqua di mare | Tutte le specie di *Photobacterium* e di *Vibrio* |
| Saprofiti | Carne, pesce, carne salata, ferite | " " " |
| Parassiti | Crostacei marini, terrestri e d'acqua dolce | *Ph. fischeri, P. phosphoreum e V. herveyi*. Altri ceppi non identificati |
| Commensali | Tratto digestivo di pesci e invertebrati marini. Superfici esterne degli animali marini | Tutte le specie di *Photobacterium* e di *Vibrio* |
| Esosimbionti<br>- organi luminosi - | Pesci Teleostei (11 famiglie) | Tutte le specie di *Photobacterium* nessun *Vibrio sp.* |
| Endosimbionti<br>- organi luminosi - | Molluschi<br>Tunicati | *Ph. fischeri*. Altri ceppi non identificati |
| Simbionti/parassiti | Nematodi | *Xenorhabdus luminescens* un genere nuovo, non marino |

classico esempio di simbiosi mutualistica con reciproco vantaggio per entrambi i partners la cui eccezionalità è rappresentata dal fatto che in tale simbiosi un vertebrato ospita una coltura pura di un procariota.

Nella tabella si vede che tutte le specie del genere *Photobacterium* sono in grado di colonizzare gli organi luminosi o l'apparato digerente di pesci e organismi marini. Non è stata mai riscontrata la presenza di *Vibrio* (ex *Beneckea) harveyi* in organi luminosi.

Tutte e quattro le specie vivono libere nell'acqua di mare. La loro ubiquitarietà è stata riferita da vari AA. che li hanno ritrovati nell'oceano aperto, nelle acque costiere, in acque superficiali e a notevole profondità adattati a vivere a pressioni molto elevate e a temperature al di sotto di 5 °C. Gli studi di ecologia microbica dei b.l.m. sono poco numerosi (RUBY e NEALSON, 1978; YETINSON e SHILO, 1979; RUBY *et al.,* 1980) nonostante l'ipotesi, formulata da SHILO e YETINSON (1979), di utilizzare le diverse specie di b.l.m. quali indicatori di particolari ecosistemi marini.

L'indagine sulla quale si riferisce in tale comunicazione si propone di studiare le variazioni stagionali nella distribuzione dei b.l.m. liberi in campioni d'acqua di mare prelevati mensilmente dallo Stretto di Messina in relazione alle caratteristiche ambientali della zona.

## Materiali e Metodi

L'isolamento e la dimostrazione della capacità luminosa dei batteri luminescenti non presentano particolari difficoltà, l'identificazione invece richiede lo studio di numerose caratteristiche colturali, morfologiche, fisiologiche e genetiche.

Il terreno adoperato (SWC - sea water complete -), per il conteggio totale dei batteri aerobi eterotrofi e per la dimostrazione della luminosità ha la seguente composizione, (NEALSON, 1978): $H_20$ di mare (750 ml), $H_20$ distillata (250 ml), glicerolo (3 ml), Bacto-peptone (Difco) (5 g), yeast extract (Difco) (3 g). Tale terreno è solidificato con quantità differenti (1,2 e 0,7% di agar) onde ottenere le due diverse consistenze, "solid" o "duro" e "soft" o "molle".

Il campione d'acqua viene aggiunto al terreno "molle" fuso (mantenuto a 40°C) e viene fatto solidificare su uno strato di terreno "duro". Le piastre vengono incubate a 20°C e le colonie sviluppate vengono contate entro 36 h. La luminosità viene apprezzata soggiornando al buio almeno 10 minuti.

Semine per infissione in SWC agar dei ceppi isolati permettono di distinguere due diverse modalità di crescita e di produzione di luce che possono essere utilizzate per una preliminare distinzione degli appartenenti ai generi *Vibrio* e

*Photobacterium* poiché il primo, a differenza del secondo, cresce bene e produce una notevole quantità di luce.

Il comportamento fisiologico delle specie dei generi *Photobacterium* e *Vibrio* appare diverso: *Vibrio sp.* risulta più versatile e capace di utilizzare da 30 a 45, a secondo dei ceppi, dei 147 differenti composti organici utilizzati come fonti di carbonio e di energia, *Photobacterium sp.* utilizza da 7 a 22 substrati (a seconda della specie o del ceppo considerato).

La differenziazione nelle quattro specie viene fatta utilizzando la tecnica del replica plating su terreno base agarizzato (BMA) al quale viene aggiunto di volta

**Tab. II** - Caratteri tassonomici diagnostici per i batteri luminosi (REICHELT e BAUMANN, 1973; BAUMANN *et al.,* 1980)

| | Vibrio harveyi | Photobacterium fischeri | Photobacterium leiognathi | Photobacterium phosphoreum |
|---|---|---|---|---|
| Crescita a 4°C | - | - | - | + |
| Crescita a 35°C | + | + | + | - |
| Lipasi + | - | - | - | |
| Gelatinasi | + | - | - | - |
| Crescita su: | | | | |
| Gluconato | + | - | + | + |
| Glucoronato | + | - | - | - |
| Prolina + | + | + | - | |
| Lattato + | + | + | - | |
| Piruvato | + | + | + | - |
| Acetato | + | + | + | - |
| Propionato | + | - | - | - |
| L-Tirosina | + | - | - | - |
| Cinatica della luciferasi | lenta | veloce | veloce | veloce |

in volta uno dei substrati segnati in tabella IL Per lo studio della cinetica della luciferasi viene registrata la produzione della luce in vitro dell'estratto cellulare di ciascun ceppo secondo la tecnica proposta da HASTING e MITCHELL (1971) e confrontando il comportamento con quella di ceppi di collezioni di *V. harveyi,* di *Photobacterium fischeri* e di *Photobacterium leiognathi,* usati per confronto.

## Risultati e Discussione

I risultati ottenuti nel periodo di 18 mesi (dal gennaio 1986 al giugno 1987) vengono riportati nella tab. III. Dimostrano che la quantità delle cellule luminose varia da 0 a 1,4 x $10^3$/100 ml di acqua di mare.

I valori di temperatura dell'acqua variano da 12 a 23°C.

I valori più elevati di cellule batteriche luminose sono stati osservati sia in valori assoluti che in percentuale rispetto alla concentrazione batterica totale alle temperature più alte.

**Tab. III**

| Mese | Eterotrofi aerobi /100 ml | Batteri luminosi /100ml | % | Temperatura °C |
|---|---|---|---|---|
| Gennaio '86 | $16,00x10^3$ | 20 | 0,13 | 14,0 |
| Febbraio " | $17,12x10^3$ | 62 | 0,36 | 14,5 |
| Aprile " | $5,50x10^3$ | 25 | 0,45 | 15,0 |
| Maggio " | $10,60x10^3$ | - | - | 17,5 |
| Giugno " | $4,83x10^3$ | 132 | 2,73 | 19,7 |
| Luglio " | $13,98x10^3$ | 1430 | 10,23 | 23,0 |
| Settembre " | $12,25x10^3$ | 96 | 0,78 | 19,9 |
| Ottobre " | $2,11x10^3$ | 221 | 10,46 | 20,0 |
| Novembre" | $33,78x10^3$ | 86 | 0,25 | 19,0 |
| Gennaio '87 | $4,25x10^3$ | 18 | 0,42 | 15,0 |
| Febbraio " | $17,97x10^3$ | 56 | 0,31 | 15,0 |
| Marzo " | $14,47x10^3$ | 14 | 0,096 | 14,0 |
| Aprile " | $15,42x10^3$ | 0 | 0 | 12,5 |
| Maggio " | $12,39x10^3$ | 14 | 0,11 | 18,2 |
| Giugno " | $4,38x10^3$ | 36 | 0,82 | 18,0 |

Le variazioni registrate nel periodo considerato delle caratteristiche fisiche, chimiche, batteriologiche dell'acqua di mare esaminata possono essere così schematizzate:

| Temperatura | Salinità | batteri eterot. aerobi a 20°C | Batteri luminosi |
|---|---|---|---|
| °C | S‰ | CFU/100 ml | LCFU/100 ml |
| 12,5 - 23 | 37,87 - 38,82 | $2,1x10^3$ - $3,3x10^4$ | 0 - $1,4x10^3$ |

Le concentrazioni osservate appaiono più elevate di quelle registrate da RUBY e NEALSON (1978) in acque superficiali neritiche della California (x $10^2$ LCFU/100 ml) e da RUBY *et al.* (1980) da 0,4 a 30 LCFU/100 ml in oceano a largo di Puerto Rico ma inferiori in termini percentuali a quelle delle acque al largo di Porto Novo (India) (RAMESH e VENUGOPALAN, 1986).

Le figure 1 e 2 descrivono le variazioni delle cariche batteriche totali, su SWC agar dei b.l.m. e quelle della temperatura.

L'identificazione dei 104 ceppi isolati in coltura pura permette di affermare che *V. harveyi* rappresenta la specie più frequente soprattutto d'estate quando diventa prevalente. Temperature superiori ai 20°C vengono considerate ottimali per la moltiplicazione di tale specie. A tale prevalenza concorrerebbe anche la notevole presenza in nutrienti e l'elevata produttività delle acque esaminate nel periodo estivo. L'influenza del substrato è stata dimostrata in prove condotte sull'acqua di vasca di allevamento di gamberi in cui le percentuali dei b.l.m. raggiungeva il 33,5% del totale (dati non pubblicati).

*Ph. fischeri* rimane costante sia in autunno che in inverno per raggiungere il massimo in primavera e lasciare poi prevalere *V. harveyi* in estate.

*Ph. phosphoreum* è presente sempre in basse percentuali (inferiori al 10%) del totale dei batteri luminosi e non mostra variazioni stagionali. Di tale specie è nota la particolare termosensibilità.

Nessun ceppo studiato è risultato attribuibile a *Ph. leiognathi,* che anche secondo SHILO e YETINSON (1979), è presente solo nell'ambiente ipersalino lagunare.

La dinamica delle popolazioni dei b.l.m. isolati nel corso delle presenti indagini sembra controllata dai fattori ambientali che ne influenzano sia la quantità totale e percentuale sul totale dei batteri eterotrofi aerobi coltivabili sia il prevalere di una specie sull'altra in relazione alla rispettiva adattabilità nell'ambiente stesso.

Nel nostro casi o appare chiara la dipendenza della quantità dei b.l.m. dalla temperatura (fig. 2).

Il *Vibrio parahaemolyticus,* altra specie di vibrione da noi estesamente studiata, (BISIGNANO *et al.,* 1981; CRISAFI *et al.,* 1985; BRUNI *et al.,* 1987) correlata

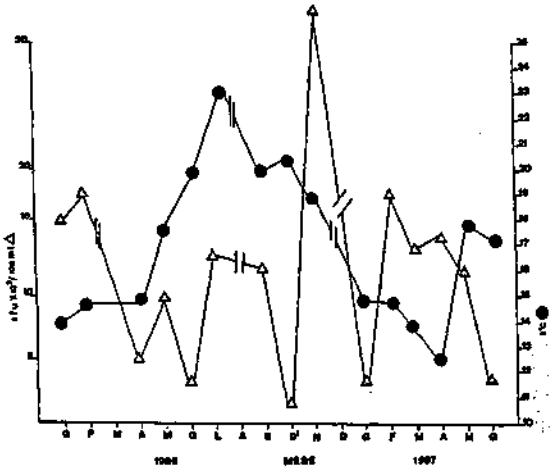


**Fig. 1** - Variazione della temperatura e della densità batterica totale (CFU/100 ml) (r = -0.095)

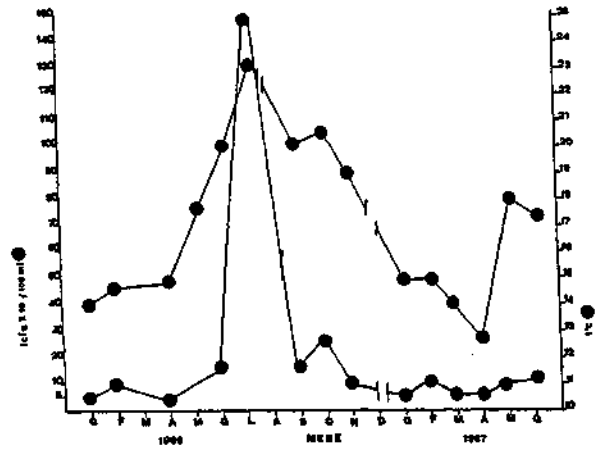


**Fig. 2** - Variazione della temperatura e della densità dei batteri luminosi (LCFU/100 ml) (r = 0.65)

strettamente al *V. harveyi,* non compare nelle acque fino a che la temperatura non supera il valore soglia di 19°C. Oltre alla temperatura però anche altri fattori quali l'irradiazione, la produzione di sostanze antibiotiche da parte di alghe ed eventuali interazioni batteriche possono essere elementi di controllo sulla popolazione microbica nella sua interezza e di quella luminosa in particolare (SIEBURTH, 1986; YETINSON e SHILO, 1979). L'approfondimento delle correlazioni tra tali fattori e le distribuzioni dei b.l.m. è oggetto delle ricerche attualmente in corso che si rivolgono allo studio della distribuzione verticale nelle acque dello Stretto di Messina in diversi momenti stagionali.

In base ai più recenti studi sul gene per la bioluminescenza, presente anche in specie non bioluminose, si ammette che l'emissione di luce da parte dei batteri abbia un notevole significato adattativo poiché servirebbe ad esaltare la dispersione e la propagazione dei batteri nell'ambiente.

La capacità di emettere luce, poiché risulta regolabile, inducibile o reprimibile in risposta a situazioni ambientali differenti, dovrebbe essere oggetto di studi più approfonditi.

## Summary

*The luminous bacteria present in many environments are quite frequent in the sea. They can live as symbionts in certain organs of some fish and cephalopods or live free in the water (free living bacteria). While the significance of symbiotic bacteria and the reciprocal advantage of these symbionts themselves is well known, the significance of the free living luminous bacteria is not very clear.*

*The isolation of the luminous bacteria presents no major problems while their identification calls for the study of their nutritional characteristics and their enzymatic capacity. Thus it is possible to distinguish* Vibrio harveyi, Photobactereium phosphoreum, Ph. leiognathi, Ph. fischeri.

*The results are given of research carried out for ever a year on samples of water from the Strait of Messina, in order to gain knowledge of the incidence of luminous bacteria on the quantitative total of cultivable marine bacteria and that of various species identified.*

*The data obtained emphasize the prevalence of V. harveyi in the summer months and* Ph. phosphoreum *in the winter.*

*The density of luminous bacteria is directly influenced by the temperature.*

*The species of luminous bacteria, different in different environmental conditions, seem ideal for utilization as indicators of the particular marine ecosystems.*

*Finally, the presence of luminous bacteria is considered in relation to that of other vibrions and in particular* Vibrio parahaemolyticus.

## Bibliografia

BAUMANN P., BAUMANN L., BANG S.S., WOOLKALIS M.J. (1980) - Revaluation of the taxonomy of *Vibrio, Beneckea and Photobacterium:* Abolition of the genus *Beneckea. Current Microbiology* 4, 127 - 132.

BISIGNANO G., BRUNI V., LO CURTO R.B., MAUGERI T.L., SCOGLIO M.E. (1981) - The annual cycle of halophilic vibrios in the brackish lake of Ganzirri. Rev. Int. Oceanogr. Med., 42, 15 - 21.

BRUNI V., CRISAFI E., MAUGERI T.L. (1987) - Preliminary date on halophilic Vibrio, in the straits of Messina. *Rev. Int. Oceonogr. Med.*, 87 -88.

CRISAFI E., GENOVESE L., LA FERLA R., MAUGERI T.L., ZACCONE R. (1985) - Vibrioni isolati da acque tirreniche e ioniche. *Mem. Biol. Mar. Ocean.*, 13, 237 - 245.

HASTINGS J.W., MITCHELL G.W. (1971) - Endosymbiotic bioluminescent bacteria from the light organ of pony fish. *Biol. Bull.* 141, 261 - 268.

NEALSON K.H. (1978) - Isolation, identification and manipulation of luminous bacteria. *Meth. Enzymol.* 57, 153-165.

RAMESH A., VENUGOPALAN V.K. (1986) - Ecophysiological studies on luminous bacteria associated with marine gastropods. *Actes du 2$^{éme}$ Bacteriol. Marine* Brest 445 - 450.

REICHELT J.L., BAUMANN P. (1973) - Taxonomy of the marine, luminous bacteria. *Arch. Mikrobiol.* 94, 283 - 330.

RUBY E.G., NEALSON K.H. (1978) - Seasonal changes in the species composition of luminous bacteria in nearshore seawater. Limnol. Oceanogr. 23, 530-533.

RUBY E.G., GREENBERG E., HASTINGS J.W. (1980) - Planktonic marine luminous bacteria; Species distribution in the water column. *Appl. Environ. Microbiol.* 39, 302 - 306.

SHILO M., YETINSON T. (1979) - Physiological characteristics underlying the distribution patterns of luminous in the Mediterranean Sea and the Gulf of Elat. *Appl. Environ. Microbiol.* 38, 577 - 584.

SIEBURTH J.M. (1968) - Observation of bacteria planktonic in Narraganseth Bay Rhode Island; a resumie. Bull. Misaki *Mar. Biol. Inst. Kyoto Univ.* 12, 49 - 64.

YETINSON T., SHILO M. (1979) - Seasonal and geographic distribution of luminous bacteria in the eastern Mediterranean Sea and the Gulf of Elat. 37, 1230 - 1238.

*OEBALIA 1990 Suppl., Vol. XVI-2: 527-535* *ISSN 0392-6613*

V. MICALE F. PERDICHIZZI
Istituto Sperimentale Talassografico C.N.R., Spianata S.Raineri 86,
98100 Messina, Italia

# ASPETTI E PROBLEMATICHE DELLA SESSUALITÀ DEL TELEOSTEO ERMAFRODITA *DIPLODUS SARGUS* L. ALLEVATO INTENSIVAMENTE.

**Abstract**

Sexuality of *D. sargus* intensively reared.

*A histological study was undertaken to follow gonadal changes in farmed white bream* Diplodus sargus *L. during the 2nd, 3rd and 4th years of life, in order to compare reproduction under natural and captive conditions. All fish mature as a male in the 2nd and 3rd years of life; sex reversal occurs in the 4th year of life; males spawn from December through June; females do not spawn spontaneously. The implications of such findings in the farming of this species are discussed.*

**Key-words**: sexuality, *D. sargus*, histology, intensive rearing.

## Introduzione

La conoscenza della fisiologia riproduttiva delle specie allevate è elemento fondamentale della piscicoltura, sia quando si utilizza il novellame prelevato in ambiente naturale, maggiormente quando ci si rivolge alla riproduzione in cattività. Per questo motivo le esperienze di riproduzione in condizioni controllate che da alcuni anni vengono svolte presso l'impianto sperimentale di allevamento intensivo dell'Istituto Talassografico di Messina (FARANDA *et al.,* 1985; MAZZOLA *et al.,* 1985) sono integrate da costanti e dettagliate osservazioni del

ciclo sessuale di ciascuna specie, in relazione alle condizioni di allevamento (MICALE *et al.*, 1985a, b; MICALE *et al.*, 1987).

Negli ultimi anni abbiamo rivolto la nostra attenzione ad una specie di elevato valore commerciale, ancora non sfruttata in acquacoltura: il sarago maggiore, *Diplodus sargus* L., appartenente alla famiglia degli Sparidi. Si tratta di una specie ermafrodita che in natura si riproduce da Aprile a Giugno. Le gonadi, bisessuali, sono costituite da una parte ovarica orientata dorso-medialmente e da una parte testicolare orientata ventro-lateralmente, separate da tessuto connettivo. In base alle osservazioni effettuate in natura (D'ANCONA, 1949; REINBOTH, 1962; LISSIA-FRAU & PALA, 1968; BONNET, 1969; MAN-WAI & QUIGNARD, 1984) la specie è considerata proterandrica. L'età e le modalità dell'inversione sessuale non sono conosciute e l'attribuzione della specie alla categoria degli ermafroditi proterandrici è stata basata, in realtà, sul progressivo aumento di individui di sesso femminile riscontrato nelle classi di età più avanzata, più che su un'organica indagine di tipo morfo-fisiologico su un campione statisticamente significativo. L'approccio da noi prescelto per lo studio della biologia riproduttiva di *D. sargus* in allevamento si basa, invece, su osservazioni istologiche condotte sopra esemplari di età nota, il cui ciclo sessuale è stato seguito a lungo termine in maniera tale da avere un quadro completo e dettagliato della sessualità di questa specie in condizioni di cattività. I risultati ottenuti in tre anni di indagini, che costituiscono l'oggetto del presente lavoro, consentono un raffronto tra la biologia del sarago in natura e in allevamento e rappresentano il punto di partenza per l'ottimizzazione delle tecniche di riproduzione in cattività di questa specie.

## Materiali e Metodi

Gli esemplari di *D. sargus* utilizzati per le nostre osservazioni, catturati nello Stretto di Messina all'età di 3-6 mesi nel Settembre 1982, erano stabulati in vasche tipo raceway a flusso continuo di acqua di mare, esposti a luce e temperatura naturali (13-25ºC nel corso dell'anno) e alimentati con mangime pellettato secco. Lo studio, iniziato nel Dicembre 1983, ha avuto una durata di tre anni, coprendo la fascia di età da 1+ a 3+, e si è articolato in prelievi mensili delle gonadi. Queste, dopo essere state pesate, venivano fissate in Bouin, trattate secondo la classica metodologia istologica per l'inclusione in paraffina (HUMASON, 1979) e sezionate in fette dello spessore di 6 µm. Queste ultime, dopo colorazione con ematossilina-eosina o miscela tricromica di Rasmussen-Ignesti (BECCARI & MAZZI, 1966), venivano osservate al microscopio ottico. Sono state esaminate le gonadi di 75 esemplari di età 1+ (2° anno di vita), 75 di età 2+ (3° anno di vita) e 120 di età 3+ (4° anno di vita), per un totale di 270 esemplari.

## Risultati

Tutti gli esemplari esaminati nel II e III anno di vita si sono rivelati funzionalmente maschi. Il processo spermatogenetico inizia in Luglio con una fase di intensa proliferazione spermatogoniale; l'inizio della prima profase meiotica segue a brevissima distanza: gruppi di Spermatociti primari possono comparire anche entro un mese. La fase di più intensa Spermatogenesi, però, si svolge tra Ottobre e Dicembre, con un'intensa attività meiotica che porta alla formazione di spermatidi, seguita dalla trasformazione di questi in spermatozoi (Fig. 1).

L'emissione degli spermatozoi ha luogo da Dicembre a Giugno. I singoli lobuli seminiferi di cui è costituito il tessuto testicolare maturano in modo asincrono, così che l'emissione degli spermi è prolungata. Gli spermatogoni rimangono una presenza costante lungo tutte le fasi della maturazione testicolare, variando solo nella loro quantità.

Negli esemplari funzionalmente maschi la parte ovarica rimane in stato di relativa quiescenza, mostrando solo lievi segni di funzionalità. In alcune gonadi essa costituisce solo una sottile striscia lungo il lume della gonade, in altre è cospicua ma dal punto di vista funzionale essa rimane sempre costituita da ovogoni in fase di accrescimento lento. Negli animali di due anni si osservano, talvolta, ovociti in fase di vitellogenesi endogena iniziale: ciò non prelude, tuttavia, ad un completamento dell'ovogenesi nel giro della stessa stagione riproduttiva.

Nel IV anno di vita si è manifestata l'inversione sessuale nel 26% degli esemplari. La gonade in fase di inversione presenta la parte testicolare con chiari segni di degenerazione (Fig. 2): comparsa di masse di pigmento giallo-bruno, assenza completa o quasi di spermatogoni, proliferazione di cellule e fibre connettivali. Praticamente, terminato in Giugno il periodo di emissione degli spermi, la parte maschile nel 74% dei casi va incontro ad una ulteriore proliferazione spermatogoniale, mentre nel 26% regredisce e si atrofizza. In questo caso gli ovociti escono dallo stato di quiescenza, durato tre anni, ed entrano nella fase di accrescimento rapido; nel giro di cinque mesi, cioé in Dicembre, raggiungono uno stadio di avanzata vitellogenesi esogena (Fig. 3a). Le femmine, tuttavia, non hanno emesso uova. Nelle loro gonadi non sono stati osservati nè ovociti ialini nè follicoli post-ovulatori. Al contrario, col procedere della stagione riproduttiva, si osserva un numero crescente di ovociti atresici (Fig. 3b), mentre i maschi avevano il deferente pieno di spermi ed erano spontaneamente fluenti.

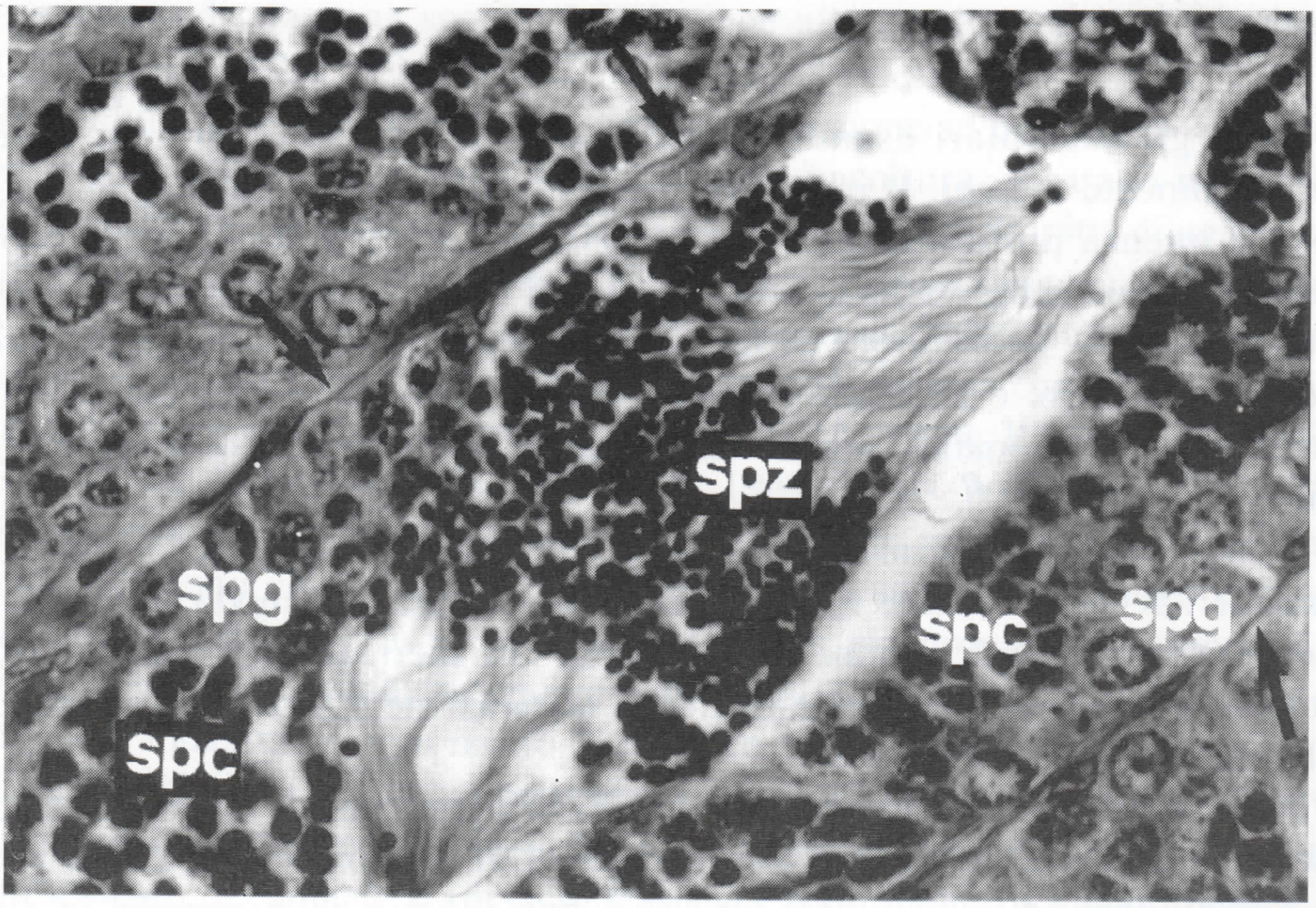



**Fig. 1** - Gonade di esemplare maschio di *D. sargus* prossimo alla maturità. Al centro del lobulo seminifero è presente un gruppo di spermatozoi (SPZ). SPG: spermatogoni; SPC: spermatociti. Le frecce (➡) indicano la parete del lobulo seminifero. x 730.

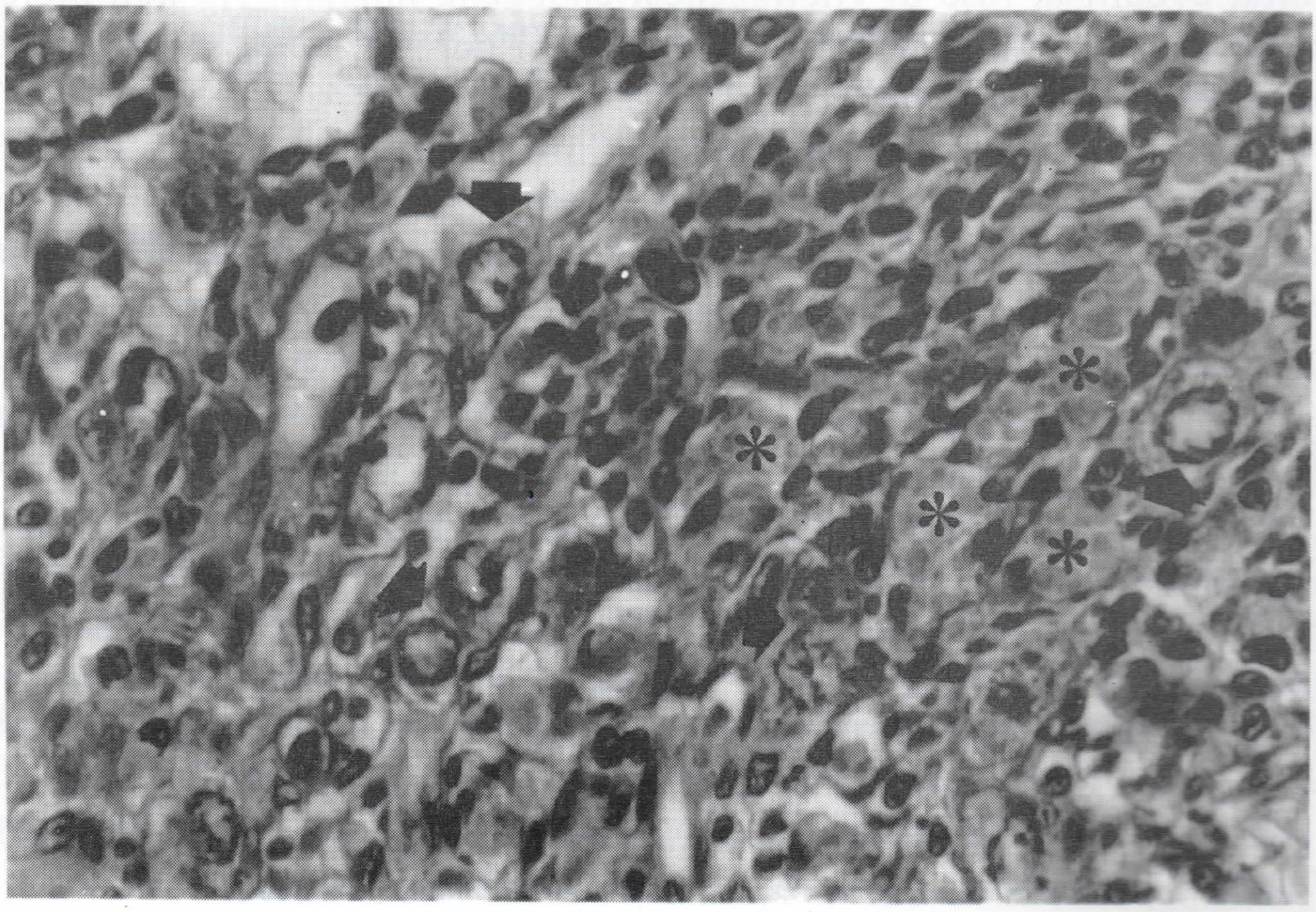


**Fig. 2** - Gonade di *D. sargus* in fase di inversione sessuale. Nell'area testicolare sono presenti numerosi fibrociti, fibroblasti e fibre collagene. Si distinguono inoltre ammassi di pigmento (*). Le frecce (➡) indicano i pochi spermatogoni residui, in via di degenerazione. x 730.

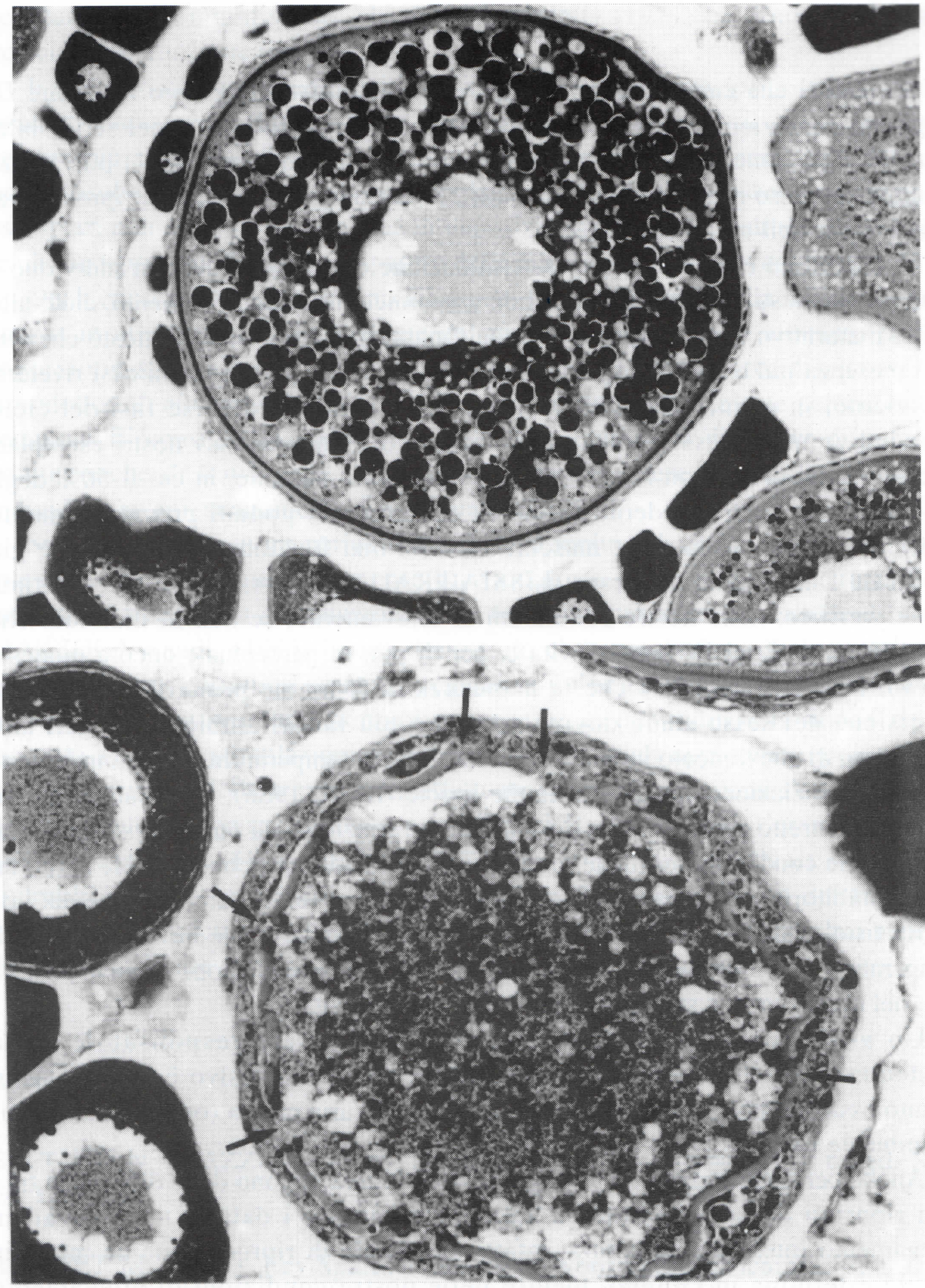


**Fig. 3** - Gonade di esemplare femminile di *D. sargus*. a) ovocita in fase di accrescimento rapido (vitellogenesi esogena). Si osserva il nucleo convoluto, la presenza di vescicole e globuli di vitello, la differenziazione degli involucri follicolari. x 180. b) ovocita atresico. Si osserva la rottura della zona radiata in più punti indicati dalle frecce (➨), la ipertrofia delle cellule della granulosa, la disgregazione del contenuto vitellino. x 290.

## Discussione

Gli aspetti che caratterizzano la biologia riproduttiva del sarago maggiore *D. sargus* in condizioni di allevamento intensivo rispetto alla specie nel suo habitat naturale si possono riassumere nei seguenti tre punti fondamentali: 1) prevalenza assoluta del sesso maschile fino ai 3 anni; 2) estensione della stagione riproduttiva; 3) inibizione dell'emissione di uova.

E' opportuno ricordare che la determinazione del sesso di ciascun individuo è stata effettuata su base funzionale e non anatomica, facendo riferimento, cioé, allo stadio maturativo degli elementi germinali maschili e femminili, piuttosto che alla loro presenza più o meno cospicua, fattore, questo, che può in taluni casi rivelarsi fuorviante, in quanto soggetto a variazioni legate alle diverse fasi del ciclo riproduttivo nello stesso individuo. L'assenza di femmine fra i nostri esemplari fino ai 3 anni di età non ha riscontro nell'ambiente naturale, in cui il 50% degli animali della corrispondente fascia di età presenta gonadi prevalentemente ovariche nelle quali la parte maschile non ha mai funzionato o in cui si è già verificata l'inversione del sesso (LISSIA-FRAU & PALA, 1968). Quest'ultima non si verifica, nelle nostre condizioni di allevamento, se non in individui che siano già entrati nel IV anno di vita e, per di più, in percentuale ancora modesta (26%). E' lecito supporre che la mancanza di femmine primarie e la tardiva inversione del sesso siano dovute ad uno o più fattori ambientali legati alle condizioni di allevamento intensivo. E' noto che la temperatura esercita un'azione sulla differenziazione sessuale in molte specie (LAM, 1983); è probabile che un ambiente ristretto come la vasca presenti delle variazioni, sia pur di modesta entità, rispetto alle condizioni termiche marine. Tali variazioni potrebbero avere avuto un effetto inibitorio sull'instaurarsi dell'inversione sessuale. Vi sarebbe, tuttavia, una soglia fisiologica, probabilmente endocrina, al. di là della quale lievi variazioni di temperatura non esercitano più alcun effetto sulla differenziazione sessuale, soglia che, nel nostro caso, è stata raggiunta nel IV anno di vita.

Un altro fattore ambientale che potrebbe essere responsabile della predominanza dei maschi funzionali in allevamento intensivo è la densità, in quanto essa comporta un accumulo di sostanze di varia natura (ormoni, cataboliti) in ambiente ristretto.

Anche per quanto riguarda la stagione riproduttiva vi sono delle differenze tra i dati riportati dalla letteratura su animali selvatici e i dati da noi ricavati in allevamento intensivo. In natura, infatti, il periodo di riproduzione ha inizio in Aprile e termina in Giugno, mentre nelle nostre condizioni di allevamento l'emissione spontanea di spermi comincia con circa quattro mesi di anticipo, in pieno inverno. Anche in questo caso il fattore temperatura potrebbe aver giocato un ruolo determinante, così come la disponibilità del cibo, che veniva

regolarmente somministrato, che DE VLAMING (1971) ha dimostrato essere correlata alla funzione riproduttiva.

Il mancato completamento dell'ovogenesi è un fenomeno spesso osservato nei pesci di allevamento (LAM, 1983). Da questo punto di vista, il sesso femminile sembra più sensibile alla modulazione ambientale rispetto al sesso maschile, e i nostri risultati lo confermano. Va ricordato che l'inibizione osservata nei nostri esemplari non era limitata alla fase di deposizione delle uova, ma riguardava tutte le ultime tappe dell'ovogenesi a partire dalla migrazione e rottura del nucleo.

Quali conseguenze comportano gli aspetti fin qui illustrati della sessualità di *D. sargus* in allevamento? Il problema del rapporto sessi e della alquanto tardiva inversione sessuale comporta la necessità, per l'allevatore, di ricorrere a riproduttori di almeno 4-5 anni di età per assicurarsi una sufficiente percentuale di femmine. E' consigliabile, addirittura, mantenere uno stock di riserva di femmine adulte, anche di 6 o 7 anni, le cui uova potranno essere fecondate, invece, da individui giovani, sicuramente di sesso maschile.

Si potrà contare su un periodo riproduttivo molto più esteso che in natura, e questo costituisce indubbiamente un vantaggio per l'allevatore, tuttavia è necessario ricorrere a stimolazioni delle femmine per avere emissione di uova. MAZZOLA e coll. (1985) hanno dimostrato che stimolazioni di tipo ormonale (gonadotropina corionica umana) eseguite in un'unica iniezione al culmine del periodo riproduttivo sono notevolmente efficaci per indurre la deposizione. Accanto a queste, stimolazioni di tipo ambientale, quali opportune modificazioni del fotoperiodo e della temperatura effettuate nei mesi precedenti l'emissione dei gameti, applicate con successo a specie affini al D. sargus, quali l'orata (GIRIN & DEVAUCHELLE, 1978; DEVAUCHELLE, 1984; KADMON *et al.*, 1985), andrebbero, a nostro parere, sperimentate, tenendo conto anche del fatto che potrebbero schiudere interessanti prospettive sull'ottenimento del seme nel periodo desiderato dall'allevatore e, forse, anche più di una volta l'anno.

## Bibliografia

BECCARI N., MAZZI V. (1966). Manuale di tecnica microscopica. 6a ed. Soc. Ed. Libraria.

BONNET M. (1969). Les Sparidés des côtes Nord-Ouest africaines. *Rev. Trav. Inst. Pêches Marit., Nantes* 33 (1): 97-116.

D'ANCONA U. (1949). Il differenziamento della gonade e l'inversione sessuale negli Sparidi. *Arch. Ocean. Limnol.* VI: 97-164.

DEVAUCHELLE N. (1984). Reproduction décalée du bar *(Dicentrarchus labrax)* et de la daurade *(Sparus aurata). In:* "L'aquaculture du Bar et des Sparidés" (G.Barnabé & R.Billard, eds), pp. 53-61. Paris: Institut National de la Recherche Agronomique.

DE VLAMING V. (1971). The effects of food deprivation and salinity changes on reproductive function in the estuarine gobiid fish, *Gillichthys mirabilis. Biol. Bull. (Woods Hole, Mass.)* 141: 458-471.

FARANDA F., CAVALIERE A., LO PARO G., MANGANARO G., MAZZOLA A. (1985). Preliminary studies on reproduction of *Puntazzo puntazzo* (Gmelin, 1789) (Pisces, Sparidae) under controlled conditions. *Aquaculture* 49: 111-123.

GIRIN A., DEVAUCHELLE N. (1978). Décalage de la période de reproduction par raccourcissement des cycles photopériodique et thermique chez des poissons marins. *Ann. Biol. anim. Bloch. Biophys.* 18: 1059-1065.

HUMASON G.L. (1979). Animal tissue techniques. 4th ed. San Francisco: W.H. Freeman and Co. .

KADMON G., YARON Z., GORDIN H. (1985). Sequence of gonadal events and oestradiol levels in *Sparus aurata* (L.) under two photoperiod regimes. *J. Fish Biol.* 26: 609-620.

LAM T. J. (1983). Environmental influences on gonadal activity in fish. In: "Fish Physiology" Vol. IXB (W.S. Hoar & D.J.Randall, eds) pp. 65-116. London: Academic Press.

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.

MAZZOLA A., FARANDA E, CAVALIERE A., LO PARO G., MANGANARO A. (1985). Due anni di esperienze sulla riproduzione in condizioni controllate di *Diplodus sargus* L. (Pisces Sparidae). *S. It. E. Atti* 5: 477-482.

MAN-WAI R., QUIGNARD J.P. (1984). Les sars *Diplodus sargus* (Linné, 1758) du Golfe du Lion: Croissance et caractéristiques des débarquements aux criées de Sète et du Grau-du-Roi. *Rev. Trav. Inst. Pêches Marit.* 46 (3): 173-194.

MICALE V., PERDICHIZZI R., SANTANGELO G. (1985a). Preliminary investigations on gonadal maturation in captive white bream, *Diplodus sargus* L. *Oebalia* XI-3 N.S.: 899-902.

MICALE V., PERDICHIZZI F., SANTANGELO G. (1985b). Ciclo gonadico di *Diplodus sargus* in allevamento sperimentale intensivo. *Nova Thalassia* 7 (3): 425.

MICALE V., PERDICHIZZI F., SANTANGELO G. (1987). The gonadal cycle of captive white bream, *Diplodus sargus* (L.). *J. Fish Biol.* 31: 435-440.

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 1990 Suppl., Vol. XVI-2: 537-541* *ISSN 0392-6613*

G. B. PALMEGIANO * G. FORNERIS **
R. GIANNATELLI ** P. VILLANI ***
* CNR - CSAAPZ, Torino
** Dipartimento Produzioni Animali, Torino
*** CNR - ISBL, Lesina

# INFLUENZA DELL'ORA DI SOMMINISTRAZIONE DEI PASTI SULLA CRESCITA E SULLA QUALITÀ DI AVANNOTTI DI SPIGOLA DA SEMINA

**Abstract**

Influence of meal timing on growth and quality of sea bass fry

*The authors report results of experiments of meal timing. Young sea bass (300 mg) were fed at different time: first group 8 am to 2 pm, the second one 2 pm to 8 pm. The results showed a higher growth of specimen fed at evening than the others; no differences were recorded in protein and fat content.*

**Key-words:** Sea bass, meal timing, growth, biochemical composition

## Introduzione

Già da tempo i farmacologi hanno evidenziato che l'efficacia della dose di un farmaco può risultare giusta in un dato momento e sbagliata in un altro. Un animale darebbe risposte biologiche molto diverse agli stimoli a seconda dell'ora in cui li riceve (SPIELER *et al.*, 1977). Ad esempio, secondo AIKEN *et al.* (1982) le larve di *Homarus* sp. metamorfosano prima e con percentuali più alte con determinati fotoperiodi e stagionali. Ancora SUNDARARAY *et al.* (1982) hanno osservato che una stessa quantità di alimento, somministrato durante un pasto di

30', provoca nel pescegatto una perdita di peso se distribuito durante il giorno.

Al contrario, la stessa quantità di alimento sostiene una certa crescita se somministrata durante la notte; anche SPIELER (1977) con esperimenti su *Carassius* sp ha ottenuto un maggior incremento di peso con alimento somministrato nelle ore notturne.

Entrambi gli autori suggeriscono che il maggior incremento di peso sia dovuto ad una migliore utilizzazione del cibo e che ci sia un'ora del giorno ottimale per alimentare i pesci e, quindi, per ottenere una crescita massima per unità di cibo somministrata. Inoltre, COHN e JOSEPH (1960) hanno notato che la qualità del cibo somministrato concorre ad alterare la composizione corporea incrementando l'attività lipogenetica. A questo proposito NOESKE-HALLIN *et al.* (1985) hanno verificato un'influenza della scheda alimentare, intesa come diversificazione delle ore somministrate del cibo, sull'attività lipogenetica e di immagazzinamento dei grassi con un conseguente incremento ponderale dei pesci alimentati la sera.

Sulla base di queste considerazioni, gli autori hanno pianificato un esperimento per verificare se l'ora di somministrazione del pasto influiva sulla biomassa ed eventualmente sulla qualità degli avannotti di spigola.

## Materiali e metodi

A due lotti di cinquanta spigole di settanta giorni di età e di circa 300 mg di peso è stato somministrato giornalmente un mangime commerciale in ragione del 3% della biomassa umida e questa razione era suddivisa in quattro quote; il primo lotto la riceveva tra le otto e le quattordici ed il secondo tra le quattordici e le venti. L'esperimento è stato condotto in camera climatizzata e con la luce artificiale; le lampade di accendevano automaticamente alle sette del mattino per spegnersi la sera alle nove. La scelta di questo intervallo di illuminazione è stato il risultato di un compromesso tra l'esigenza di un intervallo ben definito tra i pasti e la conduzione il più possibile simile a quella di un impianto produttivo. Le spigole erano distribuite in acquari da cento litri a parziale ricircolazione d'acqua, con circa il 25% della massa totale di acqua rimboccata giornalmente allo scopo di evitare un eccessivo accumulo di nitrati. L'acqua era mantenuta alla temperatura costante di 23°C, per mezzo di una resistenza controllata da un termostato. L'ossigenazione era garantita da una serie di air lift posti sia nel filtro biologico sia direttamente negli acquari. La razione alimentare era distribuita nelle vasche per mezzo di un distributore automatico controllato da un timer programmabile. Giornalmente venivano eliminati l'eventuale eccesso di cibi e le feci, contemporaneamente nella vasca di raccolta delle acque reflue degli acquari venivano determinati l'ossigeno disciolto ed il pH mediante una sonda con

elettrodi a ioni selettivi. L'esperimento è durato trenta giorni; la durata è stata scelta in funzione sia del tempo necessario ad ottenere una risposta biometria e biochimica sufficientemente netta sia dell'età delle spigole, ormai da semina.

**Tab. 1** - Sintesi degli indici biometrici necessari alla valutazione dei risultati della prova. Valori medi ± deviazione standard.

| | Alimentazione serale | Alimentazione mattutina |
|---|---|---|
| Peso medio iniziale | 0,300 | 0,300 |
| Peso medio finale | 2,25 | 2,16 |
| Incremento medio | 1,95 | 1,86 |
| Biomassa finale (g/vasca) | 99,1±8,9 | 91,4±4,9 |
| Alimento somministrato (g) | 137 | 137 |
| Proteine somministrate | 70,6 | 70,6 |
| Sopravvivenza (%) | 86,0±3,2 | 82,4±2,6 |
| Conversione (ICA) | 1,65±0,15 | 1,80±0,11 |
| PER * (%) | 1,16 | 1,05 |
| PPV * (%) | 42,5 | 43,5 |
| Indice di condizione (K) | 2,13 | 2,01 |

* PER: rapporto tra l'incremento della biomassa e quantità di proteina assunta;
PPV (Valore biologico della proteina): rapporto tra azoto assunto e azoto della biomassa.

**Risultati e discussione**

I valori dei parametri fisico-chimici nel corso della prova sono rimasti nell'ambito dell'intervallo considerato ottimale per questo tipo di esperienza.

I risultati biometrici (Tab. I) ottenuti dopo trenta giorni di alimentazione differenziata non sono risolutivi; infatti se le biomasse finali e quelle corrette con il peso degli individui morti nel corso della prova differiscono significativamente a livello 5% (91, 4 g contro 99, 1 g) a favore dell'alimentazione serale, i pesi medi non sono statisticamente dissimili: 2,16 g le spigole aimentate la mattina e 2,25 g quelle alimentate la sera.

**Tab. II** - Analisi centesimali sul tal quale delle spigole alimentate la sera o la mattina. Valori medi ± deviazione standard

| | Alimentazione serale | Alimentazione mattutina |
|---|---|---|
| Umidità | 73,42±0,68 | 73,54±0,38 |
| Proteine | 15,91±0,58 | 16,37±0,79 |
| Lipidi | 0,89±0,09 | 0,86±0,18 |
| Ceneri | 3,90±0,42 | 3,97±0,43 |
| E.I. | 5,88 | 5,26 |

Non è stato altresì possibile evidenziare differenze nel contenuto di grassi e proteine (Tab. II); del resto le analisi sono state effettuate sull'animale in toto e non sul filetto per ovvii motivi di quantità di tessuto necessario all'analisi. In

esperienze precedenti con trote iridee i risultati erano stati simili per quanto riguarda i dati biometrici (QUAGLINO *et al.,* 1988). In questa prova l'incremento ponderale percentuale delle spigole alimentate la sera è risultato maggiore di quasi il 9% per la biomassa e del 5% per il peso individuale, ma senza variazioni nella composizione chimica. Nell'esperienza con le trote invece la quantità dei grassi era risultata maggiore negli animali alimentati la sera (QUAGLINO *et al.,* 1988).

Se non è possibile trarre conclusioni definitive, si deve tener presente che risultati analoghi sono stati ottenuti con individui di specie e taglia diverse e, quindi, sarà opportuno approfondire il discorso oltre il dato biometrico per verificare la modifica della qualità della carne. Si tenga infine presente che, operando con soggetti che per taglia necessitavano di più pasti al giorno, si è anche aumentato la probabilità di alimentare le spigole alle ore metabolicamente più efficaci e quindi di ridurre le possibili differenze.

**Ringraziamenti**

Gli autori desiderano ringraziare la dott. Maselli, i signori D'Apote, Perna e Troiano per la scrupolosa assistenza tecnica, ed in particolare la signorina Deolo, senza il cui apporto il lavoro non sarebbe stato possibile.

**Summary**

*The authors in previous experiment of feeding at different day time showed higher growth rate and different biochemical composition in rainbow trouts fed at evening. So they report results of a similar experiment carried out on young sea bass of 300 mg weight. A first group were fed 8 am to 2 pm, the second one 2 pm to 8 pm. The experiment ran 30 days and was performed in a 100 l aquaria placed in a acclimatized room (23° C) with e recirculating water system. The results showed a higher growth of specimen fed at evening than the others; no differences were recorded protein and fat content.*

**Bibliografia**

AIKEN D.E., ROWE W.J., MARTIN-ROBICAUD, WADDY S.L. (1982) - Seasonal differences in the effect of photoperiod on survival and development of larval american lobster *(Hormarus americanus). J. World Maricul. Soc.* 13: 287-293.

COHN C., JOSEPH D. (1986) - Role of rate of ingestion of diet on regulation of intermediary metabolism ("meal eating" vs "nibbling"). *Metabolism,* 9: 492-500.

NOESKE-HALLINT A., SPIELER R.E., PALMER N.J., SUTTLE M.A. (1985) - Feeding time differentially affects fattening and growth of channel catfish. *J. Nutr.,* 115: 1228-1232.

QUAGLINO G., ANSELMINO M., BOCCIGNONE M., PALMEGIANO G.B., VILLANI P., ZOCCARATO I. (1988) - Influenza dell'ora di somministrazione dei pasti e del digiuno sulla crescita e sulla qualità dei pesci. *Atti Soc. It. Sci. Vet.,* Vol. XLII: 573-575.

SPIELER R.E. (1977) - Diel and seasonal changes in response to stimuli: a plague and a promise for mariculture. *Proc. World Maricul. Soc,* 8: 865-882.

SUNDARARAY B.I., NATH P., HALBERG F. (1982) - Circadian meal timing in relation to lighting schedule optimizes catfish body weight gain. *J. Nutr.,* 112: 1085-1097.

*OEBALIA 1990 Suppl., Vol. XVI-2: 543-548* ISSN 0392-6613

S. GRECO* A. CAVALIERE* G. LO PARO**
A. MANGANARO** G. STURNIOLO*** D. CARIDI*
* Istituto Sperimentale Talassografico C.N.R. - Messina
** Dipartimento di Biologia animale ed Ecologia marina - Università di Messina
*** Istituto di Zootecnica - Facoltà di Medicina Veterinaria Univ. Messina

# DIETE NATURALI INTEGRATE NELL'ALLEVAMENTO INTENSIVO DI STADI GIOVANILI DI *SPARUS AURATA*

**Abstract**

Nutritional trials on *S. aurata* fingerlings

*This paper shows the results of a long period nutritional trial on* Sparus aurata *fingerlings in intensive rearing. Were tested five experimental diets based on wet foods as fishing scraps and chicken giblets. Was checked also the value of the vitaminic and mineral salts supplementing. The fishes (with 5.06 g of initial mean weight) have reached, after just 56 weeks, a gain shifting from + 130,6 g to + 186,4 g with reference to different feeding.*

**Key-words**: Acquaculture, nutritional requirements, seabeam

## Introduzione

Questo contributo si inserisce in un più ampio programma di studi multidisciplinari, sviluppato negli ultimi cinque anni presso l'Istituto Sperimentale Talassografico di Messina grazie alla stretta collaborazione scientifica tra ricercatori dello stesso Istituto Talassografico e del Dipartimento di Biologia Animale ed

Ecologia Marina dell'Università di Messina. Gli studi sulla nutrizione dei pesci si trovano ad uno stadio ancora descrittivo e comunque, in contrasto con quelli relativi ad altri animali da allevamento, le diete per pesci (secche e umide) non sono altrettanto ben equilibrate in rapporto ai fabbisogni nutritivi. Esse per esempio non sono formulate in base alla effettiva biodisponibilità degli ingredienti nei mangimi.

Le tecniche e le strategie di alimentazione in acquacoltura intensiva devono, invece, essere considerate come componenti essenziali delle varie e complesse attività legate ad una corretta gestione di impianti produttivi. I mangimi devono conseguentemente essere formulati in modo da soddisfare i fabbisogni nutritivi dei pesci sopratutto in termini di proteine, lipidi, vitamine e minerali, (HALVER, 1988) tenendo comunque nella giusta considerazione che la scelta degli ingredienti alimentari, nel caso dei mangimi freschi, dipende anche dal prezzo di mercato e dalla disponibilità locale.

Nella valutazione degli alimenti ritenuti più idonei ai fini di un positivo impiego in piscicoltura, si è posta particolare attenzione a quei sottoprodotti dell'industria agroalimentare che, per il basso costo, la continua e larga reperibilità e l'alto valore nutritivo, potrebbero meglio soddisfare i fabbisogni nutritivi delle specie ittiche marine oggetto di ricerca. Si è quindi stabilito di poter sostituire, fino al 50%, alcuni scarti della pesca che entravano a far parte della composizione di un pastone utilizzato in precedenti lavori con scarti della lavorazione del pollo. Le caratteristiche nutritive di questi particolari sottoprodotti hanno indirizzato la scelta verso l'utilizzo delle sole frattaglie (cuore e fegato).

E' noto infatti come i pesci richiedano un livello proteico molto alto nella dieta. Questo risulta necessario sopratutto per le specie carnivore, come lo sparide *Sparus aurata*, che denotano una bassa capacità di utilizzo dei carboidrati come fonte di energia con il conseguente consumo energetico di una quota proteica della dieta (MARAIS e KISSIL, 1979).

In aggiunta alle valutazioni inerenti le caratteristiche dietetiche occorre, inoltre, considerare come tutte le sperimentazioni condotte in un settore di biologia applicata come l'acquacoltura esigono, per la trasferibilità dei risultati su scala più ampia, una conferma a medio e lungo periodo. La linea operativa seguita è stata, quindi, quella di svolgere le esperienze per almeno un anno tentando di evidenziare così eventuali modificazioni morfo-funzionali degli organismi soggetti ad allevamento intensivo.

## Materiali e metodi

Le ricerche sono state condotte presso l'Istituto Talassografico del C.N.R. di Messina. Gli esemplari di *Sparus aurata* provenivano da uno stock ottenuto in

ambiente confinato mediante tecniche di riproduzione in condizioni controllate. Un gruppo di 400 individui é stato stabulato per un mese prima di procedere alla ripartizione casuale, nei cinque lotti sperimentali, di 50 individui per ognuno. I punti fondamentali nella identificazione di una dieta ottimale per l'allevamento dell'orata sono stati l'utilizzo delle frattaglie di pollo e l'aggiunta di integratori vitaminici e minerali. Lo schema adottato è stato il seguente:

| **Lotto** | **Alimentazione** | **Razione** | **Integrazione** |
|---|---|---|---|
| S1 | Pellet | 5% | nessuna |
| S2 | Pastone S (scarto pesca) | 20% | nessuna |
| S3 | Pastone S | 20% | sali più vitamine |
| S4 | Pastone P (pollo) | 20% | nessuna |
| S5 | Pastone P | 20% | sali più vitamine |

Tutti i bacini di allevamento (da 1600 litri/cd in vetroresina) venivano alimentati con acqua di mare a circuito aperto e da una rete di distribuzione che consente, giornalmente, circa due ricambi totali nelle vasche di allevamento senza richiedere ulteriore ossigenazione dell'ambiente. La metodologia di preparazione dei mangimi é stata sviluppata seguendo le indicazioni di FARANDA *et al.*, (1983). Il pastone "S" era composto da *Trachurus* sp. (50%), cefalotorace di gambero (25%) e *Sardina pilchardus* (25%). Nel pastone " P" si utilizzavano in parti uguali *Trachurus* sp. e frattaglie di pollo. I mangimi venivano preparati periodicamente e stoccati in cella frigorifera.

Giornalmente venivano scongelati i pezzi porzione ed al momento delle somministrazioni (mattino - pomeriggio) venivano miscelati, secondo il disegno sperimentale, gli integratori vitaminici e minerali.

Durante l'esperienza, sono stati effettuati controlli ponderali mensili di tutti gli individui dei cinque lotti; la prova è stata condotta per dodici mesi. Nel corso della prova sono stati effettuati controlli periodici sulle acque relativi ai principali parametri chimico fisici (Tº C; salinità; pH; ossigeno disciolto) ed ai sali nutritivi.

Le analisi sulla composizione qualitativa degli alimenti sono state condotte secondo i metodi ufficiali dalla commissione A.S.P.A. (1982) e svolte presso i laboratori dell'Istituto della nutrizione di Piacenza.

## Risultati

L'andamento della temperatura nel corso dell'esperienza è stata, nel periodo invernale, compresa in un range tra 14 ± 1,3°C mentre in estate l'andamento oscillava tra 22 ± 2°C . La salinità (S‰) si è mantenuta tra 37,9 ± 0,2% o. Nel

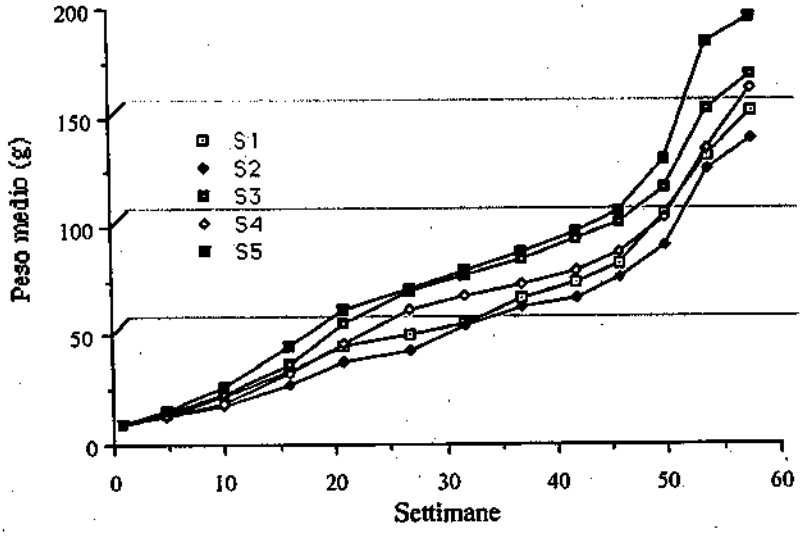



**Fig. 1** - Andamento del tasso di crescita.

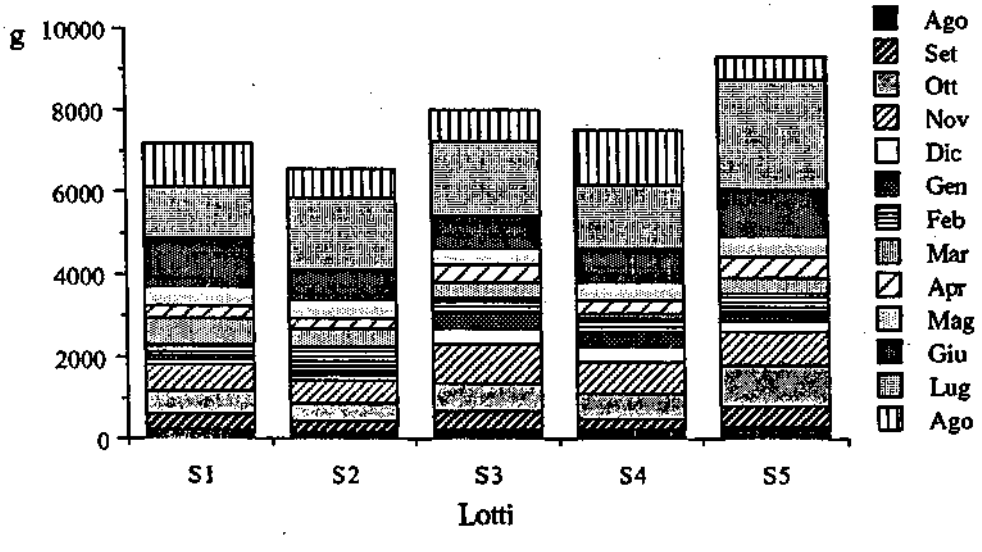



**Fig. 2** - Incremento relativo dei valori di biomassa.

corso della prova non si è registrata alcuna mortalità. Osservando la fig.l relativa all'incremento ponderale medio si può rilevare come alla fine si individuano tre gruppi distinti, e precisamente i lotti S5 - S3, S1-S4 e S2, con valori statisticamente significativi tra di loro.

Questo andamento differenziato si registra fino alla fine della stagione primaverile per poi evidenziare, nella fase terminale della prova, un netto incremento dei lotti alimentati con le due diete sperimentali addizionate degli

integratori vitaminico-minerali (S5 e S3). Esaminando l'andamento della crescita dell'intero lotto in termini di biomassa (Fig.2) si registra che, sopratutto nei periodi invernali, esiste una fase incostante con stasi o decremento nei valori relativi ma in ogni caso si evidenzia come la crescita del lotto S5 sia nettamente superiore in confronto agli altri lotti. Per quanto riguarda il coefficiente di crescita specifica (alfa) si evidenzia ulteriormente la situazione precedente ed è interessante notare come in ogni caso i valori non scendono mai sotto la soglia del 50%.

**Tab. 1** - Principale composizione di alcuni prodotti impiegati nell'industria mangimistica (da PICCIONI, 1976)

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Lavorazione del pollo | 77,3 | 3,1 | - | 5,9 | 13,8 |
| Farina di penne | 78,9 | 0,9 | 11,9 | 3,3 | 11,9 |
| Farina di pesce | 60,9 | 7,2 | 5,2 | 18,3 | 5,0 |
| Farina di fegato | 62,8 | 17,3 | 5,4 | 6,1 | 5,4 |
| Farina di gamberi | 46,7 | 2,8 | 1,3 | 27,8 | 1,3 |
| Farina di aringhe | 70,1 | 7,3 | 1,5 | 11,5 | 1,5 |
| Farina di soia | 46,2 | 1,3 | 31,8 | 6,2 | 31,8 |
| Farina di carne | 73,1 | 12,9 | 0,5 | 4,5 | 0,5 |

Nella tabella 1 sono esposti i dati di letteratura sulla composizione base di alcuni alimenti utilizzati per la preparazione di mangimi pellettati in acquacoltura. Dall'analisi delle diete della presente esperienza si evidenzia come nel pastone "P" oltre ad una buona percentuale di protidi e lipidi, è presente una più alta concentrazione relativa di ferro, rame e zinco elementi che rivestono un ruolo fondamentale nella crescita plasmatica delle specie allevate. Infine c'è da notare l'alta concentrazione di acidi grassi, in particolare quelli insaturi, che sono poi i precursori per le successive tappe del metabolismo.

## Considerazioni conclusive

In un campo applicativo come l'acquacoltura scientifica, la possibilità di disporre di un regime dietetico che incentivi la crescita degli organismi allevati riducendo i tempi di allevamento è uno degli obbiettivi primari delle ricerche in corso in campo nazionale ed internazionale. I risultati ottenuti da questa sperimentazione consentono di affermare che l'impiego di opportuni additivi alimentari integrati con l'alimentazione a base di alimento fresco permette di raggiungere un incremento pari al 30% dell'intera biomassa della popolazione allevata. Tale integrazione può essere ottenuta modificando la composizione dei pastoni umidi introducendo, come nello schema già descritto, sottoprodotti della lavorazione zootecnica (frattaglie di pollo) non trattati e miscele commerciali di

additivi vitaminici e minerali. Le diete hanno avuto tutte un alto grado di appetibilità, e pur consentendo livelli significatamente differenti di crescita (Dp variabili da + 130,6 g a + 186,4 g) non hanno determinato alcuna mortalità durante le 57 settimane d'esperienza.

## Bibliografia

ASPA (1982) - Valutazione analitica degli alimenti.

CHOW K.W. (1978) - The minerals. In: *Fish Feed techhnology.* FAO/UNDP Training course (9/10 - 11/12), College of Fisheries, University of Washington, Seattle.

FARANDA F., CAVALIERE A., LO PARO G., MANGANARO A. (1983). *Accrescimento di Puntazzo puntazzo* e *Diplodus vulgaris.* Comparazione di due diverse diete. *Mem. Biol. Mar. Ocean,* XIII: 37-53.

GRECO S., CAVALIERE A., LO PARO G., MANGANARO A., STURNIOLO G. (1989). Effetti di diete bilanciate nell'allevamento intensivo di *Pagellus bogaraveo* (rovello). *Oebalia,* vol. XV - 2, N.S. : 637-644.

HALVER JOHN E. (1988) - Aspectos da evolucao recente da nutricao de peixes

MARAIS J.F.K., KISSIL G. W.M. (1979) - The influence of energy level on the feed intake, growth, food conversion and body composition of *Sparus aurata Aquaculture* 17, 203-219.

PICCIONI (1976) - Dizionario degli alimenti.

*OEBALIA 1990 Suppl., Vol. XVI-2: 549-556* ISSN 0392-6613

M. T. SPEDICATO* G. LEMBO * E. NAKANO **

* Coop. Coispa - Km. 818,8 ss 16, strada Padovano, Casella Postale 62
70042 Mola di bari, Bari, Italia.

* Department of Biology, Nagoya, Japan.

# ACQUACOLTURA MARINA E GESTIONE DELLA FASCIA COSTIERA: L'ESPERIENZA GIAPPONESE.

**Abstract**

Marine aquaculture: the japanese experience

*Our purpose is to focus attention on some meaningful experiences of marine aquaculture in Japan, where we studied particularly the Teleostei rearing, such as* Pagrus major, Acanthopagrus shlegeli *and* Paralichthys olivaceus. *The larval rearing usually takes place in tanks and* P. divaceus *shows a faster growth than the other species. Generally, 50% of fry is employed for coastal restocking. The best results of restocking are achieved in the "Ocean Farm" employing the acoustic and conditioning feeding process.*

**Key-words**: Marine aquaculture, larval rearing, ocean-farm.

## Introduzione

L'obiettivo del presente lavoro è di evidenziare alcuni aspetti significativi della sperimentazione in acquacoltura ed in particolare delle strategie produttive adottate in Giappone, tematiche oggetto di osservazione durante un periodo di studio trascorso in questo Paese.

Particolare attenzione è stata posta all'allevamento dei Teleostei marini: *Pagrus major, Acanthopagrus shlegeli, Paralichthys olivaceus,* chiamati rispettivamente in lingua locale: madai, kurodai, hirame.

Generalmente queste, come altre specie, vengono prodotte dagli Aquaculture Centre delle Prefetture e delle Associazioni dei Produttori, dalle Fishery Station delle Prefetture o da altri Centri Pubblici o privati. Queste strutture hanno, a diversi livelli, compiti di sperimentazione e ricerca applicata, oltre che di produzione. Il novellame da semina prodotto subisce due principali destinazioni: viene venduto alle Associazioni dei pescatori per le successive fasi di ingrasso che si compiono generalmente in vasche galleggianti poste in baie e golfi, oppure viene utilizzato per il ripopolamento costiero. Generalmente il 50% della produzione di avannotti viene destinato a questo scopo, pertanto gli Aquaculture Centre e le Fishery Station hanno messo a punto metodi per esprimere valutazioni qualitative e quantitative sugli effetti delle azioni di ripopolamento. Recentemente, nell'ambito del Progetto nazionale denominato Marinopolis è stata realizzata nella baia di Ooita (Isola di Kyushu) una "Ocean farm", che ha iniziato la sua attività di sperimentazione nel 1986 e che si pone l'obiettivo, mediante tecniche di condizionamento alimentare, di incrementare i tassi di recupero ottenibili con i consueti metodi di ripopolamento.

## Materiali e metodi

I riproduttori utilizzati sono spesso animali di seconda generazione, stabulati in vasche galleggianti e trasferiti negli impianti a terra per la riproduzione. Si tratta di animali con età pari a 3-6 anni.

Nelle vasche di deposizione (50-70 mc) la densità è di 1-3 individui/mc. La temperatura di deposizione varia da 18°C-20°C per *P. major* ed *A. shlegeli* a 16°-17°C per *P. olivaceus.* Per *A. shlegeli,* ad esempio, per effettuare il condizionamento termico, i riproduttori vengono portati negli impianti a terra in inverno, nei mesi di Dicembre-Gennaio e, dopo un periodo di acclimatazione della durata di circa 20-30 giorni, la temperatura dell'acqua viene innalzata di 1°C ogni 10 giorni, per ottenere la deposizione a marzo. Il periodo di deposizione cade in primavera-estate per *P: major* ed *A. shlegeli* ed in inverno-primavera per *P. olivaceus.*

La riproduzione è naturale e l'induzione avviene agendo sulla temperatura ed il fotoperiodo. Il periodo di deposizione dura mediamente 90 giorni. Per quanto riguarda l'alimentazione dei riproduttori (WATANABE *et al.,* 1985) hanno osservato che la somministrazione di farina di seppie o di Krill e di vitamina E per un breve periodo precedente la deposizione (circa 20 giorni) produce un aumento del tasso di uova galleggianti.

Generalmente con un parco di 100 riproduttori è possibile contare su una produzione media giornaliera di 1.500.000 uova. Le uova vengono poste ad incubare in vasche di 40mc, con un rapporto di 25.000-40.000 uova/mc. Al termine dell'incubazione si aggiunge acqua di mare con *Chlorella* e successivamente, quando la larva inizia ad alimentarsi, con rotiferi. Al 5º-7º giorno iniziano i ricambi idrici. Nelle vasche di incubazione ed allevamento larvale la temperatura viene mantenuta attorno ai 19°C-20°C *(P. major* e *A. shlegeli)* ed attorno ai 16° *(P. olivaceus).* La densità di allevamento larvale può variare dalle 20-25 larve/l *(A. shlegeli)* alle 35-40 larve/l *(P. major).* Alla fine della prima fase di allevamento, dopo circa 50 giorni, si hanno concentrazioni variabili da 10-12 a 3-5 larve/l.

A questa fase del ciclo ne segue una seconda realizzabile tanto in vasche a terra quanto in vasche galleggianti.

Terminate le fasi di allevamento di larve e giovani lo stock di individui destinato al ripopolamento viene immesso nelle aree marine costiere e un campione viene marcato. L'indice di recupero degli animali marcati viene ottenuto correggendo i tassi di ricattura con i parametri legati alla perdita della marcatura ed al tasso di mancata denuncia delle catture.

Nella "Ocean Farm" di Ooita, al fine di migliorare i risultati del ripopolamento, si effettua il condizionamento dei giovani *P. major,* prima della loro immissione in mare, attraverso l'emissione di suoni e la contemporanea somministrazione di mangime. L'intero sistema si compone di una serie di torri marine, predisposte per l'emissione di mangime, di segnali sonori (350 Hz - 50 db), il telerivelamento di parametri fisico-chimici dell'ambiente ed il rilevamento, attraverso segnali sonar, degli addensamenti di *P. major.* Il tutto è servito da un sistema di batterie solari collocate su boe galleggianti e da una stazione master a terra. In tutta l'area marina interessata dall'esperimento sono inoltre sistemate numerose strutture sommerse del tipo "barriere artificiali". Le fasi di allevamento di *P. major* si svolgono da principio in vasche a terra, per circa 35 giorni (L.T. di circa 12 mm); successivamente (fino alla L.T. di circa 30 mm) l'allevamento si effettua in gabbie galleggianti. Nell'ultima fase (fino a L.T. di circa 100 mm) della durata di circa 80 giorni, i giovani di *P. major* vengono trattenuti in una "training area", dove la somministrazione di cibo viene accompagnata dal condizionamento con segnali sonori. Successivamente si procede con il trasferimento nella "Ocean Farm".

## Risultati

Nella Tab. 1 sono riportati per ciascuna specie i tassi medi di sopravvivenza nelle diverse fasi del ciclo produttivo. I tassi di sopravvivenza più bassi di *P. major*

| | *A. Slalegeli* | *P. major* | *P. olivaceus* |
|---|---|---|---|
| TASSO DI UOVA FECONDATE | 60% | 70% | 60% |
| TASSO DI SCHIUSA | 80% | 96% | 80% |
| TASSO DI SOPRAVVIVENZA a 50 GG. | 60% | 25% | 60% |
| L.T. A 50 GG. | 17 mm | 21 mm | > 24 mm |

**Tab. 1** - Tassi medi di sopravvivenza e lunghezze totali fino a 50 giorni per specie.

possono essere attribuiti a fenomeni di cannibalismo, più accentuati in queste specie. *P. olivaceus* (Fig. 1) presenta una crescita più veloce, con circa 24 mm di L.T. intorno al 43° giorno, *P. major* (Fig. 2) raggiunge attorno al 50° giorno 21 mm circa a 15°C-20°C e anche 26 mm con temperature superiori ai 20°C (max 24°C).

*A. shlegeli* mostra i tassi di crescita più bassi con circa 17 mm attorno al 45°-50° giorno (Fig.3).

Per questa specie si è osservato che individui di L.T. pari a 17 mm, immessi in vasche galleggianti, raggiungevano in 30-40 giorni (fine maggio - inizio luglio) la taglia di 35 mm, con tassi di sopravvivenza attorno all' 89%. Prove condotte in vasche a terra, per evitare gli inconvenienti dovuti alle maree rosse, hanno evidenziato che, per le taglie comprese fra i 17 mm ed i 26 mm, i tassi di sopravvivenza diminuivano al 77% ed il tasso di crescita giornaliero risultava pari

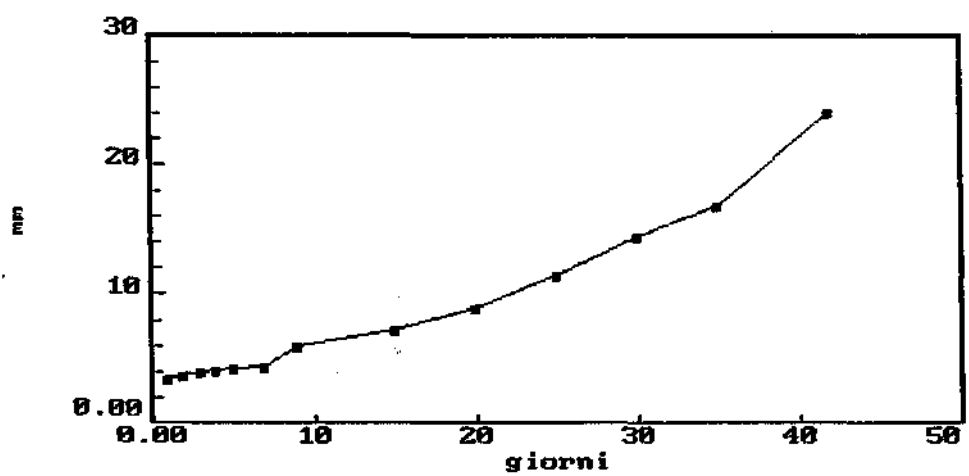



**Fig. 1** - Accrescimento di *Paralichthys olivaceus*

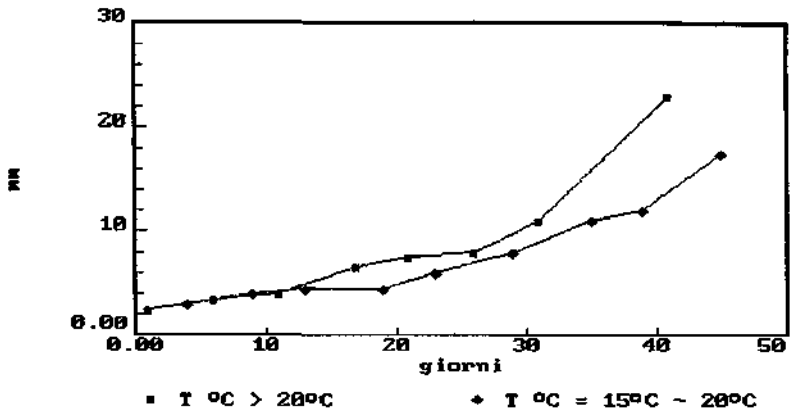



**Fig. 2** - Accrescimento di *Pagrus major*

al 57% del tasso di crescita giornaliero in mare.

Per quanto riguarda *P. olivaceus* i maggiori successi sono stati ottenuti con la realizzazione dell'intero ciclo produttivo in vasche a terra. Dall'avannotto di circa 40 mm di L.T. e circa 3 mesi di età è possibile ottenere la taglia di mercato (400-500 g) in poco più di un anno.

Lo schema alimentare utilizzato per *A. shlegeli* (Fig. 4) può, con piccole modifiche, essere esteso alle altre specie.

Il sand-eel (*Astroconger miryaster)* viene impiegato principalmente nell'alimentazione di *P. major*. I rotiferi vengono alimentati sia con *Chlorella* che con lieviti, tuttavia nelle 24 ore che precedono la somministrazione vengono alimentati esclusivamente con *Chlorella* per aumentare il valore nutritivo.

La somministrazione delle uova sembra avere un'influenza positiva nell'alimentazione, sia dal punto di vista della sopravvivenza che dei tassi di crescita. Inoltre sembra contribuire alla soluzione di uno dei problemi più frequenti

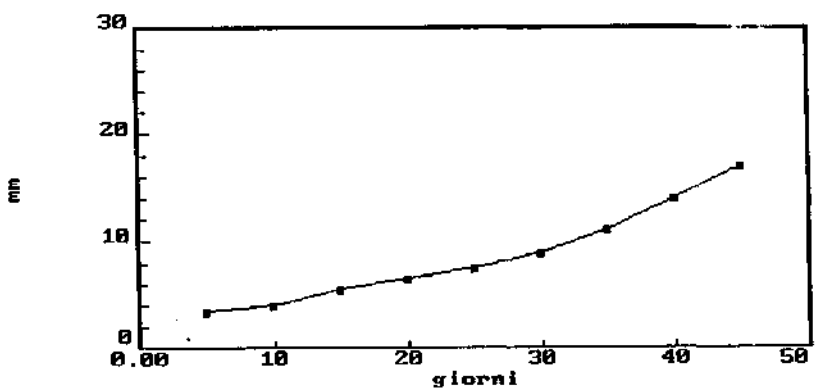



**Fig. 3** - Accrescimento di *Acanthopagrus shlegeli.*

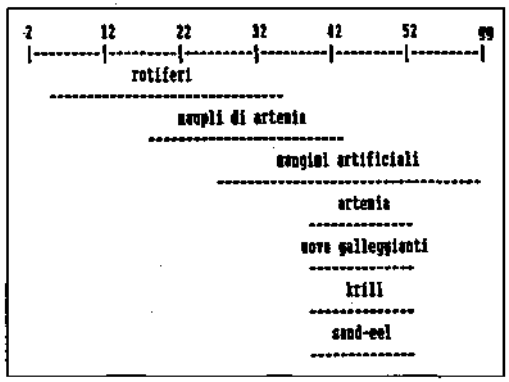



**Fig. 4** - Schema dell'alimentazione di *Acanthopagrus shlegeli*

nell'allevamento di *P. olivaceus:* l'insorgenza di forme di albinismo che possono interessare anche il 30% della popolazione allevata. E stata osservata (SEIKAI, 1985) la relazione fra comparsa dell'albinismo e somministrazione precoce di *A. salina*. Si è registrata infatti una riduzione al 22% nella frequenza di comparsa dell'albinismo, somministrando *A. salina* attorno al 25° giorno. Successivamente (FUKUSHO *et al.,* 1987) si è osservato che la somministrazione di uova fertilizzate di *P. major* con un tasso giornaliero di 2-4 uova/larva (L.T. 7-10 mm) riduceva notevolmente l'insorgenza della depigmentazione. Al termine di queste fasi preliminari di allevamento il 50% degli individui prodotti viene destinato al ripopolamento. Con particolare riferimento va *P. major* è stata osservata una tendenza alla migrazione, sempre più marcata, a partire dal terzo anno di vita in poi. L'entità del fenomeno e le distanze percorse sono risultati correlati sia alla crescita degli animali che alla quantità di avannotti annualmente immessi in mare. Da ciò si è partiti per formulare ipotesi circa la regolazione della attività di ripopolamento in relazione alle caratteristiche geografiche, ambientali e biologiche delle diverse aree interessate. Studi recenti, prendendo in considerazione le catture di *P. major* a partire dal 1978, nelle aree del golfo di Tokyo, della costa ovest della penisola di Miura e della costa ovest di Sonan, hanno evidenziato una durata dell'effetto di ripopolamento pari a circa 5-7 anni e dei tassi di recupero variabili da un minimo del 3% ad un massimo del 10%.

Il tasso di recupero è risultato inversamente proporzionale all'età degli animali catturati. Con riferimento ai pesi delle catture sono stati stimati, per un numero pari a 100.000 avannotti immessi valori di recupero di 4t, 1.7t, 2.23t, rispettivamente nelle tre aree prima considerate.

Nella "Ocean Farm" di Ooita, nel maggio '88, dopo i primi due anni di sperimentazione, tassi di recupero ottenuti sono stati pari al 20%.

## Conclusioni

In conclusione i risultati di queste esperienze sembrano sufficientemente stimolanti anche per provare a costruire un'analisi costi-benefici prendendo ovviamente in considerazione i bilanci energetici delle diverse forme di acquacoltura.

Pur non intendendo mutuare modelli affermatisi in realtà molto distanti da noi, è opportuno tuttavia estrapolare alcune considerazioni:

- la sperimentazione dell'allevamento di specie anche non autoctone, ma con maggiori caratteristiche di rusticità o con più rapidi accrescimenti, può utilmente contribuire alla diversificazione della produzione;
- la diversa risposta delle varie specie alle condizioni di allevamento (ad es. in ambienti confinati o naturali) è un aspetto che non andrebbe trascurato, per non correre il rischio di praticare scelte a senso unico e non sempre efficaci;
- l'integrazione fra forme di acquacoltura e gestione degli ambienti costieri si rivela ancora una volta come una tematica ricca di potenzialità.

**Summary**

*This paper aims at pointing out some meaningful experiences of marine coastal aquaculture in Japan, particularly the teleostei rearing such as* Pagrus major *(red-sea bream),* Acanthopagrus shlegeli *(black-sea bream) and* Paralichthys olivaceus *(flatfish). The spawners are often second generation 3-6 years old specimens and they are stalled in floating cages. The spawning tanks are 50-70 mc large. The spawning temperature is about 18°C-17°C for* P. major *and* A. shlegeli *and it is about 16°C-17°C for* P. olivaceus.

*On the average, the spawning period takes 90 days. The average daily harvest is about 1.500.000 eggs/100 spawners. The buoyant eggs rate is 60% for* A. shlegeli *and 70% for* P. major *and* P. olivaceus. *The hatch rate varies from 80% (A.* shelegeli) *to 96%* (P. major). *After the first rearing period, that is 50 days long, the survival rate varies from 25%* (P. major) *to 60% (A.* shlegeli). *P. olivaceus shows a faster growth rate and* P. major *shows a more predatory behaviour. In larval stage feedings the use of buoyant eggs is very important, in order to avoid albinism arising in* P. olivaceus.

*Mostly post-larvae and fry rearing takes place in floating cages. As for black-sea bream, floating cages represent the best technique for post-larval rearing, whereas as for to flatfish the best rearing technology is the tanks system. At the end of this stage, the bred population (50%) is released into the coastal area for restocking; a population sample is tagged. The recovery rate varies from 3% and 10% employing the common methods. In the "Ocean Farm" of Ooita (Kyushu isle) the fry is released into the Marine Ranch after acoustic conditioning feeding (features of sound: 350 Hz-50db) process that is about 80 days long, while the fishes grow from 30mm to about 100mm. In the Ocean Farm feeding process is strictly associated to sound transmission. Some particular structures (marine towers) are planned to satisfy a wide range of different functions (food distribution, sound transmission, environmental parameters recording, energy production). After two years experimentation, the assessed recovery rate in the "Ocean Farm" is about 20%.*

## Acknowledgements

We are particularly grateful to the directors and staff of the following Aquaculture Centres and Fishery Stations, Chiba, Kanagawa, Kagawa, Mie, Ooita, which provided us with a steady flow of information, guidance and support. We wish to add a special thanks to prof. Ryo Suzuki, Aquaculture National Institute and to prof. Nobuaki Okamoto, Tokyo Fishery University.

## Bibliografia

FUKUHARA O. (1985) - Functional morphology and behavior of early life stages of red sea bream. *Bull. Japan. Soc. Sci. Fish.* 51: 731-743.

FUKUSHO K., NANBA H., YAMAMOTO T., YAMASAKI Y, LEE M.T., SEIKAI T., WATANABE T. (1987) - Reduction of albinism in juvenile flounder *Paralichthys olivaceus* hatchery-reared on fertilized eggs of red sea bream *Pagrus major* and its critical stage for the effective feeding. *Bull. Natl. Res. Inst. Aquaculture* 12: 1-7.

FUKUSHO K., YAMAMOTO T, SEIKA T. (1986) - Influence of various amount of aeration during larval development of hatchery- reared flounder *Paralichthys olivaceus* on the appearance of abnormal coloration. *Bull. Natl. Res. Inst. Aquaculture* 10: 53-56.

SEIKAI T. (1985) - Influence of feeding periods of brazilian Artemia during larval development of hatchery - reared flounder *Paralichthys olivaceus* on the appearance of albinism. *Bull. Japan. Soc. Sci. Fish.* 51: 521-527.

WATANABE T., KOIZUMI T., SUZUKI H., SATOH S., TAKEZUCHI T., YOSHIDA N. KITADA T, TSUKASHIMA Y, (1985) - Improvement of quality of red sea bream eggs by feeding broodstock on a diet containing cuttlefish meal or on raw krill shortly before spawning. *Bull. Japan. Soc. Sci. Fish.* 51: 1511-1521.

WATANABE T, ITOH A., KITAJIMA C, FUJITA S. (1984) - Effect of dietary protein levels on reproduction of red sea bream. *Bull. Japan. Soc. Sci. Fish.* 50: 1015-1022.

*OEBALIA 1990 Suppl., Vol. XVI-2: 559-561* ISSN 0392-6613

G. ALESSIO * G.N. BALDACCINI ** A. DUCHI *
*Istituto di Zoologia, Nuovo Insediamento Universitario, 43100 Parma
**U.S.L. n. 3, Versilia, 55049 Viareggio (LU)

# NUOVO METODO SEMPLIFICATO DI CAMPIONAMENTO DI SPECIE ITTICHE MARINE.

**Abstract**

A new simple device for marine fish sampling fry ascent-Sampling method

*During a study of estuarine ascent made by marine fish fry, a new sampling device was used. It consists of a mobile net, inserted in a pivoting frame, which is fastened on the bow of a motor-boat. In addition to the simple structure of the system, the other advantages are the possibilities of varying sampling depth, width and speed, and the small number of people required to operate the system. Moreover, it could be usefully applied to the sampling of planktonic eggs and larvae.*

**Riassunto**

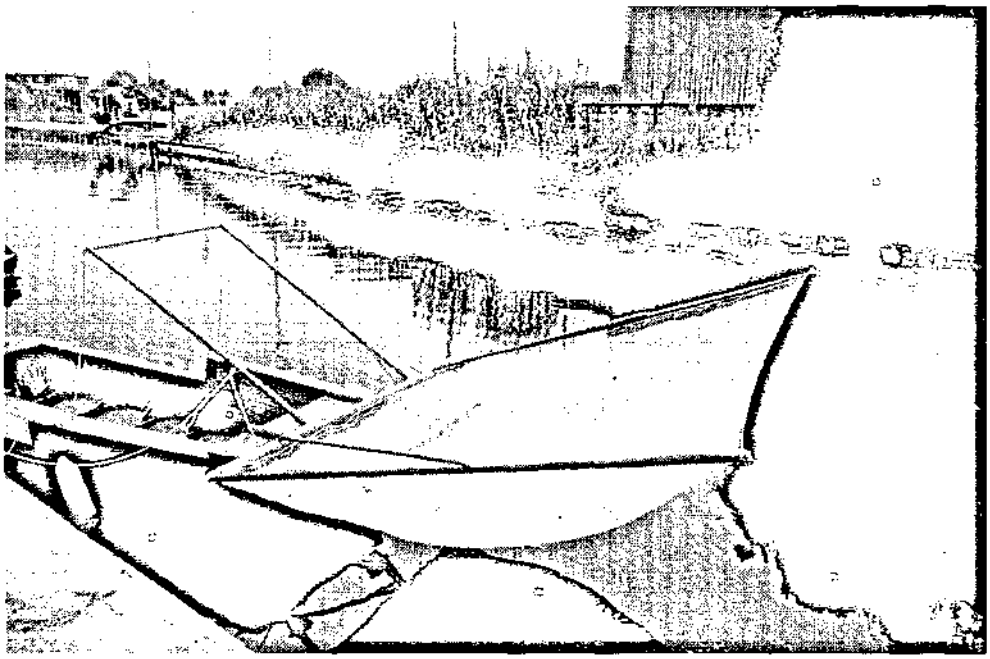
Nello studio, mediante prelievi, della rimonta di novellame di specie ittiche marine è stata utilizzata una rete mobile, inserita in apposito telaio ribaltabile fissato a prua di un'imbarcazione a propulsione. Tale nuovo metodo, di facile standardizzazione, consente di variare vantaggiosamente la profondità, l'ampiezza e la velocità di pescata e richiede un impegno operativo limitato. Esso potrebbe trovare altresì un'utile applicazione nel campionamento di uova e larve planctoniche.

Nell'ambito delle ricerche promosse dal Ministero della Marina Mercantile a partire dal 1985, nell'area viareggina è stata studiata la rimonta di specie ittiche eurialine utilizzabili ai fini di allevamento (ALESSIO *et al.,* 1986 e 1988).

Le indagini sul novellame, effettuate parallelamente da diverse Unità Operative dislocate in varie regioni d'Italia, sono state generalmente supportate da prelievi biologici effettuati con metodi ed attrezzature tradizionali, facendo cioé ricorso a reti fisse (bertovelli e lavorieri) e/o mobili (ripaiole, bilancelle, trattine, ecc.). Ciò ha certamente comportato più o meno ampie disparità nei risultati ottenuti dai diversi ricercatori, a causa sia della difformità stessa e dell'aleatorietà dei sistemi di campionamento sia dei notevoli limiti di impiego di siffatte attrezzature, sempre e comunque vincolate ad aree operative fisse ed oltremodo circoscritte.

Nel corso del 1988 l'Unità Operativa "Viareggio-Burlamacca", anche allo scopo di individuare un valido metodo alternativo di campionamento ma che risultasse soprattutto efficace e passibile di portare a risultati confrontabili fra le diverse aree di indagine, ha studiato, messo a punto e sperimentato una speciale attrezzatura per la pesca del pesce novello denominata "volantina" (fig. 1).

E' questa una rete mobile, inserita entro un telaio metallico portante, fissato saldamente sulla prua di una imbarcazione a propulsione, che consente una pesca di tipo vagantivo, ad azione continua, su un'area sufficientemente ampia e per una durata di tempo variabile a piacere. Il telaio, ribaltabile in acqua con inclinazione variabile ed azionabile a mezzo di verricello, permette di effettuare pescate a profondità variabile ed alla velocità desiderata; l'impegno umano, assai contenuto, può essere limitato a soli 2-3 operatori. L'eventuale impiego di telai ad estensione laterale regolabile può altresì consentire di variare a piacimento l'ampiezza della fascia di prelievo, in relazione alle contingenti esigenze operative.



Il prelievo del materiale biologico trattenuto dalla rete può essere agevolmente effettuato mediante un comune guadino a maglie fitte; similmente e successivamente si può procedere alla pulizia della rete stessa.

Il sistema, ispirato da una tipica attrezzatura impiegata un tempo dai pescatori professionisti per la cattura del latterino nel lago di Massaciuccoli ed attualmente in disuso, è stato in parte anche mutuato da un analogo apparecchio descritto da MILLER (1973) ed utilizzabile per campionamenti zooplanctonici, tuttavia meno versatile ed efficace e ad azione più limitata.

Il metodo di campionamento adottato, ben prestandosi ad una semplice standardizzazione, risulta dunque utile per indagini finalizzate in questo specifico settore. Infatti grazie ad esso si possono effettuare catture controllate in rapporto sia al tempo che all'estensione o alla lunghezza dell'area interessata. In ogni caso non sussistono particolari difficoltà nell' assurgere, di seguito, a qualsiasi forma prefissata di "unità di sforzo" di pesca, indispensabile per la valutazione, l'elaborazione ed il confronto dei risultati acquisiti.

Benché tuttora sperimentato unicamente sul novellame in rimonta in acque salmastre e dolci, si ritiene che tale metodo possa essere esteso proficuamente anche allo studio di uova e larve, planctoniche e pelagiche, di specie ittiche marine di interesse economico.

## Bibliografia

ALESSIO G., BALDACCINI G.N. E DUCHI A. (1986) - Ricerche sulla rimonta del novellame di spigola, *Dicentrarchus labrax* (L.), nell'area viareggina. *Nova Thalassia,* 8 in stampa

ALESSIO G.BALDACCINI G.N., BIANUCCI P., DUCHI A. E BALDACCINI N.E. (1988). Dati preliminari sulla rimonta in Burlamacca (Viareggio, LU) di novellame per l'allevamento. *Atti Sem. UU.OO., M.M.M., Roma,* nov. 86, 2: 787-807

MILLER J.M. (1973)- A quantitative push-net system for transect studies of larval fish and macrozooplankton. *Limnol. Oceanogr.,* 18: 175-178

*OEBALIA 1990 Suppl., Vol. XVI-2: 563-566* ISSN 0392-6613

M. ARCULEO* G. BOMBACE** G. D'ANNA*** C. PIPITONE***
M.P. SPARLA*** S. RIGGIO***
* Istituto di Zootecnia dell'Università di Reggio Calabria, P.zza S. Francesco 7- 89061 Gallina (RC)
**I.R.PE.M., C.N.R. Molo Mandracchio - 60100 Ancona
***Istituto di Zoologia dell'Università di Palermo Via Archirafi, 18 90123 Palermo.

# NOTE SULL'EFFICIENZA DELLA BARRIERA ARTIFICIALE DI ALCAMO MARINA (SICILIA).

**Abstract**

Efficiency of an artificial reef off the N/W coast of Sicily.

*The efficiency of an artificial reef is estimated by means of a survey of the biotic colonization occurring on the concrete boulders and of a comparative examination of the fishing yields in the reef area and in nearby places. Higher fishing yields are constantly obtained in the proximity of the pyramids and immigration of new fish species into the area is recorded. Filter feeders make up the benthic settlements on the concrete surfaces; ostreid Bivalves are by far dominant, whereas the algae are nearly absent.*

**Key-words**: Artificial reefs, benthos, fisheries, Sicily.

## Premessa

Il golfo di Castellammare è la più vasta insenatura della Sicilia ed è fra le aree costiere dell'isola maggiormente sfruttate a fini di pesca. Tre sono le marinerie maggiori: Terrasini, Castellammare e San Vito Lo Capo, che ospitano anche motopesca a strascico. Molto intensa è la piccola pesca. Nel 1970 ARENA e

Bombace avevano già denunciato l'overfishing e l'interrimento dei fondali. Negli ultimi 20 anni l'aumento del carico trofico costiero dovuto a reflui con un'elevatissima componente organica (industrie enologiche e frantoi) ha favorito l'immigrazione di mitili e di altri filtratori che hanno costituito estesi banchi litoranei (D'ANNA *et al*., 1985) a spese delle comunità originarie. Barriere artificiali sono state immerse sui fondali di Terrasini e di Trappeto (RIGGIO *et al*., 1985); nuovi impianti sono in costruzione nel settore centro occidentale del Golfo: a questi ultimi si riferisce la presente nota. La diversità delle condizioni idrologiche nel Golfo si riflette sulla colonizzazione delle barriere, che varia da sito a sito, e che influisce sull'efficacia dei ripopolamenti.

*Caratteristiche della barriera*

Nel corso dell'ultimo biennio nell'area di ponente, antistante l'abitato di Alcamo Marina sono state immerse 32 piramidi risultanti ognuna dall'assemblaggio di 14 massi di calcestruzzo di 8 mc, eseguiti sul modello delle barriere adriatiche. Sono stati inoltre sparsi 77 massi singoli sul fondo. L'area protetta è di circa 500 ha, e compresa fra -5 e -50 metri, con una profondità media di -20m.

*Caratteristiche dell'area*

Apporti tellurici fluviali causano persistente torbidità delle acque ed accumuli di fanghi colloidali. Le biocenosi più rappresentate nell'area esaminata sono state quelle ascrivibili alle Sabbie Fini Ben Classate (SFBC) che si estendono dai -3m fino ai -25 m, mentre fra 0 e -3 m dominano le biocenosi delle Sabbie Fini Superficiali (SFS). Al di sotto dei -25 m si osservano biocenosi dei Fanghi Terrigeni Costieri (VTC) caratterizzate da facies a *Turritella communis.*

## Metodologie

E' stata fatta un'analisi delle colonizzazioni bentoniche sui massi su rilievi di 400 cmq prelevati dalle pareti esposte dei blocchi, e su sequenze fotografiche di aree campione. La fauna ittica è stata studiata su prelievi effettuati nell'area delle barriere con: a) rete tramaglio di 1000 m ed apertura della maglia interna di 40 mm; b) palangrese di fondo di 800 m di lunghezza con 150 ami; c) saggi di pesca a strascico nella zona di ripopolamento.

*Osservazioni sulla colonizzazione bentonica*

La torbidità delle acque e la intensa sedimentazione impediscono l'insediamento delle macro alghe e favoriscono lo sviluppo di organismi filtratori pionieri: Idroidi, Policheti Serpulidi, Briozoi crostosi e frondosi e Bivalvi Ostreidi: questi ultimi comprendono gran parte della biomassa delle fasi iniziali della colonizzazione. *Ostrea edulis* con individui di diametro maggiore compreso tra i 6 e i 12 cm e con peso umido medio fra i 3 e i 10 gr, riveste interesse per eventuali iniziative di maricoltura. Le forme vagili sono rappresentate da Tanaidacei, Anfipodi, Crostacei Decapodi Brachiuri e da Policheti erranti. L'accumulo di coltri limose sulle superfici orizzontali dei massi ne impedisce la colonizzazione.

*Risultati di pesca*

L'esame definitivo ha accertato la presenza di 65 specie ripartite in: 53 pesci, 8 molluschi e 4 crostacei decapodi. Le specie di elevato interesse commerciale sono quasi l'80 % del totale. I risultati ottenuti dai diversi attrezzi hanno evidenziato rendimenti variabili da 3 a 6 Kg per il tramaglio e da 1 a 3 kg per il palangrese. Le pescate con rete a strascico mostrano rendimenti variabili fra 7 e 53 kg/h. L'alta percentuale di pesci pelagici nelle pescate sui massi sottolinea il ruolo del tigmotattismo. I rendimenti medi nell'oasi di ripopolamento sono superiori a quelli registrati a distanze crescenti dalle piramidi.

## Discussione e Conclusioni

La barriera di Alcamo Marina si caratterizza per: a) una prima fase di colonizzazione con prevalenza di filtratori ed assenza di alghe, simile a quanto osservato a Trappeto, ma sensibilmente diversa rispetto alle piramidi di Terrasini (Riggio, 1982), ed in evidente rapporto con la luminosità delle acque; b) uno sviluppo dei popolamenti verso la formazione di banchi di *Ostrea edulis*, che per la prima volta è segnalata su substrati artificiali nelle acque siciliane; c) un notevole richiamo di pesci pelagici e Cefalopodi ed un'efficace protezione per le forme giovanili di specie pregiate: aragoste, scorfani, saraghi, polpi ecc. Sembra confermata l'efficacia dei "reefs artificiali" nel ripopolamento dei fondali e la loro utilità quali "descrittori" delle potenzialità produttive bentoniche.

**Bibliografia**

ARENA P., BOMBACE G., 1970, -Bionomie benthique et faune ichtyologique des fonds de l'étage circalittoral et bathyal des golfs de Castellammare (Sicile nord-occidentale) *Journées Ichthyol.* Rome, C.I.E.S.M.: 145-156.

D'ANNA G., GIACCONE G., RIGGIO S., 1985- Lineamenti bionomici dei banchi di mitili di Balestrate (Sicilia occidentale). *Oebalia,* vol. XI N.S.: 389-399.

RIGGIO S., 1982- The artificial Reef off Terrasini (N/W Sicily) after one year submergence. *Journée Etud. Récifcs artif. et Maricult. suspend-* Cannes, C.I.E.S.M., 67-71.

RIGGIO S., GRISTINA M., GIACCONE G., BADALAMENTI F. (1985) - An eighteen month survey of the artificial Reef off Terrasini (N/W Sicily): the Invertebrates *Oebalia,* IX-1, N.S.: 427-437.

*OEBALIA 1990 Suppl., Vol. XVI-2: 567-570* *ISSN 0392-6613*

M. ARCULEO* M. P. SPARLA** G. D'ANNA**
C. PIPITONE** S. RIGGIO***
* Istituto di Zootecnica dell'Università di Reggio Calabria, P.zza S. Francesco 7 - 89061 Gallina (RC) - ** Istituto di Zoologia dell'Università di Palermo, Via Archirafi 18-90123 Palermo

# DATI SULLE FAUNE DEMERSALI DEL GOLFO DI GELA (SICILIA S/E)

**Abstract**

Notes on the fisheries of Gela (S/E Sicily)

*The benthos and the fisheries of a severely endangered coastal bottom were investigated by means of a trawl survey. Fishing was performed in summer '87 and spring '88; samples were collected from 5 depth - layers ranging from - 10 to - 70 m. Fishing yields were higher than in most unpolluted areas around Sicily, and maximum values were recorded in summer. As many as 155 species were identified, 83 of them fish with a marked prevalence of the Trig lids. Notes on the soft - bottom communities are reported.*

**Key-words**: Benthos, fisheries, eutrophication, pollution.

## Introduzione

Gela è un' "area critica" fra le più degradate della costa siciliana. Gli inquinamenti sono attribuiti alle attività del polo petrolchimico dell' ANIC; al degrado dell'ambiente costiero concorrono anche gli scarichi del centro urbano in caotica espansione ai quali si sommano i derivati dall'agricoltura intensiva. Lo stato di eutrofizzazione risulta pertanto:

1) dai liquami non trattati del centro abitato;
2) da scarichi e perdite dello stabilimento per la produzione di fertilizzanti (solfati, nitrati e fosfati);
3) da reflui agricoli;
4) da apporti fluviali e degli impianti di depurazione.

Obiettivo dell'indagine, eseguita per conto del CISE, è stata la valutazione delle conseguenze del degrado attraverso l'analisi delle risorse demersali, e la ricerca del ruolo giocato dalle singole fonti di degrado. L'area di mare esaminata e compresa fra le località di Licata e Scoglitti che, insieme con Gela, comprendono le marinerie operanti nella zona. I fondali si sviluppano su una superficie di 478 Kmq strascicabili quasi per intero con l'esclusione delle zone vietate alla pesca e della fascia batimetrica compresa tra 0 e - 10 m. La pesca a Gela è poco sviluppata anche a causa dei problemi sanitari connessi con gli scarichi urbani e industriali. La flottiglia più numerosa staziona a Licata dove il numero dei motopesca a strascico supera più del doppio quello delle motobarche ad attività polivalente (tramaglio, nasse, palangrese): tale situazione è favorita dall'ampia estensione della piattaforma continentale e dei bassi fondali uniformi. Sono state condotte due campagne di pesca rispettivamente nella tarda estate del 1987 e nella primavera del 1988.

## Materiali e metodi

Le campagne di pesca sono state condotte durante la prima decade di settembre '87 e nella terza settimana di aprile '88. Il campionamento è stato di tipo stratificato random eseguito su unità di campionamento di circa 9 miglia nautiche ricadenti all'interno dell'isobata dei - 70 m. E' stato impiegato un motopesca di 19 m e di 200 HP.

Sono stati raccolti i seguenti dati sul pescato:

a) peso totale;
b) pesi parziali;
c) pesi individuali;
d) lunghezze totali (L.T.) per i pesci, lunghezze del mantello (L.M.) per i Cefalopodi.

## Risultati

Sono state identificate 155 specie, ripartite in: 83 pesci; 18 crostacei; 14 gasteropodi; 11 Cefalopodi; 19 bivalvi; 9 echinodermi; 3 celenterati e 1 opistobranco.

L'analisi degli elenchi riassuntivi delle specie per le due campagne ha evidenziato la presenza di:

1) zoocenosi legate al *Cymodocetum nodosae* con dominanza di: sparidi, labridi, singnatidi, crostacei brachiuri *(Macropodia e Inachus),* oloturie del genere Cucumaria ed echinodermi dei generi *Psammechinus* ed *Astropecten;*
2) biocenosi dei fanghi terrigeni costieri (VTC) caratterizzate dalla presenza di *A. laterna, A. thori, S. pagrus, A. bispinosus, P. microtuberculatus* e *T. communis;*
3) biocenosi dei fanghi mobili instabili (MI) caratterizzate dalla presenza di specie ubiquiste come *H. navicula* e *B. brandaris.*

L'analisi dei rendimenti totali per strato ha fornito i seguenti risultati:

1) I rendimenti orari medi commerciali più elevati sono stati ottenuti nel corso della campagna estiva;
2) I pesci insieme con i Cefalopodi costituiscono la componente quantitativa più importante;
3) i valori dello scarto di pesca sono stati molto elevati e hanno a volte eguagliato la quota commerciale.

## Discussione e conclusioni

I rendimenti di pesca sono spesso superiori a quelli registrati in aree costiere analoghe dell'isola (ARCULEO *et al,* 1988).

La maggiore produttività biologica è però in gran parte controbilanciata dal basso valore economico delle specie pescate e dalla prevalenza dello scarto, formato in prevalenza da organismi limivori. Tale risultato può attribuirsi all'elevato spessore dei fanghi organici, prodotto secondario dell'elevato trofismo delle acque e dell'intensa sedimentazione. Un ruolo determinante sarebbe rivestito dagli apporti fluviali del Salso, in territorio di Licata, che sembrano non inferiori a quelli provenienti dal litorale gelese. Biocenosi nitrofile superficiali sono infatti distribuite lungo la costa di ponente, e concordano con le frequenze dei venti principali.

Considerazioni idrologiche e metereologiche sottolineano il ruolo di quest'ultima fonte, che influenza la qualità delle acque su gran parte del versante Sud della Sicilia.

**Bibliografia**

ARCULEO M., D'ANNA G., RIGGIO S. - 1988 - Valutazione delle risorse demersali nell'area compresa fra Capo Gallo e Capo San Vito (Sicilia nord occidentale): risultati delle Campagne condotte nel 1985. *Ministero della Marina Mercantile - ATTI - sessione valutaz. risorse demersali,* III: 1413-1451.

*OEBALIA 1990 Suppl., Vol. XVI-2: 571-573* ISSN 0392-6613

D. ARNALDI
Laboratori di Biologia Marina e di Ecologia Animale - Istituto di Zoologia
Università di Genova - Via Balbi 5 - Genova Italia.

# OSSERVAZIONI SULLA RIPRODUZIONE DI *MULLUS SURMULETUS* (L. 1758) DEL MAR LIGURE

**Abstract**

Reproduction of *Mullus surmuletus* in the ligurian sea.

*The reproductive biology of* Mullus surmuletus, *trawled on muddy bottoms ranging from 20 to 200 m in the Ligurian Sea, was studied. The spawning activity has a maximum in April-May, but persist sporadically in summer and autumn. Minimum reproductive size are 14 cm t.l. in the male and 17,5 cm t.l. in the female.*

**Key-words**: *Mullus surmuletus*, reproduction, ligurian sea.

La triglia di scoglio, *Mullus surmuletus* L., rappresenta in Mar Ligure un prodotto di buon pregio commerciale. La sua biologia è stata studiata generalmente in relazione a quella della triglia di fango, *Mullus barbatus* L., specie quantitativamente più importante, (ANDALORO, 1982; GHARBI, KTARI, 1981; HASHEM, 1973; SANCHEZ *et al.*, 1983; SCACCINI, 1947). In Mar Ligure non risultano studi sulla biologia della triglia di scoglio. Recenti ricerche promosse dal Ministero della Marina Mercantile (programmi: "Presupposti bioecologici e tecnici per una nuova regolamentazione della pesca a strascico entro le tre miglia dalla costa" (1982-1983) e "Valutazione delle risorse demersali dei mari italiani" (1985-1987) hanno permesso la cattura, mediante pesca a strascico, di un buon numero di esemplari di cui sono stati esaminati gli aspetti riproduttivi. I livelli batimetrici esplorati vanno da 20 a 700 m; sono state raccolte complessivamente 836 triglie di scoglio a 20-50-100-200 m; sono state identificate le gonadi e lo stadio di maturazione in 351 femmine e 156 maschi.

Nelle femmine il massimo delle deposizioni (stadi 5 e 6) si può notare ad aprile e maggio, una minima parte di individui raggiunge gli stadi 5 e 6 anche a giugno, ottobre e dicembre; i maschi mostrano una sequenza analoga come periodo di massima deposizione, ma individui con gonadi fluenti si possono trovare nella maggior parte dell'anno, (tab. 1).

| | n°O | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | n° O | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Gennaio | 18 | | 28 | 39 | | | | 33 | | 2 | | | | | | | 100 | |
| Febbraio | 8 | | | 100 | | | | | | 3 | | | 33 | 33 | 33 | | | |
| Marzo | 23 | | 30 | 44 | 22 | | | | | 22 | | | 32 | 36 | 32 | | | |
| Aprile | 15 | 4 | 20 | 7 | 40 | 13 | 20 | | | 12 | | 8 | 17 | 25 | 50 | | | |
| Maggio | 39 | | 8 | 48 | 10 | 8 | 3 | 15 | 5 | 31 | | 7 | 16 | 54 | 7 | | 13 | 3 |
| Giugno | 22 | 3 | | 64 | 32 | 4 | | | | 17 | | 6 | | 35 | 18 | 23 | 12 | 6 |
| Luglio | 29 | 10 | 10 | 76 | 4 | | | | | 9 | 33 | | 22 | | | | 45 | |
| Agosto | 27 | 48 | | 15 | 7 | | | 7 | 19 | 4 | 25 | | | 50 | 25 | | | |
| Settembre | 77 | 17 | 36 | 4 | | | | 8 | 35 | 30 | 7 | 13 | | | | | 23 | 57 |
| Ottobre | 14 | | 14 | 14 | | | 7 | 50 | 15 | 10 | | 10 | 40 | | | 20 | 20 | 10 |
| Novembre | 30 | 17 | 50 | 10 | 3 | | | 10 | 10 | 3 | 67 | | | | | | 33 | |
| Dicembre | 49 | 27 | 22 | 16 | 8 | 4 | | 4 | 18 | 13 | 15 | 8 | | 23 | 8 | 8 | | 38 |
| n° totale | 351 | 49 | 78 | 101 | 30 | 8 | 5 | 32 | 48 | 156 | 10 | 10 | 21 | 40 | 21 | 7 | 22 | 25 |

Lo studio del rapporto gonadosomatico medio (fig. 1) si è potuto effettuare su 212 femmine e 105 maschi. Da dati in possesso si nota che il RGS medio nelle femmine raggiunge valori superiori ad 1 a febbraio, aprile e maggio ed è inferiore ad 1 negli altri mesi. Il valore massimo di 3,24 si è riscontrato ad aprile. Il RGS medio nei maschi mostra un andamento simile. La taglia minima riproduttiva è

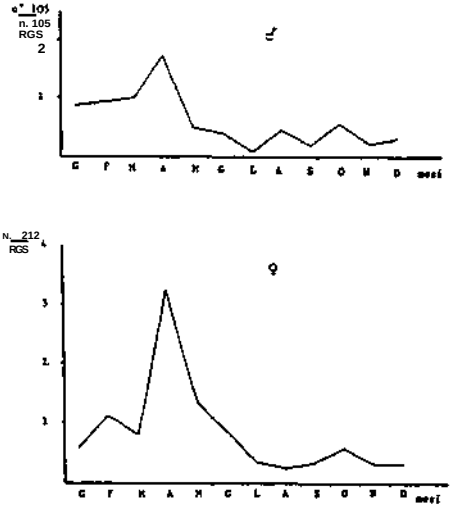



**Fig. 1** - Andamento dei rapporti gonadosomatici medi in maschi e femmine di Mullus surmuletus

risultata pari a 17,5 cm nelle femmine e a 14 cm nei maschi. La taglia che corrisponde al 50% degli individui in riproduzione avanzata è pari a 18 cm nelle femmine e a 14 cm nei maschi. In letteratura il periodo di riproduzione indicato è molto vario, da gennaio ad agosto, e la taglia minima riproduttiva va da 11 a 13 cm per i maschi e da 13 a 15 cm per le femmine.

I dati presentati mostrano per la triglia di scoglio del Mar Ligure un periodo riproduttivo esteso, come già osservato per la triglia di fango (ORSI, ARNALDI, 1986). Infatti mentre la maggior parte della popolazione si riproduce tra aprile e maggio, una piccola parte di essa presenta fenomeni riproduttivi tutto l'anno.

## Bibliografia

ANDALORO F. (1982) - Resumé des paramètres biologiques sur *Mullus surmuletus* de la Mer Tyrrhenienne méridionale et de la Mer Ionienne septentrionale. *Fao Fish. Rep.,* 266: 87-88.

GHARBI H. , KTARI M. H. (1981) - Biologie de *Mullus barbatus* Linnaeus, 1758 et *Mullus surmuletus* Linnaeus, 1758 (Poissons, Téléostéens, Mullidés) des cotes tunisiennes, taille et age de première maturité sexuelle, cycle sexuel et coefficient de condition. *Bull. Inst. Natn. Scient. Tech. Océanogr. Pèche Salammbô,* 8: 41-51.

HASHEM M. T. (1973) - Some biological studies on the goat-fish *(Mullus surmuletus* L. ) in the Egyptian Mediterranean waters. *Bull. Inst. Oceanogr. Fish. Cairo,* 3: 95-115.

HOLDEN M. J., RAITT D. F. S. (1974) - Manual of fisheries science. Part 2 - Methods of resource investigation and their application. *Fao Fish. Tech. Pap.,* (115) Rev. 1:214.

ORSI RELINI L., ARNALDI D. (1986) - Note di Biologia della Triglia di fango, *Mullus barbatus* L. 1758, del Mar Ligure; riproduzione e reclutamento. *Boll. Mus. Ist. Biol. Univ. Genova,* 52 suppl. : 237-250.

SANCHEZ P., MORALES B., MARTIN P. (1983) - The Mullets *(Mullus surmuletus* L. 1758, *Mullus barbatus* L. 1758) of the Catalan coast: biological and fishing aspects. *Int. Counc. Explor. Sea,* C. M. 1983/G : 1-19.

SCACCINI A. (1947) - Contributo alla conoscenza della biologia dei Mullidi nell'Adriatico medio-occidentale. *Note Lab. Biol. Mar. Pesca-Fano,* 1 (1): 1-8.

*OEBALIA 1990 Suppl., Vol. XVI-2: 575-578* ISSN 0392-6613

F. BADALAMENTI A. MANGANARO
Dipartimento di Biologia animale ed Ecologia marina
Università di Messina 98100 - I.

# PRIMI DATI SUL REGIME ALIMENTARE DI LITHOGNATHUS MORMYRUS (LINNAEUS, 1758) LUNGO LE COSTE DELLA SICILIA NORD-ORIENTALE

**Abstract**

Feeding of Lithognathus mormyrus (L.) from Sicily

*Preliminary results on feeding habits of* Lithognathus mormyrus *(L). in the eastern coast of Sicily are reported.*

*Striped seabream feeds mainly on benthic fauna. Polichaetes (68%) and some crustaceans like Amphipoda (68%), Cumacea (39%) and Isopoda (46%) are the most frequent items. Planktonic Copepods are found in some juveniles specimens (0-0+ classes). The application of a method to estimate the daily food intake is discussed.*

**Key-words**: Lithognathus mormyrus, food-chains, Sicily

La biologia della mormora si presenta per diversi aspetti poco conosciuta. Esistono infatti i contributi di SUAU (1954, 1955, 1970) di carattere generale, alcuni lavori su parassiti (ZUNIGA e SUAU, 1967; ORECCHIA e PAGGI, 1983) e sullo sviluppo embrionale e larvale (DIVANACH e KENTOURI 1983; KENTOURI e DIVANACH, 1983). Le uniche notizie di un certo rilievo sulle abitudini alimentari sono riportate da FROGLIA (1977) in un'indagine sull'Adriatico centrale.

In questo lavoro vengono presentati i primi risultati di uno studio annuale sul regime alimentare di *Lithognathus mormyrus* (L), sono inoltre affrontate e discusse le possibili metodologie da utilizzare per ottenere una stima del consumo di cibo durante un ciclo alimentare giornaliero.

Gli esemplari sono stati catturati con delle pescate effettuate nell'area compresa fra Capo Peloro e Tono (ME), dove erano stati compiuti in precedenza alcuni studi bionomici e una mappatura dei fondali (GIACOBBE com. pers.). I pesci sono stati catturati mensilmente, da febbraio a giugno 1988, sempre durante due periodi giornalieri, in prossimità dell'alba e al tramonto. Sono stati utilizzati diversi attrezzi da pesca, principalmente il tramaglio e la sciabica, allo scopo di limitare la selettività ed ottenere esemplari di taglia assortita. Limitatamente al mese di maggio, nell'ambito di previste campagne stagionali, sono state effettuate otto pescate durante un ciclo di 24 h ad intervalli regolari. Tutti i pesci dopo la cattura sono stati anestetizzati ed eviscerati, quindi congelati a -20°C per gli esami successivi. I visceri sono stati fissati con una soluzione di formalina neutra al 5%. Per l'esame del contenuto stomacale è stato preso in considerazione l'intero tratto digerente, in accordo con FROGLIA (cit:). Sono stati quindi calcolati i principali indici in uso (HYSLOP, 1980). Al fine di delineare l'esatta estensione dei diversi tratti dell'apparato digerente, alcuni reperti sono stati fissati con "Bouin" per l'esame istologico dei tessuti.

Sono stati esaminati individui di taglia compresa fra 5 e 25 cm L.S. Fra le prede più frequenti si ritrovano: Policheti (PO) 68% *(Glicera* sp., *Onuphis eremita* Aud. et Mil. Edw.), Anfipodi (AN) 68%, Isopodi 46%, Cumacei (CU) 39% e Decapodi (DE) 37%. I Molluschi, Bivalvi (BI) 44% *(Donax venustus* Poli) e Gasteropodi (GA) 18% *(Bittium latreillii* , Payraudeau), costituiscono una preda preferenziale per gli individui adulti. Copepodi tipici del plancton neritico *(Centropages typicus* Kroyer) ed alcuni Ostracodi sono invece prede comuni negli esemplari più giovani. E frequente (45%) la presenza di parassiti nel tratto intestinale, ed anche di notevoli quantità (64%) di sabbia e detrito (SA). L'analisi della composizione percentuale delle diverse prede rispetto al volume totale del contenuto mostra un sostanziale livellamento di tutti i gruppi si ha: PO 18%, BI 15%, DE 14%, AN e IS 12%, GA 8% e CU 5%. Sabbia e detriti costituiscono mediamente il 49% di tutto il volume. L'esame istologico ha permesso di confermare la presenza di uno stomaco di piccole dimensioni, con la mucosa caratterizzata da ghiandole aciniformi. Esso è costituito da un piccolo rigonfiamento alla base dell'esofago, la porzione pilorica è allargata trasversalmente e termina con una valvola. L'intestino che segue è caratterizzato da due parti principali di dimensioni 15/20 volte maggiori rispetto allo stomaco.

La predazione della mormora si concentrerebbe quindi, durante il primo anno di vita, su comunità planctoniche per passare successivamente a quelle bentoniche. Questo dato non viene riscontrato da FROGLIA (cit.) e la differenza è probabilmente da attribuirsi al diverso settore biogeografico ed alla diversa idrologia dei siti studiati. L'alimentazione delle classi giovanili è legata in prevalenza alle ore diurne e cessa quasi completamente durante la notte. Lo

stomaco della marmora è piccolo ma, tuttavia, ben localizzabile e separato dagli altri tratti dell'apparato digerente.

Tutti questi elementi ci incoraggiano ad estendere la ricerca alla valutazione della quantità di cibo assunta giornalmente. Recentemente SAINSBURY (1986) ha proposto un metodo che permette la valutazione di questo parametro senza il bisogno di misure preliminari per la valutazione della velocità di evacuazione gastrica prevista per altri modelli (ELLIOT e PERSSON, 1978). Ci si propone dunque di proseguire gli studi in tal senso tentando l'applicazione del modello proposto da SAINSBURY (cit.) alle classi giovanili della mormora. Riteniamo altresì che l'acquisizione di tali conoscenze rappresenti una condizione basilare per poter formulare proposte d'impiego di specie ittiche in maricoltura.

**Bibliografia**

DIVANACH P., KENTOURI M. (1983) - Preliminary data on production techniques, growth and survival of *Lithognathus mormyrus* larvae. *Aquaculture.* 31: 245-256.

ELLIOT J.M., PERSSON M. (1978) - The estimation of daily rates of food consumption. *J. Anim. Ecol.* 47: 977-991.

FROGLIA C. (1977) - Feeding of *Lithognathus mormyrus* in central Adriatic sea (Pisces: Sparidae). *Rapp. P.V. C.I.E.S.M.* 24: 95-97.

HYSLOP E.J. (1980) - Stomach content analysis: a review of methods and their applications. *J. Fish Biol.* 17: 411-429.

KENTOURI M., DIVANACH P. (1983) - Contribution to the knowledge of behaviour and biology of sea bream *Lithognathus mormyrus* larvae (Sparidae) in rearing condition. *Ann. Zootech.* 32: 135-151.

ORECCHIA P., PAGGI L. (1983) - *Atrispinum mormyri* (Lorenz) n. comb. (Microcotylidae: Atriosterinae) parassita di *Lithognathus mormyri. Parassitologia* 25: 93-97.

SAINSBURY K.J. (1986) - Estimation of food consumption from field observation of fish feeding cycles. *J. Fish Biol.* 29: 23-26.

SUAU P. (1954) - Contribution al estudio de la herrera *(Pagellus mormyrus* (L.), especialmente de la edad y el crecimiento. *Publ. inst. Biol. Apl.* 17: 39-50.

SUAU P. (1955) - Contribucion al estudio de la herrera *(Pagellus mormyrus* (L.) (II) especialmente de la sexualidad. *Inv. Pesq.* 1: 59-66.

SUAU P. (1970) - Contribucion al estudio de la biologia de *Lithognathus (Pagellus) mormyrus* L. (Peces espàridos). *Inv. Pesq.* 34: 237-265.

ZUNIGA L.R., SUAU P. (1967) - Nota sobre la presencia de los copépodos parásitos *Peciculus fístula* y *Lernaelophus sultanus* sobre dos nuevos huéspedes, *Lithognathus mormyrus* y *Boops boops. Inv. Pesq.* 31: 485-487.

*OEBALIA 1990 Suppl., Vol. XVI-2: 579-581* *ISSN 0392-6613*

F. BADALAMENTI* S. PIRAINO** R. SANDULLI **
G. MAGAZZU'*

* Dipartimento di Biologia Animale ed Ecologia Marina - Università di Messina I-9.
** Dipartimento di Genetica Biologia Generale e Molecolare - Università di Napoli I-9.

# IDROGRAFIA E PRODUZIONE PRIMARIA NELL'AREA DELL'ARCIPELAGO DELLE ISOLE EOLIE (LUGLIO, 1987)

**Abstract**

Primary production around the Aeolian islands

*The contribution of picoplankton to the primary production of an area comprised between Capo Milazzo and the Aeolian Islands was investigated.*

*Primary production and chlorophyll a values were estimated after fractionated filtration in order to separate the different planktonic autotrophic components. The total photosynthetic activity resulted low, as expected according to the oligotrophic character of the Southern Tyrrhenian Sea. Picoplankton contributes largely to the primary production (88.8%), this value representing one of the highest ever recorded along the italian coast.*

**Key-words**: Primary production, picoplankton.

Il settore marino compreso fra Capo Milazzo e l'arcipelago delle Isole Eolie presenta un quadro idrologico complesso dovuto alla confluenza di masse d'acqua di diversa origine (MAGAZZÙ *et al.*, 1981; MILLOT, 1987).

Nel presente studio è stato analizzato l'andamento dei principali parametri idrologici di tale area, con particolare riferimento al contributo del picoplancton alla biomassa fotosintetizzante. Misure della produzione primaria, della clorofilla a e dei feopigmenti sono state ottenute dopo filtrazione frazionata dei campioni, allo scopo di separare le diverse componenti autotrofe dalle quote ottiche del 100%, 50% e 12.5%.

**Tab. 1** - Produzione primaria frazionata espressa in mg C/ mc/ h e Coefficiente di attività: P/B/ = $^{14}$C / Chla.

| Staz. | Prof. (m) | Tot. | > 2 µm | % Tot. | 2-0,5 µm | Pico % Tot. | P/B |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0 | 0,239 | 0,043 | 17,8 | 0,197 | 82,2 | 1,707 |
| 1 | 13 | 0,481 | 0,078 | 16,2 | 0,403 | 83,8 | 4,372 |
| 1 | 35 | 0,296 | 0,028 | 9,3 | 0,268 | 90,7 | 1,850 |
| 2 | 0 | 0,352 | 0,033 | 9,4 | 0,318 | 85,4 | 3,911 |
| 2 | 13 | 0,145 | 0,010 | 7,2 | 0,135 | 92,8 | 2,071 |
| 2 | 35 | 0,622 | 0,010 | 1,7 | 0,612 | 98,3 | 6,220 |
| 3 | 0 | 1,482 | 0,134 | 9,0 | 1,348 | 91,0 | 10,585 |
| 3 | 16 | 2,281 | 0,017 | 0,7 | 2,264 | 99,3 | 38,016 |
| 3 | 50 | 0,729 | 0,156 | 21,5 | 0,573 | 78,5 | 12,150 |
| 4 | 0 | 0,336 | 0,069 | 20,7 | 0,266 | 79,3 | 3,733 |
| 4 | 10 | 0,463 | 0,056 | 12,0 | 0,408 | 88,0 | 5,787 |
| 4 | 43 | 0,169 | 0,029 | 17,1 | 0,139 | 82,9 | 1,408 |
| 5 | 0 | 0,668 | 0,101 | 15,1 | 0,567 | 84,9 | 7,422 |
| 5 | 10 | 1,022 | 0,058 | 5,7 | 0,964 | 94,3 | 14,600 |
| 5 | 43 | 0,406 | 0,053 | 13,0 | 0,353 | 87,0 | 4,511 |

La biomassa fotosintetizzante è risultata in generale poco elevata e le concentrazioni superficiali di clorofilla a sono apparse omogenee, e comprese, nelle cinque stazioni di prelievo, tra 0,09 e 0,15 µg/l. I valori attribuiti alla frazione picoplanctonica hanno mostrato un andamento gradatamente crescente procedendo dalla costa siciliana verso il largo. La produzione primaria è risultata compresa tra 0,145 e 2,281 mg C/mc/h (Tab.l).

L'analisi del coefficiente di attività (Tab. 1) indica una maggiore produttività degli strati subsuperficiali, compresi fra 10 e 20 metri di profondità riflettendo così l'andamento medio dei valori riscontrati per il Bassa Tirreno (DECEMBRINI e MAGAZZÙ, in stampa). L'esame della distribuzione del tasso di assimilazione del $^{14}$C evidenzia una media totale dell'attività fotosintetica ascrivibile alla componente picoplanctonica pari all'88,8 %, assai elevata se confrontata con quella finora riscontrata nei mari italiani (MAGAZZÙ *et al.*, in stampa).

In ogni caso, un contributo tanto elevato richiede un'ulteriore conferma per una migliore comprensione del ruolo ecologico del picoplancton e del suo apporto alla produzione primaria.

## Ringraziamenti

Si ringrazia il Dott. F. Decembrini per la collaborazione durante il prelievo dei campioni in mare e le misure della produzione primaria.

**Bibliografia**

DECEMBRINI F., MAGAZZÙ G. (in stampa) - Clorofilla, Numero di Assimilazione e ATP del Picoplancton fotosintetico nei mari italiani. *Atti del XX Congresso S.I.B.M.* Vibo Valentia, settembre 1988.

MAGAZZÙ G., ABATE D., CREAZZO S., MARTELLO S. (1981) - Rapporto sulle crociere di studio CNR (1977) nell'area dello stretto di Messina, Basso Tirreno e Alto Jonio: I. Idrografia, sali nutritivi e produzione primaria. *Quad. Lab. Tecnol. Pesca,* 3 (1): 435-455.

MAGAZZÙ G., BRUNI V, DECEMBRINI E, PANELLA S. (in stampa) - La produzione primaria del picoplancton fotosintetico nei mari italiani. *Atti del XIX Congresso S.I.B.M.,* Napoli.

MILLOT C. (1987) - Circulation in the Western Mediterranean *Sea. Oceanol. Acta,* 10 (2): 143-149.

*OEBALIA 1990 Suppl., Vol. XVI-2: 583-585* ISSN 0392-6613

R. BARGAGLI C. LEONZIO N. MATTEI A. MARAMAI
Dipartimento di Biologia Ambientale, Università di Siena
Via delle Cerchia, 3 - 53100 Siena

# LA BIOMAGNIFICAZIONE DEL MERCURIO NELLE CATENE ALIMENTARI DEL MAR TIRRENO: DATI PRELIMINARI

**Abstract**

The biomagnification of mercury in a coastal food chain

*36 species of marine organisms have been collected in 4 sampling sites of the southern Tuscany and mercury have been analysed in their tissues. The results demonstrated that the concentration of metals is correlated to 3 main parameters: the sampling sites, the trophic level and the size of the organism.*

**Key-words**: Mercury, Food chains, Cinnabar deposits, southern Tuscany

Nell'ultimo decennio è stato dimostrato che molti organismi del Mediterraneo presentano livelli di mercurio più elevati rispetto a quelli provenienti da altri mari e la presenza lungo le coste di questo mare semi-chiuso di numerose sorgenti naturali (giacimenti cinabriferi, vulcani, sorgenti termali) ed antropiche del metallo, sembrava giustificare tali differenze. Tuttavia dati molto recenti che riportano concentrazioni nell'acqua (FERRARA *et al.,* 1986), nei sedimenti (BARGAGLI *et al.,* 1988) e nel (plancton) (FOWLER, 1985) raccolti in mare aperto, sembrano escludere una anomalia generalizzata di tutto il bacino.

Probabilmente i peculiari fattori eco-fisiologici che determinano l'assunzione e il trasferimento del metallo lungo le catene alimentari potrebbero svolgere un ruolo decisivo nel determinare l'elevato bioaccumulo in certe specie.

Come contributo in questa direzione, vengono riportati i dati preliminari di un ampio studio promosso dalla regione Toscana sulla distribuzione del mercurio nei prodotti della pesca nell'area compresa tra la foce del Fiora e il golfo di Follonica.

E' stata prescelta questa zona perché, oltre ad essere interessata dagli apporti dei fiumi provenienti dalle aree cinabrifere della Toscana meridionale, vi si svolge un'intensa attività di pesca e certi settori della popolazione rappresentano dei "gruppi a rischio" per il mercurio a causa dell'elevato consumo di pesce.

Gli organismi esaminati (567 individui) provenienti da 4 stazioni di pesca appartenevano a 36 specie di numerosi phyla e sono stati suddivisi in classi e sottoclassi di livello trofico.

In alcuni campioni apprtenenti a 12 specie con trofismo elevato le concentrazioni di mercurio superano 0.7 µg/g pf (limite previsto dalle leggi vigenti) più frequentemente negli individui di taglia maggiore.

Le concentrazioni di mercurio presenti nel tessuto muscolare sono stati correlati ai principali parametri disponibili: taglia (peso), livello trofico e stazione.

Per tutte le specie risulta sempre significativa la dipendenza del mercurio dalle stazioni di campionamento. Dal raffronto effettuato su tre specie presenti in tutte le stazioni si nota un aumento del mercurio lungo la direttrice nord-sud (Tab.1).

**Tab. 1** - Concentrazioni di mercurio (µg/g ps; media e deviazione standard in parentesi) nel tessuto muscolare di tre specie comuni alle quattro stazioni di campionamento.

| | OMBRONE | TALAMONE | ALBEGNA | FIORA |
|---|---|---|---|---|
| *Citharus linguatula* | 0,3 (0,1) | 0,4 (0,2) | 1,0 (0,4) | 2,1 (1,6) |
| *Octopus vulgaris* | 0,6 (0,3) | 0,8 (0,2) | 1,3 (0,5) | 3,1 (1,7) |
| *Squilla mantis* | 0,3 (0,1) | 0,7 (0,4) | 2,0 (1,0) | 1,8 (0,9) |

Questo andamento è in accordo con la distribuzione del mercurio nei sedimenti superficiali (BALDI & BARGAGLI, 1982).

I livelli di mercurio risultano correlati significativamente anche con i livelli trofici attribuiti agli organismi esaminati. Le catene alimentari costiere risultano dunque interessate da processi di accumulo e di biomagnificazione del metallo, più evidenti nelle aree ad elevata contaminazione ambientale.

I prelievi e le analisi ancora in corso permetteranno di definire con maggiore chiarezza i parametri indagati sinora ed ottenere un modello previsionale sulla presenza del mercurio nei prodotti della pesca e sul potenziale rischio per i consumatori abituali. In questa ottica è auspicabile per il futuro che una adeguata informazione sul corretto utilizzo del pescato prenda il posto dei ricorrenti e deleteri allarmismi degli ultimi anni.

## Bibliografia

BALDI F., BARGAGLI R. (1982) - Chemical Leaching and specific surface area measurements of marine sediments in the evaluation of mercury contamination near cinnabar deposits. *Mar. Env. Res.* 6: 69-82.

BARGAGLI R., FERRARA R., MASERTI B.E. (1988) - Assessment of mercury distribution and partitioning in recent sediments of the western Mediterranean basin *Sci. Total Environ.* 72: 123-130.

FERRARA R., MASERTI B.E., PETROSINO A. (1986) - Mercury levels in the Atlantic and Mediterranean waters in the Strait of Gibraltar. *C.I.E.S.M.*, Palma di Maiorca, 30: 35.

FOWLER S.W. (1985) - Assessing pollution in the Mediterranean Sea. in: H.W. Nurberg and J. Vigneron (eds) "Pollutants and their Ecotoxicological Significance" J. Wiley & Sons, Chichester, 269-287.

*OEBALIA 1990 Suppl., Vol. XVI-2: 587-589* ISSN 0392-6613

D. BEDULLI* I. FERRARI**
* Museo di Storia Naturale, Università, Parma, Italia
** Istituto di Zoologia, Università, Ferrara, Italia

# L'APPROCCIO DELLA BIOGEOGRAFIA DELLE ISOLE NELLO STUDIO DEL MACROBENTHOS DI UNA LAGUNA DEL DELTA PADANO

**Abstract**

The approach of island biogeography theory in the study of macrobenthos in a deltaic lagoon.

*Series of macrozoobenthos samples collected in a lagoon of the Po River Delta-the Sacca del Canarin-from 1976 to 1979 and from 1985 to 1987 were analyzed according to methods of island biogeography theory. During this period the lagoon underwent profound changes in both hydrodynamics and trophic state; at the same time macrozoobenthos showed an evident increase in number of species, while species turnover rate was decreasing.*

**Key-words**: Po River Delta, Mediterranean lagoons, macrobenthos, Island biogeography theory, Species turnover.

Campagne di campionamento di macrozoobenthos sono state condotte nella sacca del Canarin, una laguna salmastra del Delta Padano, in due diversi periodi, dal gennaio 1976 all'ottobre 1979 e dal novembre 1985 al luglio 1987. Alla fine del 1979 venne chiusa la Busa Bonifazi, un canale collegato con il Po di Pila, che convogliava in sacca un notevole flusso di acque fluviali. Questo evento determinò profonde modificazioni dell'idrografia della laguna, in particolare un netto aumento del flusso d'acqua in ingresso dal mare; negli ultimi anni inoltre è andato progressivamente elevandosi il grado di trofia delle acque.

Il macrobentos è stato campionato con benna Van Veen in quattro stazioni con periodicità stagionale. Sono stati analizzati i trend relativi ai principali parametri

strutturali della comunità. L'evoluzione della comunità è stata analizzata stimando, in accordo con i metodi della teoria della biogeografia delle isole (MACARTHUR e WILSON, 1967), le immigrazioni e le estinzioni in funzione del numero di specie presenti.

Il macrobentos nell'arco dei 12 anni tende a strutturarsi in una comunità complessa con un più alto numero di specie e con valori crescenti di densità; nel periodo iniziale la biomassa è principalmente sostenuta da policheti detritivori, in quello più recente da bivalvi filtratori. La composizione del popolamento è nettamente differenziata da quella del macrobentos insediato nel mare antistante la laguna (BEDULLI *et al.*, 1988).

I risultati dell'analisi del turnover delle specie (ne sono state complessivamente identificate 51) sono sintetizzati in Fig. 1. L'andamento del numero di specie immigranti in funzione delle specie presenti è quello previsto dal modello di MACARTHUR e WILSON (r negativo), anche se non è raggiunta la soglia di significatività statistica; la correlazione tra il numero delle specie estinte e il numero delle presenti è, in accordo con il modello, positiva e inoltre statisticamente significativa. Nel secondo periodo si ha un numero di specie all'equilibrio decisamente più alto.

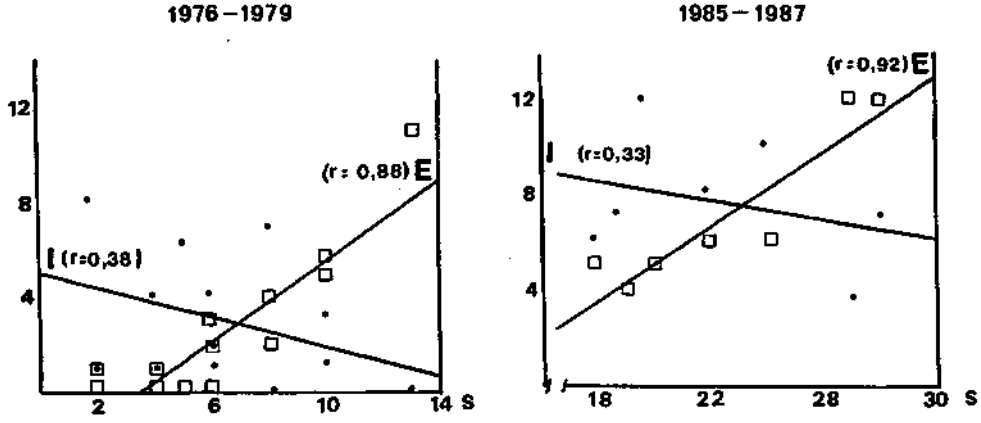



**Fig. 1** - Turnover delle specie del macrobenthos nella Sacca del Canarin (S: specie presenti, I: specie immigrate, E: specie estinte)

I risultati suggeriscono alcune considerazioni sul processo di ricolonizzazione che si osserva in un ambiente lagunare dopo un evento catastrofico: la ricolonizzazione non è sostenuta da specie talassoidi ma è strettamente dipendente dal "pool" di larve provenienti da altre lagune e portate dalle correnti di marea.

Alla luce del modello di MACARTHUR e WILSON applicato alle isole oceaniche, la laguna può essere considerata un'isola, mentre il continente è rappresentato dall' "arcipelago" di lagune del delta. In tale arcipelago la laguna in cui si determinano condizioni stressanti (come quelle che si avevano nella Sacca

del Canarin prima della chiusura di Busa Bonifazi) è assimilabile ad un'isola piccola e lontana con basso numero di specie all'equilibrio.

Si sottolinea, in definitiva, l'opportunità di affrontare lo studio del macrobentos di una laguna nel quadro del sistema deltizio di appartenenza. In questo senso va riconsiderato anche il concetto di autonomia del paralico proposto da GUELORGET e PERTHUISOT (1983).

## Bibliografia

BEDULLI D., PUGNETTI A. E FERRARI I. (1988) - Evoluzione recente dei popolamenti zoobentonici e zooplanctonici in una laguna del Delta del Po. *Oebalia,* in stampa.

GUELORGET O. E PERTHUISOT J.P. (1983) - Le domaine paralique. *Trav. Lab. Geol., Paris,* 16: 1-136

MACARTHUR R.H. E WILSON E.O. (1967)- The theory of island biogeography. *Princeton Univ. Press.,* Princeton.

*OEBALIA 1990 Suppl., Vol. XVI-2: 591-594* ISSN 0392-6613

P. BELCARI* F. BIAGI** E. FEDI*
* Dipartimento di Scienze dell'Ambiente e del Territorio - Università di Pisa Via Volta, 6 - 56100 Pisa (Italy).
** Centro Interuniversitario di Biologia Marina - P. le Mascagni, 1 - 57100 Livorno (Italy).

# RELAZIONE TAGLIA - PESO IN *ELEDONE CIRRHOSA* (LAM., 1798)

**Abstract**

Lengt-weight relationship of *Eledone cirrhosa* (Lam.)

*An evaluation of the lenght-weight relationship of* Eledone cirrhosa *in the Northern Tyrrhenian Sea has been made. Males and females have the functional regression values characteristically less than 3, a condition described as negative allometric growth.*

**Key-Words:** *Eledone cirrhosa,* Cephalopoda, growth, Northern Tyrrhenian Sea.

I dati analizzati si riferiscono a campioni raccolti durante le campagne sperimentali a strascico effettuate negli anni 1986-1987 nel corso di un programma di ricerca sulla valutazione delle risorse demersali, promosso dal Ministero della Marina Mercantile.

Nell'area indagata, che si estende dall'isola d'Elba all'isola di Giannutri, dalla costa a 700 m di profondità, è stato eseguito un campionamento stratificato casuale.

Il moscardino *Eledone cirrhosa* è una specie che riveste particolare importanza nell'Arcipelago Toscano (BELCARI *et al.*, 1986).

Nei maschi e nelle femmine catturati nelle quattro campagne in esame, è stata studiata la relazione tra peso totale e lunghezza dorsale del mantello (Fig. 1). L'analisi statistica del coefficiente di regressione funzionale ha evidenziato un'accrescimento allometrico negativo ($b<3$) per entrambi i sessi (Tab. 1), risultato

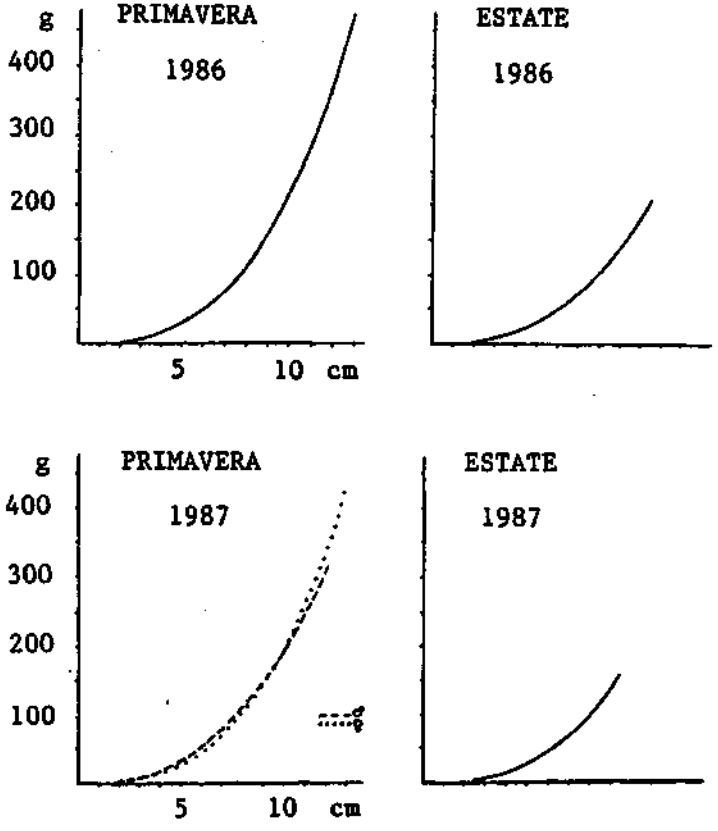



**Fig. 1** - relazione taglia-peso di *Eledone cirrhosa*. Ad eccezione della primavera 1987, é stata riportata la curva relativa al totale degli individui, non essendo stata riscontrata nessuna differenza significativa tra le rette di regressione funzionale nei due sessi.

che concorda con quanto ottenuto da MORIYASU (1983) per gli esemplari raccolti nel Golfo del Leone.

Sono stati inoltre confrontati i valori del coefficiente di regressione funzionale nei due sessi (RICKER, 1973) in campioni prelevati nello stesso periodo. La crescita relativa nelle femmine è risultata maggiore che nei maschi nel campionamento effettuato nella primavera 1987. Il confronto dei coefficienti di regressione funzionale, effettuato considerando il peso somatico di tali individui (Tab. 2), suggerisce che questa differenza sia dovuta ad un diverso contributo in peso dell'apparato riproduttore maschile e femminile in esemplari maturi o prossimi alla maturità; infatti, come evidenziato in Fig. 2, nella primavera 1987 è maggiore la percentuale di femmine in stadi maturativi più avanzati.

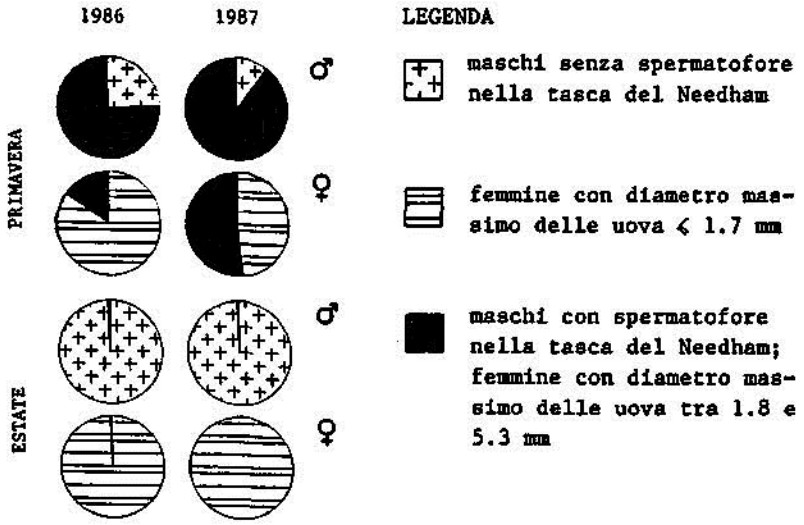



**Fig. 2 -** Composizione percentuale degli individui nei vari stadi maturativi per sesso, stagione ed anno.

| | | | n | r | a | b | LM | PT | t' | s' | t'' | s'' |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1986 | PRIMAVERA | tot. | 635 | 0.97 | 0.26 | 2.93 | 8.17 | 131.62 | 2.47 | P<0.010 | | |
| | | ♂ | 304 | 0.93 | 0.34 | 2.79 | 8.19 | 125.86 | 3.62 | P<0.001 | 0.984 | NS |
| | | ♀ | 317 | 0.93 | 0.30 | 2.87 | 3.38 | 144.59 | 2.25 | P<0.050 | | |
| | ESTATE | tot. | 1014 | 0.93 | 0.50 | 2.56 | 4.84 | 32.58 | 14.67 | P<0.001 | | |
| | | ♂ | 524 | 0.93 | 0.54 | 2.52 | 4.77 | 30.95 | 11.63 | P<0.001 | 1.38 | NS |
| | | ♀ | 489 | 0.93 | 0.47 | 2.60 | 4.92 | 34.34 | 9.11 | P<0.001 | | |
| 1987 | PRIMAVERA | tot. | 427 | 0.97 | 0.27 | 2.86 | 8.89 | 152.79 | 4.21 | P<0.001 | | |
| | | ♂ | 183 | 0.97 | 0.37 | 2.72 | 8.51 | 133.18 | 5.65 | P<0.001 | 2.37 | NS |
| | | ♀ | 242 | 0.97 | 0.26 | 2.88 | 9.24 | 168.87 | 2.44 | P<0.010 | | |
| | ESTATE | tot. | 440 | 0.94 | 0.32 | 2.75 | 5.12 | 30.84 | 5.39 | P<0.001 | | |
| | | ♂ | 198 | 0.93 | 0.32 | 2.74 | 5.15 | 31.31 | 3.46 | P<0.001 | 0.198 | NS |
| | | ♀ | 242 | 0.95 | 0.31 | 2.76 | 5.10 | 30.45 | 4.17 | P<0.001 | | |

**Tab. 1 -** Tabella riassuntiva dei dati relativi alla relazione taglia -peso di *Eledone cirrhosa;*

| | | | n | r | a | b | LM | PT | t'' | s'' |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1987 | PRIMAVERA | ♂ | 168 | 0.94 | 0.28 | 2.80 | 8.59 | 123.00 | 0.66 | NS |
| | | ♀ | 196 | 0.97 | 0.26 | 2.86 | 9.24 | 165.30 | | |

**Tab. 2 -** Tabella riassuntiva dei dati relativi alla relazione taglia-peso somatico di *Eledone cirrhosa.*

n= numeri di individui
r= coefficienti di correlazione
a= intercetta
b= coefficiente di regressione funzionale
LM= lunghezza dorsale del mantello media (cm)
PT= peso totale medio (g)
t'= Valore del test t di Student ($H_0$ : b= 3; $H_1$ : b>3)
t''= valore del test t di Student ($H_0$ : $b_0 = b_0$; $H_1$ : $b_0 < b_0$)
s', s''= significatività

## Bibliografia

BELCARI P., DE RANIERI S., PELLEGRINI D. (1986) - Osservazioni sulla distribuzione di *Eledone cirrhosa* (Lamk.) nel Mar Tirreno Settentrionale. *Nova Thalassia* VIII, suppl. 3: 631-632.

MORIYASU M. (1983) - Etude biométrique de la croissance *d'Eledone cirrhosa* (Lam. 1798 (Cephalopoda, Octopoda) du Golfe du Lion. *Oceanologica Acta* VI, 1: 35-41.

RICKER W. E. (1973) - Linear regressions in fishery research. *Journal Fisheries Research Board of Canada* XXX, 3: 409-434.

*OEBALIA 1990 Suppl., Vol. XVI-2: 595-598* *ISSN 0392-6613*

A. BELLUSCIO G. D. ARDIZZONE
Dipartimento di Biologia Animale e dell'Uomo - Università di Roma "La Sapienza". Viale dell'Università 32. - 00185 Roma-Italia

# LA PESCA CON LE NASSE LUNGO IL LITORALE PONTINO

**Abstract**

Fish-Traps fishing along central thyrrenian sea

*Since few years a very ancient small scale coastal fishing (fish-traps) is practised by italian fishermen along Pontine coasts (Latium).*
*The activity of local fishermen was investigated during a period of 12 months. Fish-traps are used by 9-10 boats. Every boat makes use of 600-1000 fish traps on Posidonia oceanica beds between 8 and 25 m depth. The capture of Octopus vulgaris, the most important specie fished, vary from 1.3 in July (very young Octopus are catched) to 8.5 Kg/100 fish-traps/day in winter and spring (big animals with ripe gonads are catched). Others important species are Octopus macropus, Scorpaena spp. and Serranus spp.*

**Key-Words**: Small scale fishing, fishing-traps, Octopus vulgaris

La pesca con la nasse è un'attività antichissima. Pitture sulle tombe dei faraoni, databili al 2.000 a.C., mostrano pescatori che utilizzano nasse di varie forme e dimensioni. Alla fine del 1800 era un'attività molto comune nei compartimenti marittimi dell'Italia centro-meridionale (TARGIONI TOZETTI, 1871) ed era praticata con nasse in giunco per la cattura di aragoste e astici. Dalla fine dell'ultima guerra cade progressivamente in disuso (FUSCO, 1961) e soltanto in questi ultimi anni inizia nuovamente ad essere praticata. La presente nota nasce con il fine di approfondire il significato del recupero di questo mestiere della piccola pesca artigianale e contribuire, con dati preliminari, alla conoscenza della biologia di *Octopus vulgaris,* la principale specie attualmente catturata.

La ricerca ha interessato il litorale compreso tra Sabaudia e Sperlonga (Lazio meridionale) i cui fondali, tra 8 m e 25 m, sono caratterizzati dalla presenza di praterie di *Posidonia oceanica* degradata dalla pesca a strascico entro le tre miglia che ha portato ad una rarefazione di specie ittiche pregiate e ad un aumento dei Cefalopodi (ARDIZZONE, 1982 a; 1982b).

Dal mese di febbraio 1987 fino a gennaio 1988 sono stati effettuati rilevamenti sia sullo sbarcato (nei porti di S. Felice Circeo e Terracina) sia mediante imbarco diretto su uno dei motopesca operanti in zona (9-10 imbarcazioni, con una trentina di addetti). Ogni imbarcazione utilizza 600-1.000 nasse, realizzate in plastica e delle dimensioni di circa 80x35 cm e maglia di 1 cm, che vengono lasciate in pesca per l'intera giornata. Il polpo *{Octopus vulgaris),* rappresenta in peso tra il 90 e il 96% dello sbarcato e tra il 76 e il 96% dei rilevamenti a bordo. I suoi rendimenti giornalieri, per barca e riferiti a 100 nasse, variano tra 1.3 Kg nel mese di luglio e 8.5 Kg. in inverno-primavera (Fig. 1). Le catture dei mesi estivi sono rappresentate esclusivamente da giovanili di poche decine di grammi mentre in inverno-primavera sono presenti individui (sessualmente maturi) di grossa taglia (Fig.l).

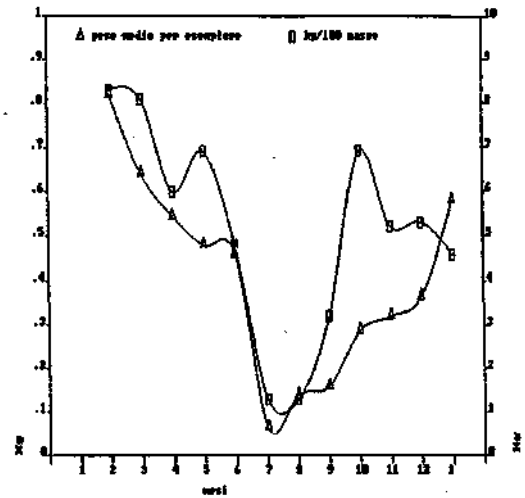


**Fig. 1** - Andamento del peso medio per esemplare (Kg) e delle catture per 100 nasse (Kg) di *Octopus vulgaris.*

Tra le altre specie catturate ritroviamo *Octopus macropus* (abbondante in ottobre-dicembre, con rese di circa 4 Kg/giorno), *Muraena helena, Conger conger* (1-3 Kg in media), Scorpenidi (*Scorpena porcus* e *S. scrofa* principalmente), Serranidi (*Serranus* spp.) e Labridi (con prevalenza di *Coris julis),* per un totale di 2-10 Kg/giorno/barca. Stagionalmente compaiono nelle catture *Sepia elegans* e *S. officinalis* (<l% del pescato in estate e autunno), giovanili di Sparidi *{Diplodus annularis* soprattutto) e Mullidi. Saltuarie le catture di *Palinurus elephas* e *Homarus astacus.* Nelle catture effettuate nella zona del Circeo, ove sono presenti

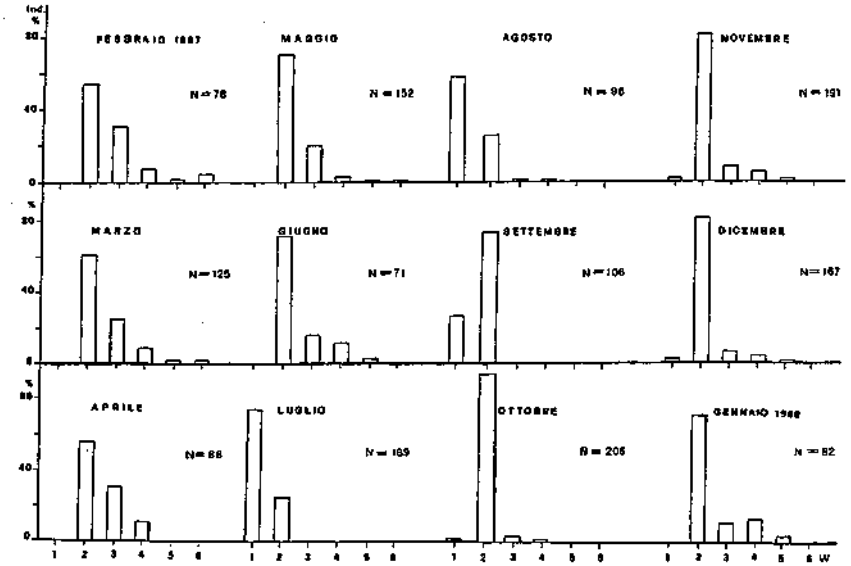



**Fig. 2** - Distribuzione delle classi di frequenza in peso in *Octopus vulgaris*
Classi di peso: WI w = <0.1 Kg; W4 w = 1.0 - 2.0 Kg
W2 w = 0.1 - 0.5 Kg. W5 w = 2.0 - 3.0 Kg
W3 w = 0.5 - 1.0 Kg; W6 w = > 3.0 Kg

substrati duri, si ritrovano anche specie più pregiate, quali *Mullus surmuletus, Oblada melanura* e *Diplodus spp.* Dall'osservazione degli istogrammi con le distribuzioni delle frequenze per classi di peso (Fig. 2) risulta evidente il periodo di reclutamento da luglio a settembre, come rilevato anche in catture effettuate in altre aree del Tirreno (RELINI e ORSI RELINI, 1984), con rari giovanili ancora fino a dicembre. Da novembre compaiono gli individui di grossa taglia (oltre 1.5 Kg) che vivono normalmente a profondità maggiore e si riavvicinano sottocosta per la riproduzione e la deposizione (MANGOLD-WIRZ, 1963); la loro presenza è ben visibile, accanto agli individui nati in estate, fino al mese di giugno, con un picco in febbraio-marzo. A luglio gli individui appartenenti a queste due classi di età scompaiono (cattura attraverso i diversi attrezzi, migrazione verso acque più profonde, morte dopo la riproduzione, ecc.) per lasciare il posto agli individui del nuovo reclutamento.

## Bibliografia

ARDIZZONE G.D. (1982) - Modificazioni di una prateria di *Posidonia oceanica* (L.) Delile del Medio Tirreno sottoposta ad attività di pesca a strascico. *Naturalista sicil., S. IV, VI,* (Suppl.): 509-515.

ARDIZZONE G.D. (1982) - Osservazioni sulla pesca a strascico entro le tre miglia dalla costa tra Capo Circeo e Terracina (Medio Tirreno). *Naturalista sicil., S. IV, VI* (Suppl.), 2: 395-401.

FUSCO N. (1961) - Il fondo del mare da Capo Circeo a Capo Miseno con annessa carta di pesca n. 3 *Ministero Marina Mercantile. Direzione Generale Pesca e Demanio Marittimo:* 195 p.

RELINI G. e L. ORSI RELINI (1984) - The role of Cephalopods in the inshore trawl fishing of the Ligurian Sea. *Oebalia, vol. X,* N.S.: 37-58.

TARGIONI TOZZETTI (1871) - La pesca in Italia. *Annali del Ministero di Agricoltura, Industria e Commercio,* Genova, Vol. I.

*OEBALIA 1990 Suppl., Vol. XVI-2: 599-601* ISSN 0392-6613

M. CABRINI L. MILANI G. HONSELL*
Laboratorio di Biologia Marina - Strada Costiera 336 - 34010 Trieste-Italy.
* Dipartimento di Biologia-Università di Trieste - Via A.Valerio 30
34127 Trieste - Italy.

# FIORITURA DI *SCRIPPSIELLA TROCHOIDEA* (STEIN) LOEBLICH III NEL GOLFO DI TRIESTE

**Abstract**

*A* Scrippsiella trochoidea *bloom occurred in the Gulf of Trieste (Italy, Northern Adriatic Sea) in September 1987. The species is described by means of light and scanning electron microscopy*

**Key-words**: *Scrippsiella trochoidea,* Dinophyceae, red tide, Adriatic Sea.

Nel maggio 1983 per la prima volta veniva segnalata una "marea rossa" causata da *Scrippsiella faeroense (=Scrippsiella trochoidea)* (HONDA e HANSELL, 1983) nel Golfo di Trieste. Nel settembre dello stesso anno un'altra proliferazione a dinoficee interessava il Golfo. In questo episodio fu osservata e descritta una nuova specie di *Scrippsiella* (HONSELL E CABRINI, 1987).

Un altro episodio di "marea rossa" provocato da questa dinoficea si verificava alla fine del settembre 1987 nel Golfo di Trieste. Strie lunghe circa 2 Km si estendevano parallele alla costa provocando una colorazione rosso-brunastra dell'acqua antistante la zona di Barcola nella parte interna del Golfo di Trieste, per un periodo di 3-4 giorni. La colonna d'acqua presentava una stratificazione termo-alina, tipica del periodo tardo estivo; per tutta la durata della fioritura non si osservavano fenomeni di ipossia o anossia.

La fioritura era determinata quasi completamente da *Scrippsiella trochoidea* (Fig. 1), presente con $10x10^6$ cell/l.

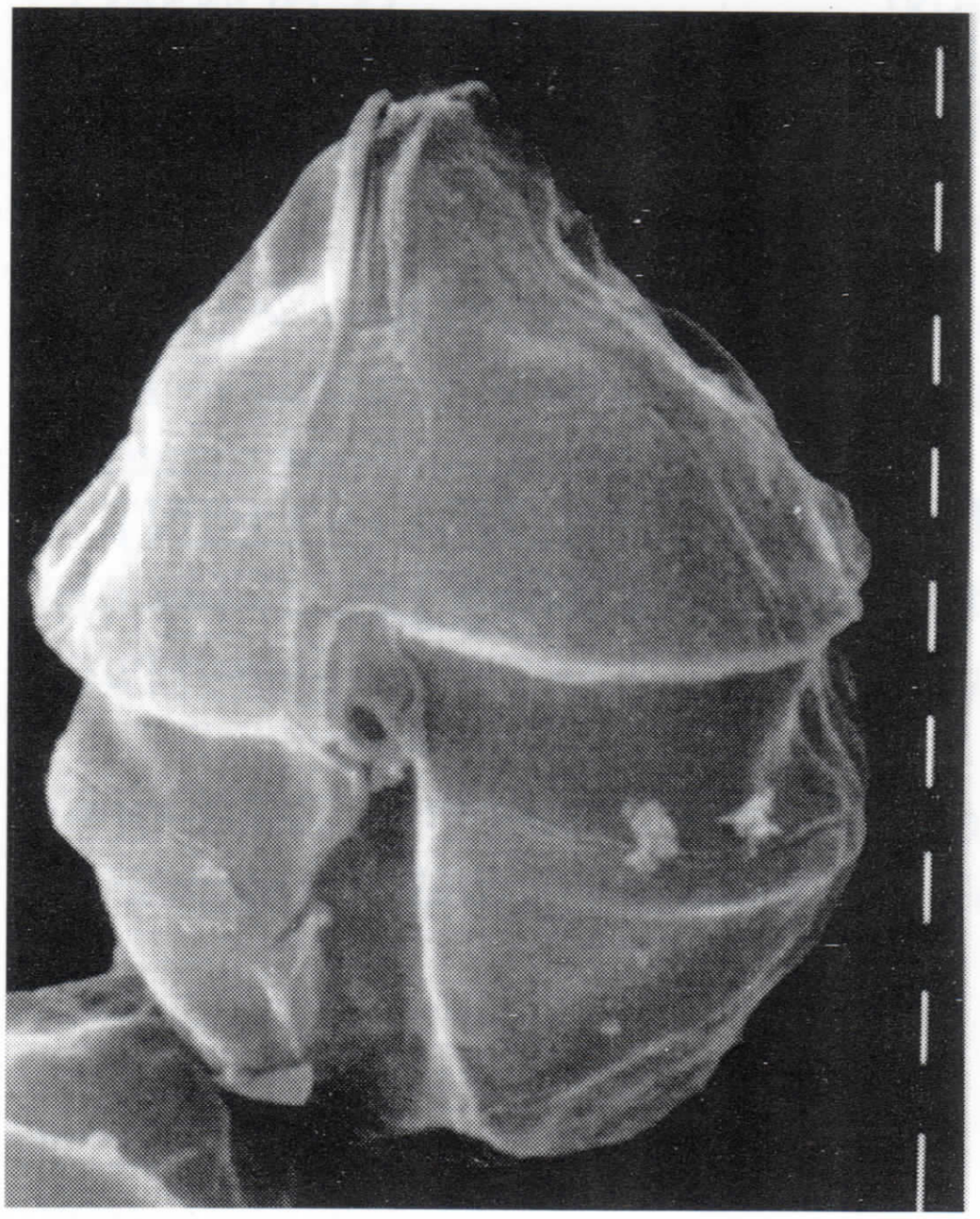


**Fig. 1** - Visione ventrale di *Scrippsiella trochoidea*.
1 trattino = 1 μm.

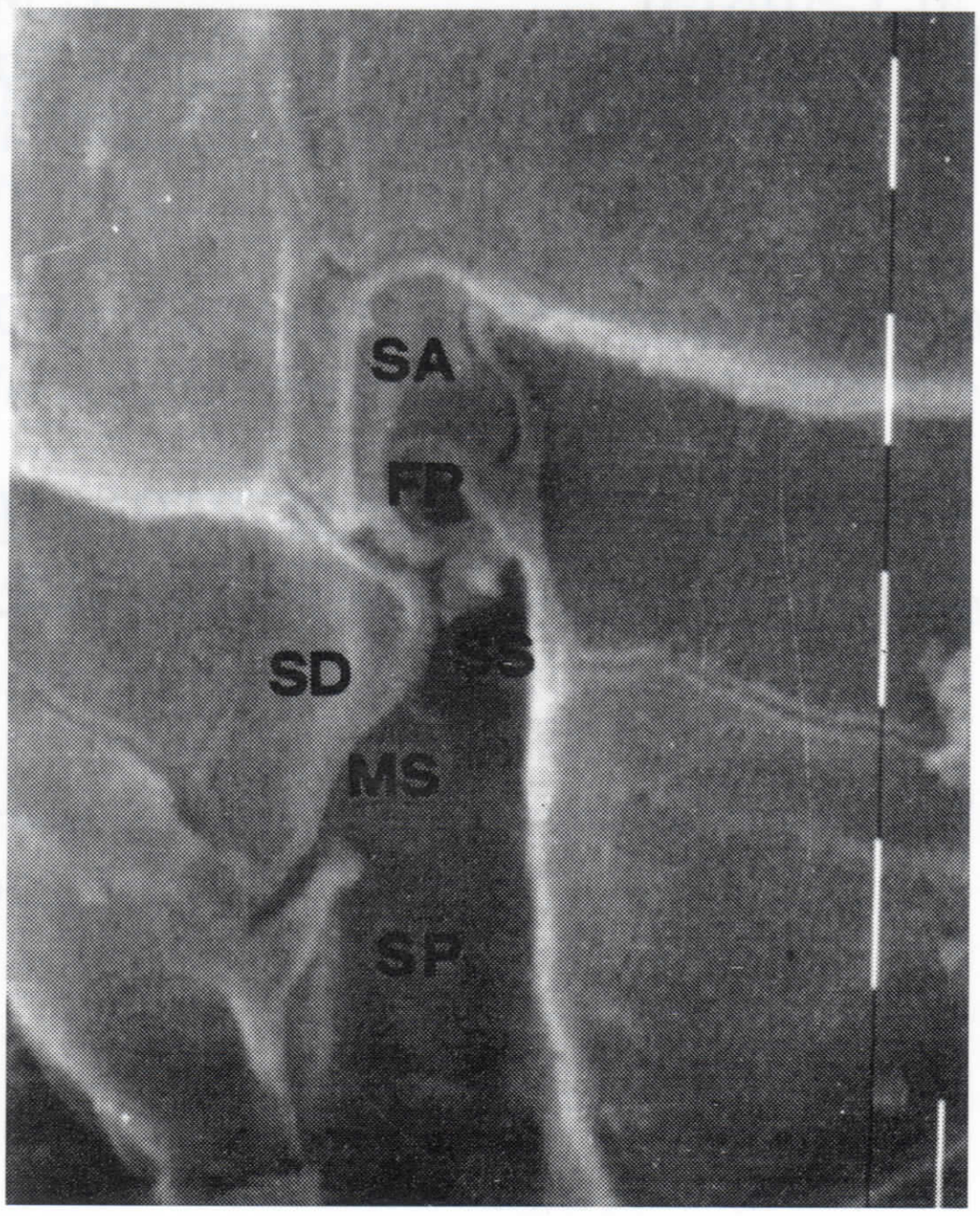



**Fig. 2**: Ingrandimento della regione di intersezione tra il cingolo ed il solco.
SA: piastra anteriore del solco; SP: Piastra posteriore del solco;
SD: piastra destra del solco; SS: Piastra sinistra del solco; MS: piastra mediana del solco; FP: poro flagellare.

*Scrippsiella trochoidea* è una specie caratteristica della comunità fitoplanctonica del golfo di Trieste soprattutto in estate.

Al microscopio ottico la cellule appare di dimensioni piuttosto ridotte (da 14 μm a 18 μm di lunghezza e da 10 μm a 16 μm di larghezza), rispetto a quelle riportate in letteratura (da 16 μm a 36 μm di lunghezza e da 20 μm a 23 μm di larghezza) (DODGE, 1982). Presenta una forma rotondeggiante, un cingolo profondo distingue l'epiteca dall'ipoteca; l'apice è ben pronunciato e l'antapice arrotondato. All'interno della cellula si possono distinguere parecchi cromatofori giallo-bruni ed il nucleo in posizione centrale.

L'osservazione al SEM ha consentito di individuare i caratteri che permettono di ascrivere con certezza questo organismo al genere *Scrippsiella*. La sistematica dei piccoli dinoflagellati orto-peridinioidi, spesso morfologicamente simili, è infatti essenzialmente basata sulla tabulazione delle piastre del cingolo e del solco (INDELICATO E LOEBLICH III, 1986).

In questo caso le micrografie elettroniche individuano la presenza di sei piastre cingolari e cinque piastre del solco (Fig. 2).

**Bibliografia**

BONI L. (1983) - Red tides of the coast of Emilia Romagna (north-western Adriatic sea) from 1975 to 1982. *Inf. Bot. It.,* 15 (1) : 18-24.

DODGE J.D. (1982)- Marine Dinoflagellates of the British Isles. *Her Majesty's Stationery Office,* London, pp . 303.

FONDA UMANI .„ HONSELL G. (1983) Prima segnalazione di *Scrippsiella faeroense* (Paulsen) Balech et Oliveira Soares nel Golfo di Trieste. -*Nova Thalassia,* 6 suppl.: 735-736.

HONSELL G., CABRINI M. (1987) - A new *Scrippsiella* species (Dinophyceae) from the North Adriatic Sea. XVI Int. Bot. *Congr. Berlin (West) Book of Abstracts:* 323.

INDELICATO S. R., LOEBLICH III A. R. (1986) - A revision of the marine peridinioid genera (Pyrrhophyta) utilizing hypothecal-cingular plate relationships as a taxonomic guideline. Jap. *J. Phycol.* 34: 153-162.

SAN FELIEU J. M., MUNOZ F., SUAU P. (1971) - Sobre la aparicion de una "purga de mar" en el puerto de Castellon. *Inv. pesq.* 35 (2) 681-685.

*OEBALIA 1990 Suppl., Vol. XVI-2: 603-605* ISSN 0392-6613

M. CAMMARATA* M. ARCULEO** N. PARRINELLO* C. DI MARTINO*
* Istituto di Zoologia dell'Università di Palermo, Via Archirafi 18, Palermo 90123
** Istituto di Zootecnica dell'Università di Reggio Calabria, P.zza S.Francesco 7, Gallina (RC) 89061.

# EVIDENZE ELETTROFORETICHE DI AFFINITÀ GENETICHE TRA *MULLUS BARBATUS* E *MULLUS SURMULETUS*

**Abstract**

Electrophoretic evidence of genetic affinities between *Mullus barbatus* and *Mullus surmuletus*

*The independent specific value of the two species* Mullus barbatus *and* Mullus surmuletus, *is questioned on the basic of morphological and ecological observations. In this study the data resulting from electrophoretic and isoenzymatic analysis as calculated mathematically, are reported. The value of the genetic relationship between the two species is very high.*

**Key-words**: Mullidae - biochemical taxonomy

## Introduzione

Il genere Mullus comprende due specie: *M. barbatus* (triglia di fango) e *M. surmuletus* (triglia di scoglio). Queste due specie, ad ampia ripartizione geografica (Atlantico e Mediterraneo), assumono, nell'economia nazionale una rilevante importanza soprattutto in quelle zone dove l'ampia estensione della piattaforma continentale ne consente un migliore sfruttamento.

Lo scopo principale della presente ricerca è stato quello di valutare, attraverso l'analisi elettroforetica di isoenzimi, la distanza genetica tra le due specie.

## Materiali e metodi

La raccolta dei campioni è stata effettuata nell'ambito di due campagne di pesca a strascico svolte in due aree geograficamente separate (Sicilia Nord-Occidentale e Sicilia Meridionale) durante il 1987.

Il numero totale di individui esaminati è stato di 250 di cui nº130 di *M. barbatus* e nº120 di *M. surmuletus.*

Gli esemplari dopo l'analisi biometrica sono stati immediatamente congelati.

Il cuore, il fegato, l'occhio e la parte dei muscoli della ragione laterodorsale sono stati omogeneizzati in NaCl 1%; dopo centrifugazione il supernatante è stato analizzato in elettroforesi su gel di poliacrilammide (Davis, 1964).

Per la colorazione delle proteine totali è stato usato il Coomassie Brillant blue. Per la ricerca degli enzimi i gels sono stati incubati in opportune miscele di reazione. L'indice di similarità (S) è stato calcolato utilizzando la formula di Ferguson (1980), l'identità e la distanza genetica sono state calcolate utilizzando le formule di Nei (1978).

## Risultati e conclusioni

Nella Tab. 1 sono stati riportati oltre agli R.F. (± D.S.) della migrazione elettroforetica degli isoenzimi anche il valore di similarità (S) per ogni organo.

Il basso valore di (S) calcolato per il fegato (0,56) è giustificato dalla estrema variabilità di espressione proteica nei vari stadi di maturità e/o fisiologici (stress, dieta, ecc.). L'indice medio di similarità (0,68) e le caratteristiche dei patterns elettroforetici concordano con quanto riportato da Arias E. (1977).

L'ulteriori analisi dei patterns isoenzimatici ha evidenziato che i valori di identità genetica (0,92) e la relativa distanza genetica (0,083) corrispondono ad una distanza di speciazione (Sarich, 1977) che evidenzia l'elevata affinità esistente tra le due specie giustificando le similitudini morfologiche che in passato hanno dato origine a difficoltà di determinazione ma, il marker genetico SOD (superossido dismutasi) mostra, negli esemplari esaminati, una sicura differenziazione tra le due specie.

| ORGANI | ENZIMA | R.F. | R.F. | I: | D: | S: |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **FEGATO** | | ---- | ---- | ---- | ---- | 0,56 |
| | ADH (1): | 0,14±0,016 | 0,14±0,023 | 1 | | |
| | ADH (2): | 0,19±0,031 | 0,19±0,030 | 1 | | |
| | ADH (3): | 0,33±0,009 | 0,33±0,021 | 1 | | |
| | αDH (1): | 0,15±0,22 | 0,15±0,014 | 1 | | |
| | αDH (2): | 0,18±0,011 | 0,18±0,007 | 1 | | |
| | IDH (1): | 0,18±0,004 | 0,18±0,008 | 1 | | |
| | IDH (2): | 0,27±0,012 | 0,27±0,004 | 1 | | |
| | SOD (1): | 0,66±0,010 | 0,52±0,009 | 0 | | |
| **CUORE** | | ---- | ---- | ---- | ---- | 0,77 |
| | NDH (1): | 0,30±0,015 | 0,30±0,015 | 1 | | |
| | NDH (2): | 0,36±0,007 | 0,36±0,009 | 1 | | |
| **OCCHIO** | | ---- | ---- | ---- | ---- | 0,67 |
| | LDH (1): | 0,12±0,007 | 0,12±0,028 | 1 | | |
| | LDH (2): | 0,18±0,016 | 0,18±0,009 | 1 | | |
| | LDH (3): | 0,59±0,006 | 0,59±0,017 | 1 | | |
| **MUSCOLO** | | ---- | ---- | ---- | ---- | 0,72 |
| **MEDIE DEI VALORI** | | | | 0,92 | 0,083 | 0,68 |

**Tab. 1**

## Bibliografia

ARIAS (1977) - Estudio comparativo de los electroforegramas de las proteinas solubles de *Mullus surmuletus* y *Mullus barbatus. Inv. Pesq.* 41 (2): 323-330

DAVIS B.J. (1964) - Method and application to human serum proteins. *Ann. N.Y. Acad. Sci.* 121: 404-428

FERGUSON A. (1980) - Biochemical systematics and evolution. *Blackie*

NEI M. (1978) - Estimation of average heterozygosity and genetic distance from a small number of individuals. *Genetics* 89: 583-590.

SARICH V.M. (1977) - Rates, sample size and the neutrality hypothesis for electrophoresis in evolutionary studies. *Nature* 265: 24-28.

*OEBALIA 1990 Suppl., Vol. XVI-2: 607-609* ISSN 0392-6613

M. CAMMARATA A. MAZZOLA N. PARRINELLO R. SORVILLO
G. INGRASSIA M. BONOMO
Istituto di Zoologia dell'Università di Palermo, Via Archirafi 18, Palermo 90123.

# IDENTIFICAZIONE ELETTROFORETICA DI *LIZA RAMADA* E *LIZA AURATA* A STADI PRECOCI DI SVILUPPO.

**Abstract**

Electrophoretic identification of Liza ramada and Liza aurata at early developmental stage.

*Since biochemical methods can contribute to solve taxonomic problems, electrophoretic patterns of two species of mugilidae where examinated. Juveniles are notoriously difficult to determine taxonomically, those of* Liza aurata *and* Liza ramada *are so morphological similar that it is very difficult to identify them. Comparative analysis of the electrophoretic patterns allowed us to distinguish between the two species.*

**Key-words**: Grey mullet, fry, biochemical taxonomy

## Introduzione

La famiglia dei mugilidi presenta notoriamente alcune difficoltà di determinazione tassonomica soprattutto nelle fasi giovanili.

In particolare gli avannotti delle specie *Liza aurata* e *Liza ramada* manifestano delle analogie morfologiche che ne rendono molto complessa la loro identificazione (ANDERSON, 1982); inoltre gli stadi giovanili delle suddette specie compaiono, nelle aree da noi esaminate, nello stesso periodo stagionale compreso tra Febbraio e Maggio. Per tali motivi è particolarmente utile poter disporre di un metodo biochimico che affianchi e conforti, nei casi dubbi, le

determinazioni tassonomiche tradizionali ed evidenzi le variazioni legate agli stadi di sviluppo. Nel presente lavoro si è fatto ricorso all'analisi elettroforetica dei patterns proteici.

## Materiali e Metodi

Gli esemplari delle due specie sono stati prelevati da lotti di novellame pescati mensilmente con la tratta in due aree della costa settentrionale della Sicilia, alle foci dei fiumi *Hymera* (Termini Imerese) e *S.Bartolomeo* (Castellammare del Golfo). Gli esemplari dopo la valutazione dei dati biometrici sono stati ripartiti in 4 classi di taglia ("A" - fino a 17 mm di lunghezza standard; "B" da 18 a 28 mm di l.s; "C" - da 29 a 38 mm di l.s; "D"- da 39 a 60 mm di l.s) e quindi congelati.

Le due specie sono state preliminarmente determinate secondo le caratteristiche morfologiche, riferendosi a quando riportato da FERRUGIO (1977) da ANDERSON (1982) da CAMBRONY (1984) e da REAY P.J. e CORNELL (1988). I campioni sono stati omogenati in una soluzione tampone di NaCl 1%. Dopo centrifugazione il supernatante è stato analizzato in elettroforesi su gel di poliacrilammide (DAVIS, 1964) e colorato con Coomassie Brillant blue.

## Risultati e Conclusioni

Nella tabella 1 sono riportati i valori medi di R.F. delle bande delle due specie e la relativa deviazione standard. Nello stadio "B" compaiono solo tre bande per

**Tab.l**

| | CLASSE "A" | | CLASSE "B" | | CLASSE "C" | | CLASSE "D" | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | L.aurata | L.ranada | L.aurata | L.ranada | L.aurata | L.ranada | L.aurata | L.ranada |
| N° esemplari esaminati | 30 | 13 | 12 | 50 | 25 | 24 | 66 | 32 |
| banda 1 | | | | | 0,09±0,0016 | 0,07±0,0 | 0,09±0,0016 | 0,07±0,0 |
| banda 2 | | 0,13±0,02 | | 0,13±0,02 | 0,11±0,0 | 0,13±0,02 | 0,11±0,0 | 0,13±0,02 |
| banda 3 | 0,29±0,01 | | 0,29±0,01 | | 0,29±0,01 | 0,28±0,017 | 0,29±0,018 | 0,28±0,017 |
| banda 4 | | | | | 0,43±0,0075 | 0,46±0,02 | 0,43±0,0075 | 0,46±0,02 |
| banda 5 | 0,62±0,05 | 0,62±0,015 | 0,62±0,05 | 0,62±0,15 | 0,62±0,05 | 0,62±0,015 | 0,62±0,05 | 0,62±0,015 |
| banda 6 | 0,76±0,018 | 0,76±0,012 | 0,76±0,018 | 0,76±0,012 | 0,76±0,018 | 0,76±0,012 | 0,76±0,018 | 0,76±0,012 |

specie, di cui due comuni e costanti in tutti gli stadi, una banda per specie è differente. Lo stadio "A" ha le stesse caratteristiche di "B". Negli stadi "C" e "D" sono individuabili sei bande per specie e le differenze sono più nette dei precedenti stadi.

I dati ottenuti hanno posto in evidenza quanto segue: 1) è possibile procedere mediante l'analisi elettroforetica alla determinazione tassonomica di stadi giovanili di *L. aurata* e *L. ramada* anche in assenza di precisi caratteri morfologici; 2) il pattern proteico totale subisce delle variazioni durante l'accrescimento, infatti in alcuni stadi si evidenziano bande a diversa mobilità. Negli esemplari finora esaminati non sono state rilevate delle variazioni nell'ambito di una stessa specie o fra le due popolazioni degli habitats considerati nell'attuale ricerca.

## Bibliografia

ANDERSON M. (1982) - The identification of the British grey mullets. J. Fish *Biology,* 20:33-38.

FARRUGIO H. (1977) - Clés cummentées pour la determination des adultes et des alavins de Mugilidae de Tunisie. *Cybhium, sèr* III, 2: 57-73.

CAMBRONY M. (1984) - Identification et periodicité du recrutement dans les étangs littoraux du Languedoc-Roussillon. *Vie Milieu,* 34 4: 221-227.

REAY P.J., CORNELL V. (1988)- Identification of grey mullet (Teleostei: Mugilidae) juveniles from British Waters. *J. Fish Biol.,* 32: 95-99.

DAVIS B.J. (1964)- Method and application to human serum proteins. *Ann. N.Y. Acad. Sci.,* 121: 404-428.

*OEBALIA 1990 Suppl., Vol. XVI-2: 611-613* ISSN 0392-6613

M. CAMMARATA A. MAZZOLA I. VAZZANA
L. LOMBARDO N. PARRINELLO
Istituto di Zoologia dell'Università di Palermo, Via Archirafi 18, Palermo 90123

# CONTRIBUTO DELLE TECNICHE IMMUNOLOGICHE ALLO STUDIO DELLE AFFINITÀ TRA SPECIE ITTICHE DI INTERESSE COMMERCIALE.

**Abstract**

Contribution of the immunological techniques to the affinity study between ichthyological species of commercial interest.

*Comparative analysis of homologous serum proteins, by means of immunological techniques, has allowed determination of phylogenetic relationships and evaluation of genetic distance among fishes of commercial value. The dendrogram obtained indicated differences among the families under study and has clarified the relationship existing within the Sparidae family.*

**Key-words**: Biochemical taxonomy - Ichthyology

## Introduzione

Alcune recenti linee di ricerca di tassonomia biochimica sono state sviluppate utilizzando proteine isolate o esaminando singolarmente i sistemi gene-enzima.

Anche l'analisi comparativa di proteine sieriche omologhe mediante tecniche immunologiche può essere utilizzata per la determinazione delle affinità filogenetiche e la valutazione delle distanze genetiche. In particolare la utilizzazione di un antisiero ottenuto contro le proteine sieriche di vertebrati e l'analisi immunoelettroforetica costituisce un sistema di indagine valido per tutti i livelli tassonomici. Nella presente ricerca questo metodo è stato applicato allo

studio delle distanze genetiche tra 4 specie di Sparidi *(D. sargus, D. puntazzo, D. vulgaris, S. aurata),* il Serranide (*D. labrax)* e il Mugilide ( *M. cephalus).*

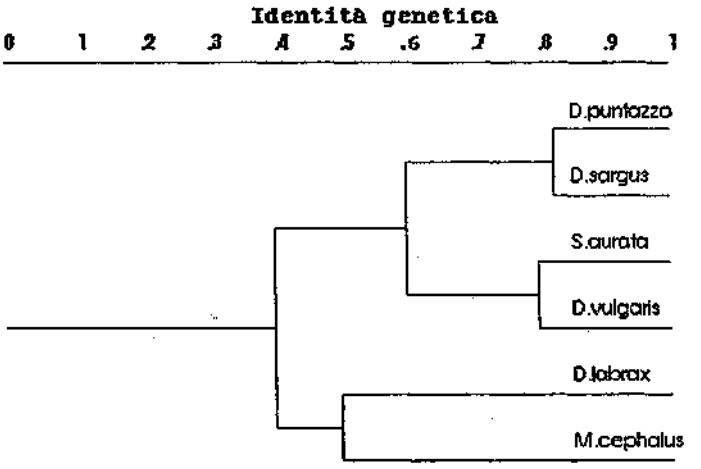
## Materiali e Metodi

Gli esemplari con peso tra 46 gr. e 597 gr. sono stati salassati mediante puntura cardiaca o per taglio della coda.

1 ml di siero emulsionato in pari volume di adiuvante completo di Freund's è stato inoculato per via intramuscolare. Ad intervalli di 30 giorni sono stati effettuati due inoculi di richiamo (GARVEY *et al.*, 1977). Il coniglio è stato salassato dopo dieci giorni dall'ultimo inoculo. Gli antisieri sono stati cimentati con i sieri omologhi ed eterologhi con il metodo d' immunoelettroforesi (GARVEY *et al.* cit.).

## Risultati e Conclusioni

Il calcolo della identità genetica è stato effettuato con il metodo di FERGUSON (1980) per la costruzione della matrice dalla quale con il metodo UPGMA (Unweighted pair-group arithmetic average) è stato ricavato il dendrogramma (fig.l). I risultati hanno messo in evidenza le diversità tra le famiglie mentre chiariscono alcune affinità esistenti all'interno della famiglia degli Sparidi. Si nota infine la maggior affinità tra la specie *puntazzo e sargus* rispetto a *vulgaris e sargus* stesso, confortando la tesi secondo cui puntazzo viene ascritto al genere *Diplodus.*



## Bibliografia

FERGUSON A. (1980) - Biochemical sistematics and evolution. *Blackie*

GARVEY J.S. *et al.* (1977) - Methods in Immunology. *W.A. Benjamin, inc.*

PARRINELLO N. (1980) - Metodi biochimici e immunologici nello studio delle affinità tra proteine omologhe degli anfibi anuri. *Acta Embryologiae et Morphologiae Experimentalis, n.s.*

*OEBALIA 1990 Suppl., Vol. XVI-2: 615-617* *ISSN 0392-6613*

N. CARDELLICCHIO M. PASTORE C. ANNICCHIARICO
G. LEONE C. MARRA P. RAGONE
Istituto Sperimentale Talassografico - C.N.R.
via Roma, 3 - 74100 Taranto - Italy

# DISTRIBUZIONE DI ELEMENTI METALLICI, FENOLI ED IDROCARBURI CLORURATI IN CETACEI SPIAGGIATI LUNGO LE COSTE PUGLIESI.

**Abstract**

Metals, phenols and chlorinated hydrocarbons in cetacea

*We have examined metals, phenols and chlorinated hydrocarbons levels in dolphins tissues* (Stenella coeruleoalba) *beached along Puglia coasts in the period February - June 1987. Metals determing has allowed us to point out a favourite accumulation of them in the liver, or, in the case of cadmium, in the KIDHEIS more than in fat tissues. Chlorophenols are found in traces, whereas among chlorinated hydrocarbons, PCBs have the highest concentration.*

*Such levels are generally higher than those found in other specimens of dolphins not living in the Mediterranean sea.*

**Key-words**: *Stenella coeruleoalba*, metals, phenols, chlorinated hydrocarbons.

Dal 14 febbraio 1987 sino a tutto giugno dello stesso anno le coste della Penisola Salentina sono state interessate da un esteso fenomeno di moria di animali marini: cetacei, ed in particolare trentuno delfini della specie *Stenella coeruleoalba* e tartarughe di mare *(Caretta caretta).* Questo dato, confrontato con quello medio annuo relativo allo spiaggiamento dei cetacei sull'intera costa italiana, è apparso subito abbastanza anomalo: sono state pertanto avviate indagini

per chiarire la natura del fenomeno. Dagli esami necroscopici effettuati su alcuni esemplari di delfini venivano riscontrate in tutti i casi solo lesioni a carico dell'apparato digerente, di per sè tali però da non giustificare la morte. Contemporaneamente, sui tessuti prelevati, veniva avviata una serie di analisi chimico-tossicologiche rivolte alla determinazione di sostanze tossiche quali elementi metallici, fenoli ed idrocarburi clorurati per cercare una eventuale correlazione tra il fenomeno di moria e processi di inquinamento del mare. Nel presente lavoro sono illustrati i risultati ottenuti in tale ricerca.

La determinazione dei metalli (Pb, Hg, Cu, Zn, Mn, Fe, Cd, Cr) è stata effettuata mediante spettrofotometria ad assorbimento atomico; quella dei fenoli ed idrocarburi clorurati mediante gascromatografia capillare accoppiata alla spettrometria di massa.

L'analisi dei risultati ottenuti ha permesso di definire i livelli di concentrazione ed i "siti" preferenziali di accumulo dei metalli nei vari tessuti esaminati. Le concentrazioni degli elementi metallici, soprattutto quelle del mercurio e del cadmio, sono sensibilmente superiori a quelle riscontrate in altri delfini non mediterranei, ma in accordo con i valori determinati da Viale (1978) in cetacei spiaggiati lungo le coste mediterranee francesi. La distribuzione dei metalli nei vari tessuti è correlata a quella di certe proteine (metallotioneine) a causa dell'affinità per i gruppi sulfidrilici di queste.

Dai dati ottenuti, si evince la scarsa affinità dei metalli per i lipidi, e l'accumulo preferenziale nel fegato o, nel caso del cadmio, nel rene. La percentuale di metilmercurio nel fegato è inferiore al 10% il che conferma l'esistenza di meccanismi di disintossicazione da mercurio correlati all'accumulo del selenio. Per quanto riguarda i fenoli, solo il fenolo è presente a concentrazioni apprezzabili, mentre i clorofenoli sono a livello di tracce. Tra gli idrocarburi clorurati, i PCB sono la classe più rappresentativa: i livelli di concentrazione nel tessuto adiposo sottocutaneo, compresi tra 23 e 208 p.p.m., sono dello stesso ordine di grandezza di quelli riscontrati da Alzieu e Duguy (1979) in altri esemplari del Mediterraneo. Anche se non è possibile stabilire una correlazione tra il fenomeno di moria ed i processi di inquinanti del mare, l'indagine ha messo in evidenza come l'accumulo di inquinanti rappresenti un rischio per organismi ai vertici delle catene alimentari anche perché i composti tossici, interferendo con i meccanismi immunitari, rendono l'animale più sensibile ad infezioni batteriche o virali. Le elevate concentrazioni di metalli e PCB riscontrate nei vari tessuti dimostrano che il Mar Mediterraneo rappresenta un ecosistema caratterizzato da una notevole dispersione di inquinanti.

## Bibliografia

ALZIEU C.I., DUGUY R. (1979). Teneurs en composés organochlorés chez les Cétacés et Pinnipedes fréquentant les côtes françaises. *Océanol. Acta,* 2 (1), 170-120.

VIALE D. (1978). Evidence of metal pollution in Cetacea of the western Mediterranean. *Ann. Inst. Oceanogr.,* Paris, 54 (1), 5-16.

*OEBALIA 1990 Suppl., Vol XVI-2: 619-622* ISSN 0392-6613

L.CASARETTO D.OTA R.PATZNER M.SEIWALD E.A.FERRERO
Dip. Biologia, Univ. Trieste; Inst. Biology, Univ. Ljubljana;
Inst. Zoologie, Univ. Salzburg.

# OSSERVAZIONI PRELIMINARI SUL COMPORTAMENTO RIPRODUTTIVO DI *ZOSTERISESSOR OPHIOCEPHALUS* (GOBIIDAE, PERCIFORMES).

**Abstract**

*The reproductive behaviour of Z.* ophiocephalus *in the laboratory is described. The following behavioural units are identified: approach, ♂ inviting the ♀ in the nest and producing sounds, demonstration by the ♂, egg-laying urged by the ♂, ♀ leaving the nest and fanning activity of the fertilized eggs by the ♂. Egg development takes 10 - 12 days at 17 C. Comparative data with other freshwater gobiid species are discussed.*

**Key-words**: Reproductive behaviour, *Zosterisessor ophiocephalus*.

## Introduzione

Il gobide *Zosterisessor ophiocephalus,* (PALLAS, 1811) a distribuzione tipicamente mediterranea, è specie frequente sui fondali melmosi a zostera delle lagune dell'alto Adriatico; ivi con i nomi locali di "gò" (Venezia) e "guato gialo" (Grado) è oggetto di pesca mediante nasse e, nel periodo invernale, con cattura diretta nelle tane ("gò da brasso"; PAGOTTO & CAMPESAN, 1980).

Il pesce sverna in tane verticali che possono raggiungere 1 m di profondità e 7 cm di diametro all'imboccatura. Nel periodo riproduttivo (Marzo - Maggio) costruisce tane orizzontali cupuliformi, immediatamente sottostanti il feltro dei rizomi delle fanerogame, fino a 50 cm di diametro e 20 di altezza con

concamerazioni laterali e più entrate. Tali tane vengono usate come nido per la deposizione delle uova che vengono attaccate a ciuffi sui rizomi di zostera pendenti dal soffitto.

La biologia ed il comportamento di Z. *ophiocephalus* sono stati sinora poco studiati (NINNI, 1938, 1941; PILATI, 1950; PAGOTTO & CAMPESAN, 1980; NASCI *et al.*, 1985). Limitate informazioni sono disponibili (NINNI, 1941) sul suo comportamento territoriale, aggressivo, di corteggiamento e deposizione ed ancor meno è noto circa il controllo endocrino e delle variabili ambientali sul suo ciclo riproduttivo.

Tali aspetti sono stati colti da un programma di ricerca in atto tra le Università di Ljubljana, Salzburg e Trieste.

Singoli individui, catturati con nasse, sono stati mantenuti separati in acquari di 40 litri con filtrazione a circuito chiuso e condizioni di fotoperiodo e temperatura simili a quelle naturali, substrato di sabbia grossolana per facilitare le osservazioni, rifugio in tubo di PVC e alimentazione ad libitum 2 volte alla settimana.

Dopo almeno 3 gg. d'ambientamento nella vasca di un animale ♀ "residente", veniva introdotta una ♀ "intrusa" di taglia comparabile (± 5 mm) e con evidente rigonfiamento del ventre indice di avanzata maturazione.

Sono state analizzate tra Marzo e Maggio 18 coppie, saggiate una sola volta, di cui 7 hanno manifestato comportamenti riproduttivi, 1 si è dimostrata aggressiva, 10 non hanno interagito. Nel primo caso l'osservazione si protraeva per l'intera durata del comportamento, negli altri invece era limitata a non più di 30 min. I suoni erano captati da un idrofono ed i comportamenti venivano videoregistrati.

*Comportamento riproduttivo.*

L'analisi dei filmati effettuata su schede precedentemente allestite ha permesso la ricostruzione dell'etogramma in cui si riconoscono le seguenti unità comportamentali :

*Approccio*

Il ♀ scuro, nel nido, dispiega le pinne appoggiato sulle pelviche, incurva dorsalmente la parte anteriore del corpo emettendo suoni, si dirige verso la ♀ e la tocca con la bocca. La ♀ piuttosto chiara ha le pinne dorsali percorse da "tremolio".

*Invito*

Il ♀ torna al nido, compie movimenti di scavo con il ventre e con la coda prende la sabbia con la bocca e la porta in prossimità o sulla ♀ che continua con il "tremolio" delle dorsali.

*Dimostrazione*

Il ♀ torna lentamente al nido, si capovolge e compie vari passaggi con il ventre sulla volta del rifugio, si raddrizza e appoggiato sulle pelviche incurvandosi emette suoni, si dirige verso la ♀ colpendola leggermente al ventre e agli opercoli.

*Deposizione*

La ♀ nuota lentamente verso il nido ed entra con la papilla genitale a contatto con la volta del nido depone le uova compiendo movimenti circolari (dura h).

*Sollecitazione*

Il ♀ durante la deposizione rimane nel nido, segue la ♀ nei movimenti/ a intervalli la colpisce leggermente al ventre e agli opercoli.

*Abbandono*

La ♀ con gli ovari svuotati è allontanata dal nido, diventa chiara e fugge gli eventuali attacchi aggressivi del ♀

In acquario le uova vengono cementate al substrato artificiale singole o a piccoli gruppi, su un solo strato. Il ♀ ventila le uova fino alla schiusa che si compie dopo 10-12 gg a 17° C.

Durante il "corteggiamento" i suoni, progressivamente più frequenti, vengono emessi dal solo maschio; sono accompagnati da evidenti vibrazioni del pavimento buccale, si estendono tra i 25 e i 500 Hz e presentano una frequenza fondamentale attorno ai 35-50 Hz.

Malgrado le differenze di habitat e di decorso temporale sia le sequenze di "corteggiamento" e di deposizione che l'emissione dei suoni trovano un parallelo nei gobidi d'acqua dolce *Gobius nigricans* (GIBERTINI *et al.,* 1986) e *Padogobius martensi* (TORRICELLI *et al.,* 1986).

## Ringraziamenti

Il presente lavoro è stato eseguito nell'ambito del programma di ricerca "Biologia del neritico adriatico" con finanziamento concesso dal M.P.I. (40%) al prof. E Ghirardelli. Gli autori sono particolarmente riconoscenti alla Dr. Elisabetta Danielli per l'elaborazione grafica, al Dr. G. Pavan per l'elaborazione dei suoni e al sig. G. Milani per la realizzazione del videotape.

## Bibliografia

GIBERTINI G., D'ONOFRIO E., ZERUNIAN S. (1986) - Prime osservazioni sul comportamento riproduttivo di *Gobius nigricans* (Pisces, Gobiidae). *Atti LI Congresso* U.Z.I., Roma.

NASCI C., CAMPESAN G., FOSSATO V.U. (1985) - Indici fisiologici e biochimici di stress in *Zosterisessor ophiocephalus* della Laguna di Venezia, *Oebalia* 11: 883-885.

NINNI E., (1938) - I *Gobius* dei mari e delle acque interne d'Italia, C.N.R. R. Comitato Talassografico Italiano, Venezia, *Mem.* CCXLII: 1-169.

MINNI E. (1941) - L'importanza e la disciplina della pesca del ghiozzo - go' *(Gobius ophiocephalus)* nelle lagune venete. *Boll. Pesca Piscicultura* 2: 355-369.

PAGOTTO G., CAMPESAN G. (1980) - Abitudini alimentari di specie ittiche della laguna di Venezia -I. *Atti Mus. Civ. Stor. Nat.* Trieste 32: 1-18.

PILATI C. (1950) - Osservazioni sull'apparato riproduttore e sulla gametogenesi nel *Gobius ophiocephalus* Pallas. *Arch. Zool. Ital.* 35 171-183.

TORRICELLI P, LUGLI M., GANDOLFI G. (1986) - A quantitative analysis of the occurrence of visual and acoustic displays during the courtship in the freshwater goby, *Padogobius martensi* (Gunther, 1961) (Pisces, Gobiidae). *Boll. Zool.* 53: 85-89.

*OEBALIA 1990 Suppl., Vol. XVI - 2: 623-625* ISSN 0392-6613

A. CASTELLI S. BECCHI R. CREMA
Dipartimento di Biologia Animale, Università di Modena, Via Università 4, I - 41100 Modena - Italia

# DISTRIBUZIONE VERTICALE DELLA MACROFAUNA DI FONDI MOLLI NEL PROFILO DEL SEDIMENTO

**Abstract**

Distribution of macrofauna along the substrate profile

*Distribution of muddy bottoms macrofauna in four layers (0-2 cm. 2-5 cm, 5-10 cm, 10-20 cm) along the substrate profile was studied. Polychaetes are the dominant group in the intermediate layers, while crustaceans and molluscs sharply decrease with the increasing depth. The analysis of Polychaetes shows that their distributional trend seems to be linked to the trophic habits of the collected species. The pattern of macrofauna distribution may be used for biological monitoring because it could be submitted to modifications caused by variation of environmental parameters.*

**Key-words**: Macrofaunal distribution -vertical profile- soft bottom - Adriatic Sea.

La distribuzione della macrofauna nel profilo verticale degli strati superficiali dei fondi molli potrebbe rappresentare un'elemento importante per la valutazione delle caratteristiche delle biocenosi bentoniche, se mostrasse un andamento correlabile nelle condizioni ambientali.

Allo scopo di valutare se l'andamento distributivo si manifesti secondo un trend definitivo, é stata presa in esame la distribuzione della macrofauna in tre stazioni situate ad una distanza di circa 500 m l'una dall'altra, su fondo fangoso ad una profondità di circa 15 m. L'area di prelievo é situata in alto Adriatico, nel litorale antistante Marina di Ravenna, a circa 10 miglia dalla costa.

In questo studio preliminare i prelievi sono stati effettuati mediante un box corer di 8 per 25 cm; per ogni stazione sono state effettuate sei repliche in modo da ottenere nel complesso un campione di sufficienti dimensioni. Il materiale raccolto in ogni replica è stato diviso in quattro strati lungo il profilo verticale, per analizzare la distribuzione della macrofauna: 0-2 cm, 2-5 cm, 5-10 cm, 10-20 cm.

L'analisi del numero di individui delle principali componenti della macrofauna che sono state rinvenute, ha messo in evidenza un diverso andamento lungo il profilo della numerosità dei policheti rispetto a quella degli altri due gruppi presi in considerazione, cioé i molluschi e i crostacei. I massimi valori di abbondanza della componente policheti sono stati costantemente riscontrati negli strati intermedi (secondo e/o terzo), in cui é presente l' 81.61 % del totale degli esemplari rinvenuti; i molluschi e i crostacei, invece, decrescono nettamente con l'aumento della profondità; tale diminuzione si verifica, di norma, già tra il primo e il secondo strato; nel primo strato é presente il 79.59% dei molluschi e il 68.65% dei crostacei. Solo in una stazione il massimo di abbondanza della componente crostacei si verifica nel secondo strato. Per quanto riguarda in particolar modo i molluschi, l'assenza di esemplari negli strati profondi può essere imputata anche al fatto che le ridotte dimensioni del box corer non facilitano la raccolta degli esemplari di grossa taglia presenti negli strati profondi. L'analisi più approfondita della componente a policheti, la cui distribuzione presenta una maggiore uniformità nelle stagioni esaminate, ha messo in evidenza la presenza di 35 specie; le specie dominanti risultano elementi tipici di fondi fangosi infralitorali come *A. groenlandica, A. claudiae, L. gracilis, L. latreilli, N. incisa; P. flava:* la distribuzione osservata, caratterizzata da un massimo di abbondanza numerica negli strati intermedi, é determinata in particolare dal fatto che tali specie appartengono per lo più alla categoria trofica dei limivori, dominanti su fondi fangosi infralitorali. I pochi filtratori superficiali presenti *(P. malmgreni P. flava* ecc.) sono confinati generalmente negli strati superficiali; la distribuzione lungo il profilo quindi risulta essere legata principalmente alle esigenze trofiche delle diverse specie, e, fatto di maggior rilievo, si manifesta secondo un'andamento correlabile con le caratteristiche ambientali (profondità, tipo di substrato ecc.).

Questa ipotesi é confermata dai dati derivanti da ricerche effettuate lungo le coste giapponesi, su fondi fangosi a diverse profondità (HAYASHI, 1986 ), da cui deriva un'andamento distributivo della macrofauna lungo il profilo del sedimento analogo a quello da noi riscontrato.

Diverse modificazioni ambientali sia di tipo fisico (aumento dell' idrodinamismo, sospensione e rideposizione, dragaggio ecc.) che di tipo chimico (arricchimento organico) si presentano però come potenziali agenti in grado di modificare l'andamento descritto e potrebbero essere quindi oggetto di monitoraggio biologico, importante mezzo di analisi ambientale (CREMA *et al.*, 1983), mediante un'approccio quale questo da noi proposto.

## Bibliografia

CREMA R., BONVICINI PAGLIAI A.M., COGNETTI VARRIALE A.M., MORSELLI I., ZUNARELLI VANDINI R. (1983) - Ruolo delle comunità bentoniche nel monitoraggio dell'ambiente marino costiero. Atti Congresso "Eutrofizzazione dell'Adriatico: Ricerche e linee di intervento": 76-88.

HAYASHI I. (1986) - Vertical distribution of macrobenthic organism in the sediment in Wakasa Bay, the Sea of Japan. In: Abstract presented to "2nd International Polychaete Conference" Copenhagen, 1986: p. 42.

*OEBALIA 1990 Suppl., Vol. XVI-2: 627-628* ISSN 0392-6613

O. CATTANI* A. DE ZWAAN** G. VITALI* M. MARCHIANI*
G. ISANI* P. CORTESI*
* Dipartimento di Biochimica, Sezione di Biochimica Veterinaria,
Università di Bologna
** Department of Experimental Zoology, Università di Utrecht

# EFFETTI DELL'IDROGENO SOLFORATO NELLA ANAEROBIOSI DI MOLLUSCHI BIVALVI DELL'ADRIATICO

**Abstract**

Hydrogen sulfide in anaerobiosis of Adriatic Bivalvia.

Scapharca inaequivalvis *in anoxic sea water or in an atmosphere of nitrogen survived longer than* Venus gallina, *but the presence of hydrogen sulfide reduces substantially* $LT_{50}$ *only in* Scapharca. *During 24 h anaerobiosis the values for energy charge decrease in both species and are not very affected by hydrogen sulfide. A consumption of aspartate and an accumulation of alanine, strombine and succinate are also observed. This latter end product results 4-6 times higher in* Venus, *while, with hydrogen sulfide, succinate continues to increase only in* Scapharca.

**Key-words**: Hydrogen sulfide, anaerobic metabolism, adriatic Bivalvia.

In condizioni di anaerobiosi i Molluschi Bivalvi presentano una notevole capacità di sopravvivenza ed un'ampia flessibilità metabolica con produzione di vari prodotti finali (alanina, succinato, propionato e opine). In nostre precedenti ricerche su due specie di Bivalvi nell'alto Adriatico *(Scapharca inaequivalvis* e *Venus gallina*) sono state evidenziate, in anossia, differenze relative alla sopravvivenza, alla regolazione della piruvato cinasi (un enzima chiave della glicolisi) ed alla composizione dei prodotti finali.

Sulla base di questi risultati é iniziato un programma triennale di ricerca finanziato dalla Cee con lo scopo di esaminare se la sopravvivenza alla anaerobiosi e le vie metaboliche possono essere influenzate dalla presenza di idrogeno solforato che può essere prodotto da batteri nei sedimenti marini anossici.

E' stata innanzitutto confermata una maggiore sopravvivenza di *Scapharca* rispetto a *Venus* durante l'anaerobiosi sperimentale, sia nella immersione in acqua deossigenata che nell'esposizione all'aria; quest'ultima condizione risulta più nociva in entrambe le specie. Nell'anaerobiosi in immersione la presenza dell'idrogeno solforato riduce notevolmente la resistenza di *Scapharca*, con una diminuzione del 40% della $LD_{50}$, mentre non sembra influenzare negativamente gli esemplari di *Venus.*

Per quanto riguarda la carica energetica, un parametro che rende conto dello stato energetico dei tessuti, sia in *Venus* che in *Scapharca* si può stabilire, negli animali di controllo il seguente ordine decrescente : piede > mantello > totale > muscolo. In anaerobiosi si nota una diminuzione della carica energetica, soprattutto nel muscolo, mentre non sono state notate grandi differenze tra la anaerobiosi in assenza e in presenza di idrogeno solforato in entrambe le specie.

Durante la anaerobiosi si osserva inoltre sia in *Venus* che in *Scapharca* consumo di aspartato e produzione di alanina e succinato, mentre la strombina viene prodotta in quantità molto inferiori a conferma di quanto riscontrato in nostre precedenti ricerche sulle due specie . Questo quadro metabolico é valido per tutti i tessuti esaminati e per l'animale in toto con differenze solo per quanto riguarda le quantità di metaboliti prodotti e consumati. E' interessante notare come in *Venus gallina* si manifesti un'elevata produzione di succinato, con valori che arrivano ad essere anche 4-6 volte maggiori di quelli corrispondenti di *Scapharca inaequivalvis* (totale e mantello).

Per quanto riguarda la presenza di idrogeno solforato nell'acqua di incubazione, si può osservare che, mentre in *Venus gallina* la produzione di succinato diminuisce, in *Scapharca inaequivalvis* aumenta.

Dal momento che la formazione di succinato porta ad una maggiore produzione di ATP, la presenza di idrogeno solforato potrebbe determinare una maggiore richiesta di energia da parte di *Scapharca* , in accordo con l'effetto riscontrato sulla sopravvivenza di questa specie. C'è tuttavia da rilevare che per avvalorare questa ipotesi bisogna attendere i risultati relativi alla determinazione, ancora in corso, del propionato, ulteriore prodotto finale anaerobico della via del succinato.

*OEBALIA 1990 Suppl., Vol. XVI-2: 629-631* *ISSN 0392-6613*

E. CECERE
Istituto Talassografico - C.N.R. - v. Roma, 3 - 74100 Taranto - Italia

# SULLA PRESENZA NEL GOLFO DI TARANTO DI UNA SPECIE NUOVA PER IL MEDITERRANEO: *SOLIERIA FILIFORMIS* (KÜTZING) GABRIELSON (RHODOPHYTA, GIGARTINALES).

**Abstract**

*Soliera filiformis* in Mediterranean Sea.

Soliera filiformis *(Kiitzing) Gabrielson was found in Mar Piccolo, Taranto. It was already found in 1922 and classified as* Gracilaria confervoides *Greville. The present, wich is the first report for Mediterranean Sea, suggests it may have been confused with* Gracilaria verrucosa *other times.*

**Key-words**: Algae, Solieriaceae, Mediterranean Sea

Nel quadro dello studio delle fitocenosi bentoniche del Golfo di Taranto è stata rinvenuta una Rodoficea che, per le sue caratteristiche morfologiche, anatomiche e riproduttive, è da ascrivere a *Soliera filiformis* (Kützing) Gabrielson (Solieriaceae, Gigartinales). Questa specie forma dei popolamenti bentopleustofitici molto estesi nel Mar Piccolo di Taranto.

Il genere *Soliera* sembra di origine indo-pacifica; più probabilmente delle coste sud-occidentali dell'Australia (GABRIELSON & HOMMERSAND, 1982).

Esso comprende otto specie, di esse erano state rinvenute in Mediterraneo *S. chordalis* (C. Agardh), J . Agardh e *S. dura* (Zanardini) Schmitz; la prima a Port-Said (ALEEM, 1950), la seconda a Marsiglia (CINELLI & GUGLIELMI, 1977) e nel Golfo di Napoli (DE MASI & GARGIULO, 1982). Sulla base degli areali è

probabile che *S. dura,* a distribuzione indo-pacifica, sia penetrata in Mediterraneo attraverso il Canale di Suez e *S. chordalis,* a distribuzione atlantica, attraverso lo Stretto di Gibilterra. Gli esemplari rinvenuti mostrano tallo cilindrico, con diametro da 0,5 a 2 mm. La ramificazione, al massimo del secondo ordine, è irregolarmente alterna, quasi monopoidale, con rami distribuiti radialmente, oppure unilaterale. I rami di primo e secondo ordine sono costretti alla base e presentano apici sempre acuminati. Le sezioni trasversali e longitudinali mostrano:

1) un cortex esterno di cellule ellittiche;
2) un cortex interno di cellule sferiche;
3) una zona midollare nella quale si distinguono filamenti assiali, lunghi e rettilinei, e filamenti rizoidali.

Gli esemplari mostrano una considerevole variabilità morfologica. Sono stati rinvenuti talli tetrasporiferi con tetrasporocisti zonate e di forma ovoidale. Non sono mai stati trovati gametofiti femminili e maschili.

L'esame dell'erbario della Prof. I. Pierpaoli, dalla stessa allestito negli anni in cui studiò la flora algale del Golfo di Taranto (PIERPAOLI, 1923), ha portato al rinvenimento del foglio numero 24 che conserva un esemplare morfologicamente simile a *S. filiformis*. Tale campione fu dalla stessa Pierpaoli raccolto nel Mar Piccolo nel 1922 e determinato come *Gracilaria confervoides* Greville. Lo studio anatomico di un segmento reidratato di tale tallo ha mostrato che trattasi di *S. filiformis*.

Questo taxon ha distribuzione atlantica. Esso è infatti presente lungo le coste dell'America Settentrionale, dalla Carolina del Nord (Onslow Bay, 34° 19' N, 76° 53' W), che rappresenta il limite settentrionale di distribuzione, allo stato di San Paolo in Brasile (23° 52' S, 46° 08' W), limite meridionale. Nell'Atlantico orientale *S. filiformis* è presente lungo le coste occidentali dell'Africa in Mauritania, Senegal, Ghana e Gabon. La sua distribuzione atlantica suggerisce, pertanto, che *S. filiformis*, come *S. chordalis*, sia penetrata in Mediterraneo attraverso lo Stretto di Gibilterra. Il ritrovamento di *S. filiformis* nel Golfo di Taranto è di particolare interesse biogeografico perchè estende l'areale di questa specie atlantica in Mediterraneo, contemporaneamente elevando il suo limite settentrionale di distribuzione. Inoltre, il ritrovamento del già citato foglio d'erbario induce a supporre che più volte *S. tenera* può essere stata confusa, ad un primo esame superficiale, con *Gracilaria verrucosa* e pertanto potrebbe essere molto più diffusa in Mediterraneo.

**Ringraziamenti**

Si ringraziano i proff. Perrone C. (Università di Bari), Cormaci M. e Furnari G. (Università di Catania) per la preziosa guida e collaborazione ed il Sig. Caciorgna O. (Talassografico di Taranto) per l'assistenza prestata.

## Bibliografia

ALEEM A.A. (1950) - Some new records of Marine Algae from the Mediterranean Sea. *Meddn. Goteborgs bot. Tradgard,* 18: 275-288.

CINELLI F., GUGLIELMI G. (1977) - Sur la présence, sur la cote des Albères (Pyrénées Orientales) d'une algue de la famille des Soliériacées (Rhodophycées, Gigartinales). *Vie Milieu,* 27, 2/A: 293-295.

DE MASI F., GARGIULO G. M. (1982) - "Solieria chordalis" (C. Ag.) J. Ag. (Rhodophyta, Gigartinales) en Méditerranée. *Allionia,* 25: 109-111.

GABRIELSON P. W., HOMMERSAND M. H. (1982) - The Atlantic species of *Solieria* (Gigartinales, Rhodophyta): their morphology, distribution and affinities. *J. Phycol.,* 18:31- 45.

PIERPAOLI I. (1923) - Prima contribuzione allo studio delle alghe nel Golfo di Taranto. *Rivista di Biologia,* V, VI: 1-19.

*OEBALIA 1990 Suppl., Vol. XVI-2: 633-637* *ISSN 0392-6613*

L. A. CHESSA* L. FLEBA** G. L. PINNA**
D. VACCA**

* Istituto Di Zoologia Dell'Università Di Sassari
** Ufficio Regionale Fauna- Società Cooperativa Alectoris

# CARTOGRAFIA BIOCENOTICA PRELIMINARE SULLE QUATTRO ZONE MARINE COSTIERE DELLA SARDEGNA INDICATE DALLA LEGGE 979/1982.

Il presente lavoro si inquadra nell'ambito delle ricerche già in atto in campo nazionale, su alcune zone marine indicate dalla legge 31/12/82, nº 979 ed è frutto di un'iniziativa della Regione Autonoma della Sardegna- Ufficio Regionale Fauna, dell'Assessorato Regionale Difesa Ambiente, in collaborazione con ricercatori dell'Istituto di Zoologia dell'Università di Sassari. La ricerca è relativa alle seguenti riserve marine proposte: Penisola del Sinis, Isola di Mal Di Ventre, Capo Caccia- Isola Piana, Isola di Tavolara - Capo Coda Cavallo, Golfo di Orosei - Capo di Monte Santo(Fig. 1).

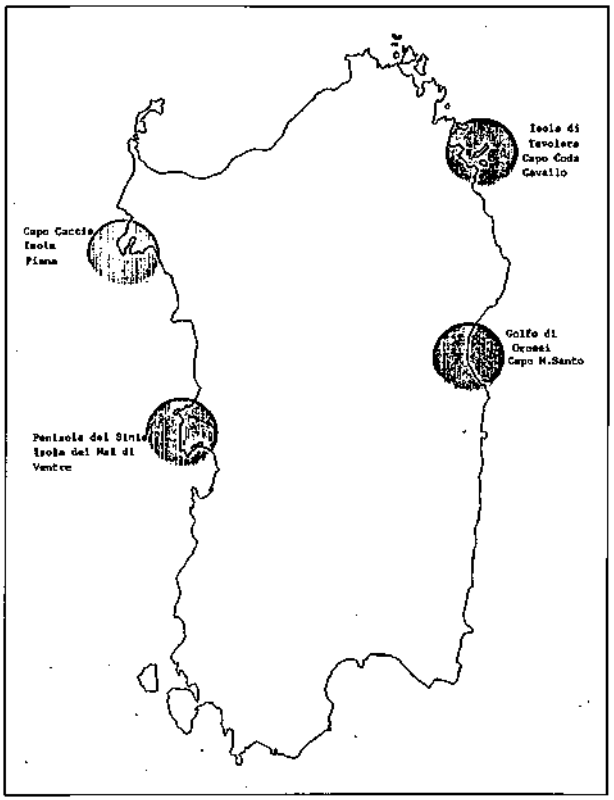
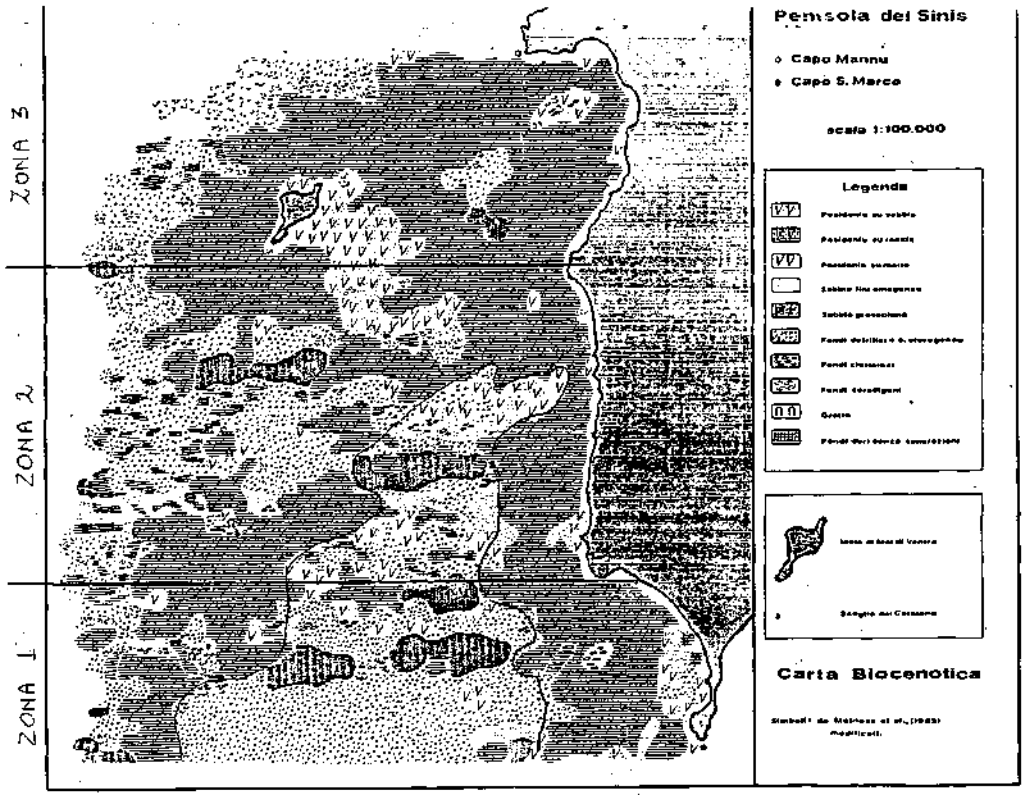



**Fig. 1** - Le riserve indicate dalla legge 979/82.

## Materiale e metodi

Le ricerche in campo sono state svolte nel periodo compreso da maggio a settembre 1987. L'esplorazione dei biotopi è stata estesa fino alla batimetrica dei 50 m (Sinis e Capo Caccia) e fino al limite inferiore della Posidonia (Tavolara e Orosei). Nel Sinis sono stati effettuati in 3 zone (Fig. 2), 39 transetti paralleli distanziati di 500 m, 942 rilevamenti e 1006 letture batimetriche.




Su un reticolo costituito da transetti ed i punti di stazione del singolo transetto sono state effettuate osservazioni riguardanti la distribuzione dei popolamenti bentonici con riguardo particolare allo stato vegetativo della prateria di *Posidonia oceanica* (L.) Delile.

Su Capo Caccia, in 18 transetti (anche in questo caso distanziati di 500 m) sono state compiute 72 osservazioni tra i 35 e i 50 m, 18 percorsi subacquei filmati tra i 35 m e la superficie e 72 rilievi batimetrici.

Nel golfo di Orosei e a Tavolara, è stata svolta invece una prima indagine esplorativa rispettivamente su 8 e 4 transetti percorsi longitudinalmente con l'acquaplano.

I risultati della ricerca, che ha richiesto complessivamente oltre 600 ore di lavoro in mare, sono riassunti nelle figure e tabelle di seguito riportate.

## Discussione

*Penisola del Sinis- Isola di Mal di Ventre:* l'analisi del complesso dei dati raccolti "in situ" (Fig. 2) ha consentito di affermare quanto segue: i substrati duri nella prima e nella seconda zona, sono rappresentati da rocce per lo più pianeggianti, a tavolato o a grandi lastroni con spaccature e anfratti; sono state riscontrate altresì emergenze rocciose con pareti verticali di 2-3 m. Nella terza zona i fondi rocciosi sono invece rappresentati prevalentemente da grandi massi, particolarmente in corrispondenza dell'isola di Mal di Ventre.

Lo stato della prateria di *P. oceanica* è complessivamente buono, ossia la prateria è vitale e, fino ai 30 m circa, si presenta piuttosto densa con altezza fogliare compresa tra i 40 e 60 cm. La matte, laddove riscontrata, presenta altezze variabili dai 20, 40 cm fino ai 3 m in prossimità dell'isola di Mal di Ventre, dove peraltro è stata osservata un'area in cui la prateria assume conformazione ad atollo (transetto nº 29 osservazione 16 - 39° 58' 43" N - 8° 20' 52" E).

Nell'intera area è stata osservata una distribuzione prevalente a macchie più o meno estese di *P. oceanica,* laddove la distribuzione è continua si trovano alcune zone sabbiose interprateria. Il maggior grado di ricoprimento si osserva dai -10 ai -28 m. Per quanto attiene lo stato della prateria, su 155.25 Kmq esplorati, in 3,2 Kmq sono stati riscontrati rizomi messi a nudo e piante con foglie strappate in seguito a pratiche di pesca a strascico.

*Capo Caccia - Isola Piana:* Per la particolare conformazione geomorfologica nel Promontorio di Capo Caccia si riscontrano, nella sua parte esterna, alto fondali relativamente vicini alla costa, mentre nella parte interna, che delimita la Baia di Porto Conte, il fondo degrada più dolcemente. Di conseguenza la prateria, lungo i transetti esterni al promontorio, ha un'estensione limitata per lo più ad una fascia parallela alla costa compresa tra le curve batimetriche dei 25 e 35 m e si presenta prevalentemente con una distribuzione a chiazze di alcuni mq. Sovente si riscontrano ciuffi di *Posidonia oceanica* sulle cime dei massi di caduta presenti sul fondo. La *P. oceanica* non è mai stata osservata su matte. Tra i 40 e i 50 m di profondità sono stati rilevati prevalentemente fondi sabbiosi di tipo detritrico e grossolano. Lungo i transetti interni invece si ha un'estensione maggiore della prateria di *Posidonia* e tra i 40 e i 50 m di profondità si riscontrano sabbie fini e omogenee e limo.

Relativamente alla fauna sono state osservate in alcuni punti stazione numerosissimi esemplari di *Spatanqus purpureus* (O. F. Muller) (Tr. 50:

40° 34' 16" N/8°08' 50" E; Tr. 51: 40° 35' 40" N/8°08' 33" E; Tr. 52: 40° 35' 85" N/8° 07' 15" E) che ricoprivano il fondale per notevoli estensioni; qualche esemplare di *Bonellia viridis* e alcune colonie di *Paramuricea clavata* (Risso) nelle osservazioni tra i 30 e i 35 m dei transetti nº 43 e 44.

*Isola di Tavolara - Capo di Coda Cavallo:* In quest'area la distribuzione di *P. oceanica* è per lo più a chiazze sul limite superiore ed inferiore, con la presenza di alcune zone sabbiose interprateria, lungo il transetto. La prateria si presenta in buono stato. Va rilevato che i fondi duri, essenzialmente costituiti da grandi massi granitici, sono scarsamente concrezionati: dominante è la presenza di spugne incrostanti (*Anchinoe sp., Crambe crambe Vosmaer,* etc).

*Golfo di Orosei - Capo di Monte Santo:* In questa zona, conseguentemente all'andamento della costa, è stata osservata una certa diversificazione dei fondali e dei biotopi in essa presenti, sia come composizione che come distribuzione. Nel transetto n. 62, la prateria di *Posidonia oceanica* ha inizio a trenta metri di profondità, considerando che tale transetto interessa la zona della foce del fiume Cedrino il fatto è imputabile all'immissione di acque dolci in sua corrispondenza. Lungo transetti nº 63-64-65-66-67 la prateria la si riscontra sia su sabbia che su matte e su roccia; ha una distribuzione abbastanza uniforme. Nei transetti nº 68 e 69 sono stati riscontrati notevoli terrazzamenti delle matte, orientati verso occidente, talora alti oltre i due metri.

## Conclusioni

Penisola del Sinis: é possibile sulla base del presente studio, ipotizzare la delimitazione di un' area da sottoporre a gradi differenti di tutela (Sistema Isola di Mal di Ventre-Secca di Mezzo-Scoglio del Catalano; Promontorio di Capo Mannu e Oasi di Turre Seu) (Zona A) è un'area non idonea ad assolvere le funzioni di riserva (Zona B)

Relativamente al Promontorio di Capo Mannu si propone di estendere il limite del vincolo a mare oltre l'isobata dei 50 m. al fine di comprendere i popolamenti di Corallo rosso (*Corallium rubrum)* (Linneo).

*Capo Caccia:* l'intero tratto costiero indicato a termini di legge presenta caratteristiche ecologiche tali da renderlo altamente idoneo a fungere da riserva marina. Tuttavia, l'area considerata, è a nostro avviso di estensione troppo limitata per cui riteniamo opportuno proporre l'estensione dei limiti dei vincoli a Nord da Punta della Guixera e, alla Rada di Porto Conte e al Promontorio di Punta Giglio, fino a Capo Galera a Est.

*Golfo di Orosei e Isola di Tavolara:* sebbene non sia ancora possibile indicare un'esatta delimitazione biocenotica dei popolamenti bentonici, ciò nondimeno queste zone presentano notoriamente requisiti ecologici tali da includerle tra le aree più interessanti dell'Isola da proporre quali riserve marine. Il Golfo di Orosei, in particolare, rappresenta per l'Italia il sito ultimo di possibile riproduzione della foca monaca *(Monachus monachus* Herm).

*OEBALIA 1990 Suppl., Vol. XVI-2: 639-641* *ISSN 0392-6613*

C. CHIMENZ
Dipartimento di Biologia Animale e dell'Uomo, Università "La Sapienza",
Viale Università, 32, 00185 Roma, Italia.

# PICNOGONIDI DI FONDO MOBILE DEL GOLFO DI POLICASTRO

**Abstract**

Soft bottom Pycnogonida from the Gulf of Policastro (Italy).

*In the course of researches on benthic fauna of soft bottom in the Gulf of Policastro 217 specimens of* Pycnogonida *were found, belonging to three species. The dominant species is* Ascorhynchus arenicola, *a typical soft bottom dweller (with a preference for fine sand); very abundant is also* Anoplodactylus petiolatus, *a wide distributed species, common both in hard and in soft substrata, but more frequently associated with muddy bottoms; while* Endeis spinosa *is represented by one specimen only.*

**Key-words**: Pycnogonida, soft bottom, taxonomy.

Nel corso di un'indagine sui popolamenti bentonici di fondo mobile del Golfo di Policastro, effettuata dal Laboratorio di Ecologia benthos di Ischia, sono stati raccolti numerosi esemplari di Picnogonidi. Ci sembra utile esporre i dati relativi alla fauna a Picnogonidi di quest'area, che non ci risulta sia stata studiata fino ad ora. La conoscenza di questo taxon é infatti piuttosto frammentaria: i popolamenti di alcune aree sono stati ben studiati, mentre per altri i dati sono sporadici o assenti; sono inoltre più numerosi i dati riguardanti i substrati duri superficiali , rispetto a quelli mobili, sia in superficie che a maggiori profondità. Per aree prossime a quelle in oggetto del nostro studio, sono noti, oltre al lavoro di

DOHRN (1881) sul golfo di Napoli, quelli di CHIMENZ *et al.* (1978) sulla Grotta del Mago (Ischia) e di CHIMENZ e COTTARELLI (1986) sul Golfo di Salerno.

I campionamenti sono stati effettuati nel giugno 1982 in 32 stazioni lungo 5 transetti, 3 (detti Mi, Ni, Ma,) perpendicolari alla costa, in corrispondenza delle foci di due fiumi, e 2 (Gi, Ri), all' incirca paralleli alla costa, in corrispondenza di una prateria a *Caulerpa prolifera.*

In 9 delle 32 stazioni sono stati trovati Picnogonidi, in totale 217 individui appartenenti a 3 specie (tab. 1): la più numerosa é *Ascorhynchus arenicola*

| substrato | | sfa | sfi | ss | ss | sfi | sfa | sfi | sfa | sfi | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| profondità m | | 2 | 22 | 30 | 30 | 8 | 26 | 4 | 20 | 25 | |
| stazione | | Ri2 | Ni3 | Ni4 | Ma3 | Ma6 | Gi1 | Gi6 | Gi7 | Gi10 | tot. |
| A. arenicola | ♂ | | 36 (14) | 14 (6) | | 1 | | | 3 | 1 | 55 |
| | ♀ | 1 | 32 | 5 | | 2 | | (2) | 1 | 1 | 44 |
| | j | | 15 | 14 | | 3 | | 1 | 1 | 4 | 38 |
| A. petiolatus | ♂ | 1 | | 31 | | | 2 | | | | 34 |
| | ♀ | | 2 | 35 (2) | 5 | | 3 | | | | 45 |
| E. spinosa | ♀ | | 1 | | | | | | | | 1 |
| | tot. | 22 | 86 | 99 | 5 | 6 | 6 | 3 | 5 | 6 | 217 |

Tab.l - sfa: sabbia fangosa; sfi: sabbia fine; ss: sabbia siltosa. I numeri tra parentesi indicano gli individui ovigeri.

(Dohrn, 1881), con 137 individui, dei quali 55 maschi (20 ovigeri), 44 femmine (2 mature) e 38 giovani chelati. Questa specie é anche la più diffusa (presente in 7 stazioni); é particolarmente abbondante nelle stazioni Ni3 (sabbia fine) e Ni4 (sabbia siltosa); alcuni individui sono stati trovati inoltre nella prateria a *C. prolifera*. *Anoplodactylus petiolatus* (KROYER, 1844) é anch'esso numeroso: 79 individui, dei quali 34 maschi e 45 femmine (due mature); questa specie é molto numerosa nella stazione Ni4, mentre é sporadica nelle altre, incluse quelle con *C. prolifera*. *Endeis spinosa* (MONTAGU, 1808) é presente con una femmina nella stazione Ni3. In totale, il maggior numero di individui é stato rinvenuto nelle stazioni situate tra i 20 e i 30 m di profondità, in particolare nella Ni4 (30 m, caratterizzata da sabbia siltosa con molto detrito vegetale), e nella Ni3 (22 m, sabbia fine con poco silt).

Il popolamento a Picnogonidi dell'area studiata é dunque almeno per quanto riguarda il materiale esaminato quantitativamente abbondante, ma paucispecifico, in accordo con quanto risulta dalla letteratura; é noto che il maggior numero di specie di Picnogonidi é associato ai substrati duri, che ospitano popolamenti di alghe e invertebrati sessili, ai quali questi organismi sono legati (ARNAUD & BAMBER, 1987). Delle 3 specie registrate, la dominante é *A. arenicola*, com'era

già stato osservato per il golfo di Salerno (CHIMENZ & COTTARELLI, 1986). Considerata tipica di fondo mobile ed in particolare di sabbia fine, essa presenta un habitus caratteristicamente psammofilo: appiattimento dorso-ventrale; forma cilindrica degli articoli delle zampe, muniti lateralmente di setole lunghe e sottili: allungamento dei processi laterali, che aumenta la superficie portante, permettendo così la reptazione sul substrato sabbioso (ARNAUD, 1987). *A. petiolatus* si trova su svariati tipi di substrato, sia duri che mobili, con una preferenza per i biotopi detritici, con o senza fango; sperimentalmente è stato rilevato un opportunismo alimentare, che può spiegare la presenza di questa specie in diversi ambienti, ed in particolare sui substrati fangosi (ARNAUD & BAMBER, 1987). *E. spinosa* si trova spesso associata a popolamenti algali e ad invertebrati sessili su substrati duri ed è presente anche nel "fouling" (ARNAUD, 1987; CHIMENZ *et al.*, 1979).

La conoscenza delle caratteristiche delle altre componenti bentoniche nell'area in esame potrà utilmente completare le informazioni sull'ecologia dei Picnogonidi e in particolare sui loro rapporti trofici; riteniamo comunque che i dati esposti siano utili per una più diffusa conoscenza di questo taxon nel Mediterraneo.

**Bibliografia**

ARNAUD F. (1987)- Les Pycnogonides (Chelicerata) de Méditerranée: distribution écologique, bathymétrique et biogéographie. *Mesogee, 41:* 37-58.

ARNAUD E, BAMBER R.N. (1987)- The biology of Pycnogonida. *Adv. mar. Biol., 24:* 1-96.

CHIMENZ C., BRIGNOLI P., BASCIANO G. (1979)- Pantopodi del porto di Civitavecchia e dintorni (Italia centrale). *Cah. Biol. Mar.,* XX: 471-497.

CHIMENZ C., COTTARELLI V. (1986)- Soft bottom Pycnogonida from the Gulf of Salerno (Italy). *Oebalia,* XIII, N.S.: 132-146.

CHIMENZ GUSSO C., FRESI E., CINELLI F., MAZZELLA L., PANSINI M., PRONZATO R. (1978) - Evoluzione delle biocenosi di substrato duro contro un gradiente di luce in una grotta marina superficiale. II. Pantopoda. *Mem. Biol. Marina Ocean.,* VIII, IV: 91-103.

*OEBALIA 1990 Suppl., Vol. XVI-2: 643-645* ISSN 0392-6613

F. COLLOCA A. BELLUSCIO P. SCHINTU G.D. ARDIZZONE
Dipartimento di Biologia Animale e dell'Uomo - Università " La Sapienza" Viale dell'Università 32 - 00185 Roma - Italia.

# ALIMENTAZIONE DEI TRIGLIDAE DEL TIRRENO CENTRALE

**Abstract**

Feeding Habit of searobins in central tyrrhenian sea

*Feeding habit four species of Searobins* (Lepidotriglia caviillone, Triglia lucerna, Aspitriglia cuculus, Aspitriglia obscura) *were investigated in Central Tyrrhenian Sea, since 1985 to 1987.*

*Stomach conten analysis was carried out by means of occurrence and numerical methods. Crustaceans were the most important preyes in all the searobins investigated, little benthonic fishes and Sepiolidae were also preyed by* T. lucerna *and* A. cuculus.

*Prey and predatory size and depth resulted the main factors influencing the diet.*

**Key-words:** Triglidae, Feeding habit, Tyrrhenian Sea.

Tra le specie ittiche catturate mediante campagne di pesca a strascico sperimentali effettuate nell'ambito del progetto di ricerca "Valutazione delle risorse demersali" (finanziamento Ministero Marina Mercantile) nel tratto di mare compreso tra Torvaianica e la foce del fiume Garigliano, si sono rivelate piuttosto abbondanti quattro specie di Triglidae: *Lepidotrigla cavillone, Trigla lucerna, Aspitrigla cuculus, Aspitrigla obscura.* Alcuni aspetti della loro biologia sono ancora poco noti e con il presente lavoro vengono forniti alcuni dati preliminari sul regime alimentare delle specie suddette nel Tirreno centrale.

Le campagne di pesca sono state effettuate, entro la batimetrica dei 700 m, nei mesi di aprile e settembre dal 1985 al 1987 secondo le modalità riportate da

ARDIZZONE *et al.* (1988). Per lo studio della dieta sono stati utilizzati gli indici di percentuale numerica (Pn) e di frequenza (F) (HISLOP, 1980) considerati per stagione e per gruppi di taglia.

*L. cavillone* (141 stomaci esaminati, di cui 35 vuoti) é stata catturata a profondità comprese tra 32 e 190 m. La sua dieta si basa essenzialmente sui Misidacei *Gastrosaccus normani* (F=71, Pn=62.4) e *Lophogaster typicus* (F=63.3, Pn=22.6) cui si aggiungono in estate gli *Anfipodi Oedicerotidae* (F=52.1, Pn=16.1) e *Decapodi Portunidae* (F-= 44.4, Pn=1.6) e *Crangonidae* (F=31.7, Pn=2.8) e le *larve Megalope* (F=39.3, Pn=16.9).

*T. lucerna* (135 stomaci esaminati, di cui 22 vuoti) é presente da 8 m fino ai 180 m. di profondità. In primavera la sua alimentazione é basata essenzialmente sul Misidaceo G. *sanctus* (F=81, Pn=76.7), sul Crangonidae *Philocheras monacanthus* (F=35.1, Pn=8.0) e sul Portunidae *Liocarcinus vernalis* (F=35.1, Pn=4.9), mentre in estate le prede più frequenti sono i Teleostei Callionymidae (F=56, Pn=35.2) e i Decapodi Reptanti (F=51.5, Pn=37.6).

*A. culcus* (11 stomaci esaminati, di cui 15 vuoti), é distribuita tra 36 e 274 m., mostra una dieta fondata essenzialmente sul Misidaceo *L. typicus* (F=68, Pn=28 in primavera, F=63.8, Pn= 53 in estate) e sui Cefalopodi (F= 30 in entrambe le stagioni) mentre Decapodi Natanti e Teleostei svolgono un ruolo accessorio.

*A. obscura* (75 stomaci esaminati, di cui 6 vuoti), é stata catturata tra 20 e 140 m. Nel periodo estivo la sua alimentazione si basa sui Misidacei *G. normani* (F=29.4, Pn=42.7) e *L. typicus* (F=11.5, Pn=4.2) e sui Decapodi Crangonidae (F=71.8, Pn=18.5) e Portunidae (F=36.7, Pn=12.6). Scarsamente importanti sono gli Ostracodi, gli Anfipodi e le larve Megalope.

L'analisi complessiva della dieta delle specie esaminate evidenzia un pattern nutrizionale comune basato essenzialmente sui Crostacei. Di essi si nutrono pressoché esclusivamente *L. cavillone* e *A. obscura*, mentre *T. lucerna* e *A. cuculus* predano con frequenza anche piccoli Teleostei bentonici e Cefalopodi Sepiolidae. Emerge anche con chiarezza la dipendenza trofica dei Triglidae studiati dalle caratteristiche dei popolamenti bentonici, la maggior parte delle specie predate vive infatti a contatto con il substrato e ha la capacità di affossarvisi.

L'analisi fattoriale delle Corrispondenze (Fig. 1) effettuata utilizzando l'indice di frequenza ha evidenziato come fattori principali che influenzano il regime alimentare delle specie esaminate la profondità e le dimensioni medie di prede e predatori. Infatti la dieta si modifica durante la crescita per la preferenza verso prede di dimensioni progressivamente crescenti all'aumentare della taglia dei pesci e stagionalmente in relazione con i differenti pattern di distribuzione batimetrica e con la differente composizione in classi d'età tra estate e primavera.

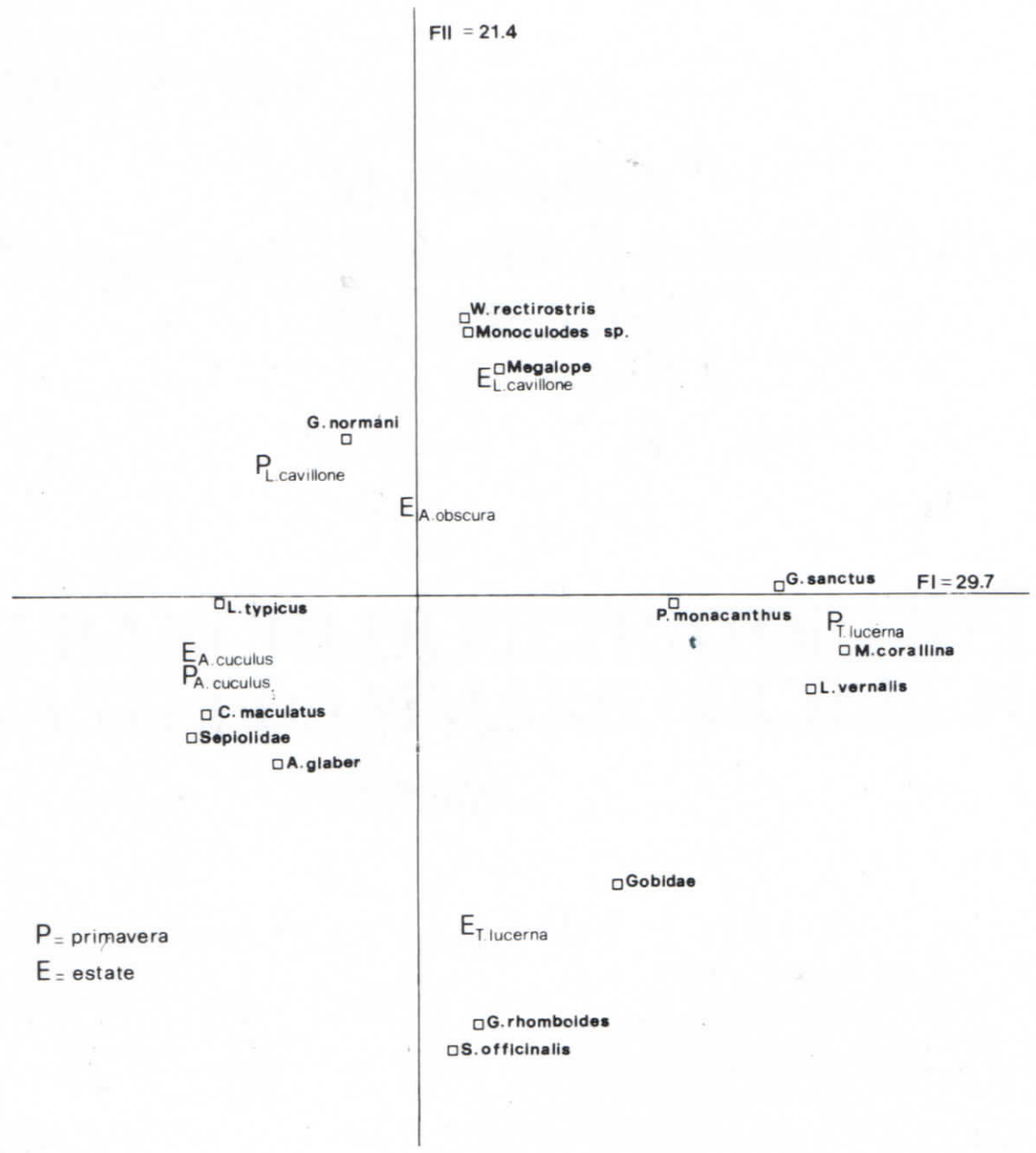



**Fig. 1** - Analisi Fattoriale delle Corrispondenze effettuata utilizzando la frequenza di rinvenimento delle prede. Le specie preda riportate sono quelle che forniscono un maggior contributo all'inerzia degli assi.

## Bibliografia

ARDIZZONE G. D., BELLUSCIO A., SCHINTU P., GRAVINA F., MAJ R., SCALETTA F. E COEN R., (1988) - Valutazione delle risorse demersiali del Tirreno centrale. Risultati preliminari delle campagne di pesca del 1985. Zona Torvaianica - foce fiume Garigliano. *Atti seminari delle unità operative responsabili dei progetti di ricerca promossi nell'ambito dello schema preliminare di piano per la pesca e l'acquacoltura, Vol. 3* (Sessione valutazione risorse demersali). Ministero Marina Mercantile, C.N.R. Roma 10-11 Novembre 1986: 1237-1269.

HYSLOP E.J. (1980) - Stomach contents analysis - a review of methods and their application. *J. Fish Biol.*, **17**: 411-429.

*OEBALIA 1990 Suppl., Vol. XVI-2: 647-650* ISSN 0392-6613

G. D'ANNA M.P. SPARLA S. RIGGIO
Istituto di Zoologia dell'Università di Palermo, Via Archirafi, 18
90123 Palermo

# NOTE SUI BANCHI DI FILTRATORI NEL GOLFO DI CASTELLAMMARE (SICILIA N/W)

**Abstract**

Filter feeders along the coast of N/W Sicily.

*A heavy eutrophication induced by domestic and industrial outflows supports the onset and growth of extensive mussel beds as well as of hermelles of S.* alveolata *in the eastern sector of the Gulf of Castellammare. Results of a mapping of both settlements are reported. Notes on their distribution with depth and details on the biotic associations are added. Mussels gather in vicinity of sewers and freshwater streams;* M. galloprovincialis *is replaced by* M. minimus *in cleaner waters. Growth of* S. alveolata *causes competitive elimination of* Posidonia oceanica.

**Key-words**: Benthos, eutrophication, *M. galloprovincialis, M. minimus,* Polychaeta.

## Premessa

Da circa un ventennio nel Golfo di Castellammare è in corso una trasformazione delle biocenosi litoranee, correlabile con l'inizio e lo sviluppo di attività industriali e con l'aumento della pressione antropica (D'ANNA *et al.*, 1985). In coincidenza con l'aumento dell'eutrofizzazione, i popolamenti costieri originari sono stati sostituiti da banchi di mitili e da "hermelles" di *Sabellaria alveolata* (Polychaeta Sedentaria).

## Metodologie

Sono state mappate con frequenza stagionale le aree colonizzate dai filtratori in 5 stazioni litoranee distribuite presso le foci dei corsi d'acqua maggiori e dei maggiori collettori fognari. Sono state inoltre compiute analisi bionomiche e biometriche dei banchi di bivalvi e delle "hermelles" di Sabellaria.

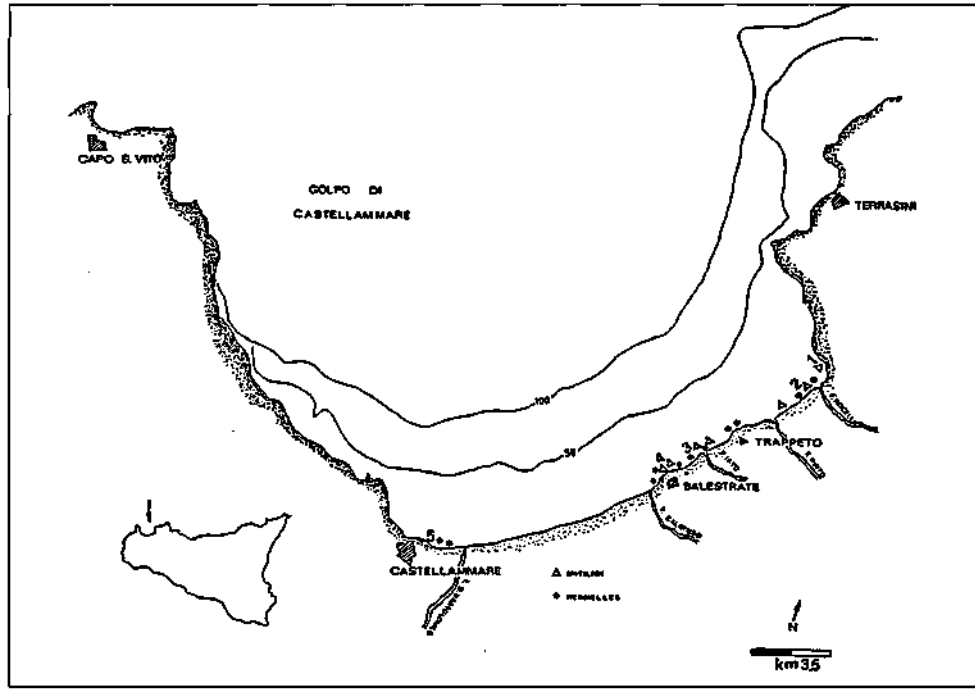



**Fig. 1** - Distribuzione dei banchi di filtratori lungo la costa

*Banchi di Mitilidi*

*Mytilaster minimus* è comune lungo tutta la costa, e si rarefà in presenza di *M. galloprovincialis* che domina presso gli scarichi. La distribuzione (fig. 1) dei banchi è la seguente: 1) Insediamento a circa 300 m ad Ovest del Nocella - i bassi spuntoni calcarenitici affioranti sono ricoperti dall'alga rossa *Corallina officinalis* e da *M. galloprovincialis* di dimensioni medie oltre i 5 cm - 2) Banchina litoranea a 500 m dalla foce del Nocella - la facies a *C. officinalis* è dominante, insieme con *M. minimus. M. galloprovincialis* è poco frequente e di dimensioni modeste. - 3) Banco di mitili ad Ovest della foce dello Jato si estende su una serie di piattaforme calcarenitiche ricoperte da *C. officinalis: sui* talli si fissa *M. galloprovincialis* che in un ciclo annuale raggiunge i 5-6 cm - 4) Popolamento misto a *M. minimus e M.*

*galloprovincialis* presso Balestrate, in prossimità dello scarico fognario, su calcareniti ricoperte da Ulvales.

*Hermelles a* Sabellaria alveolata

Sono state campionate in tre stazioni litoranee. La superficie stimata dell'area ricoperta dalle hermelles ammonta a circa 0.5 hr, per uno spessore medio di 0.8 m. La profondità massima raggiunta è 6 m. Le formazioni maggiori sono: 1) Banchi di S. Cataldo (foce del Nocella) - le hermelles costituiscono una piattaforma continua in superficie e si accrescono per circa 50 m al largo. 2) Banchi alla foce dello Jato - sono del tutto simili alle precedenti. Hanno inizio a 2 m - 3) Banchi a ponente di Balestrate - si alternano alle mattes isolate di *Posidonia oceanica* morente e a depressioni ricche di detrito grossolano. La loro espansione avviene a danno della stessa *Posidonia,* i rizomi della quale sono soffocati dall'avanzamento dei banchi. Più a largo una serie di bassi scogli ricoperti dalle masse algali dello *Pterocladio - Ulvetum* è invaso dalla *C. officinalis,* che convive con *M. galloprovincialis* e *M. minimus* fino alla profondità di 2 m. Numerosi sono i Policheti Erranti e Sedentari; fra i Crostacei prevalgono i Decapodi con *Galatheidae* e *Paguridae.* I *Buccinidae,* i *Turridae* e i *Muricidae* dominano fra i Molluschi Gasteropodi. I Bivalvi sono rappresentati da *Lima* sp. e dagli Arcidae. Entro l'isobata di 10 m i banchi di *Sabellaria* sono la biocostruzione più ricca e diversificata, e sono un pabulum preferito dalle popolazioni ittiche. Oltre i -12 m il fondale è di sabbie fini con alte percentuali di colloidi organici. Le acque sono generalmente torbide ed il Posidonieto è in netta regressione.

Conclusioni

I dati ottenuti nel Golfo di Castellammare e in altre aree indicano che la colonizzazione a *M. galloprovincialis* sulle coste della Sicilia coincide con l'arricchimento delle acque costiere con reflui domestici ed industriali ad elevata componente organica (industrie enologiche, conserviere, ecc.) e con la presenza al largo di fondi mobili con accumuli di materiale organico particolato. Sembra essenziale anche l'afflusso di acque dissalate. L'avanzata dei banchi di mitili e delle hermelles comporta l'arretramento del posidonieto. *M. galloprovincialis e M. minimus* sono in probabile competizione e sembrano escludersi mutuamente.

## Bibliografia

D'ANNA *et al.,* 1985 - Lineamenti bionomici dei banchi di Mitili nel Golfo di Castellammare (Sicilia occidentale) *Oebalia,* vol. XI, N. S. : 389 -399.

*OEBALIA 1990 Suppl., Vol. XVI-2: 651-653* ISSN 0392-6613

P. DEL NEGRO
Laboratorio di Biologia Marina, Strada Costiera, 336 - 34010 Trieste

# OSSERVAZIONI SULLA PRESENZA DI SCIFOMEDUSE NEL GOLFO DI TRIESTE NEL BIENNIO 1986-1988

Key-words: jellyfish, Adriatic Sea.

Nell'ambito degli studi sulle meduse condotti dal Cimam, si é sentita la necessità di approfondire le conoscenze sulle specie di Scifomeduse presenti in Adriatico. Inizialmente é risultata particolarmente importante l'acquisizione di una visione aggiornata della presenza e della distribuzione di tali macroplanctonti.

A questo proposito é stato effettuato un monitoraggio giornaliero delle specie presenti nel Golfo di Trieste con la collaborazione dalla Cooperativa Pescatori "S. Vito" di Marano Lagunare (Udine) che esercita la pesca a strascico (4 cale giornaliere) nella fascia delle tre miglia tra Grado e Punta Tagliamento nel Golfo di Trieste. E' stata utilizzata una rete di 35 m di lunghezza e 12.5 m di apertura con una maglia di 40 mm ma in primavera-estate e di 12 mm in autunno-inverno.

In Fig. 1 è riportata la distribuzione mensile delle specie presenti nel Golfo di Trieste espressa come numero di esemplari presenti in rete per ora di pesca. Si può osservare come alla scomparsa, in tutto l'Adriatico (PICCINETTI e PICCINETTI MANFRIN, 1987), di *Pelagia noctiluca* dall'agosto 1986 non sia seguita una fase di bloom per altre specie fatta eccezione per un'incremento di *Rhizostoma pulmo* nella primavera 1987. I dati evidenziano un'andamento ricorrente nella presenza di *R. pulmo* con minimi invernali e massimi primaverili che ricalca la situazione del triennio precedente nella stessa zona di pesca (GIORGI *et al.,* 1985). Questi dati si discostano leggermente da quanto sostenuto da RIEDL (1963) che segnalava aumenti della presenza di *R. pulmo* in Adriatico anche nel periodo invernale. La presenza di *Aurelia aurita* é limitata al periodo febbraio-giugno e non presenta fluttuazioni d'intensità da un anno all'altro come osservato invece in altri mari (RUSSEL, 1970). *Cotylorhiza tuberculata* é presente da Novembre ad Aprile e tale andamento si discosta dalle osservazioni di numerosi autori che segnalavano presenze cospicue nell'Adriatico da agosto ad ottobre (AVIAN, 1986).

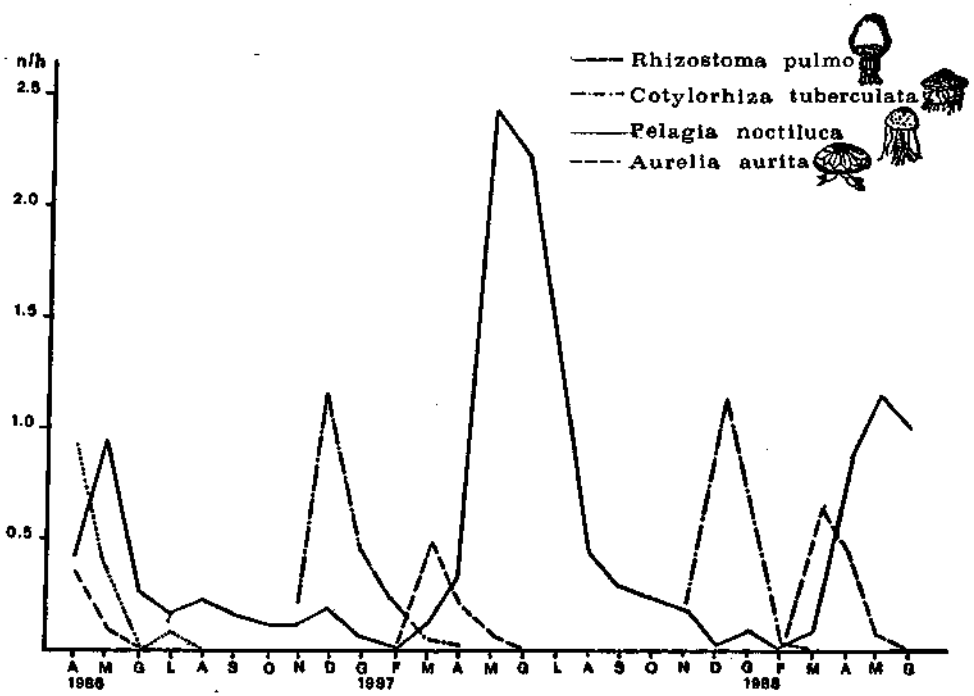



**Fig. 1**

## Summary

*In this first report a monitoring of jellyfish abundance in the Gulf of Trieste (Italy) are given. The species found are:* Pelagia noctiluca, Rhizostoma pulmo, Aurelia aurita *and* Cotylorhiza tuberculata.

## Bibliografia

AVIAN M., (1986), *Nova Thalassia* 8 (2) : 45-58.

GIORGI R., AVIAN M., DE OLAZABAL S., ROTTINI SANDRINI L., (1987) // *Workshop on Jellyfish in the Mediterranean Sea, Trieste.*

PICCINETTI C, PICCINETTI MANFRIN G., (1987) // *Workshop on Jellyfish in Mediterranean Sea, Trieste.*

RIEDL R.; (1963) *"Fauna und Flora der Adria"* Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin.

RUSSEL F.S.; (1970) *"The Medusae of British Isles"* Cambridge University Press.

*OEBALIA 1990 Suppl, Vol. XVI-2: 655-657* ISSN 0392-6613

G. DIVIACCO
ICRAP - Via L. Respighi, 5 - 00197 Roma - Italia

# OSSERVAZIONI ZOOGEOGRAFICHE SUGLI ANFIPODI MARINI PUGLIESI

**Abstract**

Zoogeographic remarks on Apulian marine Amphipods

*Geographic distribution of Amphipod Crustaceans of Apulian coast is analyzed. The sampling stations have been divided in three groups (Ionian Sea, Low Adriatic Sea and Middle Adriatic Sea). The relations among them and comparations with Mediterranean and Extramediterranean biogeographic sectors are considered.*

**Key-words**: Amphipods, Apulian Region, Mediterranean Sea, zoogeography.

Nel corso di un'indagine sul sistema marino costiero pugliese, condotta dall' ENEA, sono stati raccolti sui fondi molli numerosi Crostacei Anfipodi, i quali costituiscono uno dei gruppi più abbondanti del macrobenthos vagile.

Il campionamento é stato effettuato con benna in 190 campioni, distribuiti su 46 transetti, a profondità tra 10 e 120 m, da Taranto a Termoli. Per ulteriori informazioni sulle metodiche e sull'ambiente si fa riferimento a BEDULLI *et al.*, (in stampa), BEDULLI *et al.*, (1986) e VIEL *et al.* (1986). I dati sulla distribuzione delle specie sono tratti soprattutto da RUFFO (1982; in stampa) oltre che da lavori specifici, relativi a particolari famiglie, generi o ambienti. Delle 64 specie determinate a livello specifico é stata quindi analizzata la distribuzione geografica e batimetrica.

Le stazioni sono state suddivise in tre gruppi, in base alla loro ubicazione geografica, e precisamente in stazioni ioniche (1), da Taranto a S. Maria di Leuca, stazioni basso-adriatiche (2), da S. Maria di Leuca a Sud di Bari, e stazioni medio-

adriatiche (3), da quest'ultima località a Termoli. Nelle stazioni del primo gruppo é stato raccolto il 74% delle specie, in quelle del secondo gruppo é risultato presente il 50%, mentre in quelle del terzo gruppo si é raggiunto solamente il 25%.

Tramite il coefficiente di similitudine di Sorensen é stata calcolata l'affinità sia tra i tre gruppi di stazioni, sia tra queste e i 9 settori biogeografici mediterranei. L'affinità maggiore, anche se non molto alta (45%), é stata riscontrata tra i primi due gruppi di stazioni, cioé quelle ubicate rispettivamente lungo le coste ioniche e adriatica del Salento; un discreto valore di similitudine (40%) é stato registrato tra le stazioni ioniche e quelle medio-adriatiche, mentre tra quelle medio e basso adriatiche si assiste ad un brusco calo (29%).

Il complesso di stazioni ioniche é caratterizzato da un'alta affinità con i settori settentrionale (85%) e centrale (81%) del Mediterraneo occidentale e da una bassa affinità con i settori settentrionale (24%) e centrale (26%) del Bacino orientale.

Il complesso di stazioni basso-adriatiche presenta anch'esso buone affinità con i settori Nord e Centro del Mediterraneo occidentale (rispettivamente 66% e 64%), oltre che con l'Alto Adriatico (65%) mentre rivela stranamente una bassa similitudine con il settore Basso Adriatico, a cui le stazioni stesse appartengono.

Le stazioni medio-adriatiche sono caratterizzate da affinità non molto elevate con i vari settori mediterranei. Il valore più alto, riscontrato con il Medio Adriatico, raggiunge infatti il 41%; quello più basso (7%) si registra con il settore centrale del Mediterraneo orientale.

Tutti e tre i gruppi, ma soprattutto il primo, presentano le maggiori affinità con le regioni lusitanica e mauretanica, mentre risultano poco rappresentate specie ad ampia distribuzione (circumtropicali o cosmopolite). Le specie ad affinità lusitanico-boreale sono più rappresentate nelle stazioni ioniche e, in misura lievemente inferiore, anche in quelle basso-adriatiche, rarefacendosi nel gruppo medio-adriatico. Il maggior numero di endemismi mediterranei é presente nelle stazioni del primo gruppo, mentre si assiste ad un graduale loro impoverimento, procedendo verso quelle dei due gruppi adriatici.

## Bibliografia

BEDULLI D., BIANCHI C.N., ZURLINI G., MORRI C. (1986) - Caratterizzazione biocenotica e strutturale del macrobenthos delle coste pugliesi. *Indagine ambientale del sistema marino costiero della Regione Puglia* - ENEA: 227-255.

BEDULLI D., BRUSCHI A., ZURLINI G., (in stampa) - Il macrobenthos della piattaforma costiera pugliese. *Rapp. Tec.* ENEA.

RUFFO S. (1982) - The Amphipoda of the Mediterranean. Part. I *Mem. Inst. Ocean. Monaco,* 13: 1-364.

RUFFO S. (in stampa) - The Amphipoda of the Mediterranean Part. II *Mem. Inst. Ocean. Monaco.*

VIEL M., DAMIANI V., SETTI M. (1986) - Caratteristiche granulometriche e composizione mineralogica dei sedimenti della piattaforma pugliese. *Indagine ambientale del sistema marino costiero della Regione Puglia* - ENEA: 127-147.

*OEBALIA 1990 Suppl., Vol. XVI-2: 659-661* ISSN 0392-6613

F. FIORENTINO A. ZAMBONI
Laboratorio di Biologia ed Ecologia Animale - Istituto di Zoologia Università di Genova - Via Balbi 5 - 16126 - Italia.

# RITROVAMENTO DI *EPIGONUS CONSTANCIAE* (GIGLIOLI, 1880) E NUOVE CATTURE DI *SPHOEROIDES CUTANEUS* (GUNTHER, 1870) IN MAR LIGURE.

**Abstract**

*Epigonus constanciae* and *Sphoeroides cutaneus* in the Ligurian Sea.

*The first capture of* Epigonus constanciae *(Pisces; Apogonidae) and two new records of* Sphoroides cutaneus *(Pisces, Tetradontidea) in the Ligurian sea are reported. Biometric and meristic features are given.*

**Key-words**: Apogonidae; Tetraodontidae; Ligurian sea; new records; biometry.

Gli esemplari illustrati provengono da catture effettuate tramite pesca a strascico in Mar ligure.

Il ritrovamento di un giovane *Epigonus constanciae* di 35,5 mm di lunghezza totale è avvenuto il 26 marzo 1987 sulla scarpata continentale prospiciente il promontorio di Portofino a 300 m di profondità. La cattura risulta essere la prima della specie nel Mar Ligure e la più settentrionale nel Mediterraneo. Altri reperti italiani e mediterranei sono stati elencati da MATALLANAS (1977) e da GRAMITTO e FROGLIA (1983). Le caratteristiche biometriche e meristiche dell'esemplare sono illustrate in tab. 1.

Per quanto riguarda *Sphoeroides cutaneus*, il primo reperimento in Mar Ligure si riferisce ad un adulto di 302 mm di lunghezza totale, catturato a 200 m di profondità, a sud di Sanremo, il 3 aprile 1986 (BARLETTA e TORCHIO, 1986).

I due esemplari di *Sphoeroides cutaneus* oggetto di questa nota provengono dal Golfo del Tigullio: il 12 dicembre 1987, tra 60 e 70 m di profondità fu catturata

| Tab. 1 *Epigonus constanciae* | | Giovane indeterminato | |
|---|---|---|---|
| Lunghezza totale (mm) | 35,5 | ciechi pilorici (n°) | 7 |
| Lunghezza standard (mm) | 30,5 | raggi I dorsale | VII |
| Lunghezza capo (mm) | 11,3 | raggi II dorsale | I + 10 |
| Lunghezza muso (mm) | 2,7 | raggi pinna anale | II + 12 |
| diametro oculare (mm) | 4,1 | raggi pinne pettorali | 18 |
| altezza massima (mm) | 6,8 | raggi pinne pelviche | 6 |
| scaglie linea laterale (n°) | 48,0 | | |

una femmina adulta di 300 mm di lunghezza totale e il 18 marzo 1988 tra 80 e 90 m di profondità , una giovane femmina di 115 mm di lunghezza totale. Le caratteristiche biometriche meristiche degli esemplari sono illustrate in tab. 2.

L'esemplare di taglia maggiore presenta una gonade in avanzato stato di maturazione, estesa ai tre quarti della cavità addominale, con uova ben visibili attraverso la tunica ovarica. All'esame microscopico risultavano presenti ovociti di diverse classi di grandezza; i più grandi avevano diametro di circa 500 µm (misurati su tessuto conservato in formalina); La giovane femmina, per quanto ci è noto, è il più piccolo esemplare ritrovato in Mediterraneo; nella gonade gli ovicini misuravano 35 µm.

Il presente ritrovamento di *E. Constanciae* amplia le conoscenze sull'attuale areale di distribuzione della specie, estendendolo presumibilmente a tutto il bacino occidentale del Mediterraneo.

Le catture di un giovane *S. cutaneus* e di un adulto con gonade in avanzato stato di maturazione avvalorano l'ipotesi di una riproduzione locale e quindi l'esistenza di una popolazione mediterranea della specie (VACCHI e CAU, 1986).

| Tab. 2 *Sphoeroides cutaneus* | Femm. adulta | Femm. giovane |
|---|---|---|
| Lunghezza totale (mm) | 300 | 115,0 |
| Lunghezza standard (mm) | 260 | 99,0 |
| Lunghezza capo (mm) | 94 | 40,5 |
| Larghezza capo (mm) | 50 | 25,0 |
| Lunghezza muso (mm) | 49 | 20,0 |
| diametro oculare (mm) | 19 | 7,5 |
| larghezza interorbitale (mm) | 40 | 21,0 |
| raggi della pinna dorsale | 9 | 9,0 |
| raggi della pinna anale | 8 | 8,0 |
| raggi delle pinne pettorali | 15 | 14,0 |
| raggi della pinna caudale | 11 | – – |

**Ringraziamenti**

Siamo grati ai Sigg. Vincenzo Scarrimbolo e Aldo Panini che hanno permesso di arricchire la collezione ittiologica del nostro laboratorio con i campioni di *Sphoeroides cutaneus.*

**Bibliografia**

BARLETTA G., TORCHIO M. (1986) - Segnalazione di *Bathypterois Gunther* e di *Sphoeroides Lacépede* in acque imperiesi (Mar Ligure) (Osteichthyes), *Quad. Civ. Staz. Idrobiol. Milano,* XIII: 31-34.

GRAMITTO M.E., FROGLIA C. (1983) - Fishes of the genus *Epigonus* collected by the R/V "S. Lo Bianco" in the Southern Adriatic and the Tyrrhenian Sea (Osteichthyes: Apogonidae), *Rapp. Comm. Int. Mer Medit.,* XXVIII, 5: 103-106.

MATALLANAS J. (1977) - Nuevas citas y datos biométricos de *Epigonus constancias* (Giglioli), 1880, (Perciformes, Apogonidae) del Mediterraneo y De Cabo Blanco (Mauritania). *Vie Milieu,* XXVII, 3, Ser. A: 369-376.

VACCHI M., CAU A. (1986) - The Occurence *of Sphoeroides cutaneus* (Gunther, 1870) Pisces, Tetraodontidae) in the Middle-west Mediterranean Sea, *Cybium,* X (2): 199-203.

*OEBALIA 1990 Suppl., Vol. XVI-2: 663-665* ISSN 0392-6613

S. FOCARDI C. FOSSI C. LEONZIO
Dipartimento di Biologia Ambientale, Università di Siena
Via delle Cerchia 3, 53100 Siena

# PRIMI RISULTATI SULL'ATTIVITÀ DELLE MONOOSSIGENASI A FUNZIONE MISTA IN ORGANISMI ANTARTICI

**Abstract**

*The activity of the Mixed Function Oxdases system (MFO) has been determined in marine organisms belonging to different taxonomic groups collected during the antarctic summer 1987-1988 in the area of the italian base in Antarctica. The MFO activities result noticeable lower, in all the species, than in Mediterranean organisms.*

Key-words: MFO, Antarctica, Marine Organisms.

## Introduzione

Le monoossigenasi a funzione mista costituiscono un complesso multienzimatico devoluto sia al metabolismo di composti endogeni come gli acidi grassi e gli ormoni sessuali, sia alla biomodificazione e detossificazione di composti xenobiotici come gli idrocarburi aromatici, i pesticidi e gli idrocarburi clorurati (KAPPAS & ALVARES, 1975; LIVINGSTONE, 1985). In questo lavoro vengono riportati i risultati preliminari di uno studio di questo sistema enzimatico, effettuato su organismi antartici raccolti nel corso della campagna della estate australe 1987-1988, nell'ambito del programma italiano di ricerche in Antartide. Scopo principale di questo studio è quello di valutare i livelli di tali attività enzimatiche microsomiali in specie viventi in un'area lontana dalle grosse fonti di inquinamento.

## Risultati e discussione

Nell'epatopancreas di una specie di Molluschi Bivalvi *(Adamussium colbecki)* e nel fegato di due specie di Pesci Ossei Notothenioidei *(Pagothenia bernacchii* e *Chionodraco hamatus)* e di una specie di Uccelli *(Stercorarius maccormicki),* raccolti nelle vicinanze della base italiana in Antartide (Fig. 1 e 2), sono stati determinati i livelli delle seguenti attività microsomiali: aldrina epossidasi, 7 - etossiresorufina-0-deetilasi (EROD), NADPH - citocromo c riduttasi, NADH-citocromo c riduttasi e NADH ferricianuro riduttasi.

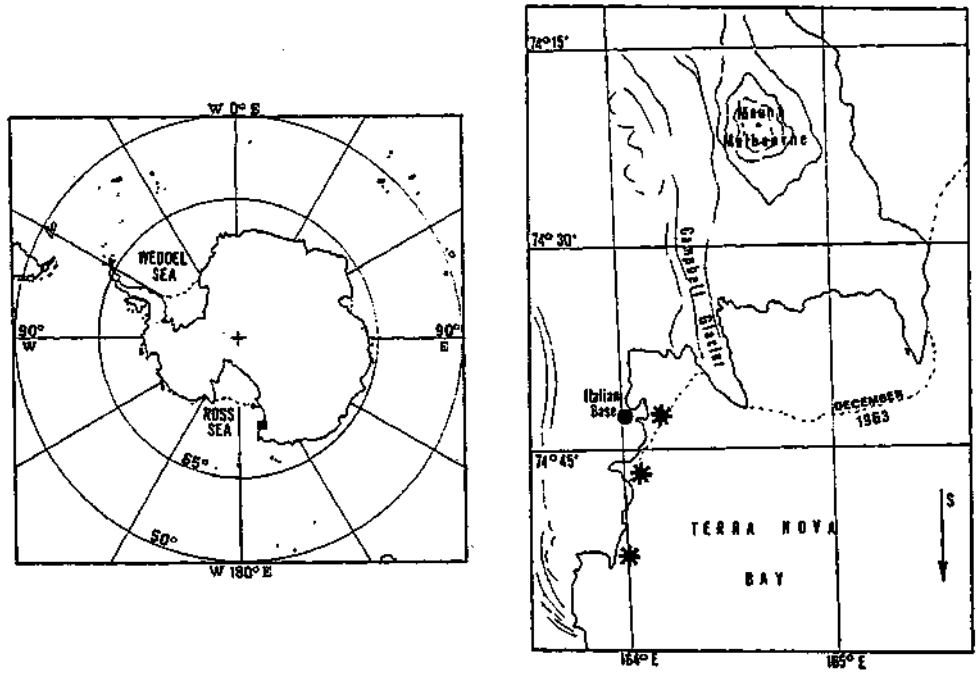



**Fig. 1 e 2** - Area di campionamento

I risultati (Tab. 1) mostrano la presenza dell'attività aldrina-epossidasi e delle attività rigeneranti in tutti gli organismi esaminati; per quanto riguarda invece l'attività EROD, questa è stata riscontrata solo nel fegato dello Stercorario. Un confronto con specie del Mediterraneo appartenenti agli stessi Gruppi Sistematici (FOSSI *et al., 1*986a) mostra che, tutte le attività enzimatiche rilevate negli organismi antartici, sono generalmente inferiori. In particolare sono notevolmente inferiori l'aldrina-epossidasi e l'EROD, le due attività farmaco-metabolizzanti, legate alla degradazione di sostanze xenobiotiche. L'assenza dell'attività EROD nelle specie una assenza di composti del tipo idrocarburi aromatici e diossine; la sua presenza nello Stercorario, seppur con valori modesti rispetto a quelli di specie

di uccelli marini mediterranei (FOSSI *et al.*, 1986b), è sicuramente legata al fatto che questa specie è fra quelle studiate quella posta al vertice della catena trofica, ma è anche l'unica che resta nel Continente Antartico per il periodo riproduttivo, spostandosi poi in aree anche lontane dell'emisfero, ove può entrare in contatto con i composti capaci di indurre tale attività. Questi risultati sembrano confermare anche l'incremento delle attività detossificanti nella scala evolutiva (FOSSI *et al.*, 1986a).

**Tab. 1** - Valori medi delle attività enzimatiche microsomiali nelle quattro specie antartiche studiate.

| | *S. maccormicki* | *P. bernacchii* | *C. hamatus* | *A. colbecki* |
|---|---|---|---|---|
| n | 1 | | 5 | 5 |
| % prot. micr. | 9,60 | 4,84 | 1,77 | 2,77 |
| tºC (a) | 39 | 5 | 5 | 5 |
| aldrina-eposs* | 3,86 | 3,63 | 1,61 | 0,57 |
| EROD* | 9,10 | nr | nr | nr |
| NADPH-cit-c** | 29,19 | 75,12 | 102,55 | 5,9 |
| NADH-cit-c** | 45,21 | 31,52 | 30,45 | 14,68 |
| NADH-ferric** | 33,37 | 199,11 | 452,21 | 175,66 |

n = numero campioni esaminati. (a) = temperatura del test.
* = pmol/mg prot/min. ** = nmol/mg prot/min. nr = non rilevato

## Bibliografia

KAPPAS A., ALVARES A. P. (1975) How the liver metabolizes foreign substances. *Scientific American* 232: 22-31.

LIVINGSTONE D. R. (1985) Responses of the detoxication/intoxication system of mollusc to organic pollutants and xenobiotics. *Mar. Pollut. Bull.* 16:158-164.

FOSSI C., LEONZIO C., FOCARDI S. (1986) Alcuni aspetti del sistema detossificante Mixed Function Oxdases in organismi marini. *Atti XVII Congr. SIBM,* Cesenatico, 9-12 sett. 1986.

FOSSI C., LEONZIO C., FOCARDI S. (1986) Mixed Function Oxidases activity and cytochrome P-450 forms in Black-headed Gull feeding in different areas. *Mar. Pollut. Bull.* 17:546-548.

*OEBALIA 1990 Suppl., Vol. XVI-2: 667-669* ISSN 0392-6613

A. MORANI* L. TASSI PELATI* V.U. FOSSATO**
*Istituto di Zoologia - Università di Parma
** Istituto di Biologia del Mare - C.N.R., Venezia

# ASPETTI BIOLOGICI DELLA RADIOATTIVITÀ ARTIFICIALE NEL GOLFO DI VENEZIA (1986-1987).

**Abstract**

*This paper reports some results of researches carried out in 1986-87 on the artificial radioactivity concentration in* Mytilus galloprovincialis, Engraulis encrasicholus *and* Sardina pilchardus *collected in the Gulf of Venice.*

**Key-words**: Mitylus, Engraulis, Sardina, radionuclides concentration, Gulf of Venice.

L'accumulo di Radionuclidi in organismi marini ed il loro trasferimento nella rete alimentare é stato il principale scopo della nostra ricerca dopo Chernobyl. Alcuni risultati relativi al nord e medio Adriatico sono riportati in lavori precedenti (TASSI PELATI *et al.*, 1986, 1987). Vengono qui sintetizzati quelli ottenuti per alcuni organismi prelevati nel Golfo di Venezia tra giugno 1986 e dicembre 1987.

Sono stati considerati *Mytilus galloprovincialis, Engraulis encresichomus* e *Sardina pilchardus.*

I prelievi sono stati effettuati ogni 2-3 mesi e simultaneamente sono stati prelevati campioni di acqua di mare.

La determinazione dei radionuclidi artificiali gamma-emettitori é stata effettuata mediante rivelatori al Ge-Li.

I risultati ottenuti indicano che i mitili hanno concentrato una maggiore varietà di radionuclidi rispetto ai pesci. Tuttavia solo per pochi radioelementi é stato possibile seguire l'evoluzione del loro decremento negli organismi per un periodo di oltre un anno e mezzo.

Nei mitili Ru-103 e Ru-106 sono stati incorporati in entità elevate e la loro eliminazione é stata rapida. Anche l' Ag-110 m , concentrato in misura minore é stato eliminato rapidamente. Le concentrazioni di Cs-137 e Cs-134 sono relativamente basse, ma la presenza di radiocesio in tali organismi si protrae per tutto il periodo delle nostre osservazioni.

Nei primi campioni di pesci Ru-103, Ag-110 m , Cs-137 e Cs-134 erano distribuiti in rapporti diversi tra le varie parti corporee. Ru e Ag erano presenti con attività modeste, più elevate nei visceri che nella muscolatura, nel capo e nello scheletro. Le concentrazioni di radiocesio nelle differenti parti del corpo erano più elevate rispetto a quelle dei radionuclidi precedenti.

Per il radiocesio si é evidenziato che la sardina concentra più dell'acciuga ed in entrambi i casi la maggiore attività (= 60%) é riscontrabile nella muscolatura; il capo e lo scheletro interno, i visceri hanno un minore contenuto radioattivo, rispettivamente il 25% ed il 15%. Il decremento delle attività nel tessuto muscolare sembra avvenire secondo due fasi: la prima abbastanza rapida in cui l'attività si dimezza in 2-3 mesi e la seconda molto più lenta.

Per avere un'idea dei livelli di attività rilevate all'inizio ed alla fine del periodo delle nostre osservazioni si riportano i dati di Cs-137 negli organismi e nell'acqua.

| | | % organismo in toto | giugno 1986 Bq/mc umido ± 0 | dicembre 1987 Bq/mc umido ± 0 |
|---|---|---|---|---|
| MITILI | parte molle | 43 | 0.6 ± 0.1 | 0.2 ± 0.08 |
| ACCIUGHE | muscolo | 65 | 3.0 ± 0.1 | 0.4 ± 0.1 |
| | scheletro | 27 | 3.6 ± 0.3 | 0.4 ± 0.1 |
| | visceri | 8 | 2.9 ± 0.8 | 1.2 ± 0.4 |
| SARDINE | muscolo | 62 | 6.5 ± 0.3 | 0.5 ± 0.05 |
| | scheletro | 30 | 4.8 ± 0.2 | 0.4 ± 0.07 |
| | visceri | 8 | 7.5 ± 0.6 | 0.5 ± 0.2 |
| ACQUA DI MARE (Bq/mc) | | | 65.3 ± 1.4 | 7.7 ± 0.6 |

Le attività finali pure essendo molto basse sono superiori alla soglia di rivelazione corrispondente al valore di o.

Il diverso accumulo e le differenti velocità di eliminazione da parte degli organismi dipendono dalle concentrazioni in acqua di mare, dalle caratteristiche fisico-chimiche, dal ruolo biologico dei radionuclidi e dal metabolismo degli organismi. Ru e Ag sono in forma particellata, vengono rimossi nell'acqua di mare abbastanza rapidamente e non hanno funzioni metaboliche. Il cesio invece, in forma ionica, rimane a lungo in soluzione, é biologicamente più disponibile anche

perché simile al potassio.

Se si confrontano le concentrazioni di Cs-137 negli organismi e nell'acqua di mare si evidenzia che i mitili concentrano meno cesio rispetto ai pesci. Relativamente ai primi le variazioni delle attività nel tempo sono pressoché corrispondenti a quelle dell'acqua di mare poiché il loro metabolismo permette di instaurare rapidamente condizioni di equilibrio con l'ambiente.

Nei pesci l'eliminazione del cesio é lento, il tempo di dimezzamento biologico è 100-200 giorni (COUGHTREY e THORNE, 1983) e le condizioni di equilibrio con l'acqua - ambiente sembrano raggiunte nell'ultimo periodo delle nostre osservazioni. I fenomeni da noi rilevati relativi sia all'accumulo sia all'eliminazione dei radionuclidi sono confermati dalla bibliografia (COUGHTREY E THORNE, 1983: DELFANTI e PAPUCCI, 1987).

Con i dati a nostra disposizione sulle concentrazioni di Cs-137 sembra possibile stimare l'entità del suo trasferimento nell'ambiente da parte dei popolamenti degli organismi considerati.

## Bibliografia

COUGHTREY P. J., THORNE M. C. (1983) - Radionuclides distribution and transport in terrestrial and aquatic ecosystems. A critical review of data. A. A. Balkema, Rotterdam.

DELFANTI R., PAPUCCI C. (1987) - Caratteristiche del fallout da Chernobyl nell'ambiente marino costiero italiano. III Cov. S. It. E., Siena (in stampa).

TASSI PELATI L., ALBERTAZZI S. (1986) - The impact of Chernobyl fallout on Adriatic Sea near Trieste and Ancona. Preliminary evaluation and comparisons. *2nd Contact Sem. Radioecology,* Univ. Agraria Piacenza (in stampa).

TASSI PELATI L., ALBERTAZZI S. (1986) - Primi risultati sul trasferimento di radionuclidi artificiali in alcuni tratti della rete alimentare adriatica, dopo l'incidente di Chernobyl. *Atti XVIII Cong. S.I.B.M.* (in stampa).

TASSI PELATI L., MORANI A., SCARPINA L., ALBERTAZZI S. (1987) - Radioattività in organismi del mare Adriatico dopo Chernobyl. Conv. AIRP Italo-francese, Castelgandolfo (Roma) (in stampa).

*OEBALIA 1990 Suppl., Vol. XVI-2: 671-673* *ISSN 0392-6613*

M. G. GIACOBBE G. MAIMONE
Istituto Sperimentale Talassografico - CNR
Spianata San Raineri, 86 - 98122 Messina (Italy)

# ABBONDANZA FITOPLANCTONICA NEGLI STAGNI SALMASTRI DELL'AREA LAGUNARE DI OLIVERI-TINDARI

**Abstract**

Phytoplankton abundance in the Oliveri-Tindari lagoon

*Preliminary results concerning the phytoplankton of brackish waters (Oliveri-Tindari lagoon) are referred; the quantitative analysis, carried out during 1987 in the frame of an environmental research program, showed different trophic states for the pools of this lagoon area, according to some hydrological (salinity, nutrients) and biotical (chlorophyll "a") parameters. In particular eutrophic events (Cyanobacteria bloom in the "Verde" pool) determined by inflow of nutrients and oligotrophic situations ("Mergolo") are pointed out.*

**Key-words**: Phytoplankton, brackish waters, Oliveri-Tindari lagoon

Uno studio quantitativo della microflora planctonica è stato svolto nel contesto di un'indagine per la valutazione delle condizioni ambientali dell'Area lagunare di Oliveri-Tindari (Messina). I campioni di fitoplancton, prelevati nel corso del 1987 e con cadenza stagionale alla superficie ed in prossimità del fondo di ciascuno dei sette bacini che compongono l'Area, sono stati analizzati secondo il metodo Ütermöhl (HASLE, 1978).

In linea di massima i più alti valori di abbondanza fitoplanctonica (fig. 1) sono risultati negli stagni "Verde" e "Marinello" che ricevono apporti di origine

continentale (torrenti ed acque freatiche) con conseguente arricchimento in micronutrienti.

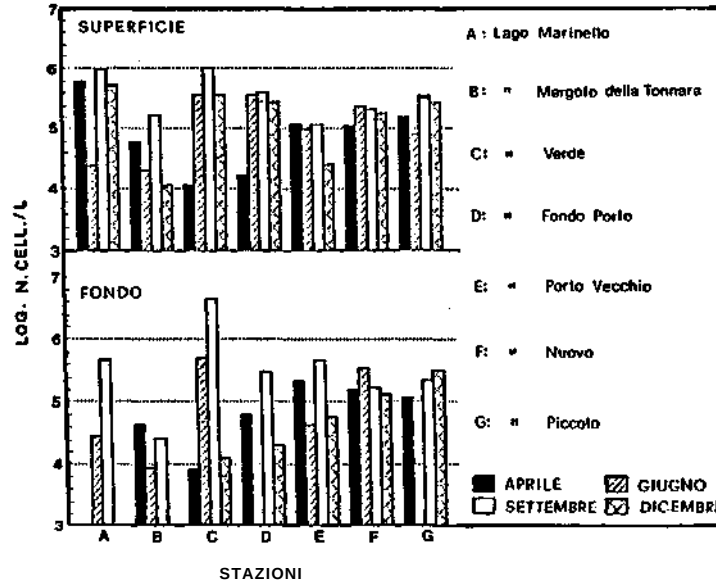



**Fig. 1** - Densità fitoplanctoniche stagionali alla superficie e al fondo dei bacini.

In particolare il massimo assoluto ($4.8x10^6$ cell. $l^{-1}$), in corrispondenza ad una concentrazione di clorofilla "a" di 19.07 mg $m^{-3}$, si è riscontrato all'inizio della stagione autunnale in prossimità del fondo del lago Verde. La fioritura è stata essenzialmente a carico di Cianoficee (ord. Hormogonales), tipiche di acque dolci o di bassa salinità, che hanno costituito il 71% del totale. I valori di salinità nel "Verde" sono infatti risultati tra i più bassi (da un minimo primaverile di 21.50 ‰ ad un massimo autunnale di 27,63 ‰).

Bassi anche i numeri cellulari avuti nel "Mergolo" e generalmente intermedi quelli dei rimanenti bacini. Per tutti gli stagni, inoltre, la frazione diatomica è risultata caratterizzata esclusivamente da forme pennate (soprattutto con *Navicula sp.)* ad eccezione del "Mergolo" in cui hanno assunto maggiore importanza le centriche con le specie *Melosira dubia* e *Coscinodiscus granii.*

Il *Procentrum micans,* indicato più volte come uno dei dinoflagellati più frequenti nelle acque mixoaline (DE ANGELIS, 1962), è stato trovato in tutti i bacini tranne, anche in questo caso, che nel "Mergolo". Decisamente meno rilevante il ruolo prestato dagli altra taxa se si escludono microflagellati e cianoficee che, per quanto in diversa misura, sono sempre stati rinvenuti. In definitiva nel sistema lagunare in oggetto alcuni bacini sono risultati estremamente diversificati sia per la tipologia del popolamento sia per il passaggio da situazioni

di oligotrofismo ("Mergolo") sino ad episodi eutrofici ("Verde") che di fatto, in concomitanza ad altri fattori, incominciano ad essere osservabili ad una soglia di concentrazione di clorofilla "a" non inferiore a 10 mg $m^{-3}$ e con una popolazione fitoplanctonica di almeno $10^6$ cell. $l^{-1}$ (MAGAZZÙ, 1981).

## Bibliografia

DE ANGELIS C.M. (1962) - Distribuzione ed ecologia di alcune specie di Dinoflagellati di acque salmastre. *Pubbl. Staz. Zool. Napoli,* 32 *suppl.*, 301-304.

HASLE G.R. (1978) - Using the inverted microscope. *In:* Phytoplankton manual. Ed. by Sournia, UNESCO, Paris, 191-196

MAGAZZÙ G. (1981) - Tentativo per la definizione di limiti biologici e biochimici in ecosistemi con tendenza all'eutrofizzazione. *Quad. Lab. Tecnol. Pesca,* 3 *(1 suppl.),* 367-380.

*OEBALIA 1990 Suppl., Vol. XVI-2: 675-678* ISSN 0392-6613

S. GIACOBBE* M. LEONARDI** F. AZZARO** P. RINELLI**
* Dipartimento di Biologia animale ed Ecologia marina,
Università di Messina (Italy).
** Istituto Talassografico, C.N.R., Spianata S. Raineri, Messina (Italy).

# DESCRIZIONE DI UN ESEMPIO DI "CONFINAMENTO": L'AREA LAGUNARE DI OLIVERI- TINDARI (MESSINA).

**Abstract**

*Biological, hydrological and sedimentological features of Oliveri-Tindari lagoon system (Messina) are studied according to "confinement" theory of GUELORGET e PERTHUISOT (1983). Biological characteristics are investigate through benthic biomass values, the hydrological ones through temperature, salinity, pH and ammonia concentration. Grain-size distribution and organic carbon content are analyzed too. The correlation among these parameters characterize four areas with different "confinement" ratio.*

**Key-words**: Paralic middle, hydrology, sedimentology, benthic biomass, confinement.

## Risultati

Nel presente lavoro vengono illustrati dati preliminari (campagna primaverile: aprile 1987) sull'attuale assetto biologico del sistema lagunare di Oliveri-Tindari (Messina), esposti secondo lo schema di "confinamento" proposto da GUELORGET e PERTHUISOT (1983).

Come già descritto in precedenti lavori (ABBRUZZESE ed ARICO, 1955; CRISAFI *et al.*, 1981; GIACOBBE e LEONARDI, 1986), l'area lagunare in oggetto é costituita da sette stagni salmastri formatisi in epoche diverse nel corso dell'ultimo secolo, caratterizzati da condizioni di isolamento reciproco e privi di collegamento diretto con il mare.

Il bilancio degli apporti idrici, sia marini, sia continentali, che insistono sull'area é diverso per ogni bacino e dipende dall'età e dall'ubicazione degli stessi. La diversa influenza di tali apporti differenzia due zone distinte che corrispondono ai due principali cicli di isolamento del sistema. In particolare negli stagni di più antica formazione il bilancio idrico é più nettamente dominato dagli apporti di acque libere e torrentizie ("Marinello"), o di acque freatiche ("Mergolo della tonnara", "Verde" e "Fondo Porto"). Per contro negli stagni "Piccolo" e "Nuovo" sono prevalenti gli apporti marini da infiltrazioni e da inondazione. In posizione intermedia infine si colloca lo stagno "Porto vecchio", che riceve per lo più apporti indiretti.

In conseguenza di ciò lo stato alino del sistema presenta un'andamento disomogeneo, caratterizzato da scarti irregolari. In particolare i valori di salinità variano da un minimo di 16,14%, riscontrato nello stagno "Marinello", ad un massimo di 36,61% nello stagno "Piccolo".

Per quanto riguarda l'aspetto trofico si osservano due situazioni differenti, ben evidenziate dalla distribuzione dei valori di ammoniaca. Questi sono generalmente poco elevati negli stagni "Piccolo" e "Nuovo"; concentrazioni più elevate si registrano invece negli stagni di più antica formazione, con valori massimi nel "Mergolo della tonnara", e progressivamente decrescenti nel "Verde" e nel "Marinello" (Tab. 1).

**Tab. 1** Principali parametri idrologici, sedimentologici e biologici nei sette stagni in esame (Marinello: stazz. 1,2,3; Mergolo della tonnara: stazz. 4,5,6; Verde: stazz. 7,8,9; Fondo porto: stazz. 10,11; Porto vecchio: stazz. 12,13,14; Nuovo: stazz. 15,16; Piccolo: stazz. 17,18).

| Staz. | Prof. m | T° C | S%. | pH | N-NH4 µg–at/l | Sedimenti C org. % | Sedimenti Peliti % | Biomassa bentonica g/mq |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0,0 | 16,0 | 16,26 | 8,25 | 0,68 | 0,56 | 97,76 | -- |
| | 3,2 | 15,4 | 17,51 | 8,15 | 1,06 | | | |
| 2 | 0,0 | 15,9 | 16,14 | 8,37 | 0,65 | -- | -- | -- |
| 3 | 0,0 | 17,0 | 16,36 | 8,44 | 0,74 | 3,08 | -- | -- |
| 4 | 0,0 | 16,6 | 26,15 | 7,97 | 2,49 | 1,26 | 90,92 | 1752,32 |
| | 3,2 | 15,6 | 25,81 | 7,90 | 2,00 | | | |
| 5 | 0,0 | 15,3 | 26,06 | 7,97 | 3,50 | 1,35 | 87,28 | 40,92 |
| | 3,2 | 15,3 | 26,09 | 7,90 | 1,86 | | | |
| 6 | 0,0 | 15,4 | 26,04 | 7,88 | 2,35 | 1,07 | 63,10 | 66,88 |
| | 2,2 | 15,7 | 25,68 | 7,92 | 4,30 | | | |
| 7 | 0,0 | 15,2 | 21,47 | 8,46 | 1,09 | 2,41 | 72,52 | 128,57 |
| | 1,5 | 15,1 | 24,54 | 8,48 | 1,21 | | | |
| 8 | 0,0 | 15,0 | 21,50 | 8,47 | 0,86 | 1,87 | 72,28 | 38,88 |
| | 1,5 | 14,8 | 21,73 | 8,48 | 2,46 | | | |
| 9 | 0,0 | 15,0 | 21,58 | 8,46 | 2,07 | 1,42 | 0,60 | -- |
| | 1,7 | 14,7 | 21,71 | 8,48 | 0,67 | | | |
| 10 | 0,0 | 15,0 | 27,60 | 8,17 | 1,16 | 0,60 | 0,75 | -- |
| | 1,7 | 15,0 | 27,69 | 8,19 | 1,32 | | | |
| 11 | 0,0 | 15,1 | 27,51 | 8,18 | 1,79 | 2,44 | 52,82 | -- |
| | 2,2 | 14,8 | 27,75 | 8,18 | 1,94 | | | |
| 12 | 0,0 | 13,9 | 26,42 | 8,17 | 1,92 | 1,37 | 5,97 | 269,12 |
| 13 | 0,0 | 14,2 | 26,40 | 8,15 | 1,25 | 1,86 | 72,54 | 207,32 |
| | 1,7 | 13,8 | 26,51 | 8,16 | 1,48 | | | |
| 14 | 0,0 | 14,4 | 26,31 | 8,16 | 3,15 | 1,75 | 6,86 | 83,96 |
| | 2,7 | 14,3 | 26,59 | 8,16 | 1,16 | | | |
| 15 | 0,0 | 14,4 | 32,79 | 8,05 | 0,45 | 2,37 | -- | 64,56, |
| | 2,2 | 14,4 | 37,78 | 8,12 | 0,73 | | | |
| 16 | 0,0 | 14,6 | 32,68 | 8,11 | 0,42 | 2,33 | 1,53 | 130,65 |
| | 2,2 | 14,1 | 32,72 | 8,11 | 1,09 | | | |
| 17 | 0,0 | 13,9 | 35,53 | 8,03 | 0,44 | 2,57 | 0,09 | 21,08 |
| | 1,5 | 13,2 | 35,67 | 35,67 | 8,02 | 1,11 | | |
| 18 | 0,0 | 14,0 | 36,61 | 8,02 | 0,41 | 1,80 | 41,94 | 167,88 |
| | 1,5 | 13,8 | 35,50 | 8,01 | 0,72 | | | |

Dal punto di vista sedimentologico si evidenzia una progressiva e graduale tendenza all'assottigliamento della matrice in relazione al grado di confinamento. In particolare gli stagni più segregati sono caratterizzati da una matrice pelitica con leggera interferenza sabbiosa ("Marinello" , "Mergolo", "Verde"), a differenza dei più recenti, "Piccolo" e "Nuovo", a matrice sabbiosa o ghiaiosa. Infine gli stagni "Porto vecchio" e "Fondo Porto", in posizione intermedia dal punto di vista sia spaziale sia temporale, presentano un'aspetto litotipico più vario, probabile testimonianza di un evoluzione in atto.

Il tenore in carbonio organico nei sedimenti mostra un'andamento irregolare e disomogeneo, con valori piuttosto elevati, il cui massimo é stato registrato nello stagno "Marinello" e corrisponde a 3,08%.

Lo studio della macrofauna bentonica ha messo in evidenza una diversificazione qualitativa e quantitativa dei popolamenti in relazione al grado di confinamento. In particolare, per quanto si riferisce alla distribuzione della biomassa, i valori più alti si riscontrano negli ambienti a medio grado di confinamento, corrispondenti alla zona III di GUELORGET E PERTHUISOT (1983) ("Mergolo della tonnara" e "Porto vecchio"). Tali valori, peraltro, subiscono un leggero decremento negli ambienti a confinamento minore (zona IV), ed una drastica riduzione in condizioni di massimo confinamento (zona V: stagno "Marinello"). Dal punto di vista qualitativo si osserva una frammentazione in facies, definite da singole specie ad affinità mista *(Venerupis aurea e Venerupis decussata),* o ad affinità paralica *(Abra ovata, Mytilaster marioni, Cerastoderma edule).* Nell'ambito di questi due raggruppamenti la distribuzione della specie è condizionata dalle caratteristiche del substrato, in ragione dell' "habitus" e del trofismo delle stesse.

Si osserva infatti come la distribuzione dei filtratori, che rappresentano la categoria trofica dominante, presenti andamento inverso rispetto al contenuto in sostanza organica dei sedimenti.

In conclusione la stretta correlazione osservata tra le caratteristiche idrologiche, sedimentologiche e biologiche dell'ambiente studiato si concretizza in un gradiente di confinamento che si configura nelle zone II, III, IV e V di GUELORGET e PERTHUISOT (1983).

**Bibliografia**

ABBRUZZESE D., ARICO F. (1955) - Osservazioni geomorfologiche e fisico-chimiche sui laghi di Oliveri-Tindari. *Boll. Pesca Piscic. Idrobiol.,* 10: 1-23.

CRISAFI E., GIACOBBE S., LEONARDI M. (1981) - Nuove ricerche idrobiologiche nell'area lagunare di Oliveri-Tindari (Messina) I. Morfologia dei bacini e caratteristiche fisico-chimiche delle acque e dei sedimenti. *Mem. Biol. Mar., e Ocean.,* 11: 139-186.

GIACOBBE S., LEONARDI M. (1986) - L'Area Lagunare di Oliveri-Tindari: sue variazioni morfologiche recenti ed evoluzione dei popolamenti a molluschi. *Atti VII Congresso A.I.O.L.* Trieste, 355-366.

GUELORGET O., PERTHUISOT J. P. (1983) - Expressions géologiques, biologiques et economiques du confinement. *Travaux du laboratoire de géologie,* 16 1-136.

*OEBALIA 1990 Suppl., Vol. XVI-2: 679-681* ISSN 0392-6613

A. GIORDANO
Gruppo Ricerca Cetacei
Via Ugdulena, 7 - 90143 Palermo

# PRESENZA E DISTRIBUZIONE DEI CETACEI NEL MEDITERRANEO N-OCC.

**Abstract**

Cetacean distribution in the Mediterranean Basin

*Cruises on R/V Minerva were carried out during the 1986 and 1987 summer period to allow the study of the abundance and distribution of Mediterranean cetaceans. During this research we identified and studied seven cetacean species that are much more abundant and diversified in the liguro-provenzal basin in respect of the tirrenean sea.*

**Key-words**: Cetacean, Mediterranean, distribution, etho-ecology

In questo lavoro si vuole verificare la presenza e la distribuzione delle diverse specie di Cetacei che si trovano in condizioni estive nel Mediterraneo N-Occ., in un'area più vasta, quindi, rispetto a quella (zona campione) indagata in una precedente ricerca (Fig. 1).

A tal fine sono state programmate delle missioni periodiche in mare a bordo della N/O Minerva del C.N.R.; vengono qui trattate le prime due missioni realizzate nel 1986 e 1987.

In totale sono state identificate e studiate sette diverse specie di Cetacei, tra di esse la *Stenella coeruleoalba* risulta essere la specie più abbondante e più omogeneamente ripartita. La presenza e la distribuzione geografica della *Balaenoptera physalus,* che risulta la seconda specie in ordine di abbondanza, appare significativamente circoscritta ad una zona compresa tra le coste franco-

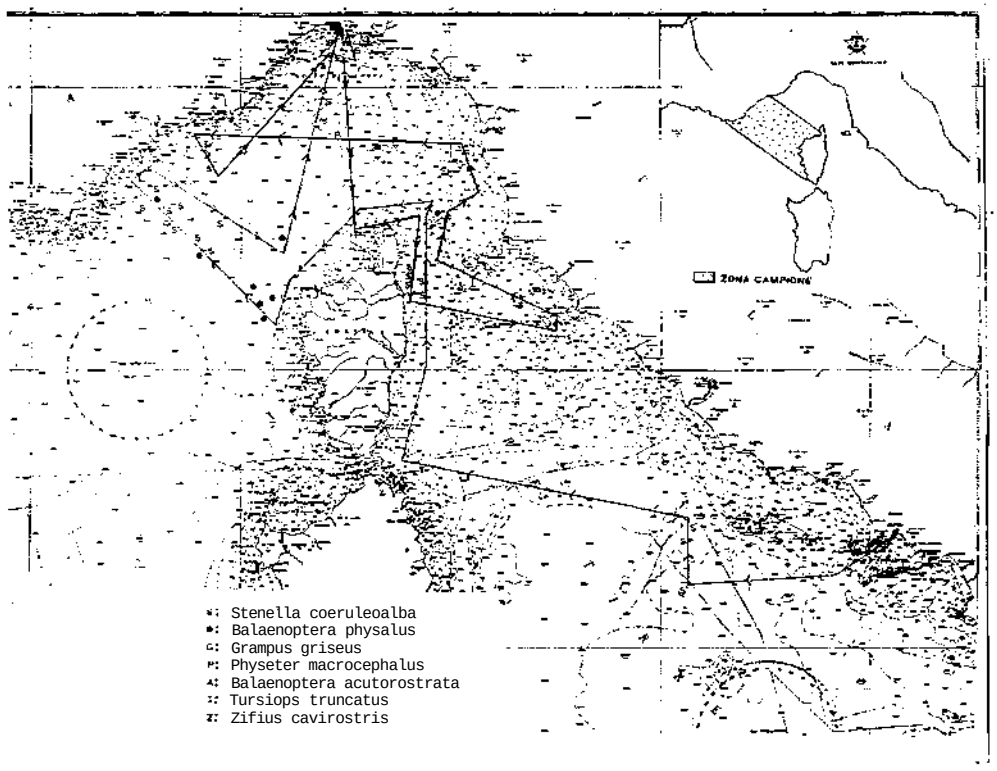



**Fig. 1** - Rotte seguite e distribuzione dei cetacei osservati.

corse. Verificata, anche in condizioni estive, la presenza del *Grampus griseus* e del *Physeter macrocephalus* in quest'area. Rarefatta risulta la presenza del *Tursiops truncatus;* di particolare interesse gli avvistamenti, nel Golfo Ligure, della Balaenoptera acutorostrata e dello *Zifius cavirostris,* due specie presenti ma considerate rare nel Mediterraneo.

Come già verificato in precedenza nella zona campione, anche nell'area più vasta indagata in questo studio, appare, rispetto al passato, un cambiamento nell'abbondanza relativa delle tre specie di piccoli delfini del Mediterraneo. Non si sono infatti avute osservazioni del *Delphinus delphis* e molto scarsa appare la presenza del *Tursiops truncatus,* al contrario la *Stenella coeruleoalba* risulta abbondantemente rappresentata.

Per quest'ultima la distribuzione geografica delle presenze appare localizzata sia in vicinanza delle coste che al largo. La *S. coeruleoalba,* che come distribuzione mondiale é considerata una specie pelagica, nel Mediterraneo sembra avere adattato delle strategie eto-ecologiche elastiche ai vari ambienti, occupando le nicchie lasciate libere sia dal *D. delphis* nelle zone pelagiche, che dal *T.*

*truncatus* nelle zone costiere. Rispetto a quest'ultimo é da rilevare che solo alcuni anni orsono il Tursiops risultava costantemente presente attorno alle coste Corse, anche in quella zona tra la Corsica e l'Elba dove, dal presente studio, risulta invece presente, in due anni successivi, la *S. coeruleoalba* con caratteristiche per altro che fanno pensare ad una sua zona di "home-range".

Da rilevare come la presenza e la diversità dei Cetacei sia nettamente maggiore nel bacino Liguro-Provenzale rispetto al Tirreno Centrale.

## Bibliografia

GIORDANO A. (1988) Etho-ecology of Mediterranean Cetaceans Sous presse: *Monitore Zoologico Italiano* Nº 4, Vol. 22.

*OEBALIA 1990 Suppl., Vol. XVI-2: 683-684* ISSN 0392-6613

M. GRISTINA* A. BALDUZZI**
* Istituto di Zoologia dell'Università, Via Archirafi 18, I - 90139 Palermo
**Istituto di Zoologia dell'Università, via Balbi 5, I - 16126 Genova

# STRATEGIE RIPRODUTTIVE DI *AETEA SICA* (BRYOZOA, GYMNOLAEMATA) NELLO STAGNONE DI MARSALA (SICILIA OCCIDENTALE)

**Abstract**

Reproductive strategies of *Aetea sica* in a Sicily lagoon.

Aetea sica *(Couch) sensu SIMMA-KRIEG (1969) is widely distributed on* Posidonia *leaves in the Marsala lagoon. Yet, colonies producing asexual propagation structures (sacculi) are restricted to an area where the ratio between broken and intact leaves is maximum. This could be an adaptation to the high brittleness of the substratum.*

**Key-words**: Bryozoa, substratum, adaptation, propagation, reproductive strategies.

La variabilità morfologica e la peculiarità riproduttive in popolazioni di *Aetea sica* (Couch) epibionti su *Posidonia oceanica* (L.) Delile sono state studiate da SIMMA-KRIEG (1969), che ha descritto dettagliatamente la morfologia dei sacculi, individuandone per prima la reale funzione. Queste strutture, presenti solo in colonie epibionti su *Posidonia,* sono risultate propaguli asessuali, capaci di staccarsi dalla loro posizione originaria per fissarsi in altri punti del fascio fogliare e dare origine a nuove colonie. Questo meccanismo costituirebbe un adattamento al rinnovamento ciclico caratteristico di questo substrato.

Una campagna di prelievi effettuata nel luglio 1987 alo Stagnone di Marsala ha rilevato un'alta frequenza di *A. sica sensu* SIMMA-KRIEG sulle foglie di *Posidonia* in tutte e quattro le aree di campionamento all'interno della laguna:

imboccatura sud, P.ta Palermo, est di Mozia, nord di Mozia. Nella stazione posta all'esterno dello Stagnone, presso l'imboccatura nord, *Aetea* non è stata ritrovata: questo genere, in effetti, risulta assente dalle zone più superficiali delle praterie di *Posidonia* anche in altre località di mare aperto (BALDUZZI, dati non pubbl.).

Nonostante l'ampia distribuzione della specie all'interno dello Stagnone, solo gli esemplari ritrovati nell'area di P.ta Palermo, che rappresenta la soglia di separazione tra i bacini meridionale e settentrionale, sono risultati in grado di produrre sacculi. Ciò è stato confermato da raccolte ripetute in diversi periodi dell'anno. La frequenza della forma con sacculi sul totale dei ritrovamenti di *Aetea* è risultata significativamente correlata ($p < .05$) con il rapporto tra foglie rotte e foglie intere di *Posidonia*. Tale parametro è legato all' idrodinamismo ed al grado di emersione della prateria, e quindi allo stress meccanico a livello delle fronde, e raggiunge un vistoso picco proprio nell'area di P.ta Palermo, caratterizzata da forti correnti lineari, basso fondale e lunghezza delle foglie relativamente elevata. Nessuna correlazione significativa è stata trovata, invece, tra la frequenza della forma con sacculi e l'andamento dei singoli parametri fisico-chimici o topografici misurati alle diverse stazioni (temperatura, salinità, idrodinamismo, profondità).

La distribuzione delle due forme di *Aetea* sulle foglie di *Posidonia* dello Stagnone di Marsala appare legata principalmente al grado di "imprevedibilità di caduta" del substrato; la forma con sacculi, infatti, risulta assente in tutte le zone dello Stagnone in cui il rinnovamento del substrato è più legato alla periodica caduta delle foglie che alla loro rottura.

Le nostre osservazioni, quindi, rafforzano l'ipotesi di SIMMA-KRIEG, secondo cui i sacculi rappresentano strutture di propagazione asessuale legate alla caducità del substrato, ma sembrano precisare che la produzione di questi propaguli, almeno nell'ambiente esaminato, è soprattutto una risposta alla frequenza di rotture non periodiche delle foglie. La riproduzione asessuata consentirebbe, infatti, di colonizzare le parti più giovani e resistenti della pianta indipendentemente dalla stagionalità riproduttiva, ed aumenterebbe le probabilità di sopravvivenza in ambienti particolarmente stressati per quanto riguarda la stabilità del substrato.

## Bibliografia

SIMMA-KRIEG B. (1969) - On the variation and special reproduction habits of *Aetea sica* (Couch). *Cah. Biol. mar.* 10: 129-137.

*OEBALIA 1990 Suppl., Vol. XVI-2: 685-687* *ISSN 0392-6613*

S. M. GUARINO M. DE NICOLA GIUDICI C. GAMBARDELLA

Dip. di Genetica, Biologia Generale e Molecolare
via Mezzocannone, 8 - 80134 NAPOLI (ITALIA)

# TOSSICITÀ ACUTA DI METALLI PESANTI NEL CROSTACEO ISOPODE *IDOTHEA BALTICA* PALLAS.

**Abstract**

Acute toxicity of heavy metals on *Idothea Baltica* pallas.

*Sensitivity of I. b. to Hg has been evaluated by static toxicity tests.*

*Further a comparative analysis of Cd, Cu and Hg toxicity has been performed, the order of decreasing toxicity has been stated, that is: Hg > Cu > Cd.*

*For three metals juveniles sensitivity is higher than adults' one.*

*It is therefore advisable that toxicity tests were performed on different stages of the life cycle to state reliable criteria for the protection of sea water.*

**Key-words**: Crustacea, heavy metals, *Idothea*, mercury.

I metalli pesanti entrano negli ecosistemi marini come conseguenza di numerose attività umane, determinando un grave danno a tutti i componenti della comunità (RAVERA, 1984).

I Crostacei, in particolare gli Isopodi, sono particolarmente sensibili ai metalli pesanti (AHSANULLAH *et al.,* 1984; DE NICOLA GIUDICI *et al,* 1986a, b; 1987 a, b).

In questo lavoro vengono riportati i risultati di test di tossicità acuta di alcuni metalli pesanti (Cd, Cu e Hg) su *Idothea baltica* Pallas, questo Crostaceo Isopode cosmopolita è, in quanto detritivoro, un importante anello delle reti alimentari delle acque marine costiere.

Abbiamo misurato, in condizioni standard di laboratorio (LD 12: 12,15 15°C), $LT_{50}$ a crescenti concentrazioni, esaminando separatamente le risposte di femmine, maschi e juveniles. E' stato esaminato un totale di 1548 adulti e 774 juveniles, i risultati sono stati elaborati statisticamente mediante l'analisi della varianza.

Tossicità acuta del Hg. In fig. 1 sono riportati gli $LT_{50}$ medi e i relativi errori standard in funzione di quantità crescenti di $HgCl_2$ (0.01-15 mg $l^{-1}$). La relativa analisi statistica è riportata nella tabella. Si può osservare che le femmine e i maschi non differiscono mai tra loro; i juveniles sono sempre più sensibili.

Analisi comparativa tra CD, Cu e Hg. E' stata stabilita la sequenza di tossicità acuta tra i metalli pesanti finora esaminati su I. b. mediante l'analisi comparativa degli $LT_{50}$ riportati in funzione delle concentrazioni in ioni metallici. Essa è, in ordine decrescente, la seguente: Hg > Cd > Cu. Infine, si è osservato che i) Hg non agisce differentemente nei due sessi, mentre Cd e Cu, a basse concentrazioni, sono più tossici per i maschi, e ii) i juveniles sono sempre più sensibili degli adulti all'azione dei metalli pesanti.

In conclusione, come già dimostrato precedentemente, le specie sono diversamente sensibili ai polluenti a secondo delle fasi del ciclo biologico; di conseguenza per stabilire i criteri di salvaguardia di un ambiente è necessario verificare la risposta delle popolazioni con diversi parametri biologici (età, sesso, etc).

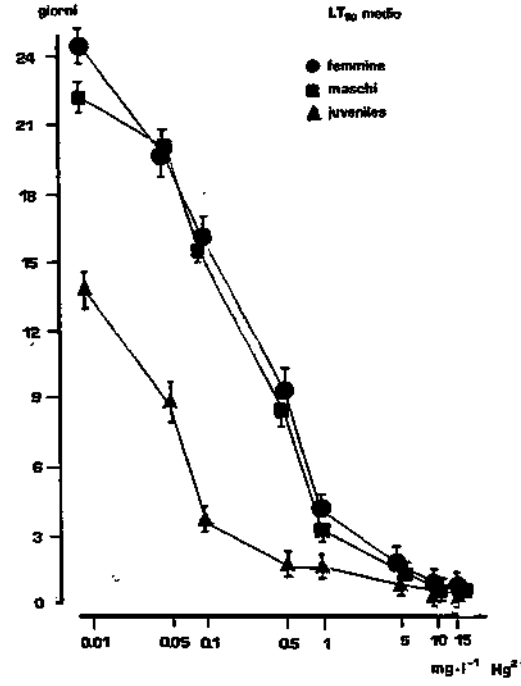



**Fig. 1**

**Tab. 1** - Analisi statistica delle differenze di sopravvivenza* tra femmine, maschi e juveniles di I. b. trattati con differenti concentrazioni di $Hg^{2+}$.

| Trattamento mg. l-1 | X ♀♀ | X♂♂ | XJJ | Confronto ♀♀-♂♂ N | F | p | Confronto ♀♀-♂♂-JJ N | F | p |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.01 | 25.2 | 23.7 | 13.8 | 72 | 2.87 | n.s. | 108 | 7.8 | <.01 |
| 0.05 | 20.3 | 20.4 | 8.8 | 72 | 0.24 | n.s. | 108 | 13.07 | <.01 |
| 0.1 | 16.8 | 14.9 | 2.6 | 72 | 1.08 | n.s. | 108 | 46.32 | <.01 |
| 0.5 | 10.5 | 8.2 | 1.4 | 72 | 2.36 | n.s. | 108 | 69.77 | <.01 |
| 1 | 5.8 | 2.3 | 1.5 | 72 | 2.95 | n.s. | 108 | 28.81 | <.01 |
| 5 | 2.0 | 1.5 | 0.8 | 72 | 0.44 | n.s. | 108 | 13.84 | <.01 |
| 10 | 0.8 | 0.7 | 0.3 | 72 | 0.29 | n.s. | 108 | 4.02 | <.05 |
| 15 | 0.9 | 0.7 | 0.3 | 72 | 0.87 | n.s. | 108 | 4.26 | <.05 |

* La sopravvivenza è riportata in giorni.

## Bibliografia

AHSANULLAH M., MOBLEY M.C., NEGILSKI D.S. (1984) - Accumulation of cadmium from contaminated water and sediment by shrimp Callianassa australiensis. *Mar. Biol.* 82, 191-197.

DE NICOLA GIUDICI M., MIGLIORE L., GUARINO S.M. (1986a) - Effect of cadmium on the life cycle of Asellus aquaticus (L.) and Proasellus coxalis Dollf. (Crustacea Isopoda). *Envir. Technol. Letters* 7, 45-54.

DE NICOLA GIUDICI M., MIGLIORE L., GAMBARDELLA C. (1986b) - Toxicity of mercury on different stages of the biological cycle of Asellus aquaticus (L.) and Proasellus coxalis Dollf. *Boll. Soc. It. Biol.* LXII, 321-328.

DE NICOLA GIUDICI M., MIGLIORE L., GUARINO S.M. (1987a) - Sensitivity of Asellus aquaticus (L.) and Proasellus coxalis Dollf. (Crustacea Isopoda) to copper. *Hydrobiologia,* 146, 63-66.

DE NICOLA GIUDICI M., MIGLIORE L., GAMBARDELLA C. (1987b) - Acute and long-term toxicity of cadmium to Idothea baltica (Crustacea Isopoda). *Mar. Poll. Bull.* 18, 454-458.

RAVERA O. (1984) - Cadmium in Freshwater ecosystem. *Experientia* 40, 2-14.

*OEBALIA 1990 Suppl., Vol. XVI-2: 689-692* ISSN 0392-6613

P. JEREB S. RAGONESE
Istituto di Tecnologia della Pesca e del Pescato -C.N.R. -
Via L. Vaccara, 61 - 91026 Mazara del Vallo - Italia

# SUI CEFALOPODI DI SCARSO O NULLO INTERESSE COMMERCIALE NEL CANALE DI SICILIA

**Abstract**

Cephalopods of poor or no commercial interest within the Sicilian channel

*First description of cephalopods of poor or no commercial interest in the Sicilian Channel is reported. The information utilized are those of two years of trawl-surveys in the Sicilian channel ("Pelagian Sea"), combined with contributions offered by the southern Sicilian landing places.*

**Key-words**: Cephalopoda , Not Commercial Species, Sicilian Channel.

Le conoscenze sulla teutofauna del Canale di Sicilia sono, allo stato attuale, ancora scarse e frammentarie, in modo particolare per quanto riguarda le specie che rivestono uno scarso o nullo interesse commerciale.

Non esistendo una definizione ufficiale a tal riguardo (vedi anche RAGONESE e JEREB, pres. vol.), sono state considerate come tali le specie che, non comparendo nel decreto del 15 Luglio 1983 del Ministero della Marina Mercantile (G.U. n. 210, 1983), rientrano nelle seguenti categorie:

A- specie che compaiono solo occasionalmente nei mercati di alcuni porti della Sicilia meridionale (es. *Todarodes sagittatus)*

B - specie che rivestono uno scarso interesse commerciale se non a livello locale, dove possono talvolta essere considerate pregiate (es. *Scaergus unicirrhus)*

C - specie la cui cattura costituisce un evento sporadico e che comunque, non avendo attualmente alcun valore commerciale, vengono generalmente rigettate in mare (es. *Ctenopteryx sicula)*

| CATEGORIA | STILE DI VITA | SPECIE | N° | INTERVALLO BATIMETRICO (m) Canale di Sicilia | INTERVALLO BATIMETRICO (m) MEDITERR. | LUNGHEZZA DORSALE MANTELLO(MAX., mm) Canale di Sicilia | LUNGHEZZA DORSALE MANTELLO(MAX., mm) MEDITERR. (1) | POTENZIALE INTERESSE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| C | B | Bathypolypus sponsalis (P. et H. Fischer, 1892) | 47 | 125< - <700 | 400< - <700 | ♂:50; ♀:65 (2) | ♂:80, ♀:105 | |
| A | B | Octopus macropus Risso, 1826 | 1(*) | | | 108 (3) | 140 | |
| B | B | Octopus salutii Verany, 1839 | 207 | 25< - <700 | 30< - <600 | ♂:120; ♀:135 (2) | 120 | |
| C | N | Ocythoe tuberculata Rafinesque, 1814 | 1(*) | 140(**) | | ♀:235 (2) | ♂:30; ♀:200 | |
| C | B | Pteroctopus tetracirrhus (Delle Chiaje, 1830) | 73 | 125< - <700 | 100< - <700 | ♂:110; ♀:135 (2) | ♂:100; ♀:140 | |
| B | B | Scaeurgus unicirrhus (Delle Chiaje in Ferussac & Orbigny, 1840) | 795 | 25< - <700 | 100< - <800 | ♂:120; ♀:95 (2) | ♂:75; ♀:120 | |
| C | N | Abralia verany (Ruppell, 1844) | 2 | 440;530(**) | 0< - <500 | ♂:30; ♀:35 (2) | ♂:35; ♀:40 | (O) |
| C | N | Ancistrocheirus lichtensteini (Ferussac in Ferussac & Orbigny, 1839) | 5(*) | 32;560;630; 680(**) | 0< - <250 | 183 (2) | 300 | § |
| C | N | Ctenopteryx sicula (Verany, 1851) | 2 | 680;756(**) | 0< - <580 | 50 (3) | 50 | |
| C | N | Histioteuthis bonnellii (Ferussac, 1835) | 31(*) | 600;630;680; (**) | 100< - <2000 | ♀:148 (2) | 330 | § |
| C | N | Histioteuthis reversa (Verrill, 1880) | 2 | 680;804(**) | 0< - <1000 | 107 (2) | 110 | |
| C | N | Octopoteuthis sicula Ruppell, 1844 | 24(*) | 630;680(**) | | 218 (2) | | |
| C | N | Pyroteuthis margaritifera (Ruppell, 1844) | 1 | 701(**) | 100< - <600 | 26 (3) | 90 | (O) |
| A | N | Todarodes sagittatus (Lamarck, 1798) | 176 | 125< - <700 | 0< - <800 | ♂:285; ♀:390 (2) | ♂:120; ♀:400 | § |

**Tab. 1** - Le informazioni riguardanti il Mediterraneo sono state tratte da MANGOLD & BOLETZKY, 1987. La nomenclatura specifica è secondo BELLO, 1986. Il numero degli individui è quello complessivo ottenuto nelle 8 campagne di ricerca, tranne che per *Bathypolypus sponsalis*, dove non è stata considerata la prima campagna, e per *Pteroctopus tetracirrhus* dove non si è tenuto conto dell'ultima, e nel caso delle specie contrassegnate con un (*) alcuni esemplari delle quali sono stati donati all'Istituto o reperiti in vari porti della Sicilia Meridionale. Per il Canale di Sicilia le profondità si riferiscono al valore centrale degli intervalli batimetrici degli strati (RAGONESE & JEREB, pres. Vol.) tranne quelle contrassegnate (**) che corrispondono alle profondità effettive delle rispettive cale. Le misure sono quelle rilevate su materiale fresco (1), scongelato (2) o fissato (3). (Stile vita): modo di vita nella fase adulta (sec. MANGOLD & BOLETZKY, 1988) : B= bento/nectonico; N= nectonico. Potenziale interesse nei confronti della pesca (§) sec. ROPER *et al.*, 1984; (O) sec. MANGOLD & BOLETZKY, 1987.

Nella tabella è riportato l'elenco delle specie in oggetto (delle quali esiste almeno un esemplare nella Collezione realizzata presso l'Istituto), unitamente ai relativi parametri di primario interesse.

Le informazioni raccolte provengono da due anni di campagne di ricerca in mare condotte dall' I.T.P.P. nel versante italiano del "Mare delle Pelagie" (AA.VV., 1979), Canale di Sicilia *sensu latu*, nell'ambito del programma di ricerca T.R.A.W.L. (LEVI, 1988), e dai numerosi contributi offerti dalle varie marinerie della Sicilia meridionale.

Quanto esposto costituisce un primo quadro descrittivo che ci si propone di perfezionare, considerando il potenziale interesse (cfr. ROPER *et al*., 1984; MANGOLD & BOLETZKY, 1987) che alcune delle specie indicate potrebbero rivestire per la pesca locale, pur non costituendo attualmente oggetto di sfruttamento, e la generale carenza di informazioni, sia per quanto concerne gli aspetti sistematici che biologici, cui si sta cercando di sopperire con la collaborazione dei pescatori siciliani.

## Ringraziamenti

Gli autori ringraziano sentitamente le marinerie del versante meridionale siciliano per i numerosi contributi offerti, in particolare l'equipaggio del M/P "S.Anna" di Mazara del Vallo, l'attenta e preziosa collaborazione.

## Bibliografia

AA.VV (1979) - Geologie méditerranéenne. Ann. Univ. Provence, Tomo VI n. 1: 250 pp.

BELLO G. (1986) - Catalogo dei Molluschi Cefalopodi viventi nel Mediterraneo. Boll. Malacologico, Milano, 22 (9-12): 197-214.

LEVI D. (1988) - Canale di Sicilia - Relazione sull'attività svolta dall'Unità Operativa : Istituto di Tecnologia della Pesca e del Pescato - Mazara del Vallo in : *Atti seminari delle Unità Operative responsabili dei progetti di ricerca promossi nell'ambito dello schema preliminare di piano per la pesca e l'acquacoltura. M.M.M. - C.N.R.*, Roma, vol. III - Sessione "Valutazione risorse demersali" : 1561-1767.

MANGOLD K., BOLETZKY S.V. (1987) - CEPHALOPODES. In : Fischer W., Bauchot M.L. et Schneider M. (reds.), *Fiches FAO d'identification des espèces pour les besoins de la pêche (Rév. 1). Méditerrannée et mer Noire*. Rome, FAO, Vol. 1:635-714.

MANGOLD K., BOLETZKY S.V. (1988) - Mediterranean Cephalopod Fauna. The Mollusca, ACADEMIC PRESS, INC., Vol. 12: 315-330.

RAGONESE S., JEREB P. (pres. vol.) - Sulla teutofauna di interesse commerciale del Canale di Sicilia.

ROPER C.F.E., SWEENEY S.J., NAUEN CE. (1984) - Cephalopods of the world. An annotated and illustrated catalogue of species of interest to fisheries. FAO Fish. Synop., (125), Vol. 3 : 277 pp.

*OEBALIA 1990 Suppl., Vol. XVI-2: 693-695* *ISSN 0392-6613*

P. LANERA* P. SORDINO* M. C. GAMBI**

* Bioservice Soc. Coop. r. l., Napoli

** Laboratorio di Ecologia del benthos,
Stazione Zoologica "Anton Dohrn", Ischia (Napoli)

# ANELLIDI POLICHETI NUOVI O POCO CONOSCIUTI PER LE COSTE ITALIANE

**Abstract**

*A list of polychaete taxa new or poorly known for the italian coasts is given. The material comes from different marine biotopes of the Tyrrhenian and Sardinia seas: hard and soft bottoms, seagrass beds, coastal lagoon. Among the 20 species listed, 7 belong to the family Syllidae; 5 are also new records for the Mediterranean sea polychaete fauna.*

**Key-words**: Polychaetes, taxonomy, Tyrrhenian sea, Sardinia sea

La presente nota vuol essere un contributo al programma di censimento dei Policheti delle coste italiane iniziato in tempi relativamente recenti dal Gruppo Polichetologico Italiano (GPI) (GAMBI *et al.*, 1985; CASTELLI *et al.*, 1987).

Viene fornita una lista di specie di Policheti per alcune delle quali la nostra risulta essere la prima segnalazione sia per il bacino Mediterraneo che per i mari italiani. Per altri taxa, piuttosto rari, vengono invece riportati ulteriori ritrovamenti lungo le nostre coste che ne ampliano l'areale di distribuzione e meglio ne definiscono l'identità tassonomica e l'ecologia.

Il materiale, esaminato alla luce delle più recenti revisioni sistematiche, proviene da biotopi diversi del Tirreno centrale e meridionale e del Mar di Sardegna: fondi mobili infra e circalitorali davanti alla foce del Tevere e nel Golfo di Salerno, fondi duri dell'infralitorale davanti a Civitavecchia, praterie a

*Posidonia oceanica* della baia di Porto Conte (Sardegna nord-occidentale), prati a *Cymodocea nodosa* del Golfo di Salerno e dell'isola d'Ischia, laguna costiera del Fusaro (Napoli).

Alcune delle specie più interessanti ed i taxa che sono probabilmente specie nuove saranno oggetto di lavori successivi più approfonditi. L'elenco di seguito riportato consta di 20 taxa 7 dei quali appartengono alla famiglia dei Syllidae; 5 specie sono segnalazioni nuove per il bacino mediterraneo.

Taxa nuovi per la polichetofauna del Mediterraneo:

- *Irmula* cf *spissipes* Schmarda (Syllidae): 1 esemplare nella prateria a *Posidonia* della baia di Porto Conte.
- *Exogone* cf *sexoculata* Hartmann-Schroeder (Syllidae): 3 esemplari da fondi duri davanti Civitavecchia.
- *Sphaerodoropsis sphaerulifer* (Moore) (Sphaerodoridae): 2 esemplari su prato a *Cymodocea* dell'isola d'Ischia.
- *Polydora caullery* Mesnil (Spionidae): 15 esemplari da fondi duri davanti Civitavecchia.
- *Leiochrides* sp. (Capitellidae): 7 esemplari da fondi duri davanti Civitavecchia.

Taxa nuovi per le coste italiane:

- *Sphaerosyllis (Prosphaerosyllis) adelae* San Martin (Syllidae): 3 esemplari su prato a *Cymodocea* dell'isola d'Ischia.
- *Sphaerosyllis (Prosphaerosyllis) brevicirra* Hartmann-Schroeder (Syllidae): 46 esemplari nella prateria a *Posidonia* della baia di Porto Conte.
- *Sphaerosyllis (Prosphaerosyllis) campoyi* San Martin (Syllidae): 146 esemplari in praterie a *Posidonia*, prati a *Cymodocea* e fondi duri infralitorali.
- *Syllis ferrani* Alos & San Martin (Syllidae): 85 esemplari da fondi duri davanti Civitavecchia.
- *Micronephtys maryae* San Martin (Nephtyidae): 2 esemplari da fondi mobili davanti alla foce del Tevere.
- *Hyboscolex longiseta* Schmarda (Scalibregmidae): 23 esemplari da fondi duri davanti Civitavecchia.

Taxa per i quali é stato ampliato l'areale di distribuzione, é stata meglio definita l'identità tassonomica e l'ecologia rispetto a precedenti segnalazioni:

- *Sphaerosyllis (Prosphaerosyllis) xarifae* Hartmann-Schroeder (Syllidae): 61 esemplari da fondi duri davanti Civitavecchia.
- *Syllis alternata* Moore (Syllidae): 4 esemplari da fondi duri davanti Civitavecchia.
- *Podarkeopsis capensis* Day (Hesionidae): 3617 esemplari nella laguna costiera del Fusaro (Napoli).
- *Micronereis siciliensis* Cantone (Nereididae): 21 esemplari su prateria a *Posidonia* e fondi duri davanti Civitavecchia.

- *Glycera celtica* O'Connor (Glyceridae): 8 esemplari su fondi mobili davanti alla foce del Tevere e nel Golfo di Salerno.
- *Glycera tesselata minor* La Greta (Glyceridae): 4 esemplari su prato a *Cymodocea* del Golfo di Salerno.
- *Lumbrinereis nonatoi* Ramos (Lumbrineridae): 10 esemplari su fondi mobili davanti alla foce del Tevere.
- *Peresiella clymenoides* Harmelin (Capitellidae): 15 esemplari su prato a *Cymodocea* dell'isola d'Ischia.
- *Streblosoma hesslei* (Day) (Terebellidae): 342 esemplari su fondi duri davanti Civitavecchia.

Dato il continuo e rapido evolversi in questi ultimi anni in particolare degli studi sulla tassonomia dei Policheti, liste sintetiche di questo tipo possono risultare utili anche ai non specialisti del gruppo che si occupano di benthos in generale.

## Bibliografia

CASTELLI A., GAMBI M.C., BIANCHI C. N., 1987. Censimento dei Policheti dei mari italiani: criteri generali. *Atti Soc. Tosc. Sc. Nat. Mem. serie B,* 44 : 313 - 318.

GAMBI M.C., BIANCHI C.N., GIANGRANDE A., COLOGNOLA R., 1985. Per un censimento della polichetofauna delle coste italiane, nota preliminare. *Oebalia,* XM N.S.: 289-302.

*OEBALIA 1990 Suppl., Vol. XVI-2: 697-699* ISSN 0392-6613

G. MARANO N. CASAVOLA C. SARACINO E. RIZZI
Laboratorio Provinciale di Biologia Marina

# CICLO RIPRODUTTIVO DI *LITHOPHAGA LITHOPHAGA* (L.) (MOLLUSCA: MITILIDAE) NELL'ADRIATICO PUGLIESE.

**Key-words**: Bivalvia, *Lithophaga lithophaga,* Reproduction.

*Lithophaga lithophaga* (L.) mitilide dioico caratteristico dell' endolithon, presenta ritmi di crescita lenti, raggiunge la taglia di 1 cm probabilmente solo dopo tre anni e quella minima consentita per il commercio, 5 cm, dopo 10-15 anni (PIEROTTI *et al.,* 1966).

L'indagine sul ciclo riproduttivo é stata svolta, nell'arco di un anno, con osservazioni a fresco e preparati istologici quindicinali (MARANO *et al.,* 1982; CASAVOLA *et al.,* 1985).

Dall'analisi si é rilevato che in gennaio le gonadi esaminate risultano costituite quasi esclusivamente da tessuto connettivale; raramente si riscontrano piccoli follicoli ovarici e spermatici con goni e gonociti sulle pareti che risultano spesse. Macroscopicamente le gonadi sono appena visibili, nei maschi risultano di colore bianco avorio, nelle femmine biancastre con isole rosate (stadio 0).

Con la ripresa dell'attività gametogenetica si osserva un'aumento di elementi germinali all'interno dei follicoli che appaiono più numerosi. Diminuisce il numero dei goni mentre aumentano Spermatociti e ovociti, cominciano ad evidenziarsi anche i primi spermatidi. In tutto questo periodo le gonadi sono localizzate nella massa viscerale (stadio 1).

A partire da febbraio e nei mesi primaverili, le gonadi si estendono nei lobi del mantello, si ha una proliferazione dei follicoli. Nei maschi gli spermatidi e i primi spermatozoi migrano al centro del lume organizzandosi in cordoni. I follicoli femminili, invece, si trovano in uno stadio più arretrato, sono ancora di modeste dimensioni con ovogoni e qualche giovane ovocita con nucleo voluminoso ed evidente nucleolo (stadio 2).

Da luglio i follicoli risultano grandi con poca sostanza interfollicolare. All'interno sono presenti ovociti in uno stadio di avanzata vitellogenesi attaccati alla parete follicolare per mezzo di una piccola porzione di citoplasma, alcuni di questi sono prossimi a staccarsi dalla parete per rendersi liberi nel lume follicolare, sono visibili ovociti già liberi.

Nello stesso periodo nei maschi si evidenziano ampi follicoli con spermatidi e spermatozoi disposti in cordoni (stadio 3).

In questa fase le gonadi invadono quasi completamente il mantello e gli altri organi. I follicoli ovarici appaiono ripieni di ovociti già maturi o in fase di avanzata vitellogenesi liberi nel lume, le pareti follicolari sono molto sottili. Anche quelli maschili risultano ben sviluppati, la sostanza interstiziale é molto ridotta e in diverse zone é quasi scomparsa.

Le gonadi macroscopicamente risultano gonfie, di colore bianco avorio nei maschi e arancio nelle femmine.

In questo periodo non é improbabile osservare esemplari con follicoli già svuotati per l'avvenuta deposizione.

Tuttavia l'emissione dei gameti (stadio 4) non segue immediatamente la maturazione poiché, come accade per gran parte dei bivalvi, la temperatura dell'acqua più favorevole per la maturazione non coincide con quella che stimola la deposizione. Questa si prolunga fino a dicembre, le gonadi femminili tornano ad assumere una colorazione biancastra picchiettata di rosa e già a novembre si trovano le prime gonadi allo stadio di riposo.

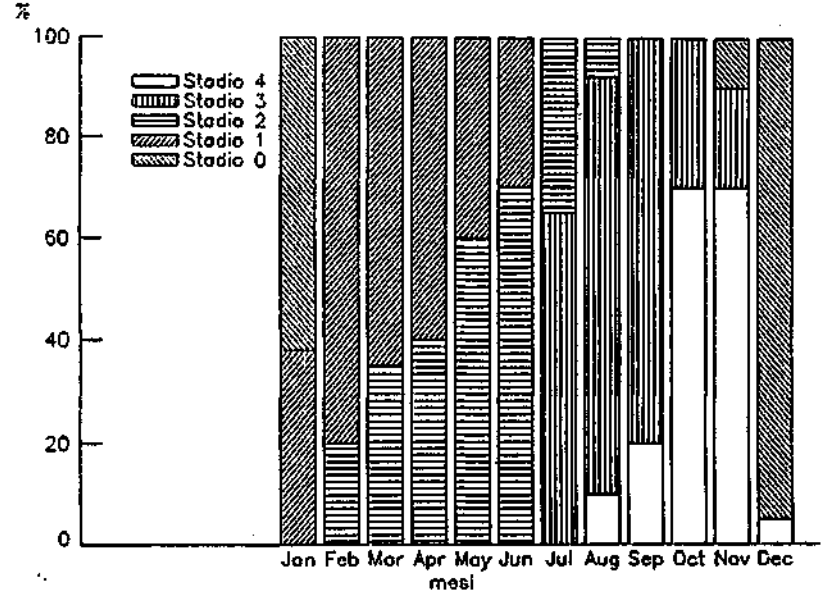



**Fig. 1** - Ciclo riproduttivo

## Bibliografia

CASAVOLA N., RIZZI E., MARANO G., SARACINO C. (1985) - Ciclo riproduttivo e biometria di *Ensis minor* (Chenu) (Bivalvia: Solenidae) nel Golfo di Manfredonia. *Oebalia,* 11 (N.S.): 439-449.

MARANO G., CASAVOLA N., SARACINO C., RIZZI E. (1982) - Riproduzione e crescita di *Chamelea gallina* (L.), *Venus verrucosa* (L.) (Bivalvia: Veneridae) nel basso Adriatico. *Mem. Biol. Marina e Oceanogr.* , 12 (2): 93-110.

PIEROTTI P., LO RUSSO R., SIVIERI-BUGGIANI S. (1966) - Il dattero di mare, *Lithodomus lithophagus,* nel Golfo di La Spezia, *Ann. Fac. Med. Vet. Univ. Pisa,* 18: 157-174.

*OEBALIA 1990 Suppl., Vol. XVI-2: 701-703* ISSN 0392-6613

A. MATARRESE G. D'ONGHIA P. PANETTA A. TURSI
Istituto di Zoologia ed Anatomia Comparata - Università degli Studi
Via Amendola 165/a - Bari - Italia

# LE BIOCENOSI DEI FONDI STRASCICABILI DEL MAR JONIO

**Abstract**

Biotic communities of trawlable bottoms of Jonian Sea.

*National Project on the stock assessment in demersal resources of the Ministero Marina Mercantile, let to identify the most important biotic communities of Ionian Sea.*

*164 macrobenthic species have been classified: 2 Fanerogama, 4 Porifera, 16 Cnidaria, 8 Briozoa, 1 Brachiopoda, 6 Anellida, 58 Mollusca, 42 Crustacea, 27 Echinodermata and 8 Ascidiacea.*

*The biocoenoses detected are (sensu PERES et PICARD 1984): SFBC, HP, DC, DE, VTC, DL, VP. The most frequent are: SFBC along Calabrian coastline, VTC in circalitoral bottoms and VP in batial bottoms.*

**Key - words**: Benthos, Jonian Sea.

Nell'ambito del progetto nazionale "Valutazione delle Risorse Demersali" finanziato dal Ministero della Marina Mercantile, condotto nel mar Jonio dell'Istituto di Zoologia ed Anatomia Comparata dell'Università degli Studi di Bari in collaborazione con l'Istituto Sperimentale Talassografico CNR di Taranto, si è cercati di identificare, in via preliminare, le biocenosi dei fondi strascicabili (biocenosi dei substrati mobili).

Nel triennio 1985/'87 sono state condotte cinque campagne di pesca a strascico con un peschereccio di 57 t di stazza lorda, con motore di 220 Hp, munito di rete

in nylon il cui sacco aveva alla bocca 480 maglie di mm 24 e nella parte terminale 240 maglie di mm 16. Il campionamento, di tipo random stratificato, è stato realizzato su fondi strascicabili a partire da una profondità di m 16 fino a m 600. Gli organismi bentonici prelevati dalla rete sono stati fissati in formolo neutro e successivamente classificati in laboratorio. L'attrezzo usato ha fornito dei dati parziali sulla composizione qualitativa dei popolamenti e quindi sulle relative biocenosi, le cui diverse tipologie sono state distinte, comunque, in relazione alla presenza delle differenti specie ( FROGLIA e OREL, 1971).

Sono state identificate 164 specie macrobentoniche appartenenti ai seguenti taxa: Fanerogame (2), Poriferi (4), Cnidari (16), Briozoi (8), Brachiopodi (1), Anellidi (6), Molluschi (58), Crostacei (42), Echinodermi (27), Ascidiacei (8). Per l'identificazione delle biocenosi è stata utillizzata la lista delle specie caratteristiche fornite da altri Autori (PÈRÉS et PICARD, 1964; PICARD, 1965; VATOVA, 1975). Sono state così identificate 6 specie caratteristiche delle SFBC (Sabbie Fini Ben Calibrate), 2 delle HP (Posidonieto), 8 del DC (Detritico Costiero), 2 del DE (Detritico Infangato), 6 del VTC (Fanghi Terrigeni Costieri), 1 del DL (Detritico del Largo), 18 del VP (Fanghi Profondi).

Di questo biocenosi le più diffuse nel mar Jonio sono: le SFBC nel piano infralitorale del versante Calabro (l'infralitorale pugliese, generalmente, non è strascicabile); il VTC nel circalitorale il quale comunque, si rinviene anche nel piano superiore in prossimità delle fiumare calabre; il VP che caratterizza i fondi batiali.

Si fa rilevare, infine, che nell'ambito dell'infralitorale si riscontrano popolamenti eterogenei di sabbie grossolane non classificabili in alcuna delle biocenosi sensu PÉRÈS - PICARD.

## Bibliografia

FROGLIA C. & OREL G. (1971) - Possibilità di delimitazione di biocenosi bentoniche in base agli organismi catturati con reti a strascico. *Quad. Lab. Tecnol. Pesca,* I, 37 -41.

PANETTA P. (1970) - Molluschi del Golfo di Taranto raccolti durante le crociere dell' Albatros. *Ann. Museo St. Nat. Genova,* 78, 149 - 180.

PÈRÉS J.M. & PICARD J. (1964) - Nouveau manuel de bionomie benthique de la Mer Méditerranée, *Rec. Trav. St. Mar Endoume,* 47, 1-138.

PICARD J. (1965) - Recherches qualitatives sur les biocoenoses marines des substrats meubles dragables de la région marseillaise, *Rec. Trav. St. Mar Endoume*, 52, 1- 160.

VATOVA A. (1975) - Ricerche qualitative e quantitative sulla fauna bentonica del Golfo di Taranto. *Boll. Pesca Piscic. Idrobiol.*, 30, 1 -, 38.

*OEBALIA 1990 Suppl., Vol. XVI-2: 705-707* ISSN 0392-6613

N. MATTEI* M. PELLIZZATO**
* Dip. Biologia Ambientale - Università di Siena - Via delle Cerchia, nº 3 - 53100 Siena.
** Consulente C. I.V.V. - Venezia.

# CONFRONTO FRA ALLEVAMENTI DELLA SPECIE *TAPES PHILIPPINARUM* (ADAMS & REEVE, 1850) EFFETTUATI NELLE LAGUNE DI ORBETELLO E VENEZIA

**Abstract**

Comparison Between the rearing of clam, *(Tapes Philippinarum)* (Adams & Reeve, 1850), in the Lagoons of Orbetello and Venice.

*In the frame of research aimed to confirm the possibility to rear the clam* (Tapes philippinarum), *in Italian Lagoons, after the good results obtained since 1983 in the lagoon of Venice (North Italy), it has been possible, in 1987, to extend the experimentation in the lagoon of Orbetello (Centre Italy). In this way it has been found that in Venetian lagoon high grow rates and good value production can be obtained, while in Orbetello lagoon, the very growth rate, is frustrated by the very high coefficient of mortality due to recurrent condition of eutrophysation.*

**Key-words**: Clam, *Tapes philippinarum*, Lagoon, mortality rate and growth rate.

## Introduzione

Nell'ambito delle ricerche tendenti a verificare la possibilità di allevare il *Tapes philippinarum* (ADAMS e REEVE, 1850) in ambienti lagunari italiani, in seguito alle esperienze positive già fatte nelle zone vallive della laguna di Venezia, nel 1987 é stata estesa la sperimentazione anche alla laguna di Orbetello.

Gli scopi principali di questa ricerca sono rappresentati dal:

1) verificare la possibilità di allevare nella laguna di Orbetello, su lungo periodo, organismi bentonici;

2) confrontare i risultati qui ottenuti con attività di molluschicoltura. Questa esperienza si é resa possibile anche in correlazione con le nuove strutture migliorative apportate nel 1987 nella laguna di Orbetello costituite da potenti idrovore che garantiscono un certo ricambio d'acqua all'interno del bacino al fine di evitare le gravi situazioni di eutrofizzazione già sofferte negli anni passati, sia dalla entrata in azione di natanti per il prelievo delle masse algali in decomposizione che ricoprono gran parte della laguna nei periodi estivi.

*Presentazione della ricerca*

Attraverso uno studio dei bacini, sono state individuate le aree reputate idonee alla sperimentazione.

Nella laguna di Orbetello sono state individuate 2 zone che di seguito vengono denominate zona A e zona B.

Zona A o bacino di Frecciolosa, rappresentato da un bacino praticamente chiuso della profondità media di circa un metro ed in comunicazione con la laguna attraverso due chiuse; una terza chiusa collega il suddetto bacino con un canale sfociante in mare. Questo sistema é dotato di una idrovora (4 mc/sec) che garantisce nei momenti di rischio, di movimentare ed in parte ossigenare (per caduta) l'acqua del bacino. Qui il giorno 11 luglio 1987 sono stati seminati 16800 individui in un parco su fondo delle dimensioni di 50 mq. All'interno dello stesso bacino é stata posta una cesta in sospensione con gli stessi individui in modo da avere una possibilità di controllo della mortalità/crescita/condizioni degli individui seminati.

Zona B, notevolmente differente dalla precedente, é stata scelta in prossimità del canale di Ansedonia. Qui in un parco di 100 mq sono stati seminati, su un fondale di circa un metro, 17000 individui ed in prossimità di questo é stata posta una cesta per l'allevamento in sospensione con funzione di correlazione.

Nella laguna di Venezia, sono state scelte nuove zone di coltura, rispetto alle passate campagne di sperimentazione svolte dal 1983 (vedi bibliografia), all'interno delle valli Dogà e Grassabò.

## Risultati e Conclusioni

In ambedue gli ambienti, Orbetello e Venezia, si sono registrati ottimi tassi di accrescimento tali da permettere, in alcune stazioni, il raggiungimento della taglia commerciabile (3.5 cm) in un solo anno di allevamento.

A questo dato positivo però si affianca la fortissima negatività, nella laguna di Orbetello, dei tassi di mortalità (90% - 95%) che, nelle condizioni attuali, mettono in evidenza l'impossibilità di allevare organismi bentonici. Le forti condizioni di eutrofizzazione che si verificano nei periodi estivi, provocano una moria di quasi tutti gli organismi bentonici su quasi l'intera area della laguna e le attuali strutture hanno forse impedito nel 1988 la forte moria di specie ittiche, ma si sono rivelate insufficienti per difendere lo strato bentonico che nei periodi estivi presenta una situazione di forte anossia, letale per quasi tutte le specie insediate a questo livello.

Per quanto riguarda la laguna di Venezia i risultati evidenziano, come già si era riscontrato negli anni passati, una conveniente produttività dovuta alla combinazione fra buoni tassi di accrescimento e percentuali di ricattura intorno al 30% - 35%.

Concludendo quindi possiamo dire che la specie ha forti possibilità di sviluppo, con convenienti rese nell'ambito della molluschicoltura, ma nella laguna di Orbetello, fino a quando non verranno adottate ulteriori e più drastiche e concrete operazioni di risanamento, non sembra possibile effettuare alcuna forma di molluschicoltura sia su fondo che, in sospensione.

**Bibliografia**

ANDERSON G. J., MILLER M. B., CHEW K.K. ( 1982.). A guide to Manila Clam aquaculture in Puget Sound. Washington Sea Grant Program, *Technical Report,* 82-4: 1-45.

CLAUS C., DE PAUW N., JASPERS E., (1981). Proceedings of the International Workshop on nursery culturing of bivalve molluscs . Special Publication E.M.S., 7:1-394.

PELLIZZATO M., MATTEI N., in stampa. Allevamento di *Tapes* (Ruditapes) *philippinarum* (Adams & Reeve, 1850) in alcuni biotopi lagunari veneti. *Atti del XVIII Congr. S.I.B.M.* - Cesenatico, 1986.

PELLIZZATO M., MATTEI N., RENZONI A., in stampa. Allevamento su scala commerciale di *Tapes philippinarum* (Adam & Reeve, 1850) in alcune valli Venete. *Atti del XIX Congr. S.I.B.M.* - Napoli, 1987.

PELLIZZATO M., MATTEI N., 1988. Aspetti economici dell'allevamento delle vongole *Tapes philippinarum* (Adams & Reeve, 1850) nelle lagune venete. *Il Pesce,* 1/88: 23-27.

*OEBALIA 1990 Suppl., Vol. XVI-2: 709-711* *ISSN* *0392-6613*

A. MAZZOLA G. SARÀ M. LO VALVO D. DI PALMA

Istituto di Zoologia dell'Università, via Archirafi, 18 - 90123 Palermo (Italy)

# OSSERVAZIONI SULLA RIMONTA DEI MUGILIDI E DI *A. ANGUILLA* L. LUNGO LA FASCIA COSTIERA DEL GOLFO DI CASTELLAMMARE (SICILIA).

**Abstract**

Grey mullets and A. *anguilla* recruitment in the Gulf of Castellammare (Sicily).

*Data are reported from a three-year investigation on the recruitment of 5 species of grey mullets and of* A. anguilla *meat the mouth of two rivers flowing into the Gulf of Castellammare (Sicily). The results give an overall view of the abundance and dynamics of the fish populations caught.*

*From this study hypotheses can be drawn concerning the influence of a few environmental parameters upon fry of catadromons fishes.*

**Key-words**: Grey mullets- A. *anguilla* -Fry- Recruitment.

Scopo - Fino a qualche anno fà i dati sulla rimonta del novellame, quando disponibili, si riferivano, quasi esclusivamente, alle regioni del nord e del centro Italia (DE ANGELIS, 1967; GANDOLFI *et al.*, 1979; ROSSI, 1981; CAU *et al.*, 1982).

Per il Meridione, ed in particolare per la Sicilia, esistevano solo informazioni vaghe, prive di qualsiasi attendibilità e rigore scientifico. Solo di recente, grazie al Piano del M.M.M. sulla valutazione degli stocks di novellame, é stato possibile raccogliere dati su tutto il territorio nazionale.

Questo lavoro condotto nell'ambito del suddetto Piano, riporta i dati di tre anni d'indagini effettuate in un'area della Sicilia soggetta ad un'elevata pressione di prelievo e con inesistenti dati certi sull'entità della risorsa. Lo scopo é stato quello di seguire per tre anni consecutivi la dinamica della rimonta e di valutare la consistenza degli stocks, anche in relazione ad alcuni parametri ambientali.

A causa della elevata mole di dati da gestire, nella presente nota vengono trattati solamente i mugilidi e le anguille.

**Risultati** e **Discussione**

La ricerca é stata svolta alle foci di due corsi d'acqua (Fiume Jato e Fiume S. Bartolomeo), caratterizzati da simili condizioni ambientali e che insistono all'interno del Golfo di Castellammare (Sicilia).

I campionamenti mensili sono stati effettuati con le attrezzature e le metodiche già descritte in un precedente lavoro (MAZZOLA, 1988).

Riferendoci alle catture complessive dei tre anni, i mugilidi hanno fatto registrare un valore che sfiora le 25.000 unità, mentre le anguille sono state presenti con valori molto modesti.

Se analizziamo i dati su base annua, espressi per U.S.T. (unità di sforzo teorico), nell'ultimo ciclo di indagini (1987-88), le catture complessive, in concomitanza con il peggioramento delle condizioni ambientali nel fiume dovuto alla riattivazione di scarichi industriali, sono diminuite come numero, mentre é aumentata la biomassa campionata. Tra i mugilidi le specie più rappresentate sono state *L. ramada* e *L. aurata,* con una leggera flessione durante il 2° anno a vantaggio di *M. cephalus,* che invece é praticamente scomparso al 3° anno.

*L. saliens* ha presentato valori di abbondanza numerica e ponderale regolari anche se modesti, con un leggero incremento nel corso del 2° anno. *C. labrosus é* stata la specie numericamente meno rappresentata, ma determinante nell'incremento della biomassa, a causa delle taglie medie elevate rinvenute quasi costantemente.

Le ceche di *A. anguilla* hanno presentato i dati di cattura irregolari nel corso dei tre anni. Da una distribuzione limitata ai soli mesi invernali e primaverili si é passati ad una presenza costante durante tutto l'anno, e quindi ad una presenza quasi esclusiva durante i mesi estivi. Ciò ha coinciso con il ciclo dei campionamenti più influenzato dagli input inquinanti (1987-88). Sulla base delle abbondanze medie mensili é stata fatta una analisi multivariata delle corrispondenze da cui si evince che le specie trattate si sostituiscono lungo il gradiente annuale tranne il caso di *L. ramada* e *L. aurata* che compaiono quasi nello stesso periodo e con la stessa abbondanza. *A. anguilla,* contrariamente a

quanto riportato per altre aree geografiche, trova collocazione prevalente nel quadrante estivo; determinanti sono state le catture dell'ultimo anno e sarà interessante verificarne la veridicità, durante il prossimo ciclo di ricerche.

Dalla correlazione tra i tre parametri ambientali ritenuti più significativi (temperatura, salinità e velocità della corrente), é emerso che la temperatura é inversamente correlata alla salinità ed alla velocità della corrente. Questo dato apparentemente strano é spiegabile se si tiene conto della peculiare morfologia delle foci. Infatti entrambi i fiumi, sfociando in un arenile, formano dei tomboli di sabbia che limitano il contatto con il mare ai periodi di mareggiate o di piene. Così si ha la formazione di un cono salino prevalentemente in stagioni invernali, ma il range di escursione é modesto (i valori vanno da 0 a 5 ‰). Le specie non vengono assolutamente influenzate dalle variazioni di salinità, tant'è che non é emersa alcuna correlazione tra questo parametro e l'abbondanza delle specie stesse.

## Bibliografia

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.

DE ANGELIS C.M. (1967) - Osservazioni sulle specie del genere *Mugil* segnalate lungo le coste del Mediterraneo. *Boll. Pesca Piscic. Idrobiol.* 22: 5-36.

GANDOLFI G., ROSSI R., TONGIORGI P., VILLANI P. (1979)- Osservazioni sulla montata delle ceche *(Anguilla anguilla L.)* alla foce dell'Arno. *Atti Soc. toscana Sci. nat., Mem. ser. B.,* 86: 370-373.

MAZZOLA A. (1988) - Primi dati sulla montata del pesce novello alla foce del fiume Jato (Golfo di Castellammare, Sicilia). *Atti Sem. U.O. Prog. Ric. Piano per la Pesca e l'Acquacoltura.* M.M.M. - C.N.R., Roma 1988, *vol* II: 757-772.

ROSSI R. (1981) - La pesca del pesce novello da semina nell'area meridionale del delta del Po. *Quad. Lab. Tecn. Pesca, III,* nº 1: 23-36.

*OEBALIA 1990 Suppl., Vol. XVI-2: 713-715* ISSN 0392-6613

M. MISTRI G. COLOMBO
Istituto di Zoologia e Biologia generale - Via Borsari, 46 - 44100 Ferrara - Italy

# INDAGINI PRELIMINARI SULLA VARIABILITÀ MORFOMETRICA NEL LATTERINO, *ATHERINA BOYERI* RISSO 1810.

**Abstract**

*By means of DFA morphometric traits, samples of adult sandsmelts from faraway italian sites were compared. In morphometric studies of this atherinid age classes must be taken into account even when mature adults are considered and measurements are adjusted for length.*

**Key-words:** *Atherina boyeri,* multivariate morphometries, Italy.

Il latterino, *Atherina boyeri* Risso 1810, é un aterinide eurialino che presenta un'ampia distribuzione nelle acque costiere dell'Atlantico orientale e del Mar Nero.

Sono stati esaminati campioni di latterini adulti provenienti da località italiane fra loro distanti e con caratteristiche ambientali dissimili (Mar Piccolo di Taranto, Lago Trasimeno e Sacca di Goro, laguna del Delta del Po). Di ciascun individuo sono stati considerati 9 caratteri morfometrici (fig. 1) e le misure sono state standardizzate (RICKER, 1973) al fine di rimuovere "l'effetto lunghezza".

L'età di ciascun individuo é stata stimata mediante l'osservazione delle scaglie poste sopra la linea laterale del corpo. I campioni sono stati scomposti secondo le classi d'età, e i gruppi così ottenuti sono stati sottoposti ad analisi discriminante mediante BMDP (DIXON *et al.*, 1981).

L'analisi discriminante ha fornito un set di caratteri morfometrici da ritenersi "buoni discriminatori" che, in ordine di importanza, sono: ORBW, PECTD, PELCD, HEALD, FDORC e ANALC. Il valore medio di riclassificazioni corrette dei latterini nei gruppi di appartenenza definiti a priori é stato del 77.7%: dei 247 individui esaminati soltanto 51 hanno evidenziato una probabilità a posteriori di

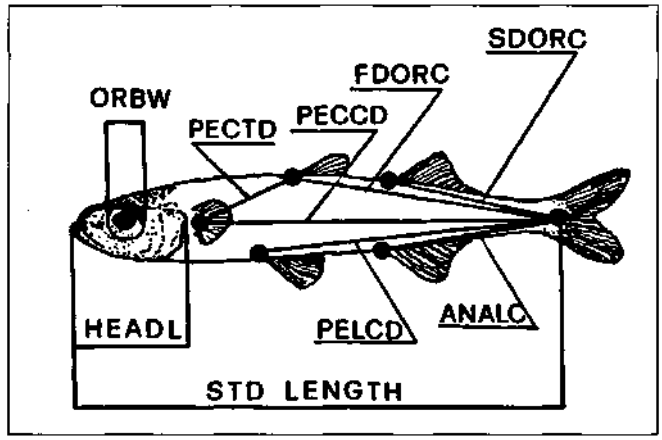



**Fig. 1** - Caratteri morfologici

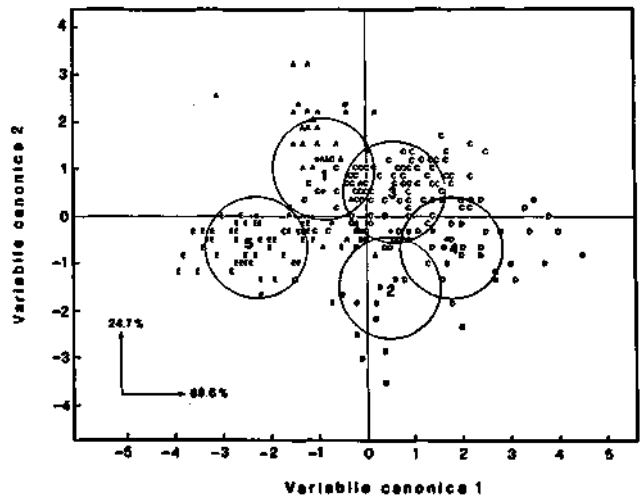



**Fig. 2** - diagramma delle variabili canoniche e varianza percentuale spiegata. A: Taranto 1+; B: Taranto 2+; C: Trasimeno; D: Goro 2+; E: Goro 1+.

appartenere ad un gruppo diverso da quello originale. Sul diagramma delle variabili canoniche (fig. 2) si osserva una separazione tra i gruppi di età $1^+$ e i gruppi di età $2^+$.

La crescita in *A. boyeri* provoca un cambiamento nella forma del corpo che ha, sulla base dei caratteri considerati, più peso nel discriminare i latterini che non il sito di provenienza. Le popolazioni delle acque interne paiono mantenere caratteristiche morfologiche "giovanili": il gruppo del Trasimeno, di età $2^+$, si colloca infatti in prossimità dei latterini di acque costiere di età $1^+$.

## Bibliografia

RICKER W. E. (1973) - Linear regression in fishery research. *J. Fish. Res. Board Can*. 30: 409-434.

DIXON W. J., BROWN M.B., ENGLEMAN L., FRANE J.W., HILL M. A., JENARICH R. I., TOPOREK J. D. (1981) - BMDP statistical software , University of California Press, Berkeley, Ca, 725 pp.

*OEBALIA 1990 Suppl., Vol. XVI-2: 717-718* *ISSN 0392-6613*

P. PANETTA
Istituto di Zoologia ed Anatomia Comparata - Università degli Studi
Via Amendola 165/A - Bari - Italia

# DISTRIBUZIONE DEI MOLLUSCHI NEL GOLFO DI OROSEI (SARDEGNA ORIENTALE)

**Abstract**

Mollusc distribution in the Orosei gulf (Est Sardinia)

*Biocoenotic survey was carried out in the Orosei Gulf in 1985. Multivariate analysis has shown homogeneity in the population. The biocoenoses DC (sensu PÉRÈS et PICARD, 1964) is the most important in the Orosei Gulf.*

**Key-words**: Benthos, Mollusc, Multivariate analysis, Sardinia.

Il tratto di costa che da Capo Cornino giunge a Capo M.te Santu, forma il Golfo di Orosei. Esso è caratterizzato a sud da un'alta falesia carbonatica, cui segue verso Nord l'ampia spiaggia della piana costiera del fiume Cedrino. La falesia è interrotta da piccole cale sabbiose corrispondenti alle foci di corsi d'acqua a regime torrentizio (Cala Luna, Cala Sisine, Cala Gonone, ecc.).

La costa bassa della piana di Orosei è di natura sedimentaria pleistocenica. La piattaforma continentale del Golfo di Orosei a Sud è poco estesa mentre a Nord l'area racchiusa dai due canyons (Cala Gonone e Cala di Orosei) è più ampia a causa degli apporti terrigeni del fiume Cedrino.

Le indagini biocenotiche nel Golfo di Orosei sono state eseguite nel Settembre del 1985, effettuando campionamenti mediante dragaggi, strascicate ed immersioni. In totale sono state indagate 44 stazioni.

L'indagine biocenotica ha rilevato la presenza dei seguenti fondali: nel settore sud del golfo, per la presenza di un'alta falesia e di forti correnti profonde,

predominano i fondai detritici a mäerl, mentre a Nord, per la presenza del fiume Cedrino, si evidenziano fondali sabbiosi, con sabbie terrigene di natura calcarea e quarzosa e con sabbie limose alluvionali.

Sono state raccolte 116 specie di Molluschi, di cui 3 Poliplacofori, 59 Gasteropodi, 3 Scafopodi e 51 Lamellibranchi. I seguenti dati sono stati elaborati mediante l'analisi dei clusters applicando il metodo dell' average linkage clustering (ORLOCI & KUNKEL, 1985). Tale analisi è stata condotta su di un numero ridotto di specie (29) per eliminare il rumore di fondo dovuto alle specie rare rinvenute in uno o due campioni. L'analisi dei clusters, effettuata sulla base della sola malacofauna, ha mostrato una notevole omogeneità fra le stazioni indagate, eccezion fatta per le stazioni 2, 19 e 34, 38. Tali popolamenti rappresentati da *Laevicardium crassum, Turritella turbana, Calyptraea chinensis, Dentalium vulgare* ed altre, appartengono per la maggior parte alla biocenosi Detritico Costiera (sensu Pérès et Picard, 1964), che costituisce la quasi totalità dei fondali del Golfo di Orosei.

Le stazioni che si separano appartengono al piano mediolitorale ed infralitorale e sono caratterizzate da specie tipiche *(Patella coerulea, Jujubinus exasperatus, Arca noe).*

## Bibliografia

ORLOCI L., KUNKEL N.C. (1985) - Introduction to data analysis. 1: 339.

PÉRÈS J. M., PICARD J. (1964) - Nouveau manuel de bionomie benthique de la Mer Méditerranée. *Rec. Trav. Stat. Mar. Endoume* 47, 31: 5-317.

*OEBALIA 1990 Suppl., Vol. XVI-2: 719-720* ISSN 0392-6613

M. PASSARIELLO P. SCHINTU A. BELLUSCIO G.D. ARDIZZONE
Dipartimento di Biologia Animale e dell'Uomo - Università "La Sapienza"
Viale dell'Università 32, 00185 - Roma - Italia

# ACCRESCIMENTO ED ALIMENTAZIONE DI *BOTHUS PODAS* (DELAR) NEL MAR TIRRENO.

**Abstract**

Growth and feeding of *B. podas* in the Tyrrhenian sea.

*Growth and feeding of B.* podas *(Delar), caught by trawl survey during 1987 in the Tyrrhenian sea, are described. Parameter of the Von Bertalanffy's growth equation and index of frequency of preys are computed .*

**Key-words:** *B. podas*, growth, feeding, Tyrrhenian sea

Durante alcune pescate sperimentali effettuate nell'ambito del programma "Valutazione delle risorse demersali del Tirreno" (contributo Ministero Marina Mercantile) nell'area compresa tra la linea di costa da Torvaianica alla foce del Garigliano e la batimetrica dei 700 m, sono stati registrati alti rendimenti orari di *Bothus podas* (Delar), specie di scarso interesse commerciale che raramente arriva sui mercati ittici ed è anche per questo poco conosciuta.

Le catture sono state effettuate in Aprile e Settembre 1987 nell'intervallo batimetrico compreso tra 5 e 15 m, caratterizzato da sabbie fini costiere, da prati di *Cymodocea nodosa* e, più a largo, da *Posidonia oceanica.* Su un totale di 712 individui sono stati esaminati, in sub-campioni, 152 coppie di otoliti, di cui 130 (86.7%) risultati leggibili, e 111 stomaci per l'analisi dei contenuti gastrici, mediante l'impiego dei seguenti indici: 1) Numero medio di prede per stomaco; 2) Indice di percentuale in numero; 3) Indice di frequenza. Dalla lettura degli otoliti, osservati sotto luce incidente su sfondo nero, si è evidenziato un pattern di crescita

molto chiaro e sono stati calcolati i parametri della curva di accrescimento di Von Bertalanffy (Tab. 1). Non sono state rilevate età superiori a 3+ e la maggior parte degli individui appartiene alle classi di età 0+ e 1+ (31.5% e 51.5% rispettivamente). L'analisi delle distribuzioni di frequenza per taglia permette di individuare nell'estate il periodo di reclutamento. *B. podas* sembra avere un ciclo vitale relativamente breve, intorno ai 3-4 anni, caratterizzato da un rapido accrescimento iniziale soprattutto della frazione maschile.

**Tabella 1**

| | L inf. | K | t | N |
|---|---|---|---|---|
| males | 16.50 | 0.732 | -0.160 | 45 |
| females | 17.45 | 0.433 | -0.452 | 82 |
| both sexes | 17.52 | 0.498 | -0.213 | 130 |

Per l'analisi dell'alimentazione di *B. podas* sono stati analizzati complessivamente 111 stomaci di cui solo 3 sono risultati vuoti. In totale le prede rinvenute sono state 947 di cui 367 in primavera e 580 in estate, con una media di 9.6 prede/stomaco in primavera e 7.9 prede/stomaco in estate. Sono state individuate due classi di lunghezza (< 9.5 e > 9.5 cm) corrispondenti ad una generica divisione in giovani ed adulti, facendo riferimento sia alla taglia di inizio del differenziamento dei caratteri sessuali secondari, che avviene intorno ai 10 cm (PADOA, 1956), sia ai dati sull'accrescimento che indicano per il primo anno taglie intorno agli 8 cm (L.S.). L'analisi qualitativa dei contenuti gastrici riguardanti le due stagioni e le due classi di lunghezza considerate ha permesso di individuare 73 specie appartenenti a 13 taxa. E' risultata evidente, nelle due classi di lunghezza e nelle due stagioni considerate, l'importanza dei Crostacei nel loro insieme come base alimentare della specie; Policheti, Gasteropodi e Bivalvi rappresentano un'ulteriore importante fonte trofica. Si rileva inoltre un'evidente differenziazione stagionale nella dieta: in primavera tutti i taxa considerati presentano indici molto simili mentre in estate vi è una netta predominanza dei Decapodi Reptanti.

## Bibliografia

PADOA E. (1956) - Famiglia Bothidae. *Fauna Flora Napoli Monogr.*, 38: 783-831.

*OEBALIA 1990 Suppl., Vol. XVI-2: 721-724* ISSN 0392-6613

D. PELLEGRINI
Centro Universitario di Biologia Marina
P.le Mascagni 1, 57100 Livorno (Italia)

# ECHINODERMI DEL MAR TIRRENO SETTENTRIONALE

**Abstract**

Tyrrhenian Echinoderms

*The bathymetric distribution of 52 species of macro-echinoderms (Crinoids, Holothuroids, Asteroids, Ophiuroids and Echinoids) of the Northern Tyrrhenian Sea by trawl survey is reported.* Paracucumaria hyndmani *(Thorns.) and* Thyone cherbonnieri *Reys are found in the Italian seas for the first time.*

**Key-words**: Echinoderms, Mediterranean Sea, *Paracucumaria hyndmani* (Thorns.), *Thyone cherbonnieri* Reys.

Nell'ambito di un programma sulla valutazione delle risorse demersali, sono stati condotti campionamenti stagionali (primavera ed estate) durante il triennio 1985-1987, nell'area di mare compresa tra l'isola d'Elba e l'isola di Giannutri, da 0 a 700 metri di profondità. Sono state effettuate 180 "cale", della durata di un'ora ciascuna, secondo un disegno stratificato randomizzato che ha permesso una caratterizzazione di gran parte dei fondi strascicabili presenti nell'area in esame (PELLEGRINI *et al.*, 1986). Tra gli organismi raccolti e classificati (KOEHLER 1927, REYS 1959, TORTONESE 1965, TORTONESE 1977) sono state individuate 52 specie di echinodermi così ripartite: Crinoidi (2), Oloturoidi (18), Asteroidi (12), Ofiuroidi (11) ed Echinoidi (9). I dati riportati in letteratura per l'area in esame sono scarsi e circoscritti ad alcune zone specifiche (LUMARE 1968, ALBERTELLI *et al.* 1983). La distribuzione batimetrica delle diverse specie (Tab, 1), nonostante i limiti imposti dall'attrezzo utilizzato per la cattura, concorda

| TAXA | INTERVALLO DI PROFONDITÀ ( m ) |
|---|---|
| **CLASSE CRINOIDEA** | |
| Antedon mediterranea (Lam.) | 0-150 |
| Leptometra phalangium (J. Mull.) | 75-275 |
| **CLASSE HOLOTHUROIDEA** | |
| Holothuria tubulosa (Gm.) | 0-175 |
| Holothuria mammata (Grube) | 50- 75 |
| Holothuria polii (D. Ch.) | 50-100 |
| Holothuria forskali (D. Ch.) | 50-75 |
| Stichopus regalis (Cuv.) | 25-475 |
| Ocnus planci (Brandt) | 0-275 |
| Pseudocnus syracusanus (Grube) | 50-75 |
| Paracucumaria hyndmani (Thoms.) | 50-75 |
| Stereoderma kirchsbergi (Hell.) | 50-75 |
| Trachythyone elongata (Dub. Kor.) | 0-150 |
| Trachythyone tergestina (M. Sars) | 0-350 |
| Pseudothyone sculponea (Cherb.) | 50- 75 |
| Pseudothyone sp. | 50- 75 |
| Phyllophorus urna Grube | 50- 75 |
| Thyone fusus (O.P. Mull.) | 25-150 |
| Thyone cherbonnieri Reys | 50-100 |
| Havelockia inermis (Hell.) | 50- 75 |
| Labidoplax digitata (Mont.) | 25- 50 |
| **CLASSE ASTEROIDEA** | |
| Luidia ciliaris (Phil.) | 50-250 |
| Luidia sarsi (Dub. Kor.) | 50-250 |
| Astropecten aranciacus (L.) | 0- 75 |
| Astropecten bispinosus (Otto) | 0-100 |
| Astropecten jonstoni (D. Ch.) | 0- 25 |
| Astropecten irregularis pentacanthus (D. Ch.) | 0-600 |
| Tethyaster subinermis (Phil.) | 75-275 |
| Peltaster placenta (Mull. Trosch.) | 50- 75 |
| Anseropoda placenta (Penn.) | 50-100 |
| Echinaster sepositus (Retz.) | 0-125 |
| Coscinasterias tenuispina (Lam.) | 25- 50 |
| Marthasterias glacialis (L.) | 75-100 |
| **CLASSE OPHIUROIDEA** | |
| Ophiomyxa pentagona (Lam.) | 50-250 |
| Ophiacantha setosa (Mull. Trosch.) | 50-150 |
| Amphiura chiajei (Forb.) | 25-150 |
| Amphiura filiformis (O.F.Mull.) | 50-150 |
| Amphiura delamarei (Cherb.) | 50- 75 |
| Ophiothrix fragilis (Abildg.) | 50-200 |
| Ophioderma longicaudum (Retz.) | 50-125 |
| Ophiura ophiura (L.) | 0-250 |
| Ophiura albida (Forb.) | 0-350 |
| Ophiura sp. | 100-125 |
| Ophiocten abyssicolum (Mar.) | 325-350 |
| **CLASSE ECHINOIDEA** | |
| Cidaris cidaris (L.) | 50-300 |
| Stylocidaris affinis (Phil.) | 50-200 |
| Sphaerechinus granularis (Lam.) | 50 - 75 |
| Echinus acutus (Lam.) | 0-375 |
| Echinus melo (Lam.) | 125-375 |
| Psammechinus microtuberculatus (Blv) | 0-100 |
| Spatangus purpureus O.F. Mull. | 0- 25 |
| Echinocardium cordatum (Penn.) | 0- 25 |
| Schizaster canalirerus (Lam.) | 0- 50 |

**Tab. 1** - Lista degli Echinodermi raccolti e relativa distribuzione batimetrica eseguita per intervalli di 25 metri.

con quella riportata in letteratura per il Mar Mediterraneo (TORTONESE 1965, RIEDL 1983) e per il Mar Ligure (RELINI *et al.* 1986). Le uniche eccezioni sono rappresentate da *Trachythyone tergestina,* che nell'area esaminata è stata rinvenuta fino a 350 metri di profondità e da *Thyone fusus e Thyone cherbonnieri,* per le quali non si è riscontrata la differenziazione batimetrica descritta da REYS (1959). Le due specie infatti, sono state ritrovate talvolta assieme, in particolare nei campionamenti effettuati tra 50 e 100 metri di profondità. Tra le specie più frequenti, ed in alcuni intervalli batimetrici presenti anche nel 100% dei casi, ritroviamo: *Astropecten irregularis pentacanthus* (in oltre il 70% delle scale), *Ophiura ophiura* (36%), *Trachythyone tergestina* e *Stichopus regalis* (35%), *Holothuria tubulosa* e *Leptometra phalangium* (26%). Altre come: *Holothuria mammata, Holothuria forskali, Phyllophorus urna, Havelockia inermis, Labidoplax digitata, Astropecten jonstoni, Coscinasterias tenuispina, Peltaster placenta, Marthasterias glacialis, Amphiura delamarei, Ophiocten abyssicolum, Sphaerechinus granularis* e *Spatangus purpureus,* anche se talvolta con più di un individuo, sono state catturate una sola volta.

*Paracucumaria hyndmani e Thyone cherbonnieri,* segnalate per la prima volta sulle coste italiane, testimoniano la particolare ricchezza di alcuni di questi fondi. Le specie sopradette sono state ritrovate nella zona a sud-ovest del Promontorio dell'Argentario, su alcuni fondi in genere non strascicati, tra 50 e 75 metri di profondità, che presentano una notevole varietà di microinvertebrati bentonici.

La ricerca sta proseguendo nell'individuazione di una più dettagliata distribuzione spaziale, delle associazioni e delle caratteristiche morfologiche di alcune specie particolari.

## Bibliografia

ALBERTELLI G., CATTANEO M., DELLA CROCE N., DRAGO N. (1983) - Macrobenthos delle isole di Capraia, Pianosa, Giglio, Montecristo, Giannutri, Elba (Arcipelago toscano). *Catt. Idrob. Pescic. Univ. Genova,* Rapp. Tecn. N. 18

LUMARE F. (1968) - Osservazioni sulle zoocenosi dei fondi da pesca a strascico dall'Arcipelago Toscano a La Spezia. *Serv. Naz. Racc. Dat. Ocean. - Progr. Ricer. Ris. Mar. Fondo Mar. C.N.R.,* Serie B, n° 25.

KOEHLER R. (1924-1927) - Les Echinodermes des mers d'Europe. Paris, I; II.

PELLEGRINI D., BELCARI P., BIAGI F., DE RANIERI S., MORI M. (1986) - Osservazioni preliminari sulle biocenosi bentoniche dei fondi strascicabili del Mar Tirreno Settentrionale. *Nova Thalassia,* VIII Suppl. (3): 649-650.

RELINI G., PEIRANO A., TUNESI L. (1986) - Osservazioni sulle comunità dei fondi strascicabili del Mar Ligure Centro-Orientale. *Boll. Mus. Ist. Biol. Univ. Genova,* 52 Suppl. : 139-161.

REYS J. P. (1959) - *Thyone cherbonnieri* n. sp. et remarques sur le genre *Thyone* en Méditerranée. *Recl. Trav. Stn. mar Endoume,* 29 (17): 173-178.

RIEDL R. (1983) - Fauna y Flora del Mar Mediterraneo. Ed. Omega, S.A. Barcellona: 858 pp.

TORTONESE E. (1965) - Fauna d'Italia. Echinodermata, VI Ed. Calderini, Bologna: 419 pp.

TORTORESE E. (1977) - Recenti acquisizioni e rettifiche intorno ai Crinoidi, Oloturoidi, Ofiuroidi ed Echinoidi del Mediterraneo, con particolare riguardo alla fauna italiana. *Atti Soc. ital. Sci. nat. Museo civ. Stor. nat.* Milano, 118 (3-4): 333-352.

*OEBALIA 1990 Suppl., Vol. XVI-2: 725-728* *ISSN* *0392-6613*

R. PERDICARO
Laboratorio Centrale di Idrobiologia - Roma (Italia)

# CONDIZIONI CHIMICO-FISICHE DEI LAGHI DI FOGLIANO, DEI MONACI E DI CAPROLACE-PARCO NAZIONALE DEL CIRCEO.

**Abstract**

Chemical-physical conditions of Fogliano, Monaci and Caprolace lakes

*The three lakes are situated in a National Park. The research was carried out, by two-monthly frequency, during one year (1987-88). T°C, S ‰, D.O., pH, nutrients, total phosphorus, photosynthetic pigments and primary production were measured.*

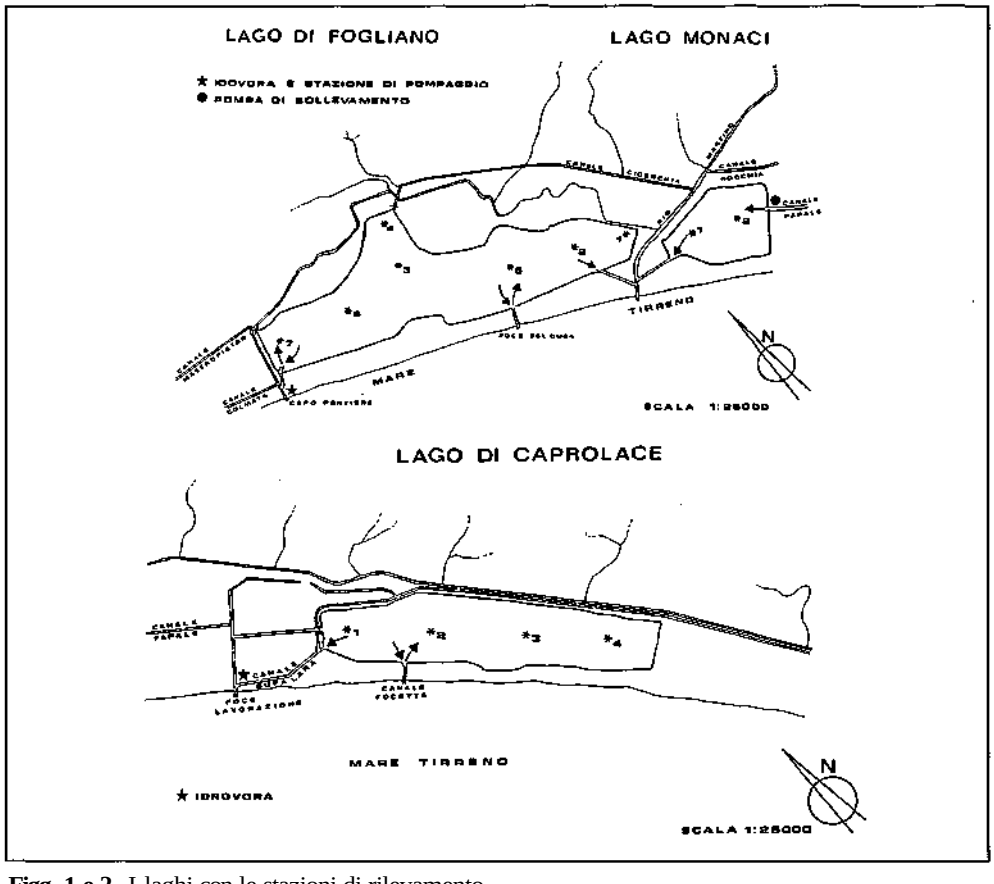
*The S ‰ is very high in summer at Fogliano and Caprolace lakes because of the lack of fresh water. The nearness of a polluted river (Rio Martino) causes some diseases (vegetal blooms) at Fogliano and Monaci lakes.*

**Key-words**: environment, brackish waters, coastal lakes.

## Introduzione

Il territorio dei laghi salmastri costieri di Fogliano, dei Monaci e di Caprolace (LT) (recentemente annessi al Parco Nazionale del Circeo, la cui amministrazione ne cura la gestione e la pesca) é sede di insediamenti urbani e di attività turistiche, agricole, zootecniche e industriali. Il rifornimento di acqua dolce nei tre laghi é costituito dalle precipitazioni dirette e drenate dai terreni circostanti in quanto i corsi d'acqua che insistono sulla zona (Rio Martino e i canali di bonifica) sono inutilizzabili per problemi di inquinamento e/o di livello idrico troppo basso.

Il lago di Fogliano (area: 400 ha, prof. media: 0.7 m e massima: 1.1 m) (Fig. 1) é rifornito di acqua di mare attraverso le Foci del Duca e di Capo Portiere (con l'ausilio, quest'ultima, di una stazione di pompaggio attivata per alcune ore al giorno durante la stagione calda). Il lago dei Monaci (area: 100 ha, prof. media: 0.8 m e massima: 1.3 m) (fig. 1) durante la stagione calda viene rifornito di acqua salmastra dal Canale Papale mediante pompe di sollevamento azionate per alcune ore al giorno. I canali di comunicazione con il Rio Martino vengono aperti solo per scolmare i laghi. Fenomeni eutrofici si manifestano a Monaci e a Fogliano i cui fondali nel periodo primavera-estate si ricoprono rispettivamente di alghe filamentose e di macrofite che vengono falciate periodicamente. Il lago di Caprolace (area: 230 ha, prof. media: 1.3 m e massima: 2.5 m) (Fig. 2), collegato al mare dal Canale Focetta, é sede di impianti di stabulazione per molluschi. Tutte le foci dei tre laghi sono munite di lavorieri e di chiuse. La produzione ittica é medio-bassa.




**Figg. 1 e 2** -I laghi con le stazioni di rilevamento.

## Materiali e metodi

Dal 3/87 al 3/88 sono stati effettuati 6 sopraluoghi. T°C, *S ‰* e O.D. (sonda Montedoro Whitney) sono stati rilevati a diverse quote ad intervalli di 0.5-1.0 m. I campioni per la determinazione di pH, nutrienti ($N\text{-}NO_3$, $N\text{-}NO_2$, $N\text{-}NH_3$ e $PPO_4$), fosforo totale, clorofilla *a,* feopigmenti e produzione primaria (quest'ultima solo a Fogliano con $^{14}C$ *in situ)* sono stati prelevati a - 0.5 m (bottiglia Niskin). La trasparenza é stata misurata con il disco Secchi. Le stazioni di rilevamento sono indicate in figg. 1 e 2.

| | Fogliano | | | Monaci | | | Caprolace | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Data | t°C | S‰ | O.D.% | t°C | S‰ | O.D.% | t°C | S‰ | O.D.% |
| 03/87 | 11.68 | 31.21 | 97-148 | 12.10 | 22.69 | 109-123 | 12.0 | 33.50 | 99-138 |
| 05/87 | 21.35 | 38.79 | 90-149 | 20.58 | 26.27 | 135-143 | 20.8 | 37.8 | 76104 |
| 07/87 | 28.94 | 43.91 | 93-139 | 28.82 | 36.15 | 126-135 | 28.86 | 40.99 | 92-115 |
| 09/87 | 27.90 | 45.38 | 78-100 | 27.63 | 37.57 | 93-130 | 27.32 | 42.65 | 61-85 |
| 10/87 | 19.61 | 40.36 | 120-134 | 20.30 | 34.30 | 159-168 | 19.84 | 40.82 | 110-122 |
| 01/88 | 9.50 | 34.58 | 102-114 | 8.92 | 28.04 | 92-129 | 9.63 | 36.06 | 112-118 |
| 03/88 | 13.01 | 30.78 | 129-144 | - | - | - | 14.11 | 34.78 | 114-125 |

**Tab. 1** - *Temperature e salinità medie e variabilità dell' O.D.* (sat. rel.)

| Data | NO3 | NO2 | NH3 | N | NO3 | NO2 | NH3 | N | NO3 | NO2 | NH3 | N |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 03/87 | 0.47 | 0.19 | 1.82 | 2.48 | 11.5 | 1.42 | 1.10 | 14.0 | 1.44 | 0.21 | 1.72 | 3.37 |
| 05/87 | 0.52 | 0.07 | 1.54 | 2.13 | 0.77 | 0.05 | 1.12 | 1.94 | 0.44 | 0.89 | 7.38 | 8.71 |
| 09/87 | 0.88 | 0.10 | 2.02 | 3.00 | 1.22 | 0.10 | 2.09 | 3.41 | 1.16 | 0.10 | 1.71 | 2.97 |
| 01/88 | 0.36 | 0.09 | 0.82 | 1.27 | 1.67 | 2.11 | 19.5 | 23.3 | 0.51 | 0.05 | 0.48 | 1.04 |
| 03/88 | 0.21 | 0.04 | 0.49 | 0.74 | - | - | - | - - | 1.35 | 0.06 | 0.50 | 1.91 |
| Media | 0.48 | 0.10 | 1.35 | 1.93 | 4.21 | 1.04 | 6.63 | 11.9 | 0.98 | 0.26 | 2.36 | 3.60 |

**Tab. 2** - *Dati medi di azoto nitrico, nitroso, ammoniacale e totale (µg-at/l)*

| Data | PO4 | Ptot | C a | Feo | P.P. | PO4 | Ptot | C a | Feo | PO4 | Ptot | C a | Feo |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 03/87 | 0.20 | 0.75 | 2.0 | 1.4 | - | 0.20 | 0.99 | 9.7 | 8.1 | 0.20 | 0.36 | 1.4 | 1.3 |
| 05/87 | 0.14 | 1.06 | 1.8 | 1.1 | 7.41 | 0.25 | 0.90 | 1.3 | 0.4 | 0.12 | 0.60 | 2.6 | 0.5 |
| 09/87 | 0.26 | 1.44 | 6.8 | 1.2 | 14.39 | 0.29 | 17.9 | 12.5 | 6.3 | 0.34 | 2.25 | 6.3 | 1.5 |
| 01/88 | 0.09 | 0.83 | 3.0 | 0.3 | 2.43 | 0.53 | 3.07 | 1.2 | 0.7 | 0.15 | 1.12 | 7.9 | 3.3 |
| 03/88 | 0.06 | 1.72 | 3.5 | 0.6 | - | - | - | - | - | 0.10 | 1.89 | 3.2 | 2.7 |
| Media | 0.15 | 1.16 | 3.3 | 1.0 | 8.98 | 0.33 | 6.40 | 6.8 | 4.4 | 0.18 | 1.24 | 4.3 | 1.9 |

**Tab. 3** - *Dati medi di fosforo reattivo, fosforo totale (µg-at/l), clorofilla a, feopigmenti (µg/l) e produzione primaria (µgC/l h).*

## Risultati e discussione

Tutti i laghi soffrono nel periodo estivo di temperature troppo alte e quelli di Fogliano e di Caprolace anche di salinità troppo alte. Le variazioni spaziali di temperatura e salinità sono nel complesso modeste, rari accenni di stratificazione si verificano soltanto a Caprolace. Gli andamenti stagionali delle temperature (Tab. 1) dei tre laghi sono quasi sovrapponibili. Temperature e salinità massime sono state misurate a luglio e a settembre rispettivamente. Nel 1950 la salinità di Fogliano era l7-23 ‰. (MILO, 1956). A settembre a Fogliano e a Caprolace si sono presentate condizioni generalizzate di sottosaturazione dell' O.D. La trasparenza é stata misurata solo a Caprolace (0.8-1.7 m) perché negli altri due ambienti il fondo era sempre ben visibile. L'azoto minerale (Tab. 2) dei tre laghi è mediamente costituito da $N\text{-}NH_3$ per il 56-70%. Il fosforo reattivo rappresenta nei tre ambienti una aliquota modesta (13-15%) del fosforo totale. La media dei rapporti FEO/CHLa come misura della senescenza dei popolamenti fitoplanctonici assume valori più alti a Monaci (0.65) rispetto a Caprolace (0.44) e a Fogliano (0.30). A Fogliano il rapporto N/P si mantiene piuttosto costante (11.5-14.1) al contrario di Monaci (7.8-70.1) e Caprolace (6.9-72.6). I dati di produzione primaria sono più alti a settembre.

## Conclusioni

Alcuni comportamenti non usuali ($N\text{-}NH_3$ superiore a $N\text{-}NO_3$, variabilità del rapporto N/P e dei nutrienti, altri rapporti FEO/CHLa, etc.) più frequenti a Monaci sono imputati verosimilmente a cause esogene. I laghi dove più evidenti sono i segni dell'eutrofizzazione (Fogliano e Monaci) sono siti sulla fascia costiera di un territorio antropizzato e ai lati di un fiume sensibilmente inquinato. Tutti i laghi trarrebbero beneficio da un apporto controllato di acqua dolce, Fogliano da un dragaggio anche parziale, Monaci dall'apertura di una foce a mare e Caprolace dalla eliminazione degli impianti di stabulazione.

## Bibliografia

MILO P. (1956) - Il Lago di Fogliano: idrografia e condizioni fisico chimiche. ***Boll. Pesca Piscic. Idrobiol.* XI, 2:165-186.**

*OEBALIA 1990 Suppl., Vol. XVI-2: 729-732* *ISSN 0392-6613*

D. PESSANI A. CALTAGIRONE I. PALOMBA
E PONCINI M. VETERE
Dipartimento di Biologia Animale- Via Accademia Albertina, 17- Torino

# POPOLAZIONI NATURALI DI *CLIBANARIUS ERYTHROPUS* (CRUSTACEA, DIOGENIDAE) IN RELAZIONE ALLA CONCHIGLIA OCCUPATA.

**Abstract**

*Clibanarius erythropus* (Crustacea, Diogenidae) natural populations related to the occupied shell.

*To verify if natural populations of* Clibanarius erythropus *specimens occupy adequate shells, the hermit crab size has been correlated with occupied shell volume and weight. Volume seems to be the parameter more considered by hermit crabs when they choose their shells.*

**Key-words**: *Clibanarius erythropus*, shell, volume, weight.

Le condizioni che portano all'instaurarsi del binomio paguro-conchiglia di gasteropode non sono ancora del tutto note. Il paguro occupa una conchiglia vuota prelevata da un pool che può essere più o meno numeroso e vario a seconda delle zone, della profondità, dell'ambiente: tuttavia, anche se la maggior parte degli autori è concorde sul fatto che il paguro operi una vera e propria "scelta" della conchiglia, non è ancora del tutto noto quali siano i parametri della conchiglia che vengono maggiormente valutati dal crostaceo (volume, peso, apertura delle conchiglie ecc.) (HAZLETT, 1981). D'altra parte è ancora poco chiaro se in natura i paguri occupino una conchiglia "adatta" alla propria taglia, mentre è noto che la

disponibilità di conchiglie adeguate condiziona la riproduzione, il numero di uova prodotte, la dimensione della popolazione di paguri (Hazlett, 1981).

Questa problematica è stata affrontata effettuando campionamenti di *Clibanarius erythropus*, diogenide molto comune in alcune zone dell'infralitorale superiore e non ancora studiato da questo punto di vista, determinando la specie di conchiglia occupata e verificando l'esistenza di correlazione tra il volume ed il peso di questa e la taglia (lunghezza del carapace) del paguro. I prelievi sono stati eseguiti in diverse zone del Mediterraneo nord-occidentale: Punta Manara (PM), Pontetto (P), Ventimiglia (XX e BR), Villefranche (V), Fautea (F) ed Ibiza (I). Il numero, il sesso e la taglia degli esemplari campionati sono riportati in Tab. 1. Le

**Tab. 1** - *Numero, sesso e taglia degli individui campionati.*

| (1) | (2) | ♂ lunghezza carapace (mm) | | | (3) | ♀ lunghezza capace (mm) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | min. | max. | med. (± e.s.) | | min. | max. | med. (± e.s.) |
| F | 9(3) | 8 | 6.66 | 11.83 | 8.51±0.65 | 1 | 5.83 | 5.83 | |
| XX | 95(51) | 54 | 2.08 | 9.48 | 4.38±0.20 | 41 | 2.04 | 4.54 | 3.00±0.08 |
| BR | 22(20) | 13 | 2.28 | 10.54 | 6.79±0.79 | 9(8) | 2.71 | 3.31 | 3.07±0.06 |
| PM | 78(77) | 19 | 1.98 | 4.51 | 3.36±0.19 | 59(51) | 2.22 | 5.36 | 3.49±0.07 |
| V | 76(19) | 55 | 3.00 | 9.63 | 5.65±0.16 | 21 | 2.83 | 5.33 | 4.46±0.11 |
| P | 37(2) | 30 | 1.50 | 10.84 | 6.72±0.41 | 7 | 2.22 | 5.12 | 3.20±0.36 |
| I | 58(54) | 8 | 2.88 | 10.50 | 6.74±1.0850(47) | 3.00 | 7.00 | 4.12±0.12 | |

(1) Sigle delle zone di raccolta. (2) Numero di maschi e femmine campionati. Le cifre tra parentesi indicano il numero di esemplari per i quali è stato possibile conoscere con esattezza la conchiglia occupata.
(3) Le cifre tra parentesi indicano il numero di femmine ovigere.
min. = minima lunghezza misurata; max. = massima lunghezza misurata;
med. = lunghezza media ed errore standard.

conchiglie non danneggiate ed alle quali era possibile abbinare senza possibilità di errore l'occupante, sono state determinate, pesate e se ne è misurato il volume (riempiendo l'interno della conchiglia con mercurio).

I maschi (Tab.l) hanno, solitamente, taglia superiore alle femmine, a volte addirittura doppia. Solo nel campionamento di PM le femmine risultano, riguardo alla lunghezza del carapace, prevalere sui maschi. Gli esemplari campionati, per i quali si conosceva con certezza la conchiglia abitata, sono stati trovati, complessivamente, nelle conchiglie di 32 specie di gasteropodi (Tab. 2).

In generale i maschi si trovano in una più ampia gamma di specie (in proporzione al loro numero che è minore di quello delle femmine). Per verificare se i paguri occupano o meno una conchiglia adeguata alla loro taglia, questa è stata correlata al volume interno ed al peso delle relative conchiglie (Tab. 3).

Ove si ha a disposizione un numero consistente di dati, si è rilevata l'esistenza di correlazione altamente significativa, tra la taglia del paguro ed il volume, ad eccezione del caso dei maschi a PM.

Risultati discordanti si hanno invece considerando la correlazione taglia-peso della conchiglia, in particolare nel campionamento di V.

**Tab. 2** - Elenco delle specie di gasteropodi le cui conchiglie sono state trovate occupate dagli esemplari di *C. erythropus* campionati

| Località di raccolta | PM | | P | | F | | XX | | BR | | V | | I | | TOT. | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Gasteporodi | * | + | * | + | * | + | * | + | * | + | * | + | * | + | * | + |
| Bittium latreillei | 4 | - | - | - | - | - | - | 1 | - | - | - | - | - | - | 4 | 1 |
| Buccinulum corneum | - | - | - | - | - | - | - | - | 1 | - | - | - | - | - | 1 | - |
| Bulla striata | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1 | - | 1 | - |
| Cerithium rupestre | - | - | - | - | - | - | 2 | 14 | - | 7 | - | - | - | 21 | 2 | 42 |
| C. vulgatum | 1 | 3 | - | - | - | - | 2 | - | 2 | - | - | - | - | 1 | 5 | 4 |
| C. sp. | - | 1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1 |
| Clanculus crueiatus | - | - | - | - | - | - | 2 | 1 | - | - | - | - | - | - | 2 | 1 |
| C. jussieui | - | - | - | - | - | - | 1 | - | - | - | - | - | - | 1 | 1 | 1 |
| Columbella rustica | 1 | 8 | - | - | - | - | - | - | - | 1 | - | - | - | 2 | 1 | 11 |
| Coralliophyla meyendorfii | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 2 | - | 2 |
| Fasciolaria lignaria | - | - | - | - | - | - | - | - | 1 | - | - | - | - | - | 1 | - |
| Gibbula divaricata | - | - | - | - | 1 | - | 5 | - | - | - | 5 | 5 | - | 3 | 11 | 8 |
| G. rarilineata | - | 2 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 2 |
| G. richardii | - | - | - | - | - | - | - | - | 1 | - | 5 | 3 | - | - | 6 | 3 |
| G. varia | 1 | - | - | - | - | - | 4 | 1 | - | - | - | - | 1 | 14 | 6 | 15 |
| G. sp. | - | - | - | - | - | - | 1 | 1 | - | - | - | - | - | 1 | 1 | 2 |
| Hinia costulata | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1 | - | 1 |
| H. incrassata | 4 | 22 | - | - | - | - | - | 4 | - | - | - | - | - | - | 4 | 26 |
| H. limata | 1 | 1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1 | 1 |
| H. pigmaea | 2 | 1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 2 | 1 |
| H. sp. | 1 | 2 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1 | 2 |
| Lunatia pulchella | - | 1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1 |
| Mitra cornicula | - | - | - | - | - | - | 1 | - | - | - | - | - | - | - | 1 | - |
| Monodonta articulata | - | - | - | - | - | - | 4 | - | - | - | - | - | - | - | 4 | - |
| M. mutabilis | - | - | - | - | 1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1 | - |
| M. turbinata | - | - | 1 | 1 | 1 | - | 2 | - | 6 | - | 1 | - | 2 | - | 13 | 1 |
| Nassarius corniculus | 2 | 10 | - | - | - | - | - | 3 | 1 | - | - | - | - | - | 3 | 13 |
| Ocinebrina aciculata | - | 1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1 |
| O. edwardsi | 2 | 5 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 2 | 5 |
| Pisania striata | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 3 | - | 3 |
| Tricolia pullus | - | - | - | - | - | - | 1 | - | - | - | - | - | - | - | 1 | - |
| Vermetus triqueter | - | 1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1 |
| N. ro totale esemplari (00 e 00) | 19 | 58 | 1 | 1 | 3 | - | 26 | 25 | 12 | 8 | 11 | 8 | 4 | 49 | 76 | 149 |
| N. ro specie occupate dai due sessi | 15 | | 1 | | 3 | | 14 | | 7 | | 3 | | 12 | | 32 | |
| N. ro specie occupate dai 00 e dalle 00 | 10 | 13 | 1 | 1 | 3 | - | 11 | 7 | 6 | 2 | 3 | 2 | 3 | 10 | 23 | 26 |

* + Per ogni località di raccolta la prima colonna indica il numero di maschi, la seconda il numero di femmine, occupanti le conchiglie delle relative specie di gasteropodi.

**Tab. 3** - Correlazione tra la taglia degli esemplari di *C. erythropus* ed il volume ed il peso della conchiglia occupata.

| Zona di raccolta | Sesso esemplari | | taglia-volume | taglia-peso |
|---|---|---|---|---|
| | 00 e 00 : | G.L.= 50 | r= .681 ** | r= .729 ** |
| XX | 00 : | G.L.= 24 | r= .564 ** | r= .729 ** |
| | 00 : | G.L.= 25 | r= .634 ** | r= .707 ** |
| | 00 e 00 : | G.L.= 16 | r= .760 ** | r= .732 ** |
| BR | 00 : | G.L.= 5 | r= .765 * | r= .266 n.s. |
| | 00 : | G.L.= 10 | r= .626 * | r= .575 n.s. |
| | 00 e 00 : | G.L.= 57 | r= .407 ** | r= .560 ** |
| PM | 00 : | G.L.= 38 | r= .454 ** | r= .710 ** |
| | 00 : | G.L.= 18 | r= .327 n.s. | r= .299 n.s. |
| | 00 e 00 : | G.L.= 18 | r= .677 ** | r= .243 n.s. |
| V | 00 : | G.L.= 7 | r= .345 n .s. | r= .455 n.s. |
| | 00 : | G.L.= 10 | r= .637 * | r= .189 n.s. |
| | 00 e 00 : | G.L.= 49 | r= .802 ** | r= .801 ** |
| I | (1) | | | |
| | 00 : | G.L.= 45 | r= .566 ** | r= .600 ** |

G.L.= gradi di libertà
** correlazione altamente significativa
* " "
n.s. " non "

(1) presenti solo 4 maschi con conchiglia integra e determinabile.

Poiché il 79% delle conchiglie campionate portava epibionti algali e/o animali (con copertura però mai superiore al 20% della superficie conchigliare) è stata controllata l'esistenza di correlazione tra volume ed peso delle conchiglie a V, ottenendo una correlazione altamente significativa (r= .896, G.L.= 18).

Va rilevato ancora che gli esemplari occupano essenzialmente conchiglie del gen, *Gibbula*, i cui parametri conchigliari vanno quindi maggiormente indagati.

Nel caso dei maschi di PM, si può ipotizzare che siano sfavoriti nella scelta delle conchiglie, che viene compiuta prima dalle femmine. Queste, essendo di taglia maggiore, ma simile, usano, nello stock delle conchiglie disponibili, quelle che meglio si adattano, per volume e peso, alla propria taglia, lasciando ai maschi le meno adeguate.

## Bibliografia

HAZLETT B.A. (1981) - The behavioral ecology of hermit crabs. *Ann. Rev. Ecol. Syst.*, 12: 1-22.

*OEBALIA 1990 Suppl., Vol. XVI-2: 733-735* ISSN 0392-6613

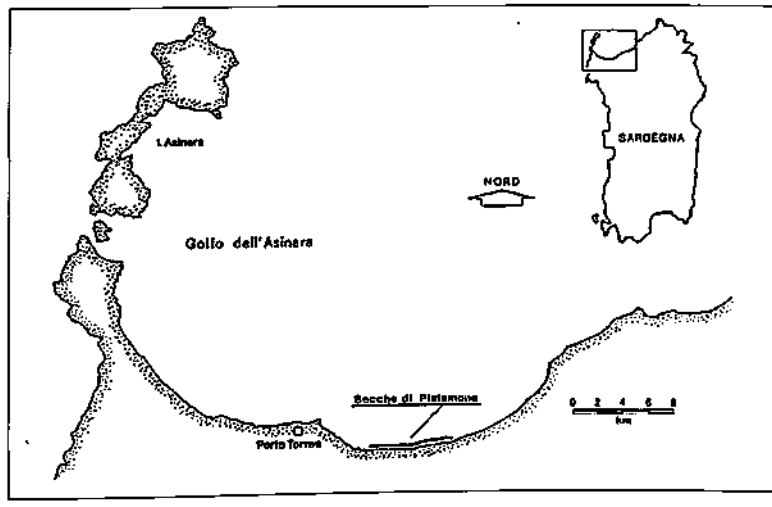
A. PORCHEDDU* L. A. CHESSA** P. MERELLA** V. GAZALE*
*CO.RI.SA.
**Istituto di Zoologia dell'Università di Sassari

# CARTOGRAFIA E OSSERVAZIONI BIOCENOTICHE PRELIMINARI SULLE SECCHE DI PLATAMONA (SARDEGNA - INTERSTADIO WURMIANO).

**Abstract**

*This paper summarizes the first cartographic indication and preliminary observations on benthic flora and fauna in the shallows of Platamona - Sardinia, Gulf of Asmara).*

Le secche di Platamona - Golfo dell'Asinara - sono una formazione rocciosa che per circa Km 7 e a una distanza di m 150 seguono, in direzione E-W, l'andamento della linea di costa.



Questo cordone litoraneo roccioso, della larghezza di circa m 120, emerge da un fondale sabbioso profondo in media m 5 e in alcuni punti giunge, con la bassa marea, ad affiorare (Punti 32TML 552192, 32TML 582194, 32TML 592195, 32TML 596196).

Lo scopo del lavoro è stato quello di produrre una cartografia di massima, in quanto le secche non sono riportate né sulle carte nautiche né su quelle I.G.M. e di effettuare delle osservazioni preliminari sulle più importanti biocenosi.

L'origine di queste formazioni è da far risalire ad un interstadio Wurmiano, quando l'antica spiaggia (m - 5 sotto l'attuale livello del mare) si è consolidata ad opera di fenomeni diagenizzanti.

Su tali formazioni si trovano insediate interessanti associazioni fioro - faunistiche: una fascia a *Codium fragile* (Hariot in Surin) e *Stypocaulon scoparium* (Kuetz in L.), cospicui popolamenti a *Ostrea edulis* (L.), Spugne, Idrozoi, Serpulidi e sul fondo sabbioso, nei dintorni della secca, abbondantissimi sono i filtratori, *Ensis siliqua minor* (Chenu), *Mactra corallina* (L.), Donacidi ecc.

Fungendo da polo di attrazione per la fauna ittica, le secche svolgono un discreto ruolo economico (non facilmente quantificabile per la mancanza di dati ufficiali), per l'attività di pesca, sia amatoriale sia semiprofessionale, ivi esercitata.

I rilievi sono stati effettuati sia da bordo di un natante, misurando le profondità, al piede e alla cresta, nei punti di discontinuità, sia in immersione, raccogliendo in alcune stazioni rappresentative, campioni di materiale biologico allo scopo di individuare le principali associazioni bentoniche.

Le modeste superfici che, durante la bassa marea, sono soggette a brevi periodi di emersione, presentano, tra gli altri, elementi caratteristici di piani più profondi come *Stypocaulon scoparium, Microcosmus polimorphus* (Heller), *Balanus perforatus* (Bruguiere), ecc. Le ragioni di questo sono probabilmente da attribuirsi al forte idrodinamismo da inondazione.

La flora bentonica presenta principalmente due tipi di popolamenti. In ambiente fotofilo, dove non è stata riscontrata la presenza di *Cystoseira*, predominano come già detto lo *Stypocaulon scoparium,* il *Codium fragile,* quasi completamente epificato da *Audouinella codii* (Garbary in Crouan), e solo raramente Jania, Corallina o Dictyota. Nelle spaccature o nelle avangrotte si riscontra invece in maniera pressoché costante la fitocenosi Udoteo-Peyssonnelietum caratterizzata dalle due Caulerpales, Udotea e Halimeda e dalla *Peyssonnelia squamaria* (Decainse in Gmelin).

I mitili, ritenuti abbondantissimi prima dell'entrata in funzione del depuratore di Porto Torres (1979), sono quasi scomparsi anche ad opera di un'eccessivo ed irrazionale prelievo.

Le ostriche formano soprattutto nei dintorni del punto 32TML 582194 dei veri e propri banchi.

Spiccano i ritrovamenti di numerosi individui di *Bonellia viridis* (Rolando) e, soprattutto sulle pareti verticali, fitti insediamenti della spugna *Crambe crambe* (Thiele in Schmidt).

Vista l'abbondanza quantitativa dei filtratori sia attivi che passivi, nonché la notevole proliferazione di *Codium fragile*, è presumibile che questo ambiente sia piuttosto produttivo, ovvero sia in grado di drenare una parte non trascurabile del surplus energetico costiero.

In tal senso è auspicabile l'intensificarsi di studi su questo biotopo, che dovranno a nostro avviso mirare sia alla valutazione quantitativa delle sue biocenosi bentoniche (ove siano incluse le zone sabbiose limitrofe), sia alla caratterizzazione biotica e abiotica della colonna d'acqua sovrastante.

## Ringraziamenti

Si ringraziano il Prof. G. Oggiano dell'Università di Sassari, il Prof. A. Tursi dell'Università di Bari e il Dr. G. Corriero dell'Università di Genova.

*OEBALIA 1990 Suppl., Vol. XVI-2: 737-739* ISSN 0392-6613

A. QUAGLIA G. CIANI
Dipartimento di Biologia evoluzionistica sperimentale - Università di Bologna
Via Belmeloro 8 - 40126 Bologna - Italia

# I MICROTUBULI NEGLI ENTEROCITI CECALI DEI MUGILIDI

**Abstract**

*In pyloric caeca cells from mullets, the microtubule content decreases in the Golgi region and increases in the apical one after feeding; the opposite occurs in the same regions in the fasting state. This suggests that microtubules are related to the transport of foodstuffs (mainly lipids), as well as to the movement of Golgi - derived glycoconjugates destined for the cell surface.*

**Key-words:** Microtubules, Pyloric caeca, Enterocytes, Mullets.

Poco si conosce ancora sui microtubuli nelle cellule intestinali dei pesci.

Negli enterociti dei ciechi pilorici dei Mugilidi *Mugil cephalus* e *Chelon labrosus* (allevati in acquario), i microtubuli sono, in generale, paralleli all'asse longitudinale delle cellule; hanno, inoltre, una distribuzione citoplasmatica simile nei due pesci, non uniforme e variabile con lo stato nutrizionale e con la zona cellulare, salvo quella perinucleare - basale in cui sono sempre numerosi (Tab. 1). Infatti, nel caso di animali alimentati quotidianamente con Tetramin (TetraWerke), i microtubuli sono in buon numero nella zona luminale, fra le cisterne del reticolo liscio e/o rugoso che contengono delle particelle osmiofile del diametro delle VLDL (< 100 nm); sono, invece, in piccolo numero nella zona media, presso l'apparato del Golgi che è più ricco delle suddette particelle (Fig. 1a). Al contrario, nel caso di animali digiuni da 48 ore, i microtubuli sono, in prevalenza, presso l'apparato del Golgi che gemma vescicole scarsamente elettron-opache del diametro di 40-70 nm (Fig. 1b); sono poco numerosi nella zona luminale, dove sono spesso vicini a vescicole di tipo golgiano (Fig. 2).

**Tab. 1** - Distribuzione dei microtubuli negli enterociti cecali di *M. cephalus* e *Ch. labrosus*, alimentati e digiuni*.

| | *M. cephalus* | | *Ch. labrosus* | |
|---|---|---|---|---|
| Zona cellulare | alimentato | digiuno | alimentato | digiuno |
| Luminale: reticolo | a, b<br>2,90 ± 0,31 | b<br>1,10 ± 0,17 | a, b<br>3,00 ± 0,21 | b<br>1,00 ± 0,21 |
| Media: Golgi | a, b<br>1,20 ± 0,20 | b<br>2,80 ± 0,29 | a, b<br>1,20 ± 0,13 | b<br>2,70 ± 0,33 |
| Perinucleare - basale | b<br>4,20 ± 0,35 | b<br>4,00 ± 0,29 | b<br>4,10 ± 0,48 | b<br>4,00 ± 0,51 |

* Numero di microtubuli (x ± e. s.) per zona cellulare in sezione longitudinale; 15 fotogrammi al microscopio elettronico (40.000 X) scelti a caso per zona cellulare, stato nutrizionale e specie. a: valore differente in maniera significativa ($p < 0,05$) dal corrispondente valore negli animali digiuni; b: valore differente in maniera significativa ($p < 0,05$) dai valori delle altre due zone cellulari.

I ciechi pilorici sono, nei Pesci, siti preferenziali di assorbimento dei lipidi alimentari secondo meccanismi simili a quelli descritti nei Mammiferi (SIRE *et al.*, 1981). Tenuto conto dell'opposta polarità del turnover dei microtubuli nell'endocitosi e nell'esocitosi (MARGOLIS e WILSON, 1981; HAGEN *et al.*, 1987), queste osservazioni suggeriscono, nel primo caso, che detti organelli sono

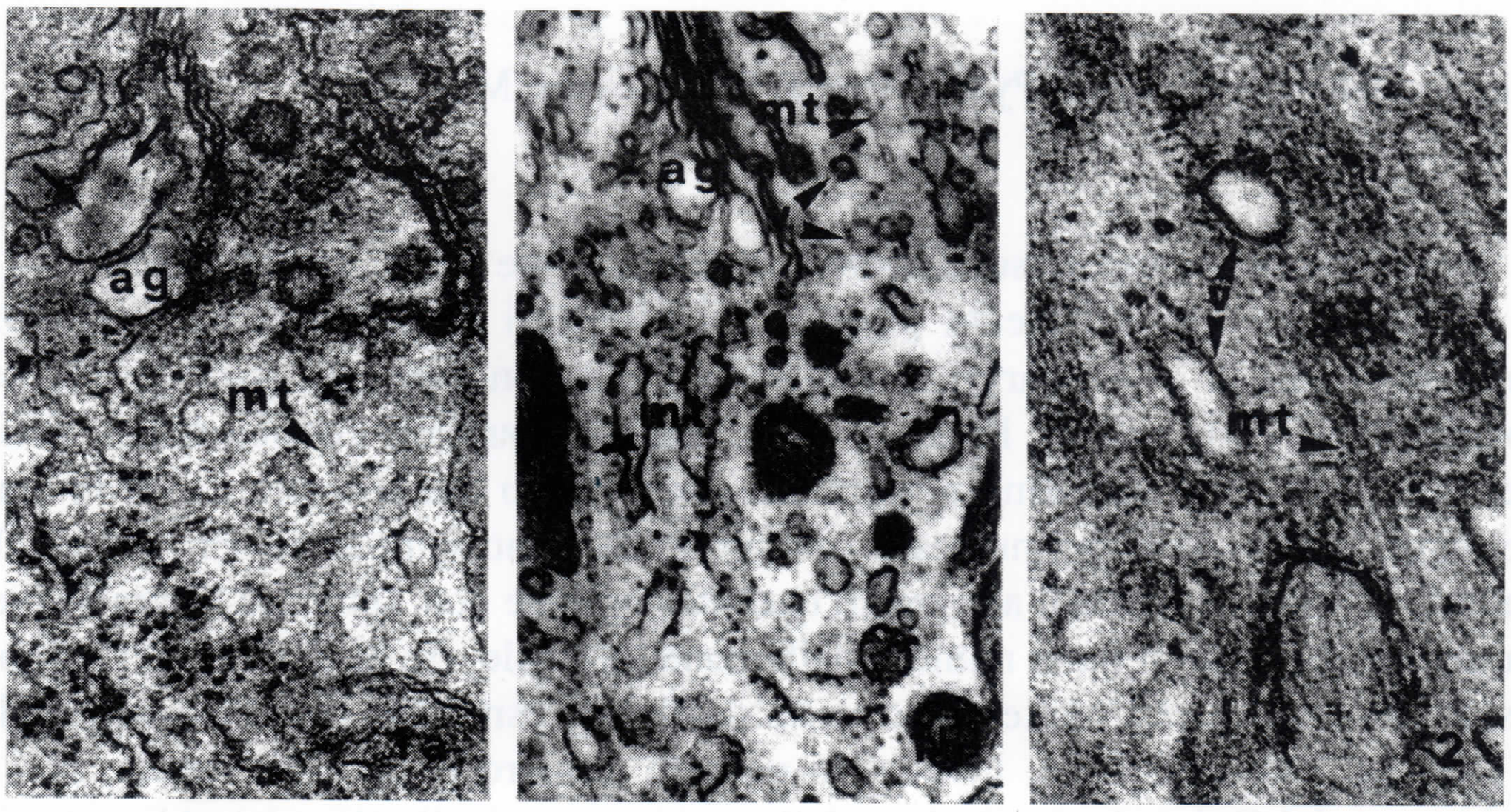



**Fig. 1a, 1b** - Enterociti di *M. cephalus* alimentato (la) e digiuno (1b). Zona dell'apparato del Golgi (ag). Notare, in la, le particelle osmiofile (frecce) del tipo delle VLDL e solo un segmento di microtubulo (mt); in 1b, le vescicole (v) poco elettron - dense ed alcuni microtubuli (mt). (x 40.000).

**Fig. 2 -** Enterociti di *Ch. labrosus* digiuno. Zona apicale. Notare un microtubulo (mt) vicino a vescicole (v) poco elettron - dense. (x 80.000).

interessati al flusso transcellulare dei lipidi di origine esogena (alimentare); nel secondo, che essi sono implicati anche nel trasporto intracellulare dei glicoconiugati di origine endogena (golgiana) destinati alla superficie cellulare. Ciò in accordo con quanto osservato, in argomento, nelle cellule intestinali dei Mammiferi (REAVEN & REAVEN, 1977; HAGEN *et al.*, 1987).

**Bibliografia**

HAGEN S. J., ALLAN C. H., TRIER J. S. (1987) - Demonstration of microtubules in the terminal web of mature absorptive cells from small intestine of the rat. *Cell Tiss. Res.*, 248,709 -712.

MARGOLIS R. L., WILSON L. (1981) - Microtubule treadmills - possible molecular machinery. *Nature,* 293, 705-711.

REAVEN E. P,. REAVEN G. M. (1977) - Distribution and content of microtubules in relation to the transport of lipid. *J. Cell Biol.,* 75, 559-572.

SIRE M. E, LUTTON C., VERNIER J. M. (1981) - New views on intestinal absorption of lipids in teleostean fishes: an ultrastructural study in the rainbow trout. *J. Lipid Res.,* 22, 81 -94.

*OEBALIA 1990 Suppl., Vol. XVI-2: 741-744* ISSN 0392-6613

S. RAGONESE P. JEREB

Istituto di Tecnologia della Pesca - C.N.R.
Via L. Vaccara 61 - 91026 Mazara del Vallo - Italia

# A LARGE SPECIMEN OF *OMMASTREPHES BARTRAMII* (LESUEUR, 1821) CAUGHT IN THE SOUTHERN THYRRENIAN SEA

**Abstract**

*The authors report the discovery of large specimen of* Ommastrephes caroli *(syn.*O.bartramii*), caught with a pelagic drifting net in Southern Thyrrenian Sea.*

**Key-words**: Ommastrephinae, Discovery, Southern Thyrrenian Sea

The pelagic squid of the genus *Ommastrephes Orbigny,* 1835 constitute an important exploited (ARAYA, 1983) or potentially fishable (VOSS, 1971) resource in the temperate and sub-tropical oceanic waters.

The systematic of the genus and the identity of the three "classical" described species *(O. pteropus* Steenstrup, 1855, *O. caroli* Furtado, 1887, *O. bartramii* Lesueur, 1821) are not clear (CLARKE, 1966) especially for the mediterranean forms (MANGOLD & BOLETZKY, 1988), about which there is also a lack of informations on population biology.

It seems that *Ommastrephes bartramii,* the neon flying squid, is the only Ommastrephinae (STREENSTRUP, 1857) living in the Mediterranean Sea, while *Ommastrephes caroli,* the webbed flying squid, whose occurrence is reported by ROPER *et al.* (1984) and MANGOLD & BOLETZKY (1988), should be considered its adult phase (BELLO, 1986) and the presence of the orangeback flying squid *(Ommastrephes pteropus)* is questionable (CLARKE, 1966;

**Tab. 1**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| T. W. | : | 9412 | AF | | |
| T.L. | : | 1652 | II. III = IV. I | | |
| M.L. | : | 613 | | | |
| M.W. | : | 238 | MWI | : | 38,8 |
| F.L. | : | 270 | F.L. | : | 44,0 |
| F.W. | : | 475 | FWI | : | 77,5 |
| H.L. | : | 132 | HLI | : | 21,5 |
| H.W. | : | 135 | HWI | : | 22,0 |
| E.D. | : | 58 | EDI | : | 9,5 |
| Tt.L. | : | 896 | TtLI | : | 146,2 |

Principali dati morfometrici ed indici relativi dell'esemplare di *O. bartrami* descritto nella nota. Le misure lineari sono espresse al mm; il peso totale (TW) al gr (Secondo ROPER & VOSS, 1983).

BELLO, 1986). In this note the authors report the main morphometric characteristics (table) relative to a large female (LM = 613 mm; TW = 9412 gr) of *O. bartramii* found at Vergine Maria, a small scale fishery landing place in the northern coast of Sicily, in April 1988.

This specimen has been entangled in a "drifting pelagic net" (10 Km long, 27 m high, 18 cm mesh size) used mainly to catch scombroids, placed nighttime at about 20 nm off Ustica island (Southern Thyrrenian Sea). The typical enlarged protective membrane on arms (III) allowed the immediate identification of the specimen on the field.

The discrepancy between observed (77,5%, 44,0%) and expected (ca. 90%, 45-50 %, following Roper *et al.*, 1984) FW/LM and FL/LM ratios, could be explained by a partial relaxment of the mantle after defrozen.

The suckers dentition shows the general features of *Ommastrephes* spp. (NAEF, 1923; ADAM, 1952; ROPER *et* al., 1984): the largest suckers of the arms have strong triangular pointed teeth on the distal margin, while in the manus suckers is evident the characteristic "cross" formed by four teeth (the distal one largest).

Also the lower beak shows the typical pattern of the family with a shoulder which forms a tooth (CLARKE, 1986); the rostral length (LRL = 13 mm), using the Wolff regression formula (in CLARKE, 1986), gives an estimate of the total wet weight (9748 gr) very close to the observed one (9412 gr, thawed material).

The large white-cream nidamental glands, the yellowish ripe ovary and the

orange eggs filling the oviducts, indicate an advanced gonadic developmental stage.

The occurrence of specimens of *O. bartramii* is not considered an "extraordinary" event by the fishermen interviewed who do distinguish the flying squid ("totanu vulanti") from the close european flying squid ("totanu sirvaggiu" o "ri funnali") *Todarodes sagittatus* Lamarck, 1798. As far as the authors know, this is the first report of a specimen of *O. bartramii* of such a large size in the Southern Thyrrenian Sea.

Nevertheless, considering that southern Sicilian trawler fishermen often report the incidental catch of "huge" squid, probably *Ommastrephes* on the basis of their descriptions, this pelagic species could be supposed to be more abundant in the italian seas than actually believed.

## Bibliografia

ADAM W. (1952)- Cephalopodes. Expedition Oceanographique Beige dans les Eaux Cotieres Africaines de l'Atlantique Sud (1948-1949). *Inst.Roy.Sci.Nat. Belgique* VIII, (3): 103-111

ARAYA H. (1983)- Fishery, biology and stock assessment of Ommastrephes bartramii in the North Pacific Ocean. *Mem.Nat.Mus.Victoria,* 44:269-283

BELLO G. (1986)-Catalogo dei Molluschi Cefalopodi viventi nel Mediterraneo. *BollMalacol, Milano,* 22 (9-12): 197-214

CLARKE M.R. (1966) - A Review of the Systematics and Ecology of Oceanic Squids. *Adv.Mar.Biol,* London, 4:91-300

CLARKE M.R. (ed.) (1986)- A Handbook for the Identification of Cephalopod Beaks. *Clarendon Press,Oxford:* 273 p.

MANGOLD K., BOLETZKY S.V. (1988)- Mediterranean Cephalopod *Fauna. The Mollusca,* vol.12: 315-330.

NAEF A. (1923)- Die Cephalopoden. *Fauna Flora Golf.Neapel,* 35:863 p.

ROPER CEE., SWEENEY S.J., NAUEN C.E. (1984)- Cephalopods of the world. An annoted and illustrated catalogue of species of interest to fisheries. *Fao Fish.Synop.,* (125), Vol.3:277 p.

ROPER C.F.E., VOSS G. (1983)- Guidelines for taxonomic descriptions of cephalopod species. Mem. Nat. Mus. *Victoria*, 44:49-63.

VOSS G.L. (1971) - The cephalopods resources of the Caribbean Sea and adjacent regions. In FAO Fish. Res. Div. (ed.) *FAO. Fish. Rep.*, (71.2): 307-323.

*OEBALIA 1990 Suppl., Vol. XVI-2: 745-748* *ISSN 0392-6613*

S. RAGONESE P. JEREB

Istituto di Tecnologia della pesca e del Pescato -C.N.R.
via L. Vaccara 61 - 91026 Mazara del Vallo - Italia

# SULLA TEUTOFAUNA DI INTERESSE COMMERCIALE DEL CANALE DI SICILIA

**Abstract**

On exploited Cephalopods of the Sicilian Channel

*Considering the lack of informations on the Teuthofauna of the Sicilian Channel, the authors report some preliminary data on the specific composition and distribution of cephalopods commercialized by southern Sicilian fisheries.*

**Key-words**: Cephalopods, landed species, Sicilian Channel

Secondo uno studio di valutazione del sistema statistico sulla pesca italiana ("PESTAT", CINGOLANI *et al.*, 1986), nel corso del 1982 sono stati sbarcati dai pescatori siciliani qualcosa come 11290 tonnellate (t/m) di molluschi Cefalopodi (calamari, totani, seppie e polpi), costituenti circa il 7.4% della cattura complessiva. Di certo questa risorsa, genericamente denominata "mollame" dagli operatori locali, non è di secondaria importanza per la pesca a strascico ravvicinata, sia dal punto di vista del volume della cattura (4522 t/m, 17.4% dello sbarcato complessivo, dati PESTAT), sia per il valore economico del prodotto, relativamente elevato (oss. pers.). Nonostante ciò il quadro conoscitivo sui Cefalopodi delle acque siciliane appare attualmente incompleto e frammentario, in particolare per il Canale di Sicilia (sensu latu) o, più propriamente, per il versante siciliano del "Mare delle

Pelagie" (AA.VV.,1979). Relativamente a questa zona del Mediterraneo orientale, vengono riportate alcune informazioni sulla composizione specifica e distribuzione della teutofauna di interesse commerciale, sulla base di quanto é stato possibile raccogliere in due anni di ricerca in mare e (informazioni ancillari) presso i punti di sbarco della costa meridonale siciliana (LEVI, 1988). Non esistendo una definizione ufficiale (vedi anche JEREB & RAGONESE, pres. vol.), di "interesse commerciale" sono state ritenute quelle specie o categorie così denominate nel decreto del 15 luglio 1983 del Ministero della Marina Mercantile (G.U. n.210, 1983), e comunemente reperibili e vendute in non meno di due dei porti campione visitati, distinguendo i due casi rispettivamente con (*) e (§) (vedi tabella).

| C.C. | H | TAXON | | INTERVALLO BATIMETRICO(m) (3) Canale di Sicilia | MEDITERR | LUNGHEZZA DORSALE MANTELLO(MAX.;cm) Canale di Sicilia(1) | MEDITERR.(2) | NOMI LOCALI | DENOMINAZIONE ITALIANA(4) | CODICE(5) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Sepia | L.,1758 | | | | | "Sicci" | Seppie | |
| * | B | S. officinalis | L.,1758 | 25< · <125 | 0< · <150 | 19 | 35 | "Siccia" | S. mediterranea | SEPOFF |
| § | B | S. orbignyana | Ferussac,1826 | 25< · <500 | 50< · <450 | ♂:9; ♀:10 | 12 | "Castagnola" | . | SEPORB |
| § | B | S. elegans | Blainville,1827 | 125< · <500 | 30< · <450 | ♂:9; ♀:7 | 9 | c.s. | | SEPELE |
| | | Loligo | Schneider,1784 | | | | | "Calamari" | Calamari | |
| * | N | L. vulgaris | Lamarck,1798 | 25< · <125 | 20< · <250 | ♂:34; ♀:23 | 30 - 40 | "Calamaru" | C. mediterraneo | LOLVUL |
| * | N | L. forbesi | Steenstrup,1856 | 125< · <700 | 100< · <400 | ♂:56 ♀:31 | ♂:90; ♀:40 | c.s. | Calamaro | LOLFOR |
| | | Illex | Steenstrup,1880 | | | | | "Totani" | Totani | |
| * | N | I. coindetii | Verany,1839 | 125< · <700 | 0< · <600 | ♂:19; ♀:23 | ♂:20; ♀:27 | c.s. | Totano | ILLCOI |
| | | Todaropsis | Girard,1890 | | | | | c.s. | c.s. | |
| § | N | T. eblanae | Ball,1841 | 25< · <700 | 100< · <500 | ♂:20; ♀:21 | ♂:16; ♀:21 | c.s. | c.s. | TODEBL |
| | | Octopus | Lamarck,1798 | | | | | "Purpi" | Polpi | |
| * | B | O. vulgaris | Cuvier,1797 | 25< · <125 | 0< · <100 | ♂:21; ♀:18 | 23 | "Maiolino" | Polpo | OCTVUL |
| | | Eledone | Leach,1817 | | | | | "Purpi" | Polpi | |
| * | B | E. moschata | Lamarck,1799 | 25< · <500 | 15< · <300 | 14 | 14 | "Purpu nivuru" | Moscardino | ELEMOS |
| * | B | E. cirrhosa | Lamarck,1798 | 25< · <500 | 30< <500 | ♂:12; ♀:15 | ♂:11; ♀:16 | "Purpu biancu" | c.s. | ELECIR |
| | | Sepiolidae | — | 25< · <700 | 0< · <800 | | | "Cappuccetto" | | |
| | | Alloteuthis | Wulker,1920 | 25< · <300 | 0< · <350 | | | "Calamaricchi" | | |
| § | N | A. media | L.,1758 | | 0< . <350 | | ♂:14; ♀:9 | c.s. | | ALLMED |
| § | N | A. subulata | Lamarck,1798 | | 0< · <200 | | ♂:20; ♀:12 | c.s. | | ALLSUB |

Quadro sinottico della teutofauna "d'interesse commerciale" dell'area investigata. Le informazioni relative al Mediterraneo sono ricavate da MANGOLO & BOLETZKY (1987) così come la nomenclatura, ad eccezione di quella sopraspecifica (VOSS, 1977). Misure rilevate su materiale scongelato (1) e fresco (2).
Le profondità (3) si riferiscono al valore centrale dell'intervallo batimetrico degli strati (1-50; 51-200; 201-400; 401-600; 601-800).
(4) Denominazione secondo decreto ministeriale (vedi testo). (5) Codice delle specie proposto dagli autori e utilizzato nel testo.
(C. C.) Codice commerciale (vedi testo). (H) Modo di vita nella fase adulta (sec. MANGOLD & BOLETZKY, 1988): B = bento/nectonico; N = nectonico.

Specie e categorie sono risultate ampiamente distribuite nell'area investigata, spesso non in modo uniforme, ma prediligendo nell'insieme i piani infra e circalitorale

e l'orizzonte epibatiale: oltre i 500-600 m sono state osservate solo catture sporadiche e di scarsa consistenza, limitatamente a *I. coindetii* (ILLCOI), *T. eblanae* (TODBLE) e *L. forbesi* (LOLFOR). Non considerando le categorie "Cappuccetti" e "Calamaretti" (sulle quali mancano dati specifici), *I coindetii* (ILLCOI) é risultata, complessivamente (8 campagne, ca. 500 cale valide), la specie numericamente più rappresentata (ca. 8150 es.) nella cattura, seguita da *S. orbignyana* (SEPORB) e *S. elegans* (SEPELE) (ca. 5500 es. ciascuna), *T. eblanae* (TODEBL) (ca. 2880 es.) ed *E. moschata* (ELEMOS) (ca. 2460 es.); per ciascuna delle rimanenti specie la cattura totale é stata inferiore ai 1000 esemplari. Data la natura multispecifica della ricerca e la relativa inefficienza (in particolare per quanto riguarda i Teuthoidea) del tipo di attrezzo utilizzato (rete "da banco" mazarese), é prematuro tentare di interpretare quanto descritto, anche se i risultati confermano il ruolo preminente dei Cefalopodi nell'ambito delle attività de pesca nel Canale di Sicilia

**Bibliografia**

AA.VV. (1979) - Geologie méditerranéenne. *Ann. Univ. Provence,* Tomo VI, n. 1:250 pp.

CINGOLANI N., COPPOLA S.R., MORTERA J. (1986) - Studio di fattibilità per un sistema di rilevazione campionaria delle statistiche della pesca (PESTAT). Parte II - Statistiche sulle catture e sullo sforzo di pesca. *Quad. Ist. Ric. Pesca Marittima,* 5 (1 suppl., I e II parte): 754 p.

LEVI D. (1988) - Canale di Sicilia - Relazione sull'attività svolta dall'Unità Operativa: Istituto di Tecnologia della Pesca e del Pescato - Mazara del Vallo -. *In:* Atti seminari delle Unità Operative responsabili dei progetti di ricerca nell'ambito dello schema preliminare di piano per la pesca e l'acquacoltura M.M.M. - C.N.R., Roma, Vol. III - Sessione "Valutazione risorse demersali": 1561 - 1767.

MANGOLD K., BOLETZKY S. V. (1987) - Cephalopodes. *In:* Fischer W., Bauchot M.L. et Schneider M. (reds.), Fishes FAO d' identification des espéces pour les besoins del la pêche (Rev.1) Mediterranee et mer Noire. Rome, Fao, vol. 1:635-714

MANGOLD K. & BOLETZKY S. V. (1988) - Mediterranean Cephalopod Fauna. *The Mollusca,* Academic Press, Inc., Vol. 12: 315-330

JEREB P., RAGONESE S. (pres. vol.) - Sui Cefalopodi di scarso o nullo interesse commerciale del Canale di Sicilia.

VOSS G.L. (1977) - Classification of recent Cephalopods. *In:* Nixon M. and Messenger J.B. (eds.) "The biology of Cephalopods", Academic Press, App. II: 575-579.

*OEBALIA 1990 Suppl., Vol. XVI-2: 749-753* ISSN 0392-6613

N. REPETTO* D. MINETTI* F. REBORA*
G. MATRICARDI** M. WURTZ**
* CBM scrl., Via XXV Aprile 10 - 16016 Cogoleto (Genova).
** Istituto di Anatomia comparata Università di Genova, Viale Benedetto XV, 5
16132 Genova.

# DISTRIBUZIONE DI CEFALOPODI DECAPODI IN MAR LIGURE OCCIDENTALE.

**Abstract**

Cephalopoda Decapoda distribution in the Western Ligurian Sea.

*The spatial and vertical distributions of some species of Cephalopoda Decapoda in the Western Ligurian Sea Have been investigated. Seasonal (spring - summer) maps of species abundance have been obtained analyzing the catch data (specimens/hour) resulting from the 1985 - 87 Trawl Surveys Program of the Italian Ministero della Marina Mercantile.*

**Key-words**: Cephalopoda Decapoda, distribution, trawl fishery, Western Ligurian Sea.

## Introduzione

Il principale obiettivo dei surveys " Valutazione delle risorse demersali nei mari italiani" promosso dal Ministero della Marina Mercantile (legge 41 del 1982) é quello di fornire informazioni qualitative e quantitative sulla distribuzione della fauna associata ai fondi strascicabili compresi tra 0 e 700 m di profondità (RELINI, 1985). Nell'ambito di tali tematiche questo lavoro presenta la distribuzione di alcuni Cefalopodi Decapodi del Mare Ligure occidentale. L'argomento risulta di fondamentale importanza per le successive fasi di gestione degli stocks ittici a scopo commerciale ed inoltre rappresenta un'importante

approfondimento delle attuali conoscenze sulle specie di molluschi considerate.

La zona di campionamento comprende i fondali del Mar Ligure Occidentale compresi fra Capo Mortola (IM) e Cogoleto (GE), tra 0 e 700 m di profondità, per un'area totale di 1334 Kmq (Fig. 1). Il disegno del survey é stato composto secondo un campionamento stratificato casuale (FOGARTY, 1985); si é adottato un criterio di stratificazione basato sulle profondità suddividendo l'area da investigare in cinque strati: 0-50 m, 50-100 m, 100-200 m, 200-450 m e 450-700 m. I campioni sono stati prelevati con rete a strascico del tipo Italiano, sulla base di cale di un'ora (circa 3 miglia di percorso). La cartografia della distribuzione delle varie specie é stata realizzata mediante il package SPS-DM (HINZE, 1987) basandosi sui rendimenti orari (numero individui/ora). Sono stati considerati i dati relativi a 5 campagne di pesca, tre primaverili (aprile e maggio 1985 - 1986-1987) e due estive (agosto e settembre 1985-1986).

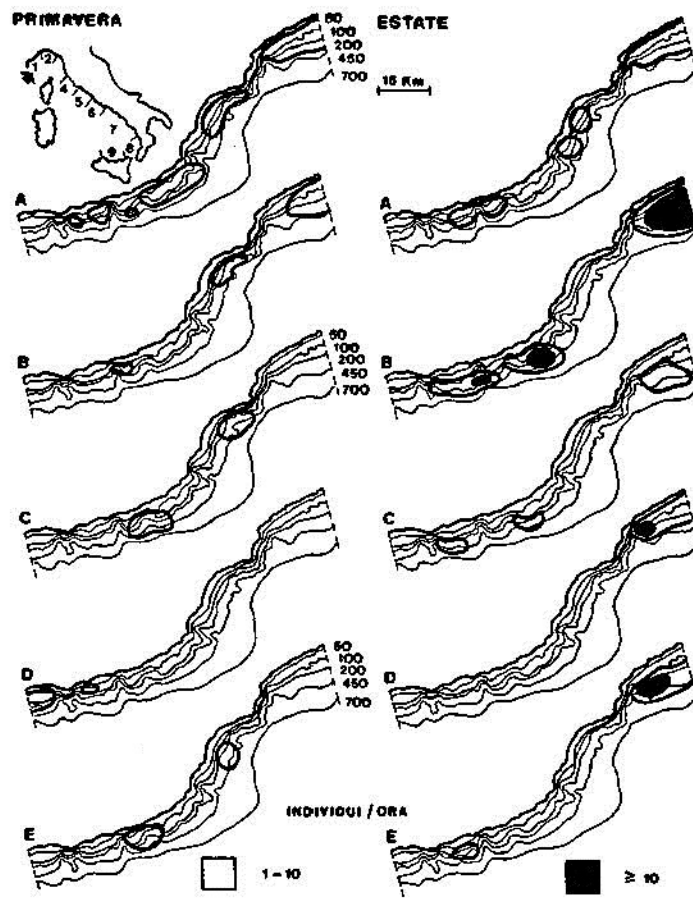



**Fig. 1 -** Decapodi. Cartografia della distribuzione, in n. individui/ora, di: A) *S. elegans*, B) *S. oweniana*, C) *R. maerosoma*, D) *A. media*, E) *I. coindetii*

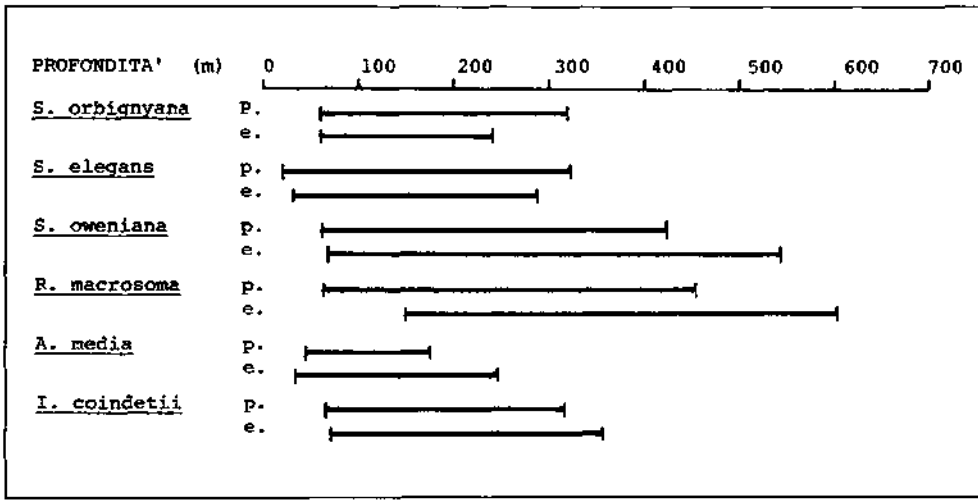



**Fig. 2** - Distribuzione batimetrica delle specie.

**Risultati**

I risultati ottenuti sono riportati in Fig. 1; in Fig. 2 è riassunta la distribuzione batimetrica delle specie considerate.

*Sepia orbignyana* (FERUSSAC, 1826) - Di questa specie non si fornisce in questo lavoro la mappa di distribuzione stagionale ; per ulteriori approfondimenti si veda WURTZ *et al.* (1980). La specie è distribuita tra 60 e 320 m di profondità in primavera e tra 62 e 237 m in estate, con un massimo di concentrazione in primavera (tra 10 e 50 ind/h) tra il secondo ed il terzo strato. L'areale di distribuzione si presenta discontinuo, con una maggior concentrazione di individui in primavera nelle acque antistanti Imperia e una maggior frammentazione nel periodo estivo lungo la costa ad est di Imperia, fino a Savona.

*Sepia elegans* (BLAINVILLE, 1827) - La specie è distribuita tra 20 e 320 m di profondità in primavera e tra 33 e 284 m in estate; in entrambe le stagioni inoltre la concentrazione degli individui é uniforme alle varie profondità (tra 1 e 10 ind/h). L'areale di distribuzione presenta una notevole continuità in primavera, mentre nel periodo estivo le catture sono state effettuate nelle zone tra Ventimiglia ed Imperia e davanti ad Albenga e Savona.

*Sepietta oweniana* (ORBIGNY, 1840) - La distribuzione batimetrica della specie é compresa fra 62 e 420 m in primavera, mentre in estate é compresa tra 65 e 542 m. Il massimo di concentrazione si ha tra il terzo e il quarto strato (più di 100 ind/h) in estate a est di Savona. L'areale di distribuzione primaverile é localizzato nei tratti antistanti Sanremo, Loano e ad est di Savona; in estate é compreso tra Imperia e Ventimiglia e ad est di Savona.

*Rossia macrosoma* (DELLE CHIAJE, 1830) - La specie è distribuita tra 62 e 450 m di profondità in primavera e tra 144 e 596 m in estate. L'areale di distribuzione é molto discontinuo e comprende per entrambe le stagioni le zone antistanti Imperia, Loano e Savona, con catture sempre inferiori a 10 ind/h.

*Alloteuthis media* (L., 1758) - La distribuzione batimetrica é compresa tra 36 e 167 m in primavera, con catture sempre inferiori ai 10 ind/h, nella parte più occidentale dell'area di campionamento. Nel periodo estivo la specie si spinge fino a 237 m di profondità, concentrandosi maggiormente nei primi tre strati (tra 10 e 50 ind/h). Le catture in questo periodo sono limitate all'area antistante Savona.

*Illex coindetii* (VERANY, 1839) - La specie si distribuisce tra 61 e 313 m di profondità in primavera e tra 65 e 354 m in estate. E' stata catturata soltanto nella zona di mare tra Imperia e Ventimiglia, di fronte a Loano e di fronte a Savona. In quest'ultima zona, in estate, si é rilevata la maggior concentrazione di individui (tra 10 e 50 ind/h) in corrispondenza del secondo e terzo strato.

## Discussione

Da un confronto con la letteratura esistente (BOYLE, 1983; MANGOLD-WIRZ, 1963; MASSY, 1928; PALUMBO e WURTZ, 1983-84; ROPER *et al*., 1984) si é constatato che le distribuzioni batimetriche da noi rilevate per le varie specie corrispondono con quanto già noto per il Mediterraneo.

Per quanto riguarda le ampie differenze osservabili fra le distribuzioni spaziali nelle due stagioni esaminate, é possibile soltanto ipotizzare che esse siano in relazione con il comportamento migratorio delle singole specie e con fenomeni di reclutamento giovanile che avvengono in aree diverse da quelle occupate dagli adulti; al momento non si hanno infatti a disposizione valutazioni analoghe per le aree limitrofe e campioni prelevati in corrispondenza dei periodi di reclutamento delle specie considerate.

## Bibliografia

BOYLE P. R. (Ed) (1983 ) - Cephalopod life cycles, vol. 1-2, Academic Press, London.

FOGARTY M. J. (1985) - Statistical considerations in the design of trawl surveys. *Fao Fish. Circ.* 786: 21 pp.

HINZE K. (1987) - S.P.S. data Graphics and Mapping. NCSU Software, Releigh NC.

MANGOLD-WIRZ K. (1963) - Biologie des Cephalopodes benthiques et necthiques de la Mer Catalane. *Vie et Milieu,* 13 suppl. : 285 pp.

MASSY A. (1928) - The Cephalopoda of the Irish coast. *Proc. Roy. Irish Acad., 33* (B) (2): 25-37.

PALUMBO F., WURTZ M. (1983-84) - Osservazioni sulla distribuzione e la riproduzione di Eledone cirrhosa (Lam. 1798) (Cephalopoda, Octopoda) in M. Ligure. *Nova Thalassia,* 6 suppl. : 721-723.

RELINI G. (1985) - Programme of the Italian Ministry of the Merchant Marine for the demersal resources survey in the area 37/3. *Fao Fish. Rep.* 336: 119-123.

ROPER C.F.E., SWEENEY M. J., NAUEN C.E. (1984) - Cephalopods of the world. *Fao Fish. Syn.* 125 (3): 277 pp.

(Lavoro eseguito con un contributo del Ministero Marina Mercantile, legge 41/82).

*OEBALIA 1990 Suppl., Vol. XVI-2: 755-759* ISSN 0392-6613

N. REPETTO* D. MINETTI* F. REBORA*
G. MATRICARDI** M. WURTZ**
* CBM scrl., Via XXV Aprile 10 - 16016 Cogoleto (Genova).
** Istituto di Anatomia Comparata Università di Genova, Viale Benedetto XV, 5 16132 Genova.

# DISTRIBUZIONE DI CEFALOPODI OTTOPODI IN MAR LIGURE OCCIDENTALE.

**Abstract**

Cephalopoda Octopoda distribution in the Western Ligurian Sea.

*The spatial and vertical distributions of some species of Cephalopoda Octopoda in the Western Ligurian Sea have been investigated. Seasonal (spring-summer) maps of species abundance have been obtained analyzing the catch data (specimens/hour) resulting from the 1985-87 Trawl Surveys Program of the Italian Ministero della Marina Mercantile.*

**Key-words**: Cephalopoda Octopoda, distribution, trawl fishery, Western Ligurian Sea.

## Introduzione

Il principale obiettivo dei surveys "Valutazione delle risorse demersali nei mari italiani" promosso dal Ministero della Marina Mercantile (legge 41 del 1982) é quello di fornire informazioni qualitative e quantitative sulla distribuzione della fauna associata ai fondi strascicabili compresi tra 0 e 700 m di profondità (RELINI, 1985). Nell'ambito di tali tematiche questo lavoro presenta la distribuzione di alcuni Cefalopodi Ottopodi del Mar Ligure occidentale. L'argomento risulta di fondamentale importanza per le successive fasi di gestione degli stocks ittici a scopo commerciale ed inoltre rappresenta un importante approfondimento delle

attuali conoscenze sulle specie di molluschi considerate.

La zona di campionamento comprende i fondali del Mar Ligure occidentale compresi fra Capo Mortola (IM) e Cogoleto (Ge), tra 0 e 700 m di profondità, per un'area totale di 1334 Kmq (Fig. 1). Il disegno del survey é stato composto secondo un campionamento stratificato casuale (FOGARTY, 1985); si è adottato un criterio di stratificazione basato sulle profondità suddividendo l'area da investigare in 5 strati: 0-50 m, 50-100 m, 100-200 m, 200-450 m e 450 -700 m. I campioni sono stati prelevati con rete a strascico del tipo Italiano, sulla base di cale di un'ora (circa 3 miglia di percorso). La cartografia della distribuzione delle varie specie è stata realizzata mediante il package SPS-DM (HINZE, 1987) basandosi sui rendimenti orari (numero individui/ora). Sono stati considerati i dati relativi a 5 campagne di pesca, tre primaverili (aprile e maggio 1985-1986-1987) e due estive (agosto e settembre 1985-1986).

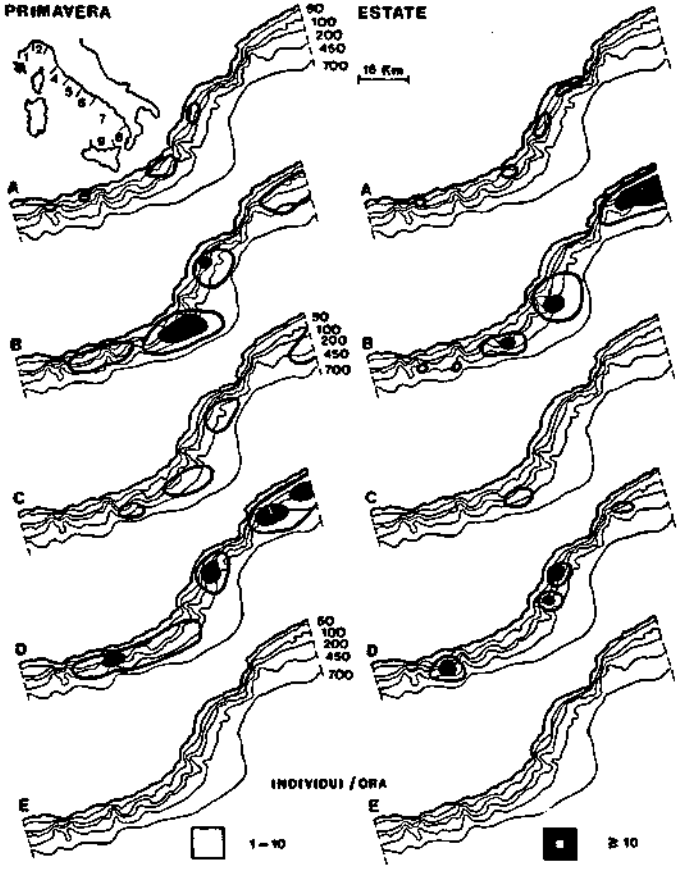



**Fig. 1**: - Ottopodi. Cartografia della distribuzione, in n. individui/ora, di A) *O. vulgaris,* B) *O. salutii,* C) *P. tetracirrhus,* D) *E. cirrhosa.*

## Risultati

I risultati ottenuti sono riportati in Fig. 1; in Fig. 2 è riassunta la distribuzione batimetrica delle specie considerate.

*Octopus vulgaris* Cuvier 1798 - Le catture sono state sempre inferiori ai 10 ind/h e limitate ai fondali con profondità inferiori a 90 m in primavera e a 126 m in estate. La specie é distribuita tra Loano e Sanremo sia in primavera sia in estate, in zone abbastanza circoscritte.

*Octopus salutii* Verany 1839 - La distribuzione batimetrica è compresa tra 24 e 519 m in primavera e tra 65 e 596 m in estate; i massimi di concentrazione (tra 10 e 50 ind/h) sono stati rilevati tra il terzo e quarto strato in primavera di fronte ad Imperia ed in estate tra Savona e Cogoleto. La specie è stata catturata lungo l'intera zona di campionamento ad eccezione del tratto ad ovest di Savona e con una maggior discontinuità in estate tra Imperia e Ventimiglia.

*Pteroctopus tetracirrhus* (Delle Chiaje, 1830) - La specie in primavera è distribuita tra 100 e 640 m di profondità, in zone di mare circostanti Imperia e Loano con densità decisamente basse. In estate, pur non cambiando sostanzialmente la distribuzione batimetrica (154-576 m), le catture si sono concentrate nella sola zona antistante Imperia.

*Eledone cirrhosa* (Lam., 1798) - La maggior concentrazione di individui (tra 50 e 100 ind/h) è stata rilevata davanti a Savona in primavera, stagione in cui la specie si presenta distribuita pressoché in tutta l'area di campionamento. In estate le catture diminuiscono sensibilmente e sono limitate alle zone antistanti Sanremo, Albenga e Savona, con maggior concentrazione di individui tra il secondo e il terzo strato.

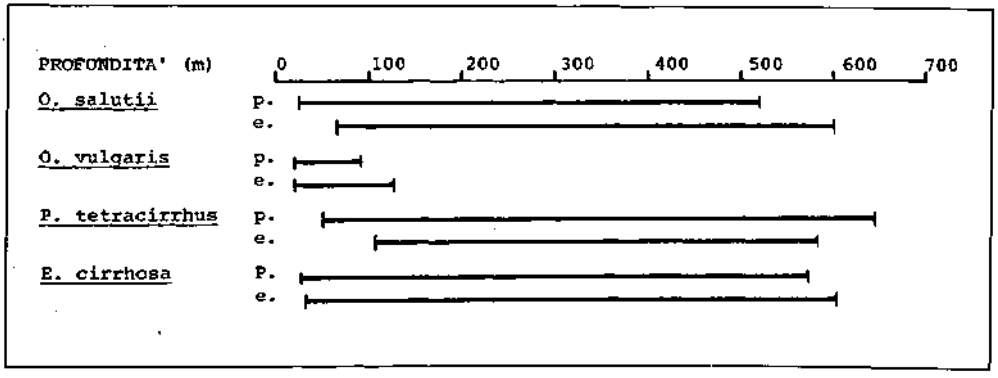



**Fig. 2**: - Distribuzione batimetrica delle specie.

## Discussione

Da un confronto con la letteratura esistente (BOYLE, 1983; MANGOLD-WIRZ, 1963; MASSY, 1928; PALUMBO & WURTZ, 1983-84; ROPER *et al.*, 1984) si é constatato che le distribuzioni batimetriche da noi rilevate per le varie specie corrispondono con quanto già noto per il Mediterraneo.

Per quanto riguarda le ampie differenze osservabili fra le distribuzioni spaziali nelle due stagioni esaminate, è possibile soltanto ipotizzare che esse siano in relazione con il comportamento migratorio delle singole specie e con fenomeni di reclutamento giovanile che avvengono in aree diverse da quelle occupate dagli adulti; al momento non si hanno infatti a disposizione valutazioni analoghe per le aree limitrofe e campioni prelevati in corrispondenza dei periodi di reclutamento delle specie considerate.

## Bibliografia

BOYLE P. R. (Ed) (1983) - Cephalopod life cycles, vol. 1, Academic Press, London.

FOGARTY M. J. (1985) - Statistical considerations in the design of trawl surveys. *FAO Fish. Circ.* 786: 21 pp.

HINZE K. (1987) - SPS Data Graphics and Mapping. NCSU Software, Raleigh NC.

MANGOLD-WIRZ K. (1963) - Biologie des Cephalopodes benthiques et nectoniques de la Mer Catalane. *Vie et Milieu,* 13 suppl. : 285 pp.

MASSY A. (1928) - The Cephalopoda of the Irish coast. *Proc. Roy. Irish Acad.,* 33 (B) (2): 25-37.

PALUMBO F., WURTZ M. (1983-84 ) - Osservazioni sulla distribuzione e la riproduzione di *Eledone cirrhosa* (Lam., 1798) (Cephalopoda, Octopoda) in M. Ligure. *Nova Thalassia,* 6 suppl. : 721-723.

RELINI G. (1985) - Programme of the Italian Ministry of the Merchant Marine for the demersal resources survey in the area 37/3. *FAO Fish. Rep.* 336: 119-123.

ROPER C.F.E., SWEENEY M. J., NAUEN C.E. (1984) - Cephalopods of the world. *FAO Fish. Syn.* 125 (3) : 277 pp.

(Lavoro eseguito con un contributo del Ministero Marina Mercantile, legge 41/82).

*OEBALIA 1990 Suppl., Vol. XVI-2: 761-765* ISSN 0392-6613

MT. SPEDICATO* D. MINETTI** F. REBORA**
G. MATRICARDI*** M. WURTZ***
* COISPA Tecnologia e Ricerca scrl., C. P. 62 - 70042 Mola di Bari (BA).
** CMB scrl., Via XXV Aprile 10 - 16016 Cogoleto (Genova).
*** Istituto di Anatomia Comparata Università di Genova, Viale Benedetto XV, 5 16132 Genova.

# DISTRIBUZIONE DI CEFALOPODI DECAPODI DEL MEDIO-BASSO TIRRENO

**Abstract**

Cephalopoda Decapoda distribution in the lower Tyrrhenian sea.

*The spatial and vertical distributions of some species of Chepalopoda Decapoda in the Lower Tyrrhenian Sea have been investigated. Seasonal (spring-summer) maps of species abundance have been obtained analyzing the catch data (n. individuals/hour) resulting from the 1985-87 Trawl Surveys Program of the Italian Ministero della Marina Mercantile.*

**Key-words**: Cephalopoda Decapoda, distribution, trawl fishery, Lower Tyrrhenian Sea.

## Introduzione

Il principale obiettivo dei surveys "Valutazione delle risorse demersali nei mari italiani" promosso dal Ministero della Marina Mercantile (legge 41 del 1982) è quello di fornire informazioni qualitative e quantitative sulla distribuzione della fauna associata ai fondi strascicabili compresi tra 0 e 700 m di profondità (RELINI, 1985).

Nell'ambito di tali tematiche questo lavoro presenta la distribuzione di alcuni Cefalopodi Decapodi del Mar Tirreno Meridionale. L'argomento risulta di fondamentale importanza per le successive fasi di gestione degli stocks ittici a scopo commerciale ed inoltre rappresenta un importante approfondimento delle attuali conoscenze sulla specie di molluschi considerate.

La zona di campionamento comprende i fondali del Mar Tirreno meridionale compresi fra la foce del fiume Garigliano e Capo Suvero, tra 0 e 700 m di profondità, per un'area totale di 10363 Kmq (Fig. 1). Il disegno del survey è stato composto secondo un campionamento stratificato casuale (FOGARTY, 1985); si é adottato un

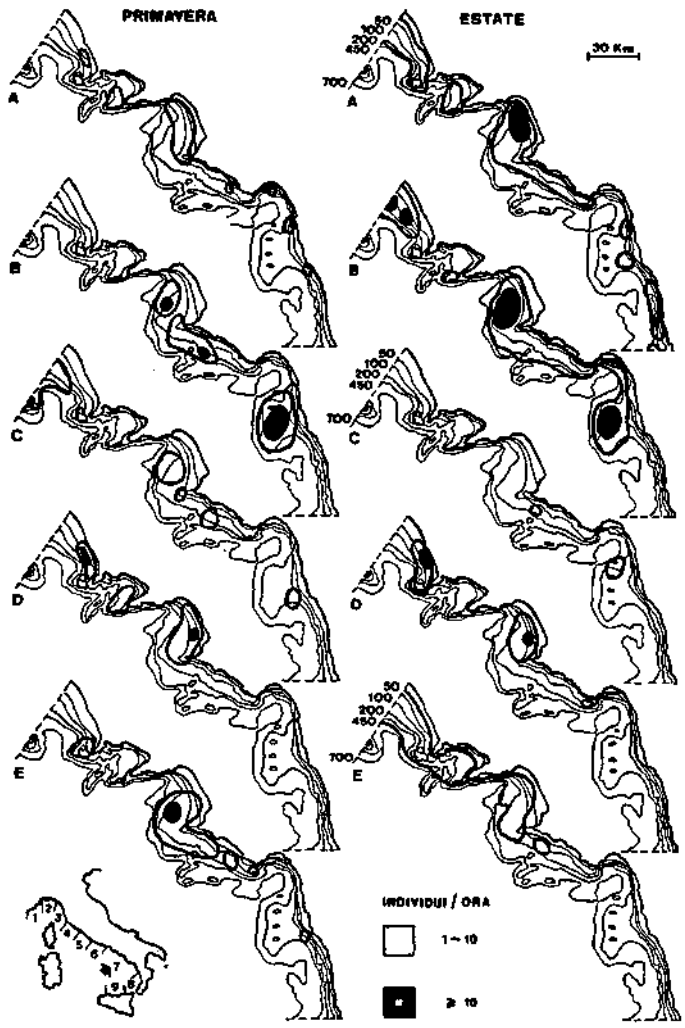



**Fig. 1** - Decapodi. Cartografia della distribuzione, in n. individui/ora, di: A) *S. elegans,* B) *S. oweniana,* C) *R. macrosoma,* D) *A. media,* E) *I. coindetii.*

criterio di stratificazione basato sulle profondità suddividendo l'area da investigare in 5 strati: 0-50 m, 50-100 m, 100-200 m, 200-450 m e 450-700 m. I campioni sono stati prelevati con rete a strascico del tipo Italiano, sulla base di cale di un'ora (circa tre miglia di percorso). La cartografia della distribuzione delle varie specie é stata realizzata mediante il package Sps-Dm (HINZE, 1987) basandosi sui rendimenti orari (numero individui/ora). Sono stati considerati i dati relativi a 5 campagne di pesca, tre primaverili (aprile e maggio 1985-1986-1987) e due estive (agosto e settembre 1985-1986).

## Risultati

I risultati ottenuti sono riportati in Fig. 1; in Fig. 2 è riassunta la distribuzione batimetrica delle specie considerate.

*Sepia orbignyana* Ferussac, 1826 - Di questa specie non si fornisce in questo lavoro la mappa di distribuzione stagionale; per ulteriori approfondimenti si veda Wurtz et al. (1990). In primavera la specie è stata catturata tra 80 e 383 m di profondità, con un massimo di concentrazione rilevato attorno ai 450 m (tra 10 e 50 ind/h) nella parte più settentrionale della zona di campionamento. L'areale di distribuzione comprende pressoché l'intera zona di campionamento, ad eccezione del Golfo di Napoli e delle zone limitrofe. In estate la distribuzione batimetrica si estende tra 11 e 380 m e quella spaziale é limitata principalmente al Golfo di Salerno ed alle acque antistanti il Cilento e Paola; in quest'ultima zona si registra il massimo di concentrazione stagionale (tra 10 e 50 ind/h) tra il secondo ed il quarto strato.

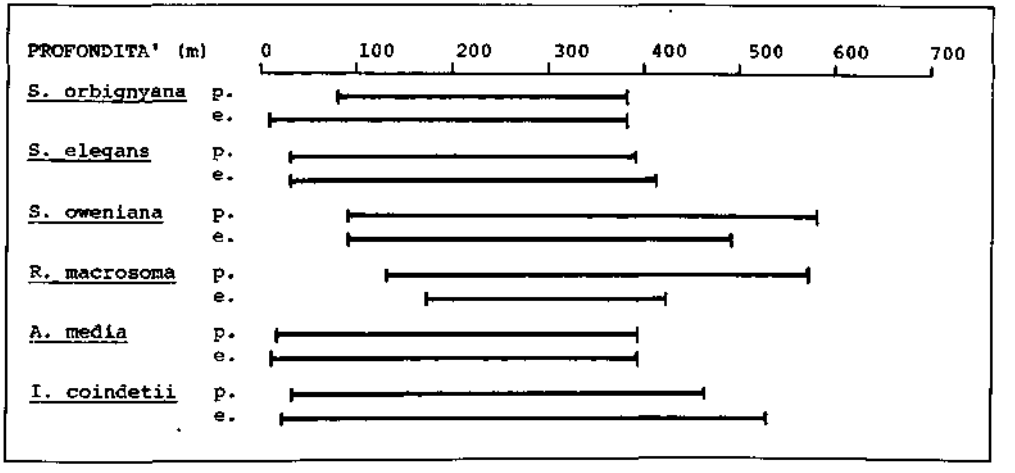



**Fig. 2** - Distribuzione batimetrica delle specie.

*Sepia elegans* Blainville, 1827 - L'areale di distribuzione di questa specie é pressoché continuo con eccezione, in primavera, per le zone più meridionali. La distribuzione batimetrica si estende tra 33 e 383 m in primavera e tra 31 e 412 m in estate, con maggior concentrazione nel periodo estivo nel Golfo di Salerno e di fronte a Paola (tra 10 e 50 ind/h).

*Sepietta oweniana* (ORBIGNY, 1840) - La distribuzione batimetrica della specie é compresa tra 86 e 581 m in primavera e tra 89 e 488 m in estate. In primavera l'areale di distribuzione si estende, anche se in maniera discontinua, da Salerno a Capo Suvero e presenta un massimo di concentrazione nella zona antistante Diamante (tra 50 e 100 ind/h). In estate l'areale comprende l'intera zona di campionamento, con tratti di scarse catture nel Golfo di Napoli. Il massimo stagionale di concentrazione si ha nel Golfo di Salerno (tra 50 e 100 ind/h).

*Rossia macrosoma* (DELLE CHIAJE, 1830) - In primavera le catture di questa specie (tra 1 e 10 ind/h) sono limitate principalmente al Golfo di Salerno ed alle acque antistanti il Cilento, fra 132 e 568 m di profondità. In estate l'areale di distribuzione si riduce alle acque del Cilento ed a quelle di fronte a Diamante, con distribuzioni batimetriche (171 - 422 m) e rendimenti orari pressoché invariati.

*Alloteuthis media* (L., 1758) - L'areale di distribuzione primaverile della specie comprende la parte settentrionale dell'area campionata fino al Golfo di Salerno, con un massimo di concentrazione (tra 50 e 100 ind/h) a nord di Napoli entro il primo strato. In estate l'areale è invariato con eccezione del Golfo di Napoli; la concentrazione massima stagionale é leggermente ridotta (tra 10 e 50 ind/h). La specie é presente tra 11 e 389 m in entrambe le stagioni.

*Illex coindetii* (VERANY, 1839) - In primavera la distribuzione batimetrica va da 33 a 462 m, mentre in estate sono stati catturati individui tra 23 e 528 m. L'areale di distribuzione primaverile si estende dal Golfo di Salerno nelle acque antistanti il Cilento, con un massimo di concentrazione (tra 10 e 50 ind/h) in corrispondenza del terzo strato nel Golfo di Salerno. In estate l'areale di distribuzione è leggermente spostato verso nord estendendosi fino alla parte più settentrionale dell'area campionata, mentre i rendimenti sono sempre inferiori ai 10 ind/h.

## Discussione

Da un confronto con la letteratura esistente (BOYLE, 1983; MANGOLD - WIRZ, 1963; MASSY, 1928; PALUMBO e WURTZ, 1983-84; ROPER *et al.*, 1984) si é constatato che le distribuzioni batimetriche da noi rilevate per le varie specie corrispondono con quanto già noto per il Mediterraneo. Per quanto riguarda le ampie differenze osservabili fra le distribuzioni spaziali nelle due stagioni

esaminate, è possibile soltanto ipotizzare che esse siano in relazione con il comportamento migratorio delle singole specie e con fenomeni di reclutamento giovanile che avvengono in aree diverse da quelle occupate dagli adulti; al momento non si hanno infatti a disposizione valutazioni analoghe per le aree limitrofe e campioni prelevati in corrispondenza dei periodi di reclutamento delle specie considerate.

**Bibliografia**

BOYLE P. R. (Ed.) (1983) - Cephalopod life cycles, vol. 1, Academic Press, London.

FOGARTY M. J. (1985) - Statistical considerations in the design of trawl surveys. *Fao Fish. Circ.* 786: 21 pp.

HINZE K. (1987) - Sps Data Graphics and Mapping. Ncsu Software, Releigh Nc.

MANGOLD - WIRZ K. (1963) - Biologie des Chepalopodes benthiques et nectoniques de la Mer Catalane. *Vie et Milieu,* 13 suppl. : 285 pp.
MASSY A (1928) - The Cephalopoda of the Irish coast. *Proc. Roy. Irish Acad., 33* (B) (2): 25-37.

PALUMBO F., WURTZ M. (1983-84) - Osservazioni sulla distribuzione e la riproduzione di Eledone cirrhosa (Lam. 1798) (Cephalopoda, Octopoda) in M. Ligure. *Nova Thalassia,* 6 suppl. : 721-723.

RELINI G. (1985) - Programme of the Italian Ministry of the Merchant Marine for the demersal resources survey in the area 37/3. *Fao Fish. Rep.* 336: 119-123.

ROPER C.F.E. , SWEENEY M. J., NAUEN C. E. (1984) - Cephalopods of the world. *Fao Fish. Syn.* 125 (3): 277 pp.

WURTZ M., MATRICARDI G., REBORA F. (1990) - Abundance estimates and distribution of *Sepia elegans* and *Sepia orbignyana* in two fishing areas of the Central Mediterranean. Trawl survey 1985-87. *Halyotis* 21 (in stampa)

(Lavoro eseguito con un contributo del Ministero Marina Mercantile, legge 41/82).

*OEBALIA 1990 Suppl, Vol. XVI-2: 767-771* ISSN 0392-6613

M.T. SPEDICATO* D. MINETTI** F. REBORA**
G. MATRICARDI*** M. WURTZ***
* COISPA Tecnologia e Ricerca scrl., C.P. 62 - 70042 Mola di Bari (Ba).
** CBM scrl., Via XXV Aprile 10 - 16016 Cogoleto (Genova).
*** Istituto di Anatomia Comparata Università di Genova, Viale Benedetto XV, 5 16132 Genova.

# DISTRIBUZIONE DI CEFALOPODI OTTOPODI DEL MEDIO-BASSO TIRRENO.

**Abstract**

Cephalopoda Octopoda distribution in the Lower Tyrrhenian Sea.

*The spatial and vertical distributions of some species of Cephalopoda Octopoda in the Lower Tyrrhenian Sea have been investigated. Seasonal (spring summer) maps of species abundance have been obtained analyzing the catch data (specimens/hour) resulting from the 1985-87 Trawl Surveys Program of the Italian Ministero della Marina Mercantile.*

Key-words: Cephalopoda Octopoda, distribution, trawl fishery, Lower Tyrrhenian Sea.

## Introduzione

Il principale obiettivo dei surveys "Valutazione delle risorse demersali nei mari italiani" promosso dal Ministero della Marina Mercantile (legge 41 del 1982) é quello di fornire informazioni qualitative e quantitative sulla distribuzione della fauna associata ai fondi strascicabili compresi tra 0 e 700 m di profondità (RELINI, 1985). Nell'ambito di tali tematiche questo lavoro presenta la distribuzione di alcuni Cefalopodi Ottopodi del Mar Tirreno meridionale. L'argomento risulta di fondamentale importanza per le successive fasi di gestione

degli stocks ittici a scopo commerciale ed inoltre rappresenta un importante approfondimento delle attuali conoscenze sulle specie di molluschi considerate.

La zona di campionamento comprende i fondali del Mar Tirreno meridionale compresi fra la foce del fiume Garigliano e Capo Suvero, tra 0 e 700 m di profondità, per un'area totale di 10363 kmq (Fig. 1). Il disegno del survey é stato composto secondo un campionamento stratificato casuale (FOGARTY, 1985); si é adottato un criterio di stratificazione basato sulle profondità suddividendo l'area da investigare in 5 strati: 0-50 m, 100-200 m, 200-450 m e 450-700 m. I campioni sono stati prelevati con rete a strascico del tipo Italiano, sulla base di cale di un'ora




Fig. 1 - Ottopodi. Cartografia della distribuzione, in n. individui/ora, di: A) *O. vulgaris,* B) *O. salutii,* C) *P. tetracirrhus,* D) *S. unicirrhus,* E) *E. cirrhosa.*

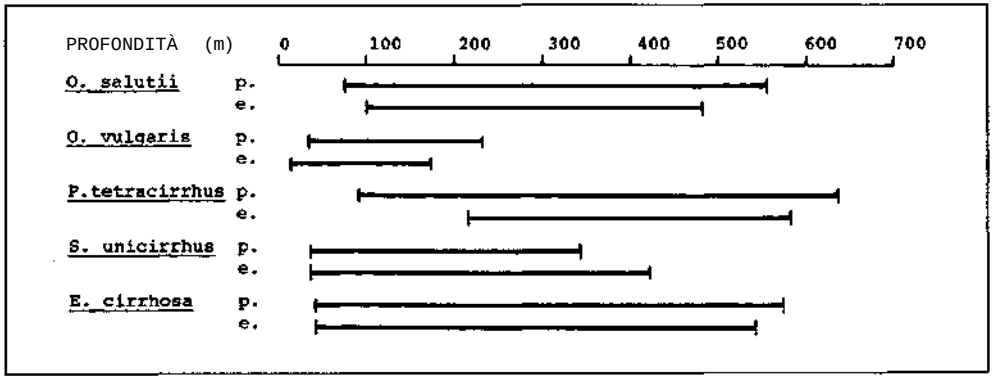



Fig. 2 - Distribuzione batimetrica delle specie.

(circa 3 miglia di percorso). La cartografia della distribuzione delle varie specie é stata realizzata mediante il package SPS-DM (HINZE, 1987) basandosi sui rendimenti orari (numero individui/ora) . Sono stati considerati i dati relativi a 5 campagne di pesca, tre primaverili (aprile e maggio 1985-1986-1987) e due estive (agosto e settembre 1985-1986).

## Risultati

I risultati ottenuti sono riportati in Fig. 1; in Fig. 2 è riassunta la distribuzione batimetrica delle specie considerate.

*Octopus vulgaris* Cuvier, 1798 - La specie é presente tra 35 e 231 m di profondità in primavera e tra 15 e 172 m in estate, sempre con rendimenti inferiori ai 10 ind/h. Le catture sono state effettuate in zone circoscritte ed isolate sparse lungo l'area di campionamento.

*Octopus salutii* Verany, 1839 - In primavera la specie é presente lungo tutta la zona campionata anche se in maniera molto discontinua. In estate le catture si concentrano nel Golfo di Napoli, nel Golfo di Salerno e lungo le coste della Calabria, con rendimenti inferiori ai 10 ind/h. La distribuzione batimetrica é compresa tra 74 e 556 m in primavera e tra 99 e 482 m in estate.

*Pteroctopus tetracirrhus* (DELLE CHIAJE, 1830) - La specie é stata catturata in pratica solo in primavera tra 92 e 634 m di profondità, in zone limitate sparse lungo tutta l'area campionata. In estate sono stati catturati alcuni individui solo nei pressi di Capo Suvero, tra 214 e 581 m di profondità.

*Scaeurgus unicirrhus* (DELLE CHIAJE, 1840) - La distribuzione spaziale primaverile é limitata ad alcune zone del Golfo di Salerno e antistanti il Cilento, a profondità comprese tra 36 e 343 m in primavera. In estate, pur non modificandosi la distribuzione batimetrica (36-422 m), l'areale si estende anche in alcune zone

della parte meridionale dell'area campionata. I rendimenti si sono mantenuti sempre inferiori a 10 ind/h.

*Eledone cirrhosa* (Lam., 1798) - La distribuzione batimetrica si estende da 40 a 570 m in primavera e da 38 a 541 m in estate; solo in estate si osservano concentrazioni elevate (tra 10 e 50 ind/h) a nord di Napoli e nelle acque del Cilento. La distribuzione spaziale comprende l'intera area campionata in entrambe le stagioni.

## Discussione

Da un confronto con la letteratura esistente (BOYLE, 1983; MANGOLD-WIRZ, 1963; MASSY, 1928; PALUMBO e WURTZ, 1983-84; ROPER *et al.*, 1984) si é constatato che le distribuzioni batimetriche da noi rilevate per le varie specie corrispondono con quanto già noto per il Mediterraneo. Per quanto riguarda le ampie differenze osservabili fra le distribuzioni spaziali nelle due stagioni esaminate, é possibile soltanto ipotizzare che esse siano in relazione con il comportamento migratorio delle singole specie e con fenomeni di reclutamento giovanile che avvengono in aree diversa da quelle occupate dagli adulti; al momento non si hanno infatti a disposizione valutazioni analoghe per le aree limitrofe e campioni prelevati in corrispondenza dei periodi di reclutamento delle specie considerate.

## Bibliografia

BOYLE P. R. (Ed) (1983 ) - Cephalopod life cycles, vol. 1-2, Academic Press, London.

FOGARTY M. J. (1985) - Statistical considerations in the design of trawl surveys. *Fao Fish. Circ.* 786: 21 pp.

HINZE K. (1987) - S.P.S. data Graphics and Mapping. NCSU Software, Releigh NC.

MANGOLD-WIRZ K. (1963) - Biologie des Cephalopodes benthiques et nectoniques de la Mer Catalane. *Vie et Milieu,* 13 suppl. : 285 pp.

MASSY A. (1928) - The Cephalopoda of the Irish coast. *Proc. Roy. Irish Acad.,33* (B) (2): 25-37.

PALUMBO E, WURTZ M. (1983-84) - Osservazioni sulla distribuzione e la riproduzione di *Eledone cirrhosa* (Lam. 1798) (Cephalopoda, Octopoda) in M. Ligure. *Nova Thalassia, 6* suppl. : 721-723.

RELINI G. (1985) - Programme of the Italian Ministry of the Merchant Marine for the demersal resources survey in the area 37/3. *Fao Fish. Rep.* 336: 119-123.

ROPER CEE., SWEENEY M. J., NAUEN C.E. (1984) - Cephalopods of the world. *Fao Fish. Syn.* 125 (3): 277 pp.

(Lavoro eseguito con un contributo del Ministero Marina Mercantile, legge 41/82).

*OEBALIA 1990 Suppl., Vol. XVI-2: 773-775* ISSN 0392-6613

E. TARAMELLI L. FASSETTA
Dipartimento di Biologia Animale e dell'Uomo
Viale dell'Università 32-00158 Roma- Italia

# CROSTACEI ANFIPODI DI GROTTAMMARE (ADRIATICO CENTRALE)

Abstract

Amphipod crustaceans in Grottammare (central Adriatic)

*The preliminary results of an investigation on the Amphipod Crustaceans in Grottammare (central Adriatic) are reported. There have been found, on artificial and landslide cliffs and on buoys, 16 species; the dominants ones are:* Corophium acutum, Parhyale plumicornis, Hyale schmidti, Jassa marmorata, Hyale perieri.

Key-words: Amphipods, Central Adriatic, Hard bottom, Infralitoral-fringe.

Sin dal '700 numerosi AA. si sono occupati dell'anfipodofauna dell'Adriatico Settentrionale, mentre da questo punto di vista, più trascurati sono stati gli altri due settori, soprattutto l'Adriatico Centrale. (KRAPP-SCHICKEL, 1969)

Ci è sembrato pertanto interessante iniziare una serie di osservazioni sulla frazione a Crostacei Anfipodi di popolamenti insediati su vari substrati duri (scogliere artificiali e di frana, boe) antistanti un tratto del litorale marchigiano in località Grottammare (AP).

Sono state scelte 19 stazioni diverse per substrato, periodo di immersione, orientamento, vicinanza da riva. In particolare le stazioni da 1 a 3 si trovano su scogli da frana, costituiti da conglomerati e immersi in mare sin dal '700; le stazioni 4 e 4.1 su scogliera artificiale di travertino, posta in mare nel 1983 parallela alla riva e da questa distante circa 200 m; le stazioni 5-6 su boe

Tab. 1

| | 1 | 2 | $2_1$ | $2_2$ | $2_3$ | 3 | $4_1$ | 5 | 6 | $7_W$ | $7_S$ | $7_E$ | $8_N$ | $8_S$ | $8_S$ | $8_S$ | $8_W$ | $9_N$ | $9_E$ | Tot. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Amphithoe ramondi Audouin | 11 | 1 | 2 | 3 | | 4 | 31 | 3 | 2 | | 10 | 2 | 3 | | | 2 | 1 | 4 | 8 | 87 |
| Caprella equlibra Say | | | | | | | | | 18 | | | | | | | | | | | 18 |
| Corophium acutum Chevreux | 4 | | | | 2 | 2 | 8 | | 843 | 905 | 13 | 9 | 6 | 4 | 2 | 52 | | 4 | 7 | 1861 |
| Ericthonius brasiliensis (Dana) | | | | | | 4 | 6 | | | 6 | 1 | | | | | | | | 1 | 18 |
| Ericthonius punctatus (Bate) | 2 | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | 3 |
| Dexamine spinosa (Montagu) | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | 1 |
| Elasmopus pocillimanus (Bate) | 78 | | | 15 | 2 | 13 | 43 | 12 | | | 18 | 2 | 101 | 16 | 2 | 25 | 16 | 1 | 29 | 373 |
| Melita palmata (Montagu) | 30 | | | 3 | 1 | 6 | 22 | 1 | | | 6 | | 14 | 7 | | 7 | 8 | 53 | 54 | 212 |
| Jassa marmorata Holmes | 48 | 2 | 4 | 1 | 5 | 25 | 72 | 3 | 115 | 50 | 2 | 7 | 612 | 9 | 1 | 227 | 30 | 3 | 8 | 1224 |
| Jassa ocia (Bate) | | | | | | | 10 | | | | | | | | | | | | | 10 |
| Stenothoe tergestina Nebesky | 15 | | | | | | 5 | | 214 | 80 | 3 | | 23 | 4 | | 2 | | | | 346 |
| Hyale perieri (Lucas) | 5 | 10 | 40 | | 2 | 2 | 3 | 9 | 6 | 4 | 4 | 60 | 81 | 138 | 33 | 522 | 283 | | 1 | 1203 |
| Hyale schmidti Heller | 153 | 66 | 88 | 16 | 142 | 167 | 111 | 193 | 8 | 3 | 50 | 12 | 77 | 49 | 69 | 165 | 140 | 2 | 36 | 1547 |
| Hyale stebbingi Chevreux | 84 | 19 | 4 | | 11 | 118 | | | | | 4 | 1 | 4 | 18 | 6 | 10 | 17 | | 6 | 302 |
| Parhyale aquilina Costa | | | | | | | | | | | | | | | | | | 12 | | 12 |
| Parhyale plumicornis (Heller) | 43 | 445 | 364 | 84 | 3 | 208 | 50 | 291 | | | | | 9 | | | 12 | | 13 | 90 | 1612 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| TOT. INDIVIDUI | 473 | 543 | 502 | 122 | 168 | 549 | 361 | 512 | 1208 | 1048 | 111 | 93 | 930 | 245 | 113 | 1024 | 495 | 92 | 240 | 8829 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| TOT. CAMPIONI | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 4 | 2 | 2 | 3 | 2 | 2 | 2 | 35 |

metalliche poste in mare ex novo ogni anno; le stazioni 9N e 9E su scogliera artificiale perpendicolare alla riva. In queste stazioni nel corso di 4 campionamenti annuali (1984-1987) sono stati prelevati 35 campioni mediante grattaggio di aree di 400 $cm^2$, al limite tra il mediolitorale inferiore e l'infralitorale superiore. In tali campioni sono risultati presenti 8829 Anfipodi appartenenti a 16 specie, 11 generi e 8 famiglie tra cui, dominante per numero di specie (5) e di individui (4676), è quella dei Talitridi.

Le specie più abbondanti e diffuse sono: *Corophium acutum, Parhyale plumicornis, Hyale schmidti, Jassa marmorata, Hyale peneri.*

La composizione dei popolamenti nelle singole stazioni presenta notevoli variazioni, probabilmente imputabili alle situazioni ecologiche di ciascuna stazione. In particolare sulle boe dominano le specie *Stenothoe tergestina, Caprella equilibra e Corophium acutum;* le prime due predatrici di Idrozoi mentre *Corophium acutum* è una specie tipica del fouling (SCONFIETTI, 1983).

Tra i talitridi *Parhyale aquilina* è presente solamente nella stazione 9N mentre *Parhyale plumicornis* pare preferire la stazione 2.

Nel complesso il popolamento risulta costituito da poche specie e molti individui, tale oligotipia può essere dovuta al livello batimetrico in cui sono stati effettuati i campionamenti che risulta essere uno dei più stressati del sistema fitale; d'altra parte si nota un effetto ecotonale nei riguardi dei Talitridi, i quali sono rappresentati da 5 specie, caratterizzate da una tipica microdistribuzione verticale, con *Hyale peneri* presenti su livelli artificiali, *Hyale stebbingi* e le due *Parhyale* nel mediolitorale e *Hyale schmidti* più profonda: dall'infralitorale superiore sino a -10 m.

Tutte le specie trovate sono note per l'Adriatico e diffuse nel Tirreno, viene pertanto confermato il carattere biogeografico dell'Adriatico Centrale che, a differenza dell'Adriatico Settentrionale, ricco di elementi boreali ed endemi adriatici (SPAN *et al.,* 1919*)* ha forti affinità con il Mediterraneo Occidentale.

## Bibliografia

KRAPP SCHICKEL G. (1969) - Zur okologie der Amphipoden aus Phytal der Nordadria. *Zool. Jb. Syst. Bd.* 96, 265-488.

SCONFIETTI R. (1983)- Contributo all'ecologia degli Anfipodi: Punta Saluta (Laguna di Venezia). *Atti Mus. Civ. Stor. Nat. Trieste* 35: 235-252.

SPAN A., SIMUNOVIC A., ANTOLI C.B., GAMULIN BRIDA H., POZAR DOMAC A. (1979) - Esplorazione e protezione della biocenosi bentoniche sulla parte orientale del profilo transadriatico. *Atti VIII Simp. Naz. Cons. della natura:* 277-294.

*OEBALIA 1990 Suppl., Vol. XVI-2: 777-779* ISSN 0392-6613

E. TARAMELLI A. BADAMI S. GRECO M.R. LICO S. MARCONI M.S. RIGHI
Dipartimento di Biologia Animale e dell'Uomo-Università "La Sapienza" Roma
Viale dell'Università 32 - 00185 Roma - Italia

# BIOGEOGRAFIA DEL BENTHOS COSTIERO DEL MEDITERRANEO

**Abstract**

Biogeography of Mediterranean coastal benthos.

*It is illustrated, in a short way, the composition and origin of coastal benthos of the Mediterranean. This sea, concerning its geologic history and for its past and recent relationship with the close seas, is populated by atlantic, senegalian boreal, lessepsian endemic, cosmopolitan species.*

**Key-words**: Biogeography-Mediterranean sea. Coastal Benthos.

Il mar Mediterraneo, dal punto di vista biogeografico, fa parte della provincia "atlantica-boreale" e confina per mezzo dello stretto di Gibilterra con le due sottoprovince "lusitanica a Nord", mauritanica" a Sud (EKMAN, 1953). Esso risulta popolato per la maggior parte da elementi "nord atlantici", non mancano tuttavia altri elementi i quali sono testimonianza delle varie vicissitudini-passate e recenti a cui è andato soggetto il nostro mare, come anche dei vari rapporti che questo ha avuto o ha con i mari vicini ossia con l'Adriatico, il mar Nero, il mar Rosso. (TORTONESE, 1969).

Il benthos costiero del Mediterraneo appare così costituito da elementi atlantici, elementi paleoendemici ad affinità indopacifica, elementi termofili o senegalesi, elementi psicrofili boreali, elementi ad affinità adriatico-pontica, elementi eritrei o lessepsiani, elementi cosmopoliti.

*Elementi atlantici*

Sono le specie che con la grande corrente atlantica penetrano in Mediterraneo attraverso lo Stretto di Gibilterra e che trovano come primo centro di diffusione il mar di Alboran.

*Elementi paleoendemici ad affinità indopacifica*

L'origine del Mediterraneo va ricercato in quel gran mare, la Tetide, che nelle età precambriche separava un continente boreale da un esteso continente australe. In questo immenso mare mesogeico l'area occupata dal mediterraneo era in comunicazione non solo con l'atlantico ma anche con la regione indopacifica. Nel Miocene tale comunicazione si interruppe mentre si venne formando la Paratetide popolata da una flora ed una fauna paleomediterranea a carattere tropicale e delle quali non rimane traccia che nei depositi fossili. Tuttavia si pensa che alcune di queste specie abbiano subito fenomeni di evoluzione dando origine all'elemento endemico di cui un esempio è dato dalla fanerogama marina *Posidonia oceanica.*

*Elementi termofili o senegalesi*

Le varie vicissitudini geologiche hanno determinato, durante i periodi interglaciali, l'ingresso attraverso lo Stretto di Gibilterra, di specie termofile provenienti dalla mauretanica, alcune delle quali come *Strombus bubonius* si estinsero; altre si mantennero diffondendosi soprattutto lungo le coste africane nord-occidentali, come ad esempio *Corallium rubrum, Calappa granulata, Ophidiaster ophidianus.*

*Elementi psicrofili boreali*

Durante le glaciazioni s'introdussero nel Mediterraneo specie boreali, alcune delle quali hanno trovato un'area di rifugio nell'Adriatico settentrionale ove si verificano situazioni ambientali che ricordano quella zona di origine. Molte di queste specie si estinsero nei periodi interglaciali dando origine a tanatocenosi *(Cyprina islandica)* altre *(Distoma adriaticum, Fucus virsoides)* costituiscono nell'Adriatico settentrionale l'elemento endemico.

*Elementi ad affinità adriatico-pontica*

Le analogie tra il Mar Nero e l'Adriatico, dovute solo ad affinità ambientali ma a comuni origini geologiche, determinano la presenza in questi due mari si specie caratteristiche come il merlango *(Odontogadus merlangus euxinus)* e soprattutto gli storioni.

*Elementi eritrei o lessepsiani*

In seguito all'apertura del canale di Suez (1869), il Mediterraneo venne di nuovo a trovarsi in comunicazione con la regione indopacifica, alla quale era anticamente collegato. Inizia, allorquando nei Laghi Amari, si attenuano i valori di salinità, la migrazione di specie animali e vegetali che dal mar Rosso tendono a stabilirsi sopratutto nel Mediterraneo orientale. Esempi di tale specie, che vengono definite "eritree" o "lessepsiane" (da Lessepsi ideatore del progetto del canale) sono i bivalvi *Pteria vulgaris* e la fanerogama *Halophila stipulacea.*

Elementi cosmopoliti

Sono specie euriterme diffuse in ogni latitudine, alcune delle quali, comuni nel 'fouling', devono la loro diffusione al trasporto sulle carene delle navi.

**Bibliografia**

EKMAN S. (1953) - Zoogeography of the Sea. Sidgwick-Jackson ed. London

TORTONESE E. (1969) - La fauna del Mediterraneo e i suoi rapporti con quelle dei mari vicini. *Pubbl. Staz. Zoo. Napoli.* XXXVII, 369-384.

*OEBALIA 1990 Suppl., Vol . XVI-2: 781-784* ISSN 0392-6613

M. TOCCACELI
Lab. di Ecologia, Istituto di Zoologia dell'Università di Palermo - Via Archirafi, 18 - 90123 Palermo, Italia.

# IL RECIFE - BARRIERE DI *POSIDONIA OCEANICA* (L.) DELILE DELLA BAIA DI CARINI (SICILIA NORD-OCCIDENTALE).

**Abstract**

The *Posidonia Oceanica* Reef-Barriere of Carini Bay (N/W Sicily).

*A series of transects for the characterization of the biocoenoses and bathymetry of the Posidonia oceanica reef-barriere of Carini bay, was carried out in summer 1987: a detailed map, in scale 1:2500, of this rather infrequent formation represents the result of this work. The structure almost measures 400 metres in the eastern side, where is present in a continuous way often emerged with leaves; in the western side it results very damaged and interrupt with large death "matte". A mixed-prairie* Cymodocea - Caulerpa *is present in the small "lagoon".*

**Key-words**: *Posidonia Oceanica,* benthos, cartography, reef-barriere, Sicily.

## Introduzione

Questo lavoro è stato effettuato nel quadro delle ricerche tese alla conoscenza delle condizioni ecologiche delle praterie di fanerogame marine della Sicilia nord-oiccidentale e che hanno portato, fra l'altro, alla stesura di una carta delle biocenosi della baia di Carini, situata a circa 10 Km. ad ovest del golfo di Palermo (TOCCACELI e ALESSI, in press). In questo contesto la nostra attenzione è stata attratta da una formazione recifale a *Posidonia oceanica* situata pressappoco al centro della baia. Per quanto riguarda gli studi effettuati sui recife-barriere

siciliani, l'unico lavoro degno di nota è quello di CALVO & ORESTANO (1984) sul "plateau" esistente nello Stagnone di Marsala, mentre segnalazioni esistono per Palma di Montechiaro (SORTINO, 1967). La baia di Carini si estende per circa 7 Km. in un'area compresa fra l'isolotto delle Femmine ad est e la Torre Muzza ad Ovest. La zona esaminata si presenta fortemente antropizzata, per la presenza di una fila di case pressocché ininterrotta, e molto frequentata soprattutto nel periodo estivo. Scopo del presente lavoro è tracciare una cartografia della suddetta formazione, mentre è in preparazione uno studio sulla struttura e sulla fenologia delle praterie in questione e, più in generale, sulle praterie presenti nella baia di Carini.

## Materiali e Metodi

Nell'agosto '87 sono stati effettuati in immersione, durante la bassa marea, una serie (19) di transetti perpendicolari alla linea di costa, condotti alla distanza di 50 metri l'uno dall'altro, utilizzando una corda metrica. Ogni 5 metri, a partire dalla riva, è stato effettuato un rilievo batimetrico (a mezzo di un'asta graduata) e della vegetazione esistente, fino ad una profondità di circa 2 metri ad una distanza media di 100 metri dalla costa; l'osservazione delle fitocenosi è stata protratta fino a circa 150 metri. Per la delimitazione delle aree è stata utilizzata una fotografia aerea fornita dalla S.A.S. (Società Aerofotogrammetrica Siciliana). E' stata quindi stesa una carta 1: 2500 (qui è riportata in scala 1: 5000) utilizzando la simbologia normalizzata da MEINESZ *et al.* (1983).

## Risultati e Discussioni

Nella Fig. 1 è riportata la distribuzione dei popolamenti vegetali situati all'interno e all'esterno della barriera naturale formata dalle matte emergenti di *Posidonia:* il recife è continuo ed esteso per quasi 400 metri soprattutto nella parte orientale della zona esaminata, e ad una distanza media di circa 60 metri dalla riva. Segue una larga interruzione, di circa 300 metri, al cui termine riprende il recife, ma più lontano dalla riva e soprattutto discontinuo. Sia all'interno che all'esterno della struttura emergente si riscontrano vaste estensioni di matte morte su cui si insediano *Cymodocea nodosa* e *Caulerpa prolifera* in prati misti molto fitti. Nella parte che presenta l'interruzione il substrato è prevalentemente roccioso con predominanza di Alghe fotofile come *Cystoseira ercegovicii, C. crinita, C. barbata* e alcune *Rodomelacee* come *Chondria dasiphylla, Laurencia sp, Alsidium corallinum* e *Rytiphlocea tinctoria* che, in sottostrato come sulle matte morte,

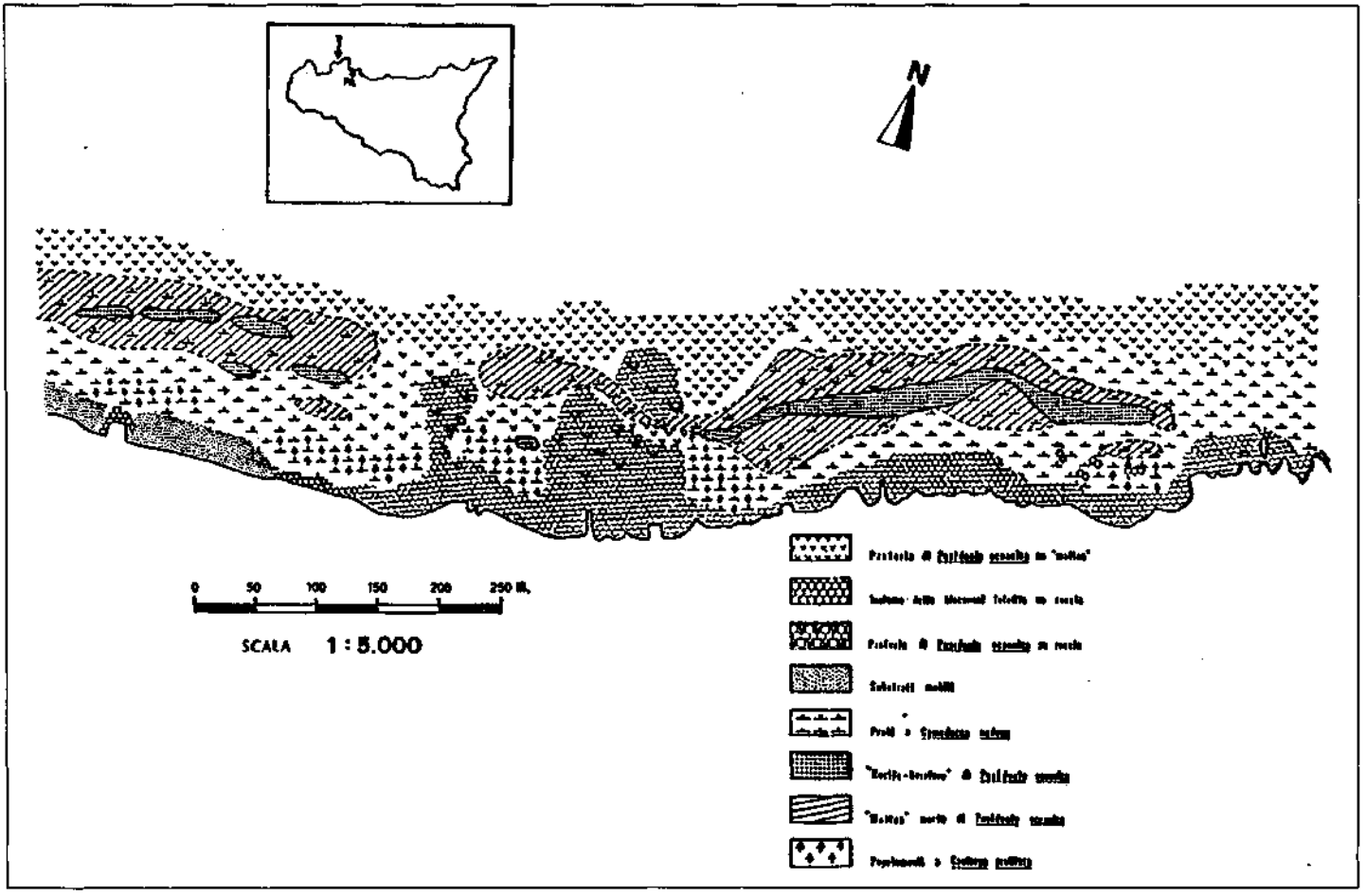



**Fig. 1** - Cartografia biocenotica del recife-barriere della baia di Carini (Palermo)

contribuiscono a consolidare i sedimenti favorendo l'insediamento successivo di *C. nodosa* e *P. oceanica:* inoltre è da segnalare il poderoso accumulo di resti di *Posidonia* sulla costa, testimonianza dell'estensione notevole delle praterie nella baia, e la copiosa fioritura di *Lophocladia lallemandii* in forma bentopleustofitica, sempre più comune lungo le nostre coste, soprattutto in periodo tardo-estivo. Nella zona orientale, dove maggiore è lo sviluppo del recife, le foglie di *P. oceanica* emergono con la bassa marea ad una profondità di circa 10 cm; la bassa profondità a cui si trova il recife in questa zona permette l'ancoraggio di numerose barche, sia da diporto che di pescatori dediti alla piccola pesca che originariamente avevano qui un'approdo sicuro, soprattutto nella stagione estiva. La notevole estensione delle matte morte, soprattutto quelle che si estendono al largo del recife-barriere e a ponente, testimonia dello squilibrio dovuto all'azione congiunta dell' antropizzazione del litorale (mancanza di fognature e depuratori, presenza di accumuli di materiali di risulta delle costruzioni) e degli ancoraggi eccessivi (notevole è la presenza di corpi morti in calcestruzzo che degradano ancora di più le matte). Nonostante ciò e malgrado la loro estensione ridotta, le formazioni recifali della baia di Carini manifestano una discreta vitalità, testimoniata anche dall'attività di pesca, ancora abbastanza praticata; una maggiore attenzione nell'attuazione di opere dannose per l'ambiente marino e una sensibilizzazione dell'opinione pubblica sull'importanza di queste formazioni, da troppe parti viste come "fastidiose" per la balneazione, non potrebbe che giovare alla salvaguardia di questi ambienti peculiari, minacciati in tutto il Mediterraneo.

## Bibliografia

CALVO S., ORESTANO C. (1984) - L'herbier a *Posidonia oceanica* des côtes siciliennes: les formations recifales di Stagnone. 1° int. Workshop *Pos. Oc. beds:* 29-37

MEINESZ A. *et al.* (1983) - Normalisation des symboles pour la representation et la cartographie des biocenoses benthiques littorales de Méditerranée. *Ann. Inst. Oceanogr.,* Paris 59 (2): 155-172

SORTINO M. (1967) - Flora e vegetazione terrestre e marina del litorale di Palma di Montechiaro (AG). *Lav. Ist. Bot. Giard. Col. Palermo* 23: 195-304.

TOCCACELI M., ALESSI M.C. (in press) - Cartografia biocenotica delle praterie a fanerogame marine della baia di carini (Sicilia nord-occidentale) *Oebalia.*

*OEBALIA 1990 Suppl., Vol. XVI-2: 785-788* ISSN 0392-6613

F. TULLI* G. CATALANO** G.BRESSAN***
* c/o Lab. Biol. Mar. Strada Costiera 336, Trieste Italy.
** Ist. Sper. Talass. C.N.R. Via R. Gessi 2, Trieste Italy.
*** Lab. Biol. Mar. Strada Costiera 336, Trieste
Univ. Trieste Via A. Valerio 32, Trieste Italy.

# PARCO MARINO DI MIRAMARE: CORRELAZIONI TRA PARAMETRI CHIMICO-FISICI E BIOLOGICI IN MICROECOSISTEMI

**Abstract**

*Biological (fouling microecosystems) and chemical-physical data have been recorded in the Marine Natural Park of Miramare, Gulf of Trieste, North Adriatic Sea. Data sets have been correlated using cluster analysis.*

**Key-words**: fouling, microecosystem, cluster analysis.

## Introduzione

Scopo del presente lavoro è di classificare corpi idrici costieri su base biologica oltrechè chimico-fisica per individuare con attendibilità e prontezza, possibili modificazioni-alterazioni ambientali fin dai primi stadi di colonizzazione di un substrato artificiale.

## Materiali e Metodi

I campionamenti sono stati condotti nelle acque antistanti il Castello di Miramare, nel Golfo di Trieste in due periodi distinti dell'anno 1986 (primavera: 26 mar. 2 mag.; estate 17 giu. - 11 lug.) per la durata rispettivamente di 37 gg. e 25 gg. Il campionamento è stato interrotto al raggiungimento del medesimo numero di taxa.

Sono state scelte all'interno del perimetro del Parco Marino, tre stazioni di rilevamento: A, B, C.

La stazione A, corrisponde al porticciolo; è una zona ridossata per 3/4 dall'azione del mare e per 1/2 da quella del vento; è interessata da scarichi episodici di acque reflue e da fenomeni di accumulo testimoniati dalla componente macrofitobentonica (Ulvaceae ed Agarofite).

La stazione C corrisponde alla zona più al largo del Parco Marino di Miramare; è collocata a 200 metri dalla riva su un substrato fangoso-sabbioso con la sola presenza di scarsa epi (in) fauna su un fondale di 17 m.

La stazione B corrisponde all'imboccatura del porticciolo; rappresenta la zona intermedia tra il mare libero e le acque più interne. La sua profondità è di 5,5 m ed è caratterizzata da un fondale roccioso-scoglioso di natura artificiale con presenza di popolamenti fotofili superficiali (Pterocladio-Ulvetum) e sciafili nascosti (Peyssonnelietum).

I collettori per il rilevamento sono stati posti alla profondità di -1 m. nelle stazioni A, B, C; a -3 m. nelle stazioni B e C ed a 15 m. nella stazione C.

Per ogni periodo di sperimentazione sono stati eseguiti 6 campionamenti compreso, per gli aspetti chimico-fisici il giorno della posa in mare dei collettori biologici.

Come superficie da esporre all'attacco del fouling sono stati utilizzati dei vetrini portaoggetti posti in appositi rilevatori realizzati presso il Laboratorio di Biologia Marina.

Ogni gruppo tassonomico è stato valutato secondo una scala di associabilità comprendente 5 classi di organizzazione (FLETCHER, 1980) che seguono un criterio di abbondanza-dominanza. I vetrini sono stati "letti" in doppia "lettura cieca incrociata".

Corrispondentemente ai rilevamenti biologici sono state eseguite le misurazioni dei principali parametri chimico-fisici delle acque.

I dati ottenuti, presentati in TULLI F. *et al.* (in stampa), sono stati trattati con le tecniche di analisi multivariata, operando, a causa della diversa natura dei sets di dati, sui valori finali di sviluppo alla 5° levata per quelli biologici di tipo seriale, e sui valori medi del periodo per i dati chimico-fisici di tipo istantaneo.

E' stata calcolata una matrice di distanza euclidea, previa standardizzazione per

il set di dati chimico-fisici; la cluster analysis è stata condotta secondo l'algoritmo della minima varianza.

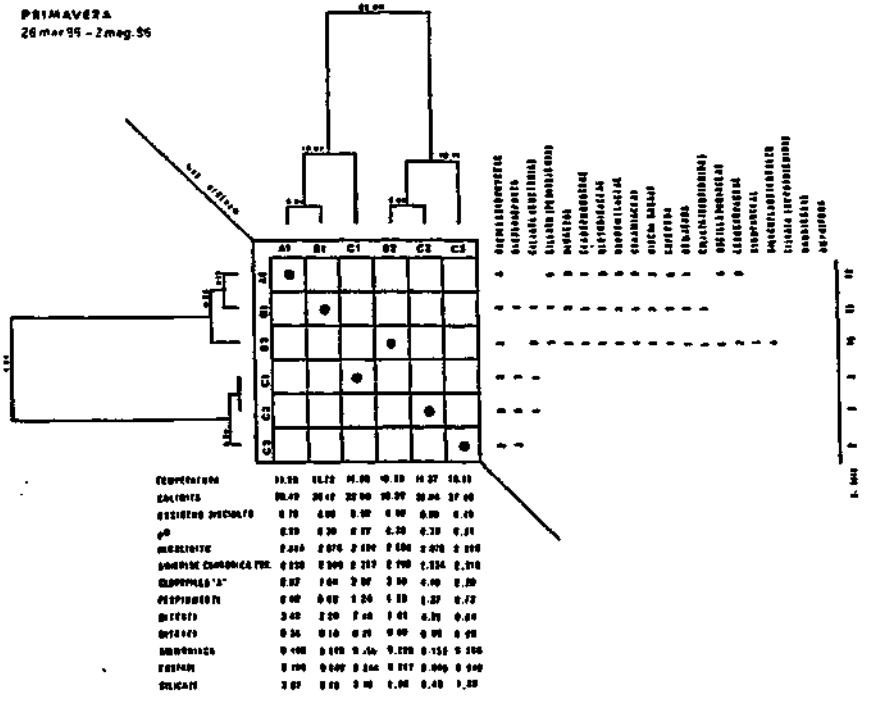
Per ciascuna classificazione è stata valutata la predittività interna mediante il " t di Student" su popolazioni distinte di ogni singola variabile chimico-fisica.

## Risultati e Discussione

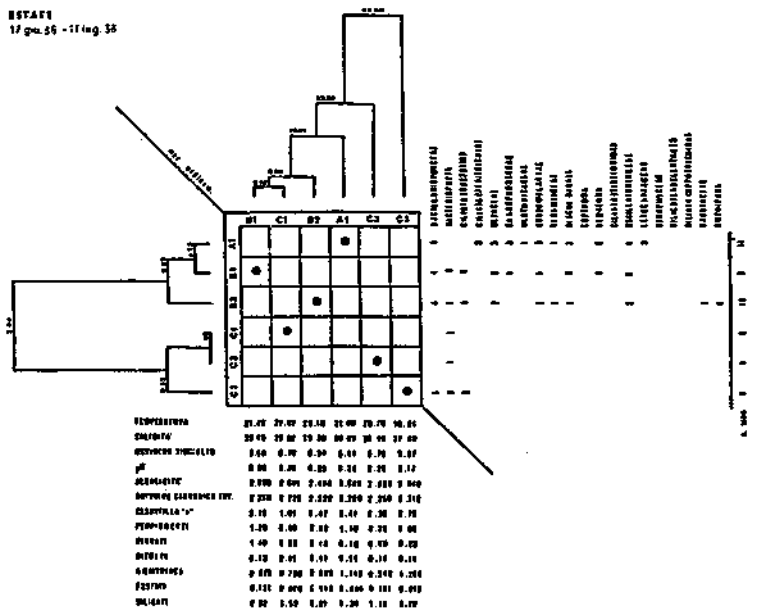
I risultati ottenuti sono rappresentati in Tab. 1 e Tab. 2. Si è potuto verificare su base biologica, la diversità qualitativa e quantitativa dei popolamenti microecosistemici rilevati, individuando un doppio gradiente "costa - largo" "superficie-profondità" (TULLI F. & BRESSAN G., in stampa).

Su base chimico-fisica si evidenzia in primavera una netta stratificazione (A1, B1, C1) (B2, C2, C3) dovuta alla presenza di acque di origine fluviale; in estate si evidenzia un termoclino stagionale, con la sola significativa distinzione della stazione più profonda.

L'interazione tra i fattori biotici ed abiotici risulta così marcata già nei primi 40 gg. di sperimentazione, al punto di poter classificare su tali basi, corpi idrici costieri anche in scala sufficientemente ridotta purché ben caratterizzati.




**Tab.1**



**Tab. 2**

## Bibliografia

FLETCHER R. L. (1980) - The algal communities on floating structures in Portsmouth and Langstone harbours (South Coast of England) in The Shore Environment, *Ecosystems* Vol. 2: 843-874.

TULLI F., BRESSAN G. - Observations spatio-temporelles sur le développement de microécosystèmes de salissures. (in stampa).

TULLI F., DELLA VALLE G., CATALANO G., BRESSAN G. - Microecosistemi Fouling come Indicatori Biologici: Calibrazioni Spazio-Temporali. Data Report. (in stampa).

*OEBALIA 1990 Suppl., Vol. XVI - 2: 789-790* ISSN 0392-6613

A. TURSI G. D'ONGHIA A.MATARRESE C.CAROPPO
Istituto di Zoologia ed Anatomia Comparata - Università degli Studi.
Via Amendola 165/A - Bari - Italia

# CONTRIBUTO ALLA BIOLOGIA DI *GALEUS MELASTOMUS* RAFINESQUE, 1810 NEL MAR JONIO

**Abstract**

Contribution to the *Galeus melastomus* biology In The Ionian Sea

*Biometric data of* Galeus melastomus *have been collected during the trawl-surveys carried out during 1985-1987 in the Ionian Sea. It has been shown that the population is mostly makes up by youngs from March to September. It is seems that* Galeus melastomus *reproduces from the end of February to September and laies eggs at a depth of between 200 end 600 meters.*

**Key-words:** *Galeus melastomus*, Ionian Sea, Biology.

Nell'ambito delle campagne di trawl survey finanziate dal Ministero della Marina Mercantile realizzate nel triennio 1985/87 e durante ulteriori campionamenti effettuati nei mesi di Febbraio, Marzo ed Agosto del 1986 sono stati raccolti dati ittiologici volti a fornire un contributo alla biologia del *Galeus melastomus* Rafinesque nel Mar Jonio. Il modello sperimentale adottato è stato di tipo random stratificato e il campionamento è stato effettuato fino alla profondità dei 600 m. A tale fine è stato noleggiato un peschereccio di 57 t di stazza lorda, con motore di 220 Hp, munito di rete in nylon con maglie di mm 24 alla bocca e di mm 16 al sacco.

*Galeus melastomus* è stato pescato oltre i 200 m di profondità in accordo con quanto osservato in altre aree del Mediterraneo e la popolazione è risultata quasi esclusivamente costituita da giovani individui, soprattutto nella fascia batimetrica dei 200 - 400 m.

La distribuzione delle taglie ha evidenziato l'esistenza di più classi di età nella popolazione, soprattutto alle più alte profondità, dove la variabilità nelle lunghezze degli individui è risultata più elevata per la presenza di un maggior numero di adulti. Gli individui di piccola taglia appartenenti al reclutamento sono stati pescati da Marzo a Settembre e ad ogni profondità. La vitellogenesi avviene in ogni periodo; femmine con gonade post- riproduttiva sono state osservate in primavera (Aprile), in autunno (Settembre) ed in inverno (Febbraio) e sacchi ovigeri negli uteri sono stati rinvenuti sia ad Aprile che a Settembre.

Alla luce di quanto osservato risulta attendibile affermare che *Galeus melastomus* nel Mar Jonio si riproduce dalla fine di Febbraio fino a Settembre (senza escludere i periodo non coperti dall'indagine) e probabilmente non esiste una profondità preferenziale fra i 200 ed i 600 m per la deposizione delle teche da parte delle femmine. Il rapporto tra i sessi è stato sempre di 1:1 in ciascuna fascia batimetrica e, come già detto, il reclutamento è stato osservato ad ogni profondità.

A favore dell'ipotesi della mancanza di una profondità ben definita per la deposizione è il fatto che l'habitat in cui vive lo *squalo boccanera* (fondi epibatiali) è caratterizzato da parametri ambientali e da fattori edafici piuttosto stabili. La presenza di una percentuale esigua di adulti nella popolazione è dovuta, con ogni probabilità, al fatto che essi, come già rilevato da altri Autori (RELINI ORSI e WÜRTZ, 1975), sono preferenzialmente localizzati a profondità intorno ai 700-750 m, non indagate durante le nostre campagne. Non è da escludere, che il limitato numero di individui adulti sia correlato ad una mortalità degli stessi provocata dalla pesca a strascico.

## Bibliografia

CAPAPE C., ZAOULALI J. (1977) - Contribution à la biologie des Scyliorhinidae des côtes tunisiennes - VI - *Galeus melastomus,* Rafinesque, 1810 - Repartition géofraphique et bathymétrique, sexualité, reproduction, fécondité.- *Cahiers de biologie Marine* Tome XVIII: 449-463.

RELINI ORSI L., WÜRTZ M. (1975) - Osservazioni sulla alimentazione di *Galeus melatomus* dei fondi batiali liguri. *Quaderni del Laboratorio di Tecnologia della Pesca.* vol. II n.1 Ancona: 17 -36

TORTONESE E. (1956) - Fauna d'Italia. Leptocardia Ciclostomata Selachii. Vol II Edizioni Calderini Bologna.

*OEBALIA 1990 Suppl, Vol. XVI-2: 791-797* *ISSN 0392-6613*

Unità Operative afferenti al progetto "Valutazione delle risorse demersali - Gruppo Tirrenico" (Ministero Marina Mercantile) - Responsabili: U.O.1, N. Repetto; U.O. 2, G. Relini; U.O.3, R. Auteri; U.O.4, S. De Ranieri; U.O.5, R. Minervini, U.O.6, G.D. Ardizzone; U.O.7, M.T. Spedicato; U.O.8, G. Cavallaro; U.O.9, A. Cavaliere, U.O.10, A. Cau; U.O. 11, S. Riggio.

# RISORSE DEMERSALI TIRRENICHE DISTRIBUZIONE DEI RENDIMENTI DI CATTURA DI *MERLUCCIUS MERLUCCIUS, MULLUS BARBATUS, ARISTEUS ANTENNATUS* E *ARISTAEOMORPHA FOLIACEA*

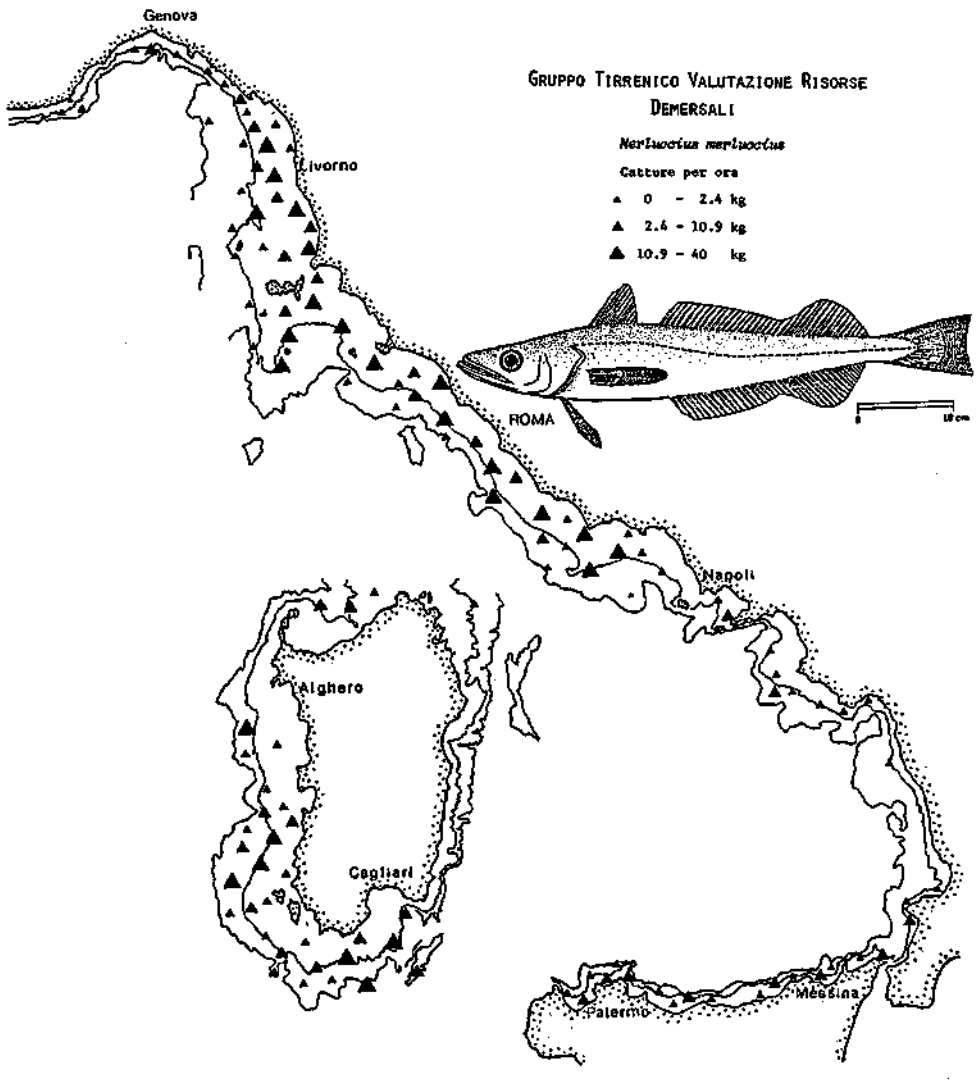
Nell'ambito delle ricerche finanziate dal Ministero Marina Mercantile (legge 41/82) sulla valutazione delle risorse demersali, vengono riportati i risultati ottenuti dal Gruppo Tirrenico, che ha operato nei mari dal confine francese fino a S. Vito Lo Capo in Sicilia ed in tutti i mari della Sardegna, per quattro specie di primaria importanza nell'economia della pesca italiana ed in particolare dell'area considerata.

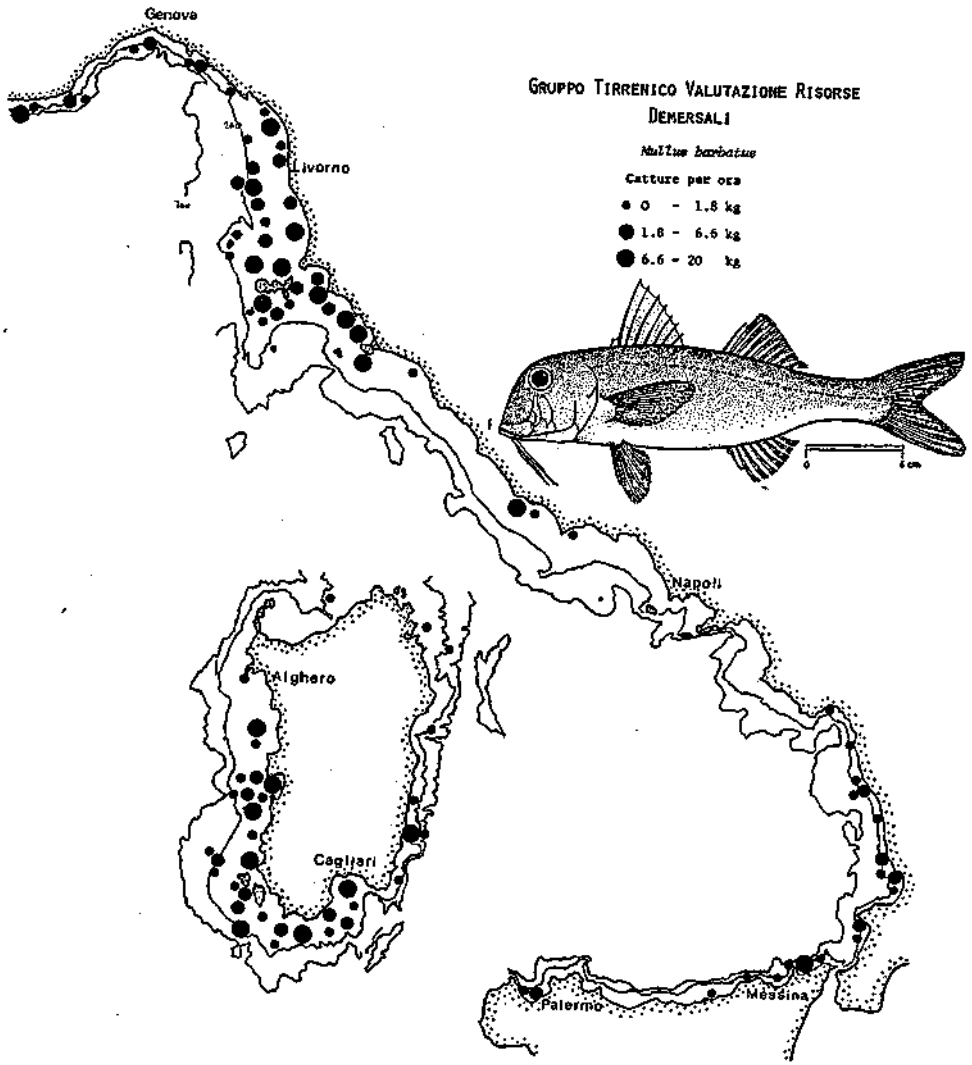
I dati di abbondanza illustrati si riferiscono alle cinque campagne di pesca sperimentale effettuate dalle diverse unità operative negli anni 1985-86-87.

Il metodo di rappresentazione grafica delle distribuzioni di abbondanza deriva dall'interpolazione di Shepard con una risoluzione di 5.6 Kmq su scala nazionale. Le abbondanze si riferiscono a rendimenti medi orari, standardizzati, delle cinque campagne effettuate.

Per ulteriori informazioni metodologiche e per la descrizione delle zone esaminate dalle diverse Unità Operative si rimanda a RELINI 1985, FAO Fish. Rep. 336: 119-123; Gruppo Tirrenico Valutazione Risorse Demersali, 1988, Atti Seminari U.O. responsabili progetti di ricerca promossi nell'ambito dello schema preliminare piano per la pesca e l'acquacoltura, vol. III: 1018-1415.

Il merluzzo o nasello *(Merluccius merluccius)* (fig. 1) è una delle specie commerciali più importanti dei fondali strascicabili tirrenici. La Liguria presenta rendimenti medio-bassi con punte di abbondanza fino a 6 Kg di fronte a Genova, mentre la Toscana ha tra i rendimenti più elevati di tutta l'area Tirrenica con punte fino a 40 Kg tra la Capraia e Gorgona in un'area in cui la platea è particolarmente estesa.


Genova
Livorno
ROMA
Napoli
Alghero
Cagliari
Palermo
Messina
GRUPPO TIRRENICO VALUTAZIONE RISORSE
DEMERSALI
Merluccius merluccius
Catture per ora
0 - 2.4 kg
2.4 - 10.9 kg
10.9 - 40 kg


Genova
Livorno
Napoli
Alghero
Cagliari
Palermo
Messina
GRUPPO TIRRENICO VALUTAZIONE RISORSE DEMERSALI
Mullus barbatus
Catture per ora
0 - 1.8 kg
1.8 - 6.6 kg
6.6 - 20 kg

Il Lazio settentrionale presenta rendimenti fino a 9 Kg nella zona di Civitavecchia, di 3,5 Kg fino a Fiumicino e punte di 15 Kg. al largo di Torvaianica.

Il Lazio meridionale e la Campania presentano rendimenti tra 6 e 11 Kg tra Capo Circeo e Gaeta, e tra 3 e 6 Kg intorno alla penisola sorrentina.

La Calabria presenta rendimenti medi piuttosto bassi con massimi di 2-4 Kg a Sud di Agropoli.

La Sicilia settentrionale presenta rendimenti medio- bassi (2-4 Kg) con punte fino a 10 Kg nelle zone di fronte a Palermo.

La Sardegna occidentale ha rendimenti migliori, fino a 15 Kg nella zona di Cagliari, rispetto alla Sardegna orientale in cui è presente una platea estremamente ridotta.

Triglia di fango *(Mullus barbatus)* (fig. 2). Ha evidenziato in modo particolare una tendenza comune a tutte le specie demersali tirreniche: uno sfruttamento commerciale progressivamente spostato verso taglie sempre più piccole tanto che attualmente è la fase di reclutamento delle nurseries costiere il momento principale della sua cattura, e l'incidenza delle classi di età maggiori è assai modesta.

Va sottolineato come le abbondanze qui illustrate risentano particolarmente dei rendimenti delle campagne estive essendo il reclutamento caratteristico del periodo compreso tra luglio ed ottobre.

La Liguria presenta rendimenti massimi fino a 8 Kg di fronte a Ventimiglia ed a Genova. Anche per questa specie la Toscana mostra i rendimenti maggiori con punte fino a 20 Kg tra l'Elba e Capraia e tra Vada e Piombino.

Il Lazio presenta rendimenti fino a 7 Kg in alcune aree a Nord di Capo Circeo e tra Terracina e Sperlonga mentre nelle altre aree varia tra 2 e 7 Kg.

La Campania ha rendimento tra 1 e 2 Kg con punte fino a 5 Kg di fronte e a sud di Diamante.

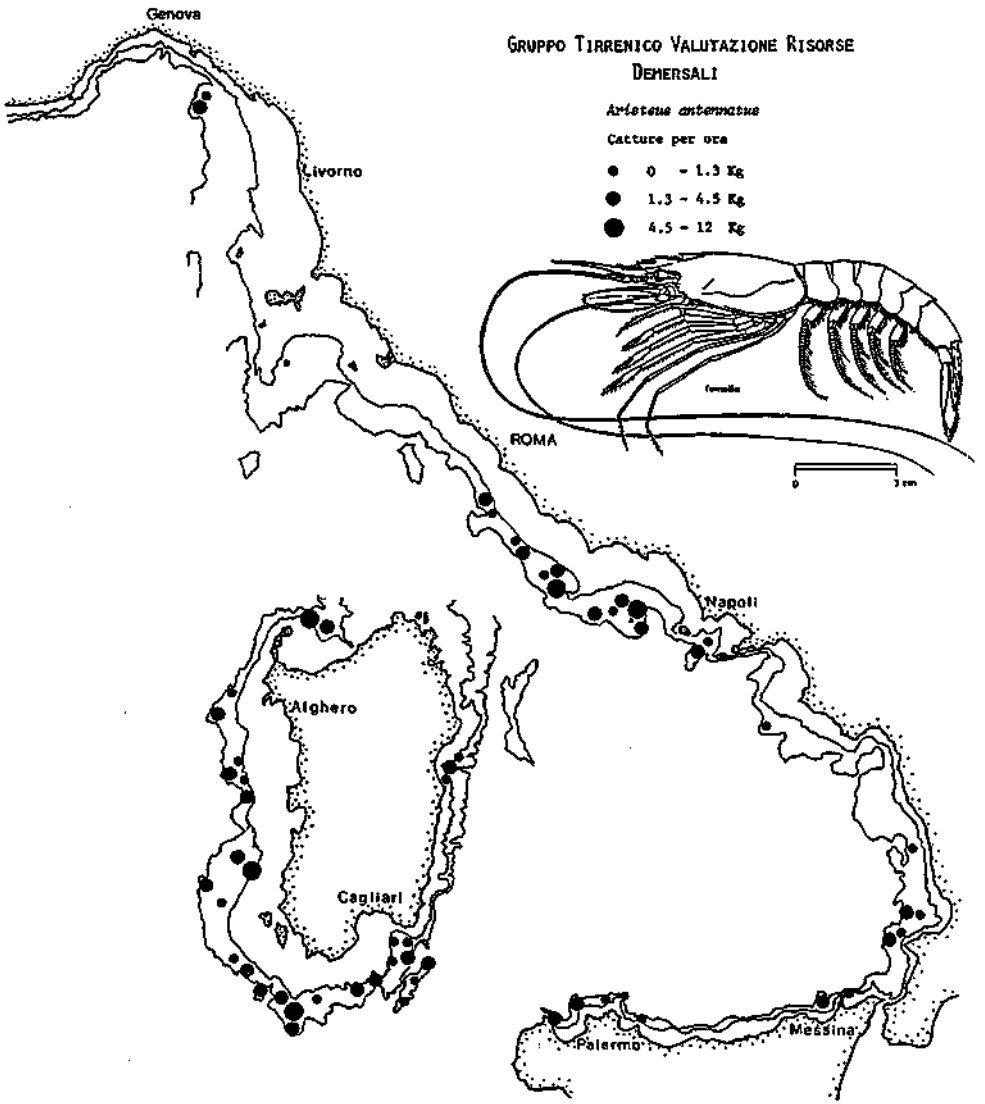
La Calabria ha rendimenti tra 2 e 5 Kg nell'area del Golfo di S. Eufemia e tra 2 e 3 Kg a Sud di Capo Vaticano.

La Sicilia settentrionale presenta rendimenti fino a 7 Kg tra Milazzo e Messina, fino a 3 Kg nel golfo di Castellammare, e tra 1 e 3 Kg nelle altre aree.

La Sardegna ha i rendimenti massimi nella costa occidentale ed in particolare fino a 20 Kg tra Cagliari e l'isola di S. Pietro.

Il gambero rosso, *Aristeus antennatus,* è una delle risorse commerciali più importanti della scarpata continentale tirrenica. La sua distribuzione spaziale è piuttosto irregolare ed inoltre sono note fluttuazioni periodiche dei rendimenti in zone in cui tale attività di pesca è tradizionale (Liguria). Anche per queste ragioni un costante monitoraggio delle distribuzioni di abbondanza di tale specie appare particolarmente interessante.

La Liguria presenta rendimenti massimi fino a 3 Kg nella zona di Chiavari e La Spezia.


Genova
Livorno
ROMA
Napoli
Alghero
Cagliari
Palermo
Messina
GRUPPO TIRRENICO VALUTAZIONE RISORSE DEMERSALI
Aristeus antennatus
Catture per ora
0 - 1.3 Kg
1.3 - 4.5 Kg
4.5 - 12 Kg

Per la Toscana i rendimenti di tale specie sono da considerare trascurabili.

Il Lazio presenta rendimenti medi piuttosto elevati variabili tra 2 e 5 Kg con nuclei fino a 7 Kg nella zona di Fiumicino, fino a 12 Kg nella zona ad ovest del Circeo e nelle vicinanze di Ventotene.

Anche la Campania presenta rendimenti tra 2 e 5 Kg con punte fino a 7 Kg nel golfo di Napoli.

In Calabria si osservano rendimenti tra 2 e 4 Kg nel Golfo di S. Eufemia.

La Sicilia settentrionale presenta rendimenti compresi tra 1 e 3 Kg con massimi intorno ai 4 Kg nella zona di Milazzo.

La Sardegna presenta rendimenti elevati nella costa meridionale ed occidentale. In particolare i nuclei più ricchi si osservano a sud di capo Teulada, di fronte l'isola di S.Pietro, di fronte Oristano e di fronte Castel Sardo.

Il gambero rosso, *Aristaeomorpha foliacea* (fig. 4) è, insieme ad *Aristeus antennatus*, la risorsa economicamente più importante della scarpata continentale tirrenica.

Anche per questo gambero rosso la distribuzione spaziale ed i rendimenti per area appaiono irregolari, per cui il controllo dell'andamento delle abbondanze può essere di notevole utilità.

Per la Liguria e la Toscana i rendimenti di questa specie sono da considerare trascurabili.

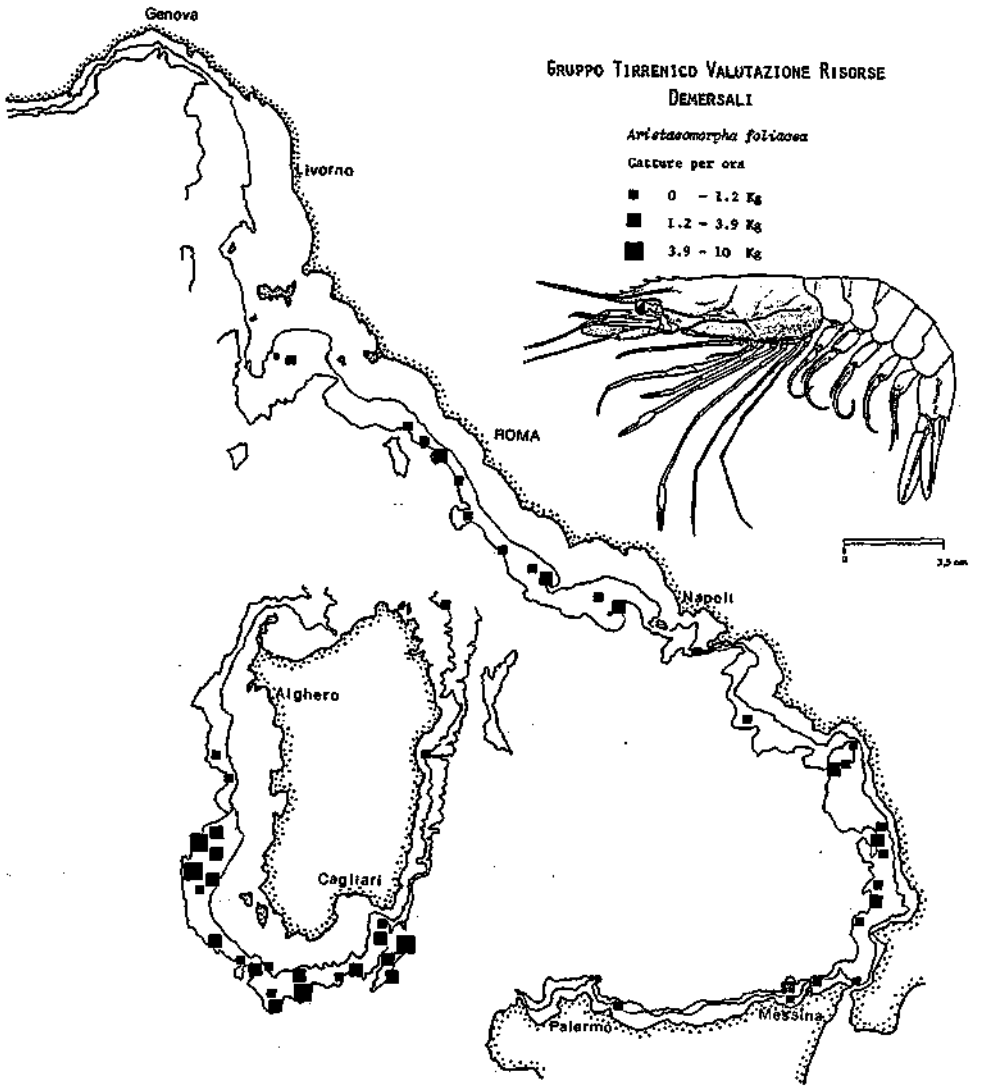
Nel Lazio i rendimenti sono compresi tra 1 e 3 Kg con punte fino a 4 Kg nella zona di Fiumicino.

In Campania la specie è caratterizzata dalla presenza di piccoli nuclei con valori compresi tra 1,5 e 3 Kg.

La Calabria presenta rendimenti tra 1,5 e 3 Kg in particolare davanti ad Agropoli, nella zona di Diamante, a nord, a sud ed all'interno del Golfo di S. Eufemia. La Sicilia settentrionale ha rendimenti piuttosto bassi intorno a 0,5 Kg).

La Sardegna invece presenta le abbondanze maggiori con rendimenti fino a 10 Kg nell'area nord-occidentale, intorno all'isola di S. Pietro ed a sud di Capo Teulada con caratteristici nuclei piccoli ed intensi.

E' opportuno sottolineare che i rendimenti per le quattro specie, sopra riportati, non sono quelli commerciali, ma quelli ottenuti durante le campagne sperimentali.


Genova
Livorno
ROMA
Napoli
Alghero
Cagliari
Palermo
Messina
GRUPPO TIRRENICO VALUTAZIONE RISORSE DEMERSALI
Aristaeomorpha foliacea
Catture per ora
0 - 1.2 Kg
1.2 - 3.9 Kg
3.9 - 10 Kg

*OEBALIA 1990 Suppl, Vol. XVI-2: 799-801* ISSN 0392-6613

I. VAZZANA N. PARRINELLO M.CAMMARATA A. MAZZOLA
Istituto di Zoologia dell'Università di Palermo, Via Archirafi 18, Palermo 90123

# AFFINITÀ INTERSPECIFICHE TRA *DIPLODUS SARGUS* E *DIPLODUS PUNTAZZO*. ANALISI ELETTROFORETICHE ED IMMUNOLOGICHE.

**Abstract**

Interspecific affinities between *Diplodus sargus* and *Diplodus puntazzo:* electrophoretic and immunological analyses.

*In this the biochemical and immunological properties of serum proteins from two species of genus* Diplodus, D. puntazzo *and* D. sargus, *are compared. Nei and Ferguson's mathematical models were applied to the respective isoenzymatic and electrophoretic protein patterns. To verify the obtained data an immunological method was used. The two species examined resulted congeneric.*

**Key-words**: Biochemical taxonomy - Sparidae - *D. puntazzo*

## Introduzione

Nella tassonomia degli Sparidi la specie *"puntazzo"* è stata ascritta da vari Autori del genere *Puntazzo* o al genere *Diplodus* in base a dati morfologici (CADENAT, 1964, TORTONESE e CAUTIS, 1967). Recentemente WHITEHEAD *et al.* , (1986) definiscono la specie come *Diplodus puntazzo.* Nel presente lavoro vengono esaminate alcune proprietà biochimiche ed immunologiche di proteine di *"puntazzo"* confrontate con quelle della specie *"sargus"* attribuita al genere *Diplodus.*

## Materiali e Metodi

Esemplari di *Diplodus sargus* e *Diplodus puntazzo* tra il 2° e il 3° anno di vita sono stati salassati mediante puntura cardiaca oppure per taglio della coda e quindi congelati. Dopo la esecuzione degli esami biometrici sono stati prelevati il cuore, il fegato, l'occhio e il muscolo e quindi omogeneizzati in NaCl 1%. Il supernatante ottenuto dalla centrifugazione è stato analizzato mediante elettroforesi su gel di poliacrilammide (DAVIS, 1964). Per le analisi delle proteine totali, i gels sono stati colorati con Coomassie brillant blue; per la ricerca degli enzimi i gels sono stati incubati in opportune miscele di reazione. Un antisiero verso le proteine sieriche è stato preparato immunizzando un coniglio con un pool di sieri di *"puntazzo"*. L'analisi comparativa delle componenti antigenetiche è stata effettuata con il metodo delle immunoelettroforesi. Il modello matematico di NEI (1978) è stato applicato all'analisi dei patterns isoenzimatici mentre il modello matematico di FERGUSON (1980) è stato applicato ai patterns elettroforetici delle proteine totali ed ai patterns immunoelettroforetici. Ulteriore verifica di questi ultimi dati è stata effettuata con il metodo degli assorbimenti. Nella Tab. 1 sono riassunti i valori (± D.S.) di R. F. di migrazione delle bande che caratterizzano i patterns degli isoenzimi e delle proteine totali esaminate, inoltre sono riportati i valori di identità genetica (I), similarità (S) e la relativa distanza genetica calcolata con la formula di NEI (Cit). L'indice di similarità (S) risulta

**Tab. 1**

| ORGANI | ENZIMA | RF (D.s.) | RF (D.p.) | I: | D: | S: |
|---|---|---|---|---|---|---|
| FEGATO | | --- | --- | --- | --- | 0.33 |
| | ADH (1): | 0,08 ±0,006 | 0,08 ±0,005 | 1 | | |
| | ADH (2): | 0,09 ±0,004 | 0,10 ±0,004 | 0 | | |
| | αGPD : | 0,16 ±0,018 | 0,16 ±0,010 | 1 | | |
| CUORE | | --- | --- | --- | --- | 0.75 |
| | MDH (1): | 0,26 ±0,007 | 0,23 ±0,011 | 0 | | |
| | MDH (2): | 0,31 ±0,009 | 0,31 ±0,008 | 1 | | |
| OCCHIO | | --- | --- | --- | --- | 0.875 |
| | LDH (1): | 0,05 ±0,009 | 0,05 ±0,009 | 1 | | |
| | LDH (2): | 0,18 ±0,011 | 0,16 ±0,007 | 0 | | |
| | LDH (3): | 0,46 ±0,002 | 0,46 ±0,006 | 1 | | |
| MUSCOLO | | --- | --- | --- | --- | 0.5 |
| SIERO | | --- | --- | --- | --- | 0.7 |
| MEDIA DEI VALORI | | | | 0,625 | 0,47 | 0.631 |

molto vicino all'indice di identità genetica (I) (FERGUSON, Cit.), ciò suggerisce che tra le due specie c'è un'affinità genetica corrispondente a specie congeneriche. La conferma si è avuta dall'analisi dei patterns immunoelettroforetici ottenuti con antisieri adsorbiti. I risultati mettono in evidenza una stretta correlazione dei risultati tra le varie tecniche.

## Bibliografia

CADENAT J. (1964) - Les sars des genres Puntazzo e Diplodus des eaux tropicales ouest- africaine *Bull. Inst. Fondam. Afr. Noire,* XXVI, 3. 944-970.

DAVIS B. J. (1964) - Method and application to human serum proteins. *Ann. N. Y. Acad. Sci.* 121: 404-428.

FERGUSON A. (1980) - Biochemical systematics and evolution. *Blackie*

NEI M. (1978) - Estimation of average heterozygosity and genetic distance from a small number of individuals. *Genetics* 89: 583-590.

TORTONESE E CAUTIS (1967) - Revision des poissons de la famille des Sparides vivant pres des cotes de Romanic *Ann. Mus. St. Nat.* Genova 77

WHITEHEAD P. J. P. *et al.* (1986) Fishes of the North-eastern Atlantic and the Mediterranean *Unesco* II: 517-1007

*OEBALIA 1990 Suppl., Vol. XVI-2: 803-804* ISSN 0392-6613

R. VITTURI E. CATALANO
Istituto di Zoologia, Università di Palermo - Via Archirafi 18, 90123 Palermo.

# DETERMINAZIONE DEL CARIOTIPO E DELLE NORs (NUCLEOLAR ORGANIZER REGIONS) NELLA SPECIE *URANOSCOPUS SCABER* (PISCES, PERCIFORMES).

La localizzazione delle NORs (nucleolar organizer regions) con colorazione argentica è stata riportata per un numero piuttosto limitato di specie di pesci teleostei (KLIGERMAN and BLOOM, 1977; ALMEIDA TOLEDO *et al.,* 1981; FORESTI *et al.,* 1981 THODE, 1987; VITTURI *et al.,* in press).

Nel presente lavoro oltre alla determinazione del cariotipo ancora sconosciuto della specie *Uranoscopus scaber* sono stati osservati i cromosomi bandeggiati con una soluzione di nitrato d'argento in acqua distillata (HOWELL and BLACK, 1980), per la determinazione degli elementi implicati nella organizzazione nucleolare. L'analisi cariologica di 10 esemplari di *U. scaber* (2 femmine, 3 maschi e 5 sessualmente immaturi), pescati con reti a strascico nel Golfo di Palermo, è stata effettuata su metafasi mitotiche ottenute da sospensioni cellulari di rene e milza, usando la tecnica dell' air-drying (VITTURI *et al.,* 1984).




**Fig. 1** - (g) cariotipo giemsa e (n) cariotipo bandeggiato NOR di *Uranoscopus scaber.*
Fig. 2 - Metafase mitotica di *Uranoscopus scaber.*

Il complemento diploide con colorazione giemsa, della specie in questione (Fig. 1g, 2), uguale in entrambi i sessi, risulta costituito da 30 cromosomi, di cui 20 metacentrici, 2 sub-metacentrici, 4 sub-telocentrici e 4 acrocentrici (NF = 52).

Soltanto la coppia 14 appare peculiare: (a) per la presenza di una zona eterocromatica negativa in vicinanza del centromero, e (b) per le diverse dimensioni degli elementi che costituiscono questa coppia (Fig. 1g, 2, vedi frecce). L'analisi della stessa piastra cromosomica dopo essere stata decolorata e trattata con una soluzione di gelatina (1 gr. in 50 ml di acqua distillata) e una soluzione di nitrato d'argento (1 gr. in 2 ml di acqua distillata) a 70° C. nelle proporzioni di 1 a 2, ha permesso di stabilire che soltanto gli elementi che costituiscono la coppia 14 sono implicati nell'organizzazione nucleolare (Fig. ln, vedi frecce). Inoltre, appare evidente che la diversa estensione di questa zona nella coppia eteromorfica messa chiaramente in evidenza dopo impregnazione argentica, risulta essere la responsabile della diversa grandezza dei componenti di questa coppia.

## Bibliografia

ALMEIDA TOLEDO L. F., FORESTI F., ALMEIDA TOLEDO S. (1981). Constitutive heterochromatin and nucleolus organizer regions in the knifefish *Apteronotus albifrons* (Pisces, Apteronotidae). *Experientia* 37: 953-954.

FORESTI F., ALMEIDA TOLEDO L. F., TOLEDO S. A., (1981). Polymorphic nature of nucleolus organizer regions in fishes. *Citogent. Cell genet.* 31 : 137-144.

HOWELL W. M., BLACK D.A., (1980). Controlled silver-staining of nucleolus organizer regions with a protective colloidal developer: a 1-step method. *Experientia 36:* 1014-1015.

KLIGERMAN A.D, BLOOM S.E. (1977). Distribution of F-bodies heterochromatin, and nucleolar organizers in the genome of the central mud-minnow, *Umbra limi. Cytogenet. Cell Genet.* 18: 182-196.

VITTURI R., CARBONE P., CATALANO E., MACALUSO M. (1984). Chromosome polymorphism in *Gobius paganellus,* Linneo 1758 (Pisces, Gobiidae). *Biol. Bull.* 167 : 658-668.

VITTURI R., MAZZOLA A., CATALANO E., (in press). Chromosome complement, Ag-NORs and C-bands location in *Pagellus bogaraveo* (Brunnich, 1768) (Pisces, Sparidae). *Genetica.*

*OEBALIA 1990 Suppl., Vol. XVI-2: 805-807* ISSN 0392-6613

K.J. WITTMANN* A. P. ARIANI** A. STANZIONE**
* Institut f. Allgemeine Biologie, Universitaet Wien, Schwarzspanierstr. 17
A - 1090, Austria
** Dipartimento Di Zoologia dell'Università di Napoli - Via Mezzocannone 8
80134, Italia.

# IMPLICAZIONI TASSONOMICHE ED ECOLOGICHE DI ALCUNE CARATTERISTICHE BIOMETRICHE DEGLI STATOLITI DEI MISIDACEI

**Abstract**

Biometry of mysid statoliths

*The comparative study of statolith diameters bases on 135 species. Significant correlations are evident with body length, taxonomic position, mineral composition of the lith, development of eyes, and ecological parameters such as salinity or depth. The effect of eye development points to the well known role of the statocyst for visual perception. Accordingly, lith size appears reduced under reduced ambient light conditions. The effect of salinity is indicative of reduced lith weight in less dense medium. A new method based on* $\chi^2$ *is used for statistical definition of statolith formula (2+3+1+7+ m in* Diamysis bahirensis).

**Key-words**: Mysidacea, statoliths, biometry, ecology, taxonomy

Ad integrazione di precedenti ricerche sulla composizione minerale degli statoliti dei Misidacei è stato intrapreso uno studio biometrico degli stessi, finalizzato a stabilire ulteriori correlazioni con vari parametri di interesse biologico. Quale principale elemento di valutazione è stato assunto il diametro dello statolite. Regressioni lineari su coordinate trasformate rivelano una correlazione - generalmente forte - tra diametro statolitario (D, in mm) e

lunghezza del corpo (L, in mm). Lo studio di *Antarctomysis maxima* a vari stadi di sviluppo ha permesso di stabilire la relazione semilogaritmica: D = - 0,415 + 0,264 log (L); (n = 60; r = 0,99). E' stato pure notato che gli statoliti, subsferici nei giovani (7-20 mm) hanno aspetto parzialmente moruloide negli adulti (50-70 mm).

Uno studio comparativo delle dimensioni statolitarie è stato effettuato su 177 popolazioni relative a 135 specie e 56 generi. In questo caso è emersa la relazione di tipo allometrico (log-log): log (D) = 3,00 + 0,561 log (L); (n= 177; r = 0,64). Si è proceduto, quindi, ad individuare eventuali correlazioni con la posizione tassonomica, la composizione minerale dello statolite, lo sviluppo degli organi visivi e vari parametri ambientali. L'effetto dei parametri in esame è stato valutato in base alla distanza tra le rette di regressione. In luogo della rappresentazione grafica viene qui fornito, per ciascuna retta, il valore % medio (± e.s.) dei valori corrispondenti alla relazione allometrica (v. sopra) calcolata per la totalità delle osservazioni.

Dallo studio emerge che gli statoliti di fluorite (104% ±3%; n=150) e quelli di vaterite (100% ± 6%; n=l6) sono più grandi di quelli costituiti prevalentemente di materiale organico (61% ± 5%; n=11). A livello sistematico si osserva che gli statoliti più grandi sono quelli dei Siriellinae (116% ± 5%; n=20) mentre statoliti più piccoli si riscontrano, nell'ordine, nei Mysinae (106% ± 2% n= 136), Gastrosaccinae (60% ± 5%; n=9) e Boreomysinae (59% ± 5%; n= 10).

I Mysinae con occhi normalmente sviluppati hanno statoliti relativamente grandi (111% ± 2%; n=113) mentre un diametro minore si nota nelle specie con occhi ridotti (97% ± 9%; n=12) ed ancor più in quelle con occhi assenti (72% ± 8%; n=11). Ciò fa ritenere che la più importante funzione della statocisti sia quella di stabilizzare il campo visivo, come suggerito dalle esperienze di NEIL (1975). In linea con tale ipotesi sono anche talune correlazioni ecologiche, nel senso che in ambiente meno illuminato lo statolite risulta ridotto: i Mysinae marini di acque superficiali (0-100 m) hanno statoliti più grandi (117% ± 3%; n=69) di quelli che vivono a profondità maggiori, 101-500 m (100% ± 5%; n=20) e 501-2000 m (91% ± 12%; n=l4); analogamente nei Siriellinae epipelagici (130% ± 10%; n=7) e neritici (110% ± 5%; n=13).

I Mysinae Mysini di ambiente marino mostrano statoliti generalmente più grandi (112% ± 3%; n=46) mentre dimensioni minori si osservano, nell'ordine, in ambiente salmastro (100% ± 4%; n=21), in acqua dolce (90% ± 6%, n= 9) e in ambiente ipogeo (68% ± 7%; n=2). Con riferimento all'ipotesi di VOICU (1981) secondo cui la densità della sostanza mineralizzante è funzione della densità del mezzo ambiente, si giunga alla conclusione che il minor peso richiesto per lo statolite in ambiente meno denso può essere ottenuto anche con una riduzione delle dimensioni.

Nella presente ricerca viene, inoltre, introdotto un metodo per individuare a livello statistico gruppi di canalicoli sensoriali e, pertanto, fornire una più precisa

definizione della formula statolitaria (VOICU, 1981), di grande interesse nella diagnostica soprattutto paleontologica. Si è valutata la frequenza di una distanza dal canalicolo precedente maggiore di quella dal successivo (e viceversa). Il valore del $X^2_V$=l relativo alla deviazione dalla distribuzione uniforme è stato utilizzato per indicare la probabilità che il canalicolo sia margine di gruppo (P > 99%) o intermedio ad un gruppo (P < 99%). Nel caso di *Diamysis bahirensis* (n=50 ♀♀), nonostante l'alta variabilità degli elementi considerati, il metodo individua la formula seguente: 2+3+1+7+ m (m= 3-14 a seconda delle dimensioni).

## Bibliografia

NEIL D. M. (1975) - The optokinetic responses of the mysid shrimp *Praunus flexuosus. J. exp. Biol.* 62: 505-518.

VOICU G. (1981) - Upper Miocene and Recent mysid statoliths in Central and Eastern Paratethys. *Micropaleontology* 27: 227-247.

*OEBALIA 1990 Suppl, Vol. XVI-2: 809-812* ISSN 0392-6613

R. ZACCONE R. LA FERLA L. GENOVESE E. CRIFASI

Istituto Sperimentale Talassografico C.N.R. Spianata s. Raineri, 86. MESSINA (Italia)

# PRIMI DATI SULL'UTILIZZAZIONE DI ANTICORPI FLUORESCENTI PER LA RICERCA DI *E. COLI* NELL' AMBIENTE MARINO

**Abstract**

Fluorescent antibody enumeration of *E. Coli* in sea-water

*A tentative direct microscopic method for enteropathogenic* E. Coli *in environmental samples by direct immunofluorescent staining is described. Cells of serotypes of* E. Coli *(0-125, 4-44 and 0-55) were used as positive and negative controls and counted by means epifluorescence, immunofluorescence and cultural methods. The result show a correspondence between immunofluorescence count and charge on a selective medium. The technique allocs the enumeration of enteropathogenic* E. Coli *direct on a membrane filter within 2 hours from sampling.*

**Key words:** Fluorescent antibody; *E. Coli;* enumeration; marine environment.

Lo studio degli ambienti costieri per la difesa delle acque dall'inquinamento non può prescindere dalla ricerca dei germi patogeni e degli indicatori di inquinamento fecale. Studi sperimentali hanno dimostrato che il conteggio vitale di tali microorganismi decresce rapidamente nell'ambiente marino ed essi possono sopravvivere ma diventare incapace di crescere su un terreno selettivo, trovandosi in uno stadio "vitale ma non coltivabile" (XU *et al.* 1982). Gli anticorpi fluorescenti, correttamente usati in microbiologia clinica per la rapidità e la

specificità di reazione, sono stati già da alcuni Autori adottati per la microbiologia ambientale (WARD E PERRY 1980, DHALE e LAAKE 1982).

L'esigenza di adottare metodiche rapide ma nello stesso tempo specifiche, ci ha indotto a utilizzare la tecnica dell' immunofluorescenza per la ricerca di ceppi enteropatogeni di *E. Coli* in campioni di acqua di mare, prelevati da una zona costiera dello Stretto di Messina interessata da uno scarico urbano.

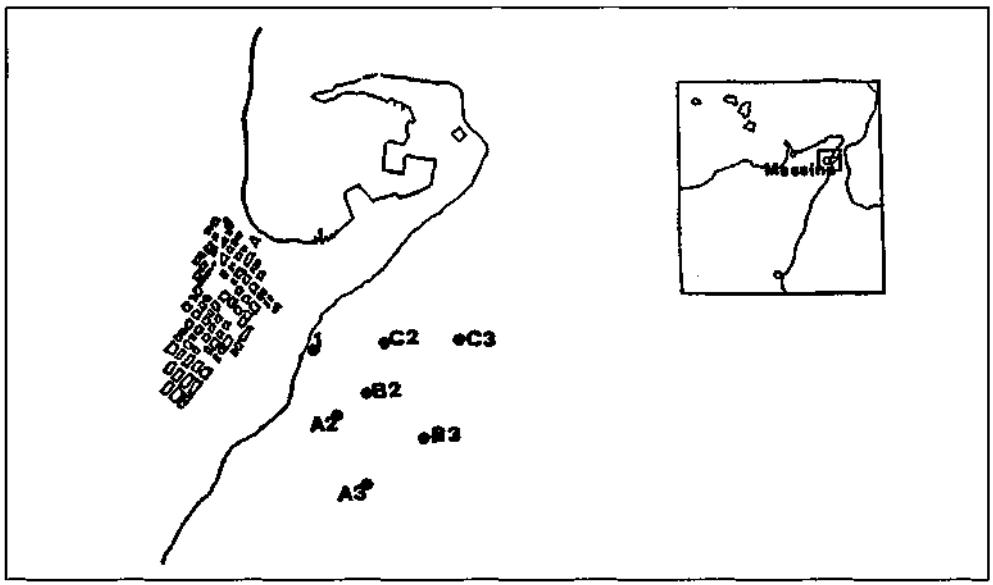



Fig. 1 - Stazioni di prelievo dei campioni

Prove preliminari di laboratorio, sono state effettuate con i seguenti ceppi di *E. Coli* forniti dall'Istituto di Igiene dell'Università di Messina: 0-125 K 70 (B15) appartenente al gruppo B ed 0-55 K 59 (B5) come controllo negativo. Tali ceppi coltivati in Tryptic Soy Broth (Difco) per 24 h sono stati utilizzati, previa opportuna diluizione, per le determinazioni quantitative mediante tre metodiche differenti: conteggio su terreno mEndo broth per i Coliformi Totali, mFC broth per i Coliformi fecali, mediante l'uso di membrane filtranti; conteggio diretto in epifluorescenza seconda la metodica ADDC utilizzata nel nostro laboratorio (LA FERLA et al. 1986); conteggio in immunofluorescenza IF, (MUNRO e BIANCHI 1986).

Per il conteggio in immunofluorescenza il campione fissato in formalina, veniva filtrato su membrana Nuclepore black (porosità 0,22 μm o 25 mm) e lavato 3 volte con 5 ml di PBS (soluzione fisiologica tamponata, FA Buffer Difco). Per ridurre la fluorescenza di fondo, è stata utilizzata la gelatina (2% in PBS, idrolizzata percentualmente a pH 11 e a 120°C per 15 minuti e quindi

neutralizzata, DHALE e LAAKE 1982). Dopo aver eliminato l'eccesso di gelatina e lavato 3 volte con 5 ml di PBS il filtro è stato messo a contatto con 2 ml della miscela di antisieri poly B e C (Difco) diluita 1:40. La diluizione ottimale dell' antisiero è stata definita precedentemente con ceppi di *E. Coli* sia omologhi che eterologhi e con ceppi di *Salmonella sp.* Dopo 20-30 minuti e 3 risciacqui in PBS, il filtro è stato asciugato e montato su vetrino con FA Mounting Fluid (Difco). L' osservazione al microscopio a fluorescenza veniva effettuata entro poche ore dalla preparazione. Solo le cellule che presentano dimensioni, morfologia e fluorescenza simile a quella dei controlli positivi venivano prese in considerazione.

I risultati ottenuti (fig. 2) mostrano una corrispondenza per i conteggi eseguiti con il controllo positivo 0-125 in coltura pura con tutte le metodiche. Nei campioni di acqua di mare si può osservare una netta differenza tra la carica totale ottenuta in fluorescenza e la carica in immunofluorescenza. Questa differenza come era prevedibile, è imputabile alla flora eterotrofa marina presente.

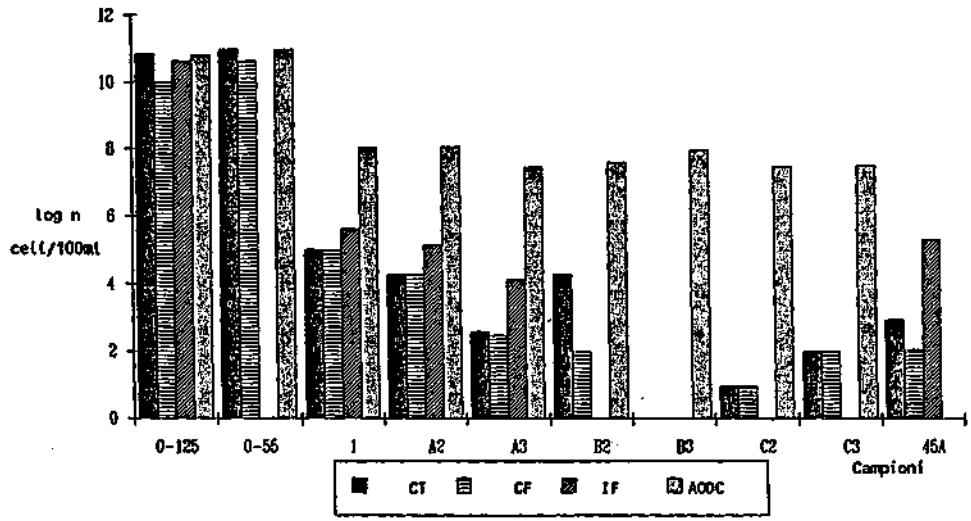



**Fig. 2** - Risultati quantitativi ottenuti con le differenti metodiche

La specificità della tecnica di immunofluorescenza permette di apprezzare la presenza di *E. coli* enteropatogena solo quando questa è presente in quantità > 103 /100 ml tuttavia, in accordo con DRAPEAU e LAURENCE (1977), la tecnica permette di effettuare uno screening ambientale rapido per la determinazione di *E. coli* enteropatogena. I risultati quantitativi infatti sono disponibili direttamente su membrana filtrante entro due ore dal prelievo del campione, consentendo quindi di segnalare rapidamente una zona inquinata da coliformi fecali. Per l'applicazione della metodica all'ambiente marino dove solitamente le cariche di *E. coli* sono più basse, occorrerebbe concentrare quantità di campione (MUNRO e BIANCHI 1986).

La tecnica dell' immunofluorescenza, pertanto può essere applicata con alcune modifiche per il monitoraggio di zone costiere interessate da fenomeni di inquinamento.

## Bibliografia

DHALE A.B., LAAKE M. (1982) Diversity dynamic of marine bacteria studied by immunofluorescent staining on membrane filters. *App. Environ. Microbiol.,* 43, 169-176.

DRAPEAU A.J., LAURENCE R.A. (1977) Le laser a impulsion pour le denombrement en fluorescence de Escherichia coli eteropathogene sur membrane filtrante. *Water Research,* 11, 937-943.

LA FERLA R., CRISAFI E., GENOVESE L., MAUGERI T.L., ZACCONE R., AZZARO F. (1986) Studio mediante epifluorescenza delle variazioni stagionali del batterioplancton nel lago di Faro (Messina). *Nova Thalassia,* 8 47-56.

MUNRO P., BIANCHI M. (1986) Comparaison de méthodes directes (microscopiques) et indirectes (par mise en culture) dans l'evaluation d'une pollution bactérienne d'origine fécale. Etude préliminaire. *2éme Collogue Internationale de Bactériologie marine. Actes* 3, 515-520.

WARD B.B., PERRY M.J. (1980) Immunofluorescent assay for the marine ammonium-oxiding bacterium Nitrosococcus oceanus. *Appl. Environ. Microbiol.,* 39,913-918.

XU H.S., ROBERTS N., SINGLETON F.L., ATTWELL R.W., GRIMES D.J., COLWELL R.R. (1982) Survival and viability of non culturable Escherichia coli and Vibrio cholerae in the estuarine and marine environment.. *Microb. Ecol.,* 8, 313-323.

*OEBALIA 1990 Suppl., Vol. XVI-2: 813-815* ISSN 0392-6613

ZAMBONI A. CAPPANERA M. FIORENTINO F.
Laboratori di Biologia Marina ed Ecologia Animale - Istituto di Zoologia
Università di Genova -Via Balbi 5, 16126 Genova-Italia

# PRIMI DATI SULL'ACCRESCIMENTO DI CEPOLA RUBESCENS L., 1766 IN MAR LIGURE

**Abstract**

*On the Growth Of Cepola rubescens L., 1766 In The Ligurian Sea*

A lenght-age key of C. rubescens (red band fish) of the Ligurian sea is proposed on the bases of reading otoliths. Females' and males' growth rate is very different. A Von Bertalanffy's growth curve in function of standard length was derived.

**Key-words:** Red band fish; otolith; lenght-age key; Ligurian sea.

*Cepola rubescens* é una specie bentonica con abitudini fossorie che vive su fondali fangosi fra 15 e 200 m. di profondità. Il suo areale di distribuzione comprende l'Atlantico orientale, dalle isole Britanniche alle coste del Senegal ed il Mediterraneo (Tortonese, 1986).

1219 individui di questa specie sono stati catturati mediante pesca a strascico su tre livelli batimetrici (50,100 e 150 m) nel golfo del Tigullio ( Mar Ligure). Le taglie variano nelle femmine tra 7 e 28 cm di lunghezza standard (l.s.) e nei maschi tra 10,5 e 41 cm.

Glo otoliti (sagitte) sono stati estratti da 1092 esemplari ed osservati immersi in acqua co luce incidente su sfondo nero allo stereomicroscopio. Nei casi di opacizzazione é stata praticata la levigazione di una delle due sagitte fino ad evidenziare le zonature soggiacenti.

**Tab. 1** - Chiave taglia-età di *Cepola rubescens*

| Classi | 0 | | 1 | | 2 | | 3 | | 4 | | 5 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ♂ | ♀ | ♂ | ♀ | ♂ | ♀ | ♂ | ♀ | ♂ | ♀ | ♂ | ♀ |
| n | 2 | 17 | 404 | 191 | 167 | 96 | 53 | 46 | 6 | 16 | -- | 6 |
| $\bar{x}$ | 10,5 | 11,23 | 19,60 | 15,19 | 26,32 | 19,04 | 33,23 | 21,97 | 35,5 | 23,53 | -- | 24,83 |
| s | -- | 2,01 | 5,10 | 2,9 | 5,20 | 3,17 | 3,09 | 2,57 | 2,58 | 1,58 | -- | 1,75 |

Il periodo di formazione degli anelli ialini e opachi é stato determinato su campioni in successione mensile.

Da dicembre a giugno gli otoliti presentano una zona marginale opaca, con l'inizio dell'estate comincia la deposizione dell'anello ialino che si protrae fino all'inizio dell'inverno; tale intervallo di tempo coincide con il periodo di produzione che, nel Mar Ligure, é compreso tra maggio e ottobre (ISOLA e RELINI, 1983-84). Questo andamento, che é opposto a quello generalmente riscontrato per i pesci delle acque temperate e fredde, é stato rilevato per specie mediterranee da altri autori (cfr. FROGLIA e GIANNETTI, 1985; VIANET e QUIGNARD, 1986). Il primo anello rilevabile sulla sagitta é stato considerato preannuale (anello pelagico o di Bower).

Dall'analisi dei tassi di crescita risulta una marcata differenza nell'accrescimento tra maschi e femmine (tabella 1). Utilizzando i dati esposti in tabella 1 é stata calcolata una curva di Von Bertalanffy limitatamente alle femmine in quanto i dati relativi ai maschi erano insufficienti nelle classi di età più avanzate.

I parametri biologici ottenuti sono i seguenti:

L =31,0555 K=0,2593 to = -1,6232

La difficoltà nella cattura dei maschi di grossa taglia é probabilmente da porre in relazione alle già citate abitudini fossorie della specie (ATKINSON *et al.* 1977).

## Bibliografia

ATKINSON R.J.A., PULLIN R.S.V., DIPPER F.A. (1977) - *J. Zool.,* Lond. 182: 369-384.

ISOLA G., RELINI G. (1983-84)- *Nova Thalassia,* 6 suppl.: 705.

FROGLIA C, GIANNETTI G. (1985) - *Rapp. comm. int. Mer Medit.,* 29:8.

TORTONESE E. (1986) - *UNESCO* vol. 2: 810-811.

VIANET R., QUIGNARD J.P. (1986)- *Rapp. Comm. int. Mer Medit.,* 30, 2.

*OEBALIA 1990 Suppl., Vol. XVI-2: 817-822* ISSN 0392-6613

V. ZUPO
Stazione Zoologica di Napoli, Laboratorio di Ecologia del Benthos, P/ta S. Pietro- Ischia - Italia.

# I DECAPODI DELLE PRATERIE DI *POSIDONIA OCEANICA:* CONFRONTO TRA METODICHE DI CAMPIONAMENTO IN RAPPORTO ALLA ZONAZIONE DEL TAXON.

**Abstract**

Comparison between sampling methods in Decapods study.

*In order to obtain an inventory of decapod species living on the* Posidonia oceanica *prairies around Ischia we utilized a bottom trawl with 4 cm mesh and a handnet drived by diver at different depths ranging from 1 to 25 m. These collections provide a decapod species catalogue, at least provisional, which allows for a comparison between the two sampling techniques in terms of efficiency and selectivity.*

*A correspondences Analysis was performed in order to display the principal features of the different sampling methods.*

**Key-words**: Decapods, *Posidonia oceanica,* zonation, sampling methods.

## Introduzione

L'immagine di una qualsiasi comunità bentonica fornita da una serie di campionamenti, eventualmente replicati, é largamente dipendente dal sistema di raccolta adottato (MC INTYRE, 1956; MASSÉ, 1979).

Tale considerazione assume validità ancora maggiore nel caso di popolazioni animali viventi su praterie di Fanerogame marine, nelle quali si verifica solitamente la presenza di due compartimenti ben distinti: quello dello strato

foliare e quello dei rizomi. E' presumibile infatti che organismi di dimensioni minori, molto mobili, e solitamente di basso peso, prediligano lo strato foliare, mentre animali di maggiori dimensioni, poco mobili e di maggior peso, vivano presso i rizomi (RUSSO *et al.*, 1985).

Due sistemi di cattura vengono frequentemente impiegati in questi ambienti particolari: il retino a mano, manovrato in immersione, utile per la raccolta di organismi dello strato foliare e la "Gangamella", in grado di prelevare materiali sia dallo strato foliare che dai rizomi (RUSSO *et al.*, 1986).

Resta comunque da definire l'efficienza dei due sistemi di cattura in termini di omogeneità e coerenza dei risultati ottenuti.

Sono stati effettuati pertanto campionamenti replicati in alcune stazioni mediante gli attrezzi in questione, per verificarne l'efficienza e per ottenere un censimento delle popolazioni a Decapodi viventi nelle praterie di *Posidonia oceanica* attorno all'isola d'Ischia, che tenga conto di ambedue i compartimenti presenti (strato foliare e rizomi).

## Materiali e metodi

Mediante gangamella con maglia di 4 cm sono stati ottenuti 38 campioni di macrozoobenthos su prati di *Posidonia oceanica* circostanti l'isola d'Ischia, in diverse stagioni, a profondità variabili tra 5 e 35 metri (limiti superiore ed inferiore delle praterie studiate).

I dati complessivamente raccolti sono stati analizzati mediante Analisi delle Corrispondenze (BENZECRI, 1973) e la significatività degli assi testata mediante il metodo proposto da FRONTIER (1974).

Da una prima analisi strutturale del popolamento a Decapodi é emersa la peculiarità faunistica nella prateria di Lacco Ameno (fig. 1); pertanto in questo sito sono state effettuate cinque repliche con retino manovrato a mano, lungo un transetto di profondità, tra 1 e 25 metri.

Per testare l'efficienza dei due sistemi nella raccolta di animali aventi differenti dimensioni ed abitudini di vita, le specie campionate sono state suddivise in categorie, sulla base delle loro dimensioni e della loro rapidità di movimento. Sono state quindi ricavate quattro categorie (Tab. 1): - Animali grandi e molto mobili: si tratta di specie aventi dimensioni medie superiori ai due cm. e generalmente natanti o comunque dai movimenti molto rapidi (es. *Palaemon spp.);*

- Animali grandi e poco mobili: delle stesse dimensioni dei precedenti, ma capaci solo di movimenti lenti (es. *Maya spp.);*

- Animali piccoli e molto mobili: specie aventi dimensioni medie inferiori ai 2 cm. e con attitudine al nuoto ed ai movimenti rapidi (es. *Hippolyte spp.);*

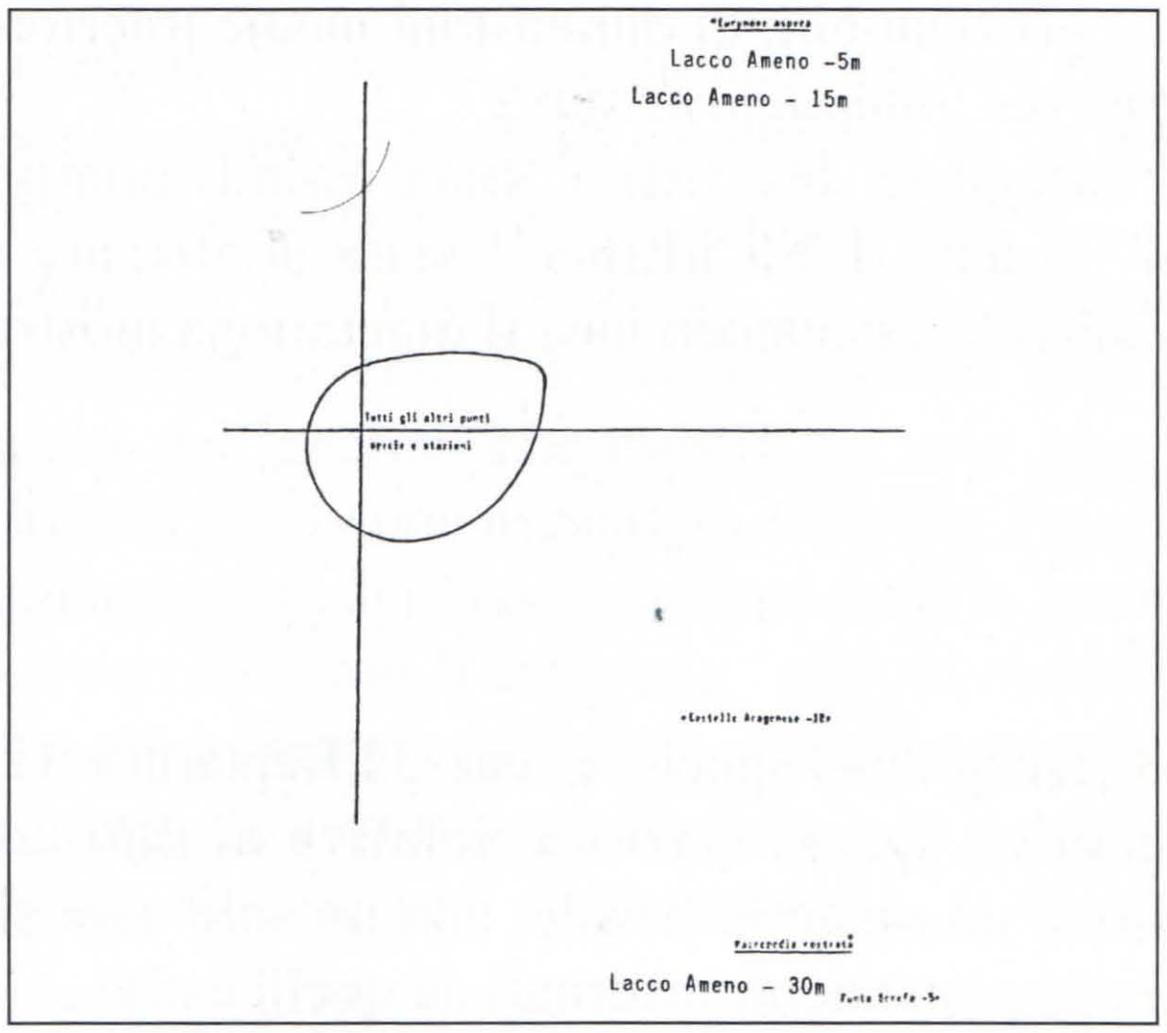



**Fig. 1** - L'analisi delle Corrispondenze affettuata sulla matrice "specie-stazioni" mostra una certa peculiarità strutturale della prateria di Lacco Ameno, che si separa nettamente dalle altre, raggruppate al centro degli assi.

**Tab. 1** - le 44 specie di Decapodi campionati mediante retino e gangamella in praterie di *Posidonia oceanica* attorno all'isola d'Ischia, sono state suddivise in categorie, a seconda delle dimensioni e della mobilità. Le sigle indicano:
P= Piccolo (sotto i 2cm.); G= Grande (oltre i 2cm.); N= poco mobile; M= molto mobile

| SPECIE | CATEGORIA |
|---|---|
| 1) Anapagurus laevis | PN |
| 2) Athanas nitescens | PM |
| 3) Calcinus ornatus | GN |
| 4) Catapagúroides timidus | GN |
| 5) Clibanarius erythropus | GN |
| 6) Dorippe lanata | GN |
| 7) Dromia personata | GN |
| 8) Ethusa mascarone | GN |
| 9) Eurynome aspera | GN |
| 10) Galathea intermedia | PN |
| 11) Galathea nexa | PN |
| 12) Goneplax rhomboides | GN |
| 13) Hippolyte inermis | PM |
| 14) Hippolyte leptocercus | PN |
| 15) Hippolyte longirostris | PM |
| 16) Hippolyte varians | PM |
| 17) Inachus communissimus | PN |
| 18) Inachus dorsettensis | GN |
| 19) Inachus phalangium | GN |
| 20) Inachus thoracicus | GN |
| 21) Leander squilla | GM |
| 22) Lissa chiragra | GN |
| 23) Macropipus depurator | GN |
| 24) Macropipus pusillus | GN |
| 25) Macropodia longirostris | GN |
| 26) Macropodia rostrata | GN |
| 27) Maya verrucosa | GN |
| 28) Munida bolivari | PN |
| 29) Munida intermedia | PN |
| 30) Pagurístes oculatus | GN |
| 31) Pagurus alatus | GN |
| 32) Pagurus prideauxi | GN |
| 33) Palaemon xiphias | GM |
| 34) Parthenope massena | GN |
| 35) Periclimenes scriptus | PM |
| 36) Pilumnus spinifer | PN |
| 37) Pisa armata | GN |
| 38) Pisa muscosa | GN |
| 39) Pisa nodipes | GN |
| 40) Processa macrophtalma | GN |
| 41) Processa sp. | GN |
| 42) Scyllarus arctus | GM |
| 43) Thoralus cranchii | GN |
| 44) Upogebia deltaura | PM |

- Animali piccoli e poco mobili: di dimensioni medie inferiori ai 2 cm e capaci solo di movimenti lenti (es. *Anapagurus spp.).*

Sulla base delle categorie descritte é stata quindi compilata una matrice "Categorie/stazioni"; anche quest'ultima é stata analizzata mediante Analisi Fattoriale delle Corrispondenze ottenendone il diagramma mostrato in Fig. 2.

## Risultati e discussione

In totale sono state raccolte 44 specie, di cui 32 Reptanti e 12 Natanti (Tab. 1).

L'analisi della matrice specie stazioni, relativa ai dati complessivi dei 38 campionamenti, fornisce un modello banale, con un solo asse significativo, lungo il quale si separano i campionamenti invernali da quelli estivi.

L'elaborazione dei dati relativi ai soli campionamenti estivi fornisce un modello abbastanza uniforme, con le specie raggruppate in un unico cluster centrale. Dall'analisi dei campionamenti invernali, però, emerge la diversità del popolamento di alcune stazioni, quali quelle di Lacco Ameno, che si separano nettamente dalle altre, raggruppate nel cluster centrale (Fig. 1).

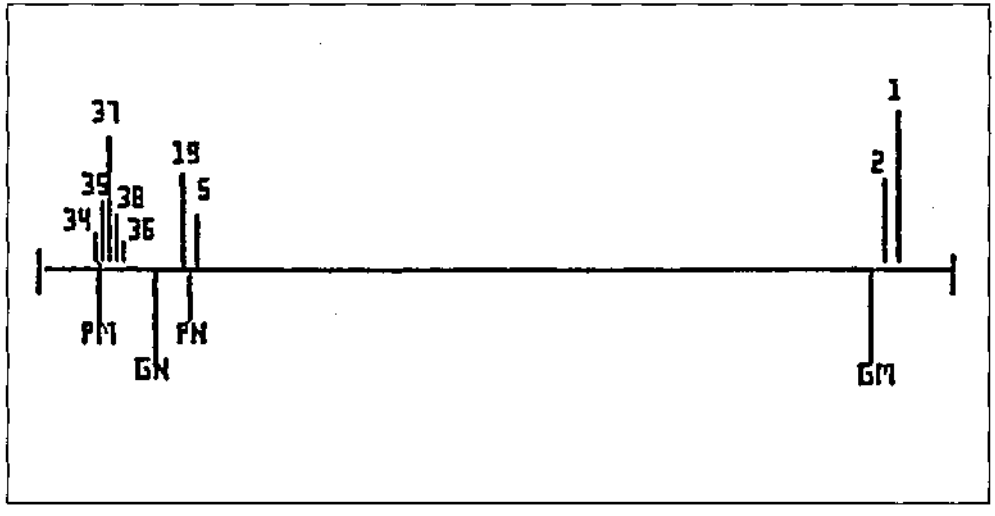



**Fig. 2** - Rappresentazione grafica dell'elaborazione AC effettuata sui dati relativi alle categorie di Decapodi campionati nei mesi invernali (da Novembre a Gennaio). I numeri si riferiscono alle stazioni di campionamento:
34: retino a mano, - 1m; 35: retino a mano, - 3 m; 36: retino a mano , - 10 m; 37: retino a mano, - 15 m; 38: retino a mano, - 25 m; 1: gangamella, - 5 m; 2: gangamella, - 15 m; 5: gangamella, 25 m; 19: gangamella, - 30.
I punti sono stati tutti proiettati sul primo asse, essendo l'unico significativo (spiega una varianza, secondo il modello "Broken-sticks", del 30,04%). Si notino i tre clusters ottenuti (descritti nel testo).

I dati ottenuti mediante i cinque campionamenti con retino mostrano che in queste praterie la popolazione a Decapodi é composta da un gran numero di specie di piccole dimensioni che erano sfuggite alla gangamella.

L'analisi della matrice "Categorie/stazioni", infatti chiarisce che i due sistemi hanno efficacia nettamente diversa del campionamento delle differenti categorie considerate. I risultati dell'analisi, che mostra un solo asse significativo, sono riportati in Fig. 2. In essa si possono mettere in evidenza Tre cluster ben distinti:

- il primo, situato a sinistra dell'asse, contiene tutte le specie ottenute mediante il retino a mano, ben correlate con la categoria "piccolo-mobile";
- il secondo, poco più a destra, contiene le stazioni profonde di gangamella ed é definito dalla categoria "piccolo-poco mobile"; la categoria "grande - poco mobile", ben correlata alle stazioni di gangamella, si colloca tra i due cluster suddetti;
- il terzo, infine, molto distante dai primi due, contiene le stazioni meno profonde di gangamella ed é definito dalla categoria "grande-mobile".

Da quanto osservato si può stabilire che il gangamo, pur nelle diverse situazioni di lavoro, é in grado di campionare animali piccoli e poco mobili, che vivono in genere nel substrato e tra i rizomi (es. *Inachus communissimus),* e quelli grandi e mobili (es. *Palaemon spp.),* che in genere vivono sul substrato. Il retino, al contrario, é molto più efficiente nella cattura di specie piccole-mobili, che nuotano tra le foglie di *Posidonia,* probabilmente perché la taglia dell'attrezzo é inadeguata per specie di grosse dimensioni e forse anche perché tali forme sono più sensibili alla presenza dell'operatore subacqueo, mentre quelle di piccole dimensioni si nascondono tra le foglie e vengono comunque raccolte.

Un discreto numero di specie di grandi dimensioni e con scarse attitudini al movimento é stato raccolto per mezzo della gangamella, ma l'analisi mette in evidenza il fatto che anche il retino, se adoperato nelle aree di permanenza di questa specie, é in grado di campionarle.

## Conclusioni

Le analisi effettuate contribuiscono a definire un'inventario delle specie di Decapodi presenti nelle praterie di Posidonia oceanica che a tutt'oggi, per le aree circostanti l'Isola di Ischia, comprende 44 specie. Il popolamento si presenta abbastanza omogeneo alle diverse profondità, ma mostra chiare variazioni stagionali.

Il retino manovrato a mano in immersione ed il gangamo si integrano sufficientemente nel campionamento di specie aventi differenti caratteristiche sia anatomiche, sia comportamentali e rappresentano strumenti efficaci per lo studio faunistico ed ecologico del taxon in questione.

## Bibliografia

BENZECRI J. P. (1973) - L'analyse des données. Vol. 2: L'analyse des correspondances. Dunod, Paris: 632 pp.

FRONTIER S. (1974) - Contribution à la connaissance d'un écosistéme néritique tropical: étude descriptive et statistique du peuplement zooplanctonique de la region de Nosy-Bé (Madagascar). *Thése d'Etat,* Aix- Marseille: 628 pp.

MASSÉ H. (1979) - Echantillonnage du macrobenthos des substrats meubles du plateau continental. *Rapp. Comm. int. Mer Médit.,* 25-26 (4): 243-251.

MC INTYRE A. D. (1956) - The use trawl, grab and camera in estimating marine benthos *J. Mar. Biol. Ass. U.K.,* 35: 419-429.

RUSSO G. F., FRESI E., VINCI D., SCARDI M. (1986) - Problemi e proposte sul campionamento della malacofauna di strato foliare nelle praterie di *Posidonia oceanica* (L.) Delile. *Lavori S.I.M.,* 22: 15-28.

*Finito di stampare nel mese di maggio 1991 presso la Mapograf s.r.l.*
*Tel. (0963) 45611 - Vibo Valentia (CZ)*

# OEBALIA

## International Journal of Marine Biology and Oceanography
## Istituto Sperimentale Talassografico "A. Cerruti" - C.N.R.
## Taranto (Italy)



**Director :** S. GERACI

**Editorial Board**

M. SARA' (Genova) - G. RELINI (Genova) - L. SCALERA LIACI (Bari) - P. TONGIORGI (Modena) - B. BATTAGLIA (Padova) - M. TORCHIO (Pavia) - 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* S. GERACI - 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 of 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 indicate by the 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 italic.