

# INDICE GENERALE

## *Relazione Inaugurale*

LUGLIÈ A., SATTA C.T., PULINA S., BAZZONI A.M., PADEDDA B.M., SECHI N. - Le problematiche degli Harmful Algal Blooms (HABs) in Sardegna .....	2
---	---

## **Tema 1 - Conservazione della biodiversità marina e gestione delle risorse**

### *Relazione Introduttiva*

CAU A. - Valorizzazione della biodiversità dei mari della Sardegna per fini produttivi: un approccio multi-disciplinare integrato .....	12
---	----

### *Comunicazioni*

CANNELLA M., COLLOCA F., ARDIZZONE G.D. - Valutazione del ruolo degli habitat per il successo del reclutamento del nasello ( <i>Merluccius merluccius</i> ) del Mar Tirreno .....	18
---	----

CARONNI S., CECCHERELLI G., MICHELET S., NAVONE A., OCCHIPINTI-AMBROGI A., TREVISAN R., SECHI N. - Esperimento di rimozione degli ammassi mucillaginosi della microalga alloctona <i>Chrysophaeum taylorii</i> Lewis & Bryan .....	22
--	----

DI FRANCO A., GILLANDERS B.M., DI LORENZO M., PENNETTA A., SAHYOUN R., DE BENEDETTO G., GUIDETTI P. - Dispersal patterns of early stages of a Mediterranean fish: implications for designing networks of Marine Protected Areas.....	26
--	----

GUIDETTI P., BUSSOTTI S., DI FRANCO A., PANZALIS P., SAHYOUN R., NAVONE A. - Reserve effect on ecologically relevant and charismatic predatory fishes in the Tavolara-Punta Coda Cavallo Marine Protected Area .....	30
--	----

PALMA M., PANTALEO U., LANDI G., HUETE STAUFFER C., MAGLIOZZI C., SCINTO A., MARINI L. - La biocartografia 3D come nuovo strumento di supporto alla gestione della fascia costiera ...	34
--	----

PARRAVICINI V., ROVERE A., VASSALLO P., MICHELI F., MONTEFALCONE M., MORRI C., PAOLI C., ALBERTELLI G., FABIANO M., BIANCHI C.N. - Understanding relationships between conflicting human uses and ecosystem status for management: a geospatial modeling approach.....	37
--	----

PREVIATI M., MAGLIOZZI C., PALMA M., NAVONE A., PANTALEO U., LANDI G., CERRANO C. - Sperimentazione di tecniche di recupero (pruning) su una popolazione di <i>Paramuricea clavata</i> colpita da eventi di moria.....	40
--	----

RELINI G., LANTERI L., FRANCO A. - Gli osteitti dei mari italiani: biodiversità, protezione e sfruttamento .....	44
<i>Poster</i>	
AGNESI S., BABBINI L., BRESSAN G., CASSESE M.L., MO G., TUNESI L. - Distribuzione della <i>facies</i> del mäerl e delle associazioni a rodoliti nei mari italiani: attuale stato delle conoscenze.....	50
CONSOLI P., GALFO F., INCONTRO V., MAZZA G., NICASTRO A., RIZZA R., ANDALORO F. - Monitoraggio preliminare dell'effetto riserva dell'AMP "Plemmirio" sulle comunità ittiche costiere.....	52
LA MARCA E.C., MILAZZO M., CHEMELLO R. - Gli effetti del disturbo antropico sulla topografia del <i>reef</i> a vermeti.....	54
PIPITONE C., VEGA FERNANDEZ T., BADALAMENTI F., D'ANNA G., FIORENTINO F., GAROFALO G., GRISTINA M., KNITTWEIS L., MIFSUD R., MIRTO S., PACE M.L. - MESMA: un progetto europeo per la valutazione delle aree spazialmente gestite. Il caso dello Stretto di Sicilia .....	56
RICEVUTO E., CECCHI E., PIAZZI L., SERENA F. - Il monitoraggio dei popolamenti coralligeni nell'ambito della conservazione della biodiversità marina mediterranea .....	58

**Tema 2 - Interazioni biotiche in ambiente marino**

*Relazione Introduttiva*

GIANGRANDE A., BAVESTRELLO G. - Antagonismo, cooperazione e biodiversità .....	62
--	----

*Comunicazioni*

CAROPPO C., PAGLIARA P. - Effects of <i>Ostreopsis</i> cfr. <i>ovata</i> (Dinophyceae) toxicity on <i>Paracentrotus lividus</i> development .....	74
FAVA F., PONTI M., ABBIATI M. - Colonisation patterns on the coralligenous outcrops of the northern Adriatic Sea .....	77
MULAS A., BELLODI A., CAU AL., GASTONI A., LOCCI I., FOLLESA M.C. - Trophic interactions among Chondrichthyans in the central-western Mediterranean Sea .....	81
PANNO L., VOYRON S., ANASTASI A., MUSSAT SARTOR R., VARESE G.C. - Biodiversity of marine fungi associated with the seagrass <i>Posidonia oceanica</i> : an ecological and biotechnological perspective.....	85
PONTI M., PERLINI R.A., VENTRA V., GRECH D., PREVIATI M., HUETE STAUFFER C., ABBIATI M., CERRANO C. - Effects of gorgonian forests on the recruitment of epibenthic species .....	89

STABILI L., SERIO F., SCHIROSÌ R., LICCIANO M., GIANGRANDE A. - Il muco del polichete <i>Myxicola infundibulum</i> (Sabellidae): un microcosmo con funzione di nutrizione e protezione.....	93
<i>Poster</i>	
GIORDANO G., DI CAMILLO C., MORI M., BAVESTRELLO G. - Fauna associata all'idroide <i>Ectopleura crocea</i> (Cnidaria: Hydrozoa) in Mar Adriatico settentrionale .....	98
PACCIARDI L., DE BIASI A.M. - Effetti delle alghe invasive strutturanti sui popolamenti di macroinvertebrati: il caso di <i>Caulerpa racemosa</i> var. <i>cylindracea</i> .....	100
STABILI L., ACQUAVIVA M.I., BIANDOLINO F., CECERE E., LO NOCE R., NARRACCI M., PETROCELLI A., CAVALLO R.A. - Antibacterial activity of <i>Cladophora rupestris</i> (Chlorophyta, Cladophorales) lipidic extract .....	102
<b>Tema 3 - La crescita degli organismi marini: dall'analisi sperimentale alla sintesi modellistica</b>	
<i>Relazione Introduttiva</i>	
ARNERI E., CARPI P., DONATO F., SANTOJANNI A. - Growth in small pelagic fishes and its implications in their population dynamics..	106
<i>Intervento Programmato</i>	
CERRANO C. - Strategie di crescita in poriferi e cnidari.....	116
<i>Comunicazioni</i>	
MEREU M., STACCA D., CANNAS R., CUCCU D. - On the growth rings on <i>Histioteuthis bonnellii</i> (Férussac, 1835) upper beaks .....	124
ORSI RELINI L., MANNINI A. - Accrescimento e chiave taglia/età di <i>Aristeus antennatus</i> (Risso, 1816). Un aggiornamento .....	128
PERINI F., CASABIANCA A., BATTOCCHI C., TOTTI C., ACCORONI S., PENNA A. - Studio delle dinamiche di crescita di <i>Ostreopsis</i> cf. <i>ovata</i> con nuove metodologie molecolari di qrt-PCR .....	132
<i>Poster</i>	
CACCIATORE F., OSELLADORE F., MARIN M.G., BOSCOLO BRUSÀ R. - Come crescono le vongole filippine in laguna di Venezia ..	138
DEL PRETE F., LANGELLOTTI A.L., VITIELLO V., SILVESTRI F., RINNA F., BARONE C.M.A., SANSONE G. - Accrescimento di <i>Mytilus galloprovincialis</i> mediante alimentazione con microalghe generate da reflui.....	140

GIOVE A., CARLUCCI R., TURSI A., D'ONGHIA G., SION L. - Efficacia del modello di crescita bifasico per <i>Etmopterus spinax</i> (Linnaeus, 1758).....	142
MEREU M., CAU AL., PORCU C., CUCCU D. - On the morphometric relationship between beaks and body size in <i>Histioteuthis bonnellii</i> (Férussac, 1835) .....	144
PORCU C., CABIDDU S., MULAS A., PEDONI C., FOLLESA M.C. - Growth of a bathyal species, <i>Alepocephalus rostratus</i> , from the Sardinian Channel.....	146
SION L., CARLUCCI R., BATTISTA D., CAPEZZUTO F., D'ONGHIA G. - Accrescimento di <i>Lampanyctus crocodilus</i> (Risso, 1810) nel Mar Ionio .....	148
VOLIANI A., LIGAS A., RIA M., SILVESTRI R. - Accrescimento di <i>Pomatomus saltatrix</i> nel Mar Ligure orientale .....	150

**Progetto GIONHA**

*Comunicazioni*

DE LUCIA G.A., MASSARO G., MAGNONE F., FRACASSI D., FRAU F., GAIO A., OLLANO G., PIREDDU L., SECCI E. - La Rete Regionale della Sardegna per la conservazione della fauna marina (tartarughe e mammiferi marini).....	154
MAGNONE G., BELLINGERI M., BONEL N., CASSINA G., FASCE I. - INTERCET-GIONHA: una piattaforma GIS su Web per lo studio dei cetacei e delle tartarughe marine .....	156
RICEVUTO E., TOGNOTTI M., TROMBETTI C. - Programma di attività scientifica: monitoraggio delle specie e indagini degli impatti antropici sugli habitat marino-costieri .....	159
SERENA F., ABELLA A.J., BAINO R.T., CECCHI E., RIA M., SILVESTRI R., VOLIANI A. - Anthropogenic waste in the marine ecosystem .....	161

*Poster*

GORELLI G., BEDOCCHI D., CANCELLI F., MANCUSI C., MARSILI L., NUTI S., MAZZARIOL S., RENIERI T., VENTRELLA S. - Resoconto degli spiaggiamenti di cetacei in Toscana: l'attività dell'Osservatorio Toscano dei cetacei e del progetto Gionha dal 2008 al 2010 .....	166
LICITRA G., IACOPONI A., TABURNI D. - Rumore antropico negli ambienti marini: il “traffico navale” nel Santuario dei cetacei <i>Pelagos</i> ..	168

**Workshop “Cetacei ed attività antropiche”**

*Comunicazioni*

AZZOLIN M., GALLI A., GIACOMA C., GIOVANNINI A., RONCHETTI F., PAPALE E. - Valutazione dell'influenza delle variabili ambientali ed antropiche sulla distribuzione di tursiope e stenella in Grecia Ionica .....	172
BELLINGERI M., FOSSA F., GNONE G. - Interazione tra <i>Tursiops truncatus</i> e pesca a strascico: differente comportamento in due aree limitrofe lungo la costa ligure di levante .....	174
CHESSA G., ROTTA A., LEDDA G., LEONI G.G., SATTA V., BERLINGUER F., NAITANA S. - Livelli di inquinanti organici persistenti in stenelle ( <i>Stenella coeruleoalba</i> ) spiaggiate nel nord Sardegna.....	176
CROSTI R., ARCANGELI A., MOULINS A., TEPSICH P., TRINGALI M. - Cetacei e traffico marittimo in alto mare, una relazione da evitare? .....	178
FOSSA F., LAMMERS M.O., ORSI RELINI L. - Measuring interactions between common bottlenose dolphin ( <i>Tursiops truncatus</i> ) and artisanal fisheries in the Ligurian Sea: 1) passive acoustic monitoring on bottom set nets .....	180
FOSSA F., LAMMERS M.O., ORSI RELINI L. - Measuring interactions between common bottlenose dolphin ( <i>Tursiops truncatus</i> ) and artisanal fisheries in the Ligurian Sea: 2) net damage and catch variations.....	182
MAGNONE F., FOZZI A., PICOLLO V., DE LAZZARI A., TRAINITO E. - Struttura e dimensione dei gruppi di tursiope ( <i>Tursiops truncatus</i> ) in aree costiere fortemente antropizzate della Sardegna nord orientale .....	184
MAGNONE F., TRAINITO E., PICOLLO V., DE LAZZARI A., FOZZI A., NAPOLITANO E., VITALE S. - Osservazione del comportamento alimentare di balenottera comune ( <i>Balaenoptera physalus</i> ) lungo la costa nord-orientale della Sardegna .....	186
MARSILI L., MALTESE S., COPPOLA D., CARLETTI L., FOSSI M.C. - Trend temporale della contaminazione da organoclorurati in esemplari di stenella striata ( <i>Stenella coeruleoalba</i> ) spiaggiati e free- ranging del Mar Mediterraneo .....	188
ROTTA A., APPINO S., FARIGU S., NÈGRE N., FLORIS A., MERELLA P., PIRA A., BERLINGUER F., NAITANA S. - Alimentazione su tremaglio nel tursiope ( <i>Tursiops truncatus</i> ): una strategia alimentare rischiosa? .....	190

**Sessione Speciale “Il contributo di Eugenio Fresi al progresso della Biologia Marina Italiana, attraverso le testimonianze dei suoi collaboratori”**

*Comunicazioni*

BALDUZZI A., BOERO F., PANSINI M., PRONZATO R. - Eugenio Fresi e la biologia marina sperimentale.....	194
CALIGIORE A. - L'esperienza didattica di Eugenio Fresi presso l'Accademia Navale e la collaborazione con il Corpo delle Capitanerie di Porto.....	197
CARRADA G.C. - Un ricordo di Eugenio Fresi.....	198
CATAUDELLA S. - Eugenio Fresi: considerazioni sul periodo universitario.....	200
CHESSA L.A. - Il contributo scientifico del prof. Eugenio Fresi in Sardegna e la sua collaborazione col Consorzio Ricerche Sardegna (CO. R.I.SA.).....	202
CINELLI F. - Fresi e le prime esperienze ischitane.....	206
GAMBI M.C., RUSSO G.F. - Ruolo di Eugenio Fresi nel Laboratorio di Ecologia del Benthos di Ischia e sua eredità scientifica.....	210
SCARDI M. - Eugenio Fresi: un amico, un maestro, un ecologo a 360 gradi.....	217

**Poster del Comitato Acquacoltura**

FABBROCINI A., MASELLI M.A., D'ADAMO R. - Effetto della stabulazione prolungata sulla qualità dei gameti di <i>Paracentrotus lividus</i> (Lmk, 1816).....	222
MARICCHIOLO G., CARUSO G., MIRTO S., GENOVESE L. - Effetti della densità di allevamento in gabbia sul welfare di <i>Sparus aurata</i> .....	224
PRATO E., PORTACCI G., BIANCOLINO F. - Influence of diet on nutritional quality of <i>Octopus vulgaris</i> : fatty acids composition.....	226
SECCI M., LOCCI I., ADDIS P. - Risposte fisiologiche nel tonno rosso <i>Thunnus thynnus</i> pescato nelle tonnare della Sardegna.....	228

**Poster del Comitato Benthos**

BARBIERI M., MALTAGLIATI F., DI GIUSEPPE G., CRISTO B., LARDICCI C., CASTELLI A. - Identificazione mediante DNA barcoding del mitilide alloctono <i>Xenostrobus securis</i> e nuove segnalazioni in Mediterraneo occidentale.....	232
BARBIERI M., URGU L., MALTAGLIATI F., DI GIUSEPPE G., LARDICCI C., CASTELLI A. - Divergenza genetica tra individui marini e salmastri di <i>Mytilaster minimus</i> (Mollusca, Bivalvia).....	234

BEDINI R., BEDINI M., BONECHI L., PIAZZI L. - Epifauna mobile associata a <i>Cystoseira</i> spp.....	236
BERTOLINO M., BAVESTRELLO G., CALCINAI B. - Plasticità fenotipica in poriferi adattati all'habitat coralligeno.....	238
BORME D., CIBIC T., CIRIACO S., FALACE A., FARESI L., GORDINI E., KALEB S., ODORICO R., POLONIATO D., TEMPESTA M. - Le trezze dell'Alto Adriatico: studio preliminare degli affioramenti rocciosi denominati S. Pietro e Bardelli.....	240
CICCONE P., CONTI A., SAVINI D., LOMBARDI C. - La pesca amatoriale di <i>Paracentrotus lividus</i> (Lamarck, 1816) nell'Isola di Linosa causa modifiche nella struttura di popolazione.....	242
COPPA S., DE LUCIA G.A., CAMEDDA A., MASSARO G., PETROCELLI A., CECERE E., MAGNI P. - <i>Patella ferruginea</i> nell'AMP del Sinis: caratterizzazione dell'habitat e cause della sua rarefazione.....	244
DEDOLA G.L., SCARPA F., LAI T., MURA L., SANNA D., COSSU P., CRISTO B., CURINI-GALLETTI M., CASU M. - Standardization of inter simple sequence repeat technique to estimate genetic variability of <i>Ruditapes decussatus</i> .....	246
DE MARCHI L., MORETTO M., SAVINI D., LOMBARDI C. - I biocostruttori dell'infralitorale superiore dell'Isola di Linosa (AMP Isole Pelagie, Sicilia) e dell'AMP Cinque Terre (Liguria).....	248
FENZI G.A., MAGNI P. - Popolamenti macrobentonici: il ruolo della biodiversità funzionale quale indicatore dello stato ecologico di un ambiente lagunare (Mediterraneo occidentale, Sardegna).....	250
GAMBI M.C., DONNARUMMA L., LOMBARDI C., COCITO S. - <i>Posidonia oceanica</i> mimics as an experimental tool to study colonization of seagrass epiphytes. An example along a gradient of water acidification.....	252
GREMO S., BONTÁ M., BELCI F., PESSANI D. - Indagine preliminare sulle variazioni nictemerali nelle comunità malacologiche di due praterie di <i>Posidonia oceanica</i> .....	254
LODOLA A., SAVINI D., MAZZIOTTI C., OCCHIPINTI-AMBROGI A. - First record of <i>Anadara transversa</i> (Say, 1822) (Bivalvia: Arcidae) in Sardinian waters (NW Tyrrhenian Sea).....	256
MANCONI R., CADEDDU B., PANSINI M., PRONZATO R., LEDDA F.D. - Biodiversity of Sardinian marine caves: sponge fauna.....	258
MARČETA T., CODOGNOTTO V.F., RIZZO G., MARIN M.G., BRESSAN M. - Indice di condizione e indice gonadosomatico in bivalvi pectinidi del nord Adriatico.....	260
MASTROTOTARO F., RELINI G. - Prima segnalazione di <i>Ciona edwardsi</i> (Roule, 1886) (Tunicata, Ascidiacea) in Mar Ligure.....	262

MICHELET S., CARONNI S., CECCHERELLI G., SPANO G., SECHI N. - Variabilità spazio-temporale della microalga <i>Chrysophaeum taylorii</i> Lewis & Bryan lungo le coste nord-orientali della Sardegna .....	264
MURA L., COSSU P., LAI T., CANNAS A., FLORIS R., SANNA D., CASU M., FOIS N. - Survey of the genetic variability of populations of <i>Ruditapes philippinarum</i> from the Gulf of Olbia (N-E Sardinia) by microsatellites .....	266
PACCIARDI L., DE BIASI A.M., PIAZZI L. - L'invasione di <i>Caulerpa racemosa</i> sui fondi mobili dell'Arcipelago Toscano .....	268
PAGANELLI D., FORNI G., MAZZIOTTI C. - Studi esplorativi del "Flats" di Kimmeridge Bay (Dorset, Regno Unito).....	270
PANETTA P., MASTROTOTARO F., COSTANTINO G., BATTISTA D., PASTORELLI A., UNGARO N. - I molluschi dei substrati incoerenti nell'ambito del monitoraggio dei corpi idrici marino-costieri della Regione Puglia.....	272
PASQUALE V., GUIDA M., CENNAMO P., MASTASCUSA V., GRECO M., SANDULLI R. - Cultivable heterotrophic bacteria associated to <i>Corallium rubrum</i> .....	274
PESCI P., OLITA A., PEDONI C., CAU AL., LOCCI I., SORGENTE R., FOLLESA M.C. - First evaluation of the relationships between the morphology of coral colonies and currents in Sardinian seas.....	276
PICA D., CALCINAI B., BERTOLINO M. - Spugne perforanti lo sclerasse del corallo rosso dall'Arcipelago di Capo Verde .....	278
PINNA S., BULLERI F., MURA F., SECHI N., CECCHERELLI G. - Investigating on the factors responsible for <i>Caulerpa racemosa</i> invasion .....	280
PONTI M., LEONI G., ABBIATI M. - Geographical analysis of marine species distribution data provided by diver volunteers .....	282
PREVIATI M., ENRICO G., PALMA M. - Il coralligeno del ponente ligure: dati preliminari sul coralligeno mesofotico presso il SIC di Capo Berta.....	284
SANNA D., DEDOLA G.L., SCARPA F., LAI T., COSSU P., CARONNI S., MURA F., RUIU A., PANZALIS P., CRISTO B., RUSSINO G., CURINI-GALLETTI M., CASU M. - Preliminary data on the genetic variability of the fan mussel <i>Pinna nobilis</i> in the northern Sardinia.....	286
SECCI M., ADDIS P. - Preliminary data on spatial distribution by size of <i>Paracentrotus lividus</i> in an area of Sardinia.....	288
STURARO N., GOBERT S., LEPOINT G., PÉREZ-PERERA A., GUERRA-GARCÍA J.M. - Distribution patterns of <i>Caprella tavolarensis</i> (Crustacea: Amphipoda) in the Tavolara-Punta Coda Cavallo Marine Protected Area.....	290



**Poster del Comitato Gestione e Valorizzazione della Fascia Costiera**

BUSSOTTI S., BAROLI M., COPPA S., DI FRANCO A., GUALA I., PANZALIS P., SAHYOUN R., GUIDETTI P. - Relationships between sea urchins and their predatory fishes in the Marine Protected Area Tavolara-Punta Coda Cavallo.....	294
CAMEDDA A., COPPA S., DE LUCIA G.A., BRUNDU R., MASCIA L., MASSARO G. - <i>Paracentrotus lividus</i> nell'Area Marina Protetta "Penisola del Sinis - Isola di Mal di Ventre" (Sardegna occidentale): prelievo e permessi.....	296
CANNAS A., MANCA S., TRENTADUE M., FOIS N. - Struttura di popolazione di vongola verace ( <i>Ruditapes decussatus</i> L.) in due lagune costiere della Sardegna.....	298
CAVALLO M., BALLESTEROS E., COSSU A. - Definizione delle situazioni geomorfologiche rilevanti in due diverse AMP secondo la metodologia CARLIT .....	300
CINTI M.F., FRAU F., PALIAGA B., SIMEONE S., PALOMBO L., GUALA I. - Priority habitats according to the SPA/BIO Protocol (Barcelona Convention) present in the Capo Carbonara Marine Protected Area.....	302
COSSU A., PASCUCCI V., CHESSA L.A., ANDREUCCI S., DELUCA M., MURA F., PALA D. - Caratterizzazione fisiografica, geomorfologica e bionomica della <i>Rias</i> di Santa Teresa di Gallura (Sardegna nord orientale).....	305
DEIDUN A., SALIBA S., SCHEMBRI P.J. - Quantitative assessment and physical characterisation of <i>Posidonia oceanica</i> wrack beached along the Maltese coastline.....	307
FRAU F., CINTI M.F., PALIAGA B., GUALA I. - Protected species according to the SPA/BIO Protocol (Barcelona Convention) present in the Marine Protected Area Capo Carbonara .....	309
GALFO F., CONSOLI P., INCONTRO V., MAZZA G., NICASTRO A., RIZZA R., ROMEO T., ANDALORO F. - Indagine preliminare sulle attività di pesca ricreativa nell'AMP "Plemmirio" .....	312
MANCUSI C., CECCHI E., GALLONI F., PADOVANI S., SERENA F. - La mappatura di <i>Posidonia oceanica</i> in due aree della costa toscana..	314
MELONI G., SABA S., GIAGNONI P., MANUNZA B., PAIS A. - Variazioni spazio-temporali della fauna ittica nelle pozze di scogliera del litorale di Budoni (Sardegna nord orientale) .....	316
PASOLLI L., MAZZA G., RIZZA R., INCONTRO V., MAZZOLDI C. - Studio degli effetti dell'attività subacquea nell'Area Marina Protetta "Plemmirio" .....	318
PATICCHIO N., BARANI P., CRISCOLI A., BELLUSCIO A., ARDIZZONE G.D. - Due indici per la valutazione dello stato di conservazione di <i>Posidonia oceanica</i> : quale usare?.....	320

RENDE F., BACCI T., PENNA M., TRABUCCO B., GIOVANARDI F., CICERO A.M. - WFD 2000/60/EC: <i>Posidonia oceanica</i> meadows in the evaluation of ecological status of the Italian coastal waters.....	322
RIZZO G., CERNIGAI F., MARČETA T., BRESSAN M., MARIN M.G. - Aspetti fisiologici e riproduttivi in <i>Chamelea gallina</i> come contributo alla gestione della risorsa nel nord Adriatico.....	324
VISCONTI V., GIACALONE V.M., BADALAMENTI F., DI STEFANO G., PIPITONE C., SACCO F., VEGA FERNANDEZ T., D'ANNA G. - Attività giornaliera e home range del sarago maggiore <i>Diplodus sargus sargus</i> (Linnaeus, 1758) nel Golfo di Castellammare (Sicilia NO).....	326
 <i>Poster del Comitato Necton e Pesca</i>	
BATTISTA D., CAPEZZUTO F., INDENNIDATE A., PANZA M., MAIORANO P. - Variazioni temporali nell'abbondanza della teutofauna del Mar Ionio nord-occidentale .....	330
BITTAU L., MANCONI R. - Il Canyon di Caprera: un hot spot di cetacei nel Mar Tirreno centrale?.....	332
BONOMO F., BATTAGLIA P., ESPOSITO V., PERZIA P., ANDALORO F., ROMEO T. - Trend di catture di specie pelagiche nella tonnara del Tono di Milazzo dal 1906 al 1963 .....	334
CANNAS R., FERRARA G., MARCIAS S., MELIS R., PICCINETTI C., CAU A., ADDIS P., TINTI F. - Spatio-temporal genetic analysis of bluefin tuna, <i>Thunnus thynnus</i> L., caught by the Sardinian traps.....	336
FERNÁNDEZ M.V., MALTAGLIATI F., PANNACCIULLI F.G., ROLDÁN M.I. - Assenza di struttura genetica su ampia scala spaziale in <i>Aristaeomorpha foliacea</i> (Crustacea, Aristeidae).....	338
GANCITANO V., ANASTASI G., GIUSTO G.B., GRISTINA M., INGRANDE G., SINACORI G., FIORENTINO F. - Analisi di coorte del gambero rosa, <i>Parapenaeus longirostris</i> (Lucas, 1846) (Crustacea; Decapoda) nello Stretto di Sicilia: confronto tra dati di cattura e di sbarcato.....	340
GANCITANO V., BADALUCCO C., CUSUMANO S., GANCITANO S., GAROFALO G., RIZZO P., SIELI G., FIORENTINO F. - Age cohort analysis of Common pandora, <i>Pagellus erythrinus</i> (L., 1758) (Pisces: Sparidae), in the Strait of Sicily .....	342
GARIBALDI F., LANTERI L., PASTORINO S. - Osservazioni sul pesce flauto, <i>Fistularia commersonii</i> Ruppel, 1838, in Mar Ligure .....	344
GASTONI A., MULAS A., PORCU C., CABIDDU S. - Trophic habits of the blackbelly rockfish, <i>Helicolenus dactylopterus</i> (Osteichthyes, Scorpaeniformes) in the Sardinian Channel .....	346

LANTERI L., GARIBALDI F., MANNINI A., FRANCO A., FELETTI M., IERARDI S., RELINI G. - Catture per unità di sforzo della pesca con la sciabica da natante in Liguria nella stagione 2009-2010.....	348
MINERVA M., CARLUCCI R., GIOVE A., MAIORANO P., TURSI A. - The increase in some demersal resources in the North western Ionian Sea could be a positive effect of the decrease in fishing effort....	350
MUNTONI M., FRONGIA C., MURENU M. - Primo rinvenimento di post larve di <i>Epinephelus marginatus</i> (Lowe, 1834) nel Mar Mediterraneo .....	352
MUNTONI M., MURENU M. - Cattura occasionale di ceca di <i>Anguilla anguilla</i> (Linneo, 1789) nei mari sardi.....	354
MURENU M., MUNTONI M. - Light trap: prime sperimentazioni per la cattura di post-larve di teleostei nei mari italiani.....	356
PALMAS F., GASTONI A., PENDUGIU A.A., PESCI P., SABATINI A. - Risultati preliminari sulle associazioni demersali nel canyon di Spartivento (Sardegna meridionale).....	358
PALMAS F., OLITA A., PENDUGIU A.A., BRAMBILLA W., SABATINI A. - Un metodo per l'acquisizione dei dati oceanografici durante l'attività di pesca a strascico .....	360
SACCO F., GIACALONE V.M., BADALAMENTI F., COPPOLA M., DI STEFANO G., PIPITONE C., VEGA FERNANDEZ T., VISCONTI V., D'ANNA G. - Studio degli spostamenti riproduttivi del sarago maggiore, <i>Diplodus sargus sargus</i> (Linnaeus, 1758), nel Golfo di Castellammare (Sicilia NO).....	362
SACCO F., MARCIAS S., DEIANA A.M., CANNAS R. - Population genetics of the red and blue shrimp <i>Aristeus antennatus</i> in the western Mediterranean Sea.....	364
SCUDERI A., MANCUSI C., PEDÀ C., ROMEO T., TARGUSI M., VOLIANI A. - Confronto della dieta di <i>Stenella coeruleoalba</i> e <i>Tursiops truncatus</i> (Cetartiodactyla: Delphinidae) negli individui spiaggiati sulle coste dell'Arcipelago Toscano .....	366
 <b>Poster del Comitato Plancton</b>	
CARUSO G. - Attività enzimatica microbica nel Tirreno centro-meridionale (stazione VTM, progetto V.E.C.T.O.R.).....	370
FACCA C., SOCAL G., BERNARDI AUBRY F., SFRISO A., ACRI F., BIANCHI F., PONIS E. - Il fitoplancton come elemento di qualità biologica ai fini dell'implementazione della Water Framework Directive (WFD, CE 2000/60) per le acque di transizione.....	372
GALLUZZI L., CEGNA A., CASABIANCA S., PENNA A., SAUNDERS N., MAGNANI M. - Monitoraggio di dinoflagellate tossiche con tecnologia microarray .....	374

**Poster della Sessione Vari**

ADDIS A., FABIANO F., DELOGU V., CARCUPINO M. - Reproductive system of <i>Ligitiella magdalenina</i> (Crustacea, Cephalocarida).....	378
CAVALLO R.A., ACQUAVIVA M.I., LO NOCE R., STABILI L., NARRACCI M. - Vibrionaceae e indicatori di contaminazione fecale nel Mar Piccolo di Taranto: tre anni di campionamento.....	380
CUMANI F., BRADASSI F., VITA F., DI PASCOLI A., BRESSAN G. - Effetti dell' <i>ocean acidification</i> sulla calcificazione delle prime fasi di sviluppo di <i>Lithophyllum incrustans</i> Philippi (Corallinaceae, Rhodophyta): primi risultati.....	382
FLORIS R., MANCA S., MURA L., CANNAS A., FOIS N. - Genetic characterization of the intestinal microflora of gilthead sea bream ( <i>Sparus aurata</i> L.) from Tortoli lagoon (eastern Sardinia, Italy).....	384
GUERRIERO G., DI FINIZIO A., TROCCHIA S., ELNWISHY N.H., CIARCIA G. - Juvenile blue fish: species discrimination by PCR-RFLP.....	386
LEDDA F.D., RAMOINO P., FERRANDO S., GALLUS L., BIANCHINI P., DIASPRO A., MANCONI R. - Biomonitoring of coastal areas: Cadmium effect on cytoskeleton of the calcisponge <i>Clathrina clathrus</i> .....	388
PAIS A., SABA S., RUBATTU R., MELONI G., MONTISCI S. - Proximate composition of edible sea urchin <i>Paracentrotus lividus</i> roe commercialised in Sardinia.....	390
RIA M., CARUSO C., DE PIRRO M., GIANNELLI G., GUIDUCCI S., MESCHINI P., PAPETTI L., RICEVUTO E. - Spiaggiamenti e catture accidentali di tartarughe marine in Toscana: resoconto delle attività della Rete Regionale.....	392
TRICARICO S., BARBAGLIO A., BURLINI N., DEL GIACCO L., BONASORO F., CANDIA CARNEVALI M.D. - Echinoderms: new stars of the biomimetic approach.....	394
UGOLINI A., UNGHERESE G. - Ingestione di microplastica da parte di anfipodi sopralitorali.....	396

A. LUGLIÈ, C.T. SATTA, S. PULINA, A.M. BAZZONI, B.M. PADEDDA, N. SECHI

Dipartimento di Scienze Botaniche, Ecologiche e Geologiche (DiSBEG), Università di Sassari,  
Via Piandanna, 4 - 07100 Sassari, Italia.  
luglie@uniss.it

## LE PROBLEMATICHE DEGLI HARMFUL ALGAL BLOOMS (HABs) IN SARDEGNA

### *HARMFUL ALGAL BLOOMS IN SARDINIA*

**Abstract** - Harmful Algal Blooms are events that produce damage to the environment and/or risk to the health of humans and aquatic life. A part of the responsible species acts through toxins whereas other no toxic species can grow to high biomass, causing different consequences. The different typologies of HABs is signalled also along Sardinian coast. Indications on specific events are reported.

**Key-words:** red tides, algal blooms, poisonous organisms, Alexandrium.

**Inquadramento generale** - La capacità naturale delle microalghe planctoniche di dar luogo ad intensi sviluppi è normalmente considerata benefica per le produzioni secondarie, sia in ambiente naturale che negli allevamenti, tanto che il fitoplancton, per il ruolo svolto rispetto alle catene alimentari acquatiche, è considerato come il corrispondente dell'erba dell'ambiente terrestre (Reynolds, 2007). Tuttavia, il fitoplancton può avere degli sviluppi con effetti nocivi, soprattutto per gli interessi dell'uomo. Queste fioriture, conosciute nel loro insieme come Harmful Algal Blooms (HABs), sono eventi che in natura si verificano da sempre (Hallegraeff, 2003) ma, negli ultimi decenni, in relazione all'incremento delle loro segnalazioni ed alle diverse tipologie di danni causati, hanno fortemente attirato l'attenzione del mondo scientifico.

Le modificazioni dello stato trofico, dovute alle pressioni antropiche esercitate direttamente sugli ecosistemi marini costieri e indirettamente, attraverso l'uso dei territori dei bacini idrografici, aiutano a spiegare, almeno in parte, l'espansione degli HABs. Recentemente è stato raggiunto un consenso scientifico sul ruolo favorente svolto dall'eutrofizzazione e/o dal cambiamento dei rapporti stechiometrici dei nutrienti (Anderson *et al.*, 2002; Heisler *et al.*, 2008), così come dalle modificazioni dell'idrodinamismo nei sistemi costieri, in particolare con la creazione di aree di confinamento (Vila *et al.*, 2001; Masò e Garcés, 2006). L'espansione degli HABs viene indicata come connessa anche con altri fattori, come l'introduzione di nuove specie in un'area geografica (anche con la mediazione dell'uomo; Hallegraeff e Bolch, 1992), il sovrasfruttamento delle risorse marine, soprattutto con la pesca (Vasas *et al.*, 2001; Walsh *et al.*, 2011), ed i possibili effetti dei cambiamenti climatici indotti dalle attività umane (Hallegraeff, 2010).

Dell'incremento degli HABs sembrerebbero quindi responsabili più cause, capaci di agire contemporaneamente, ed i cui singoli effetti sono difficilmente distinguibili l'uno dall'altro. Ma l'incremento degli HABs potrebbe essere in gran parte anche il risultato dell'intensificazione del monitoraggio e del maggior interesse scientifico che parallelamente si è sviluppato a livello mondiale, con l'aumento delle conoscenze, delle capacità di studio e, conseguentemente, anche delle segnalazioni (Zingone, 2010).

Gli HABs coinvolgono circa il 7% delle specie marine conosciute, indicate per questo come Harmful Algal Species (HAS). Le HAS hanno, in prevalenza, l'organizzazione della cellula flagellata (90%) e appartengono in maggioranza (75%) alle Dinophyceae (Smayda, 1997). Di tutte le HAS, il 40% è capace di

produrre tossine e di provocare differenti sindromi associate ad una varietà di disturbi neurologici e/o intestinali negli esseri umani dopo il consumo di organismi contaminati (tra i quali molluschi bivalvi, gasteropodi, crostacei, pesci; Zingone e Enevoldsen, 2000). Le sindromi, in rapporto alle tossine coinvolte, possono essere, in alcuni casi, fatali. Ogni anno, a causa degli HABs, sono riportati oltre 60.000 casi di avvelenamento a livello mondiale (Van Dolah *et al.*, 2001). Altre specie algali possono causare problemi respiratori e irritazioni per effetto dell'aerosol contenente le sostanze tossiche, o per la presenza nell'aria di cellule algali o loro pezzi (Sansoni *et al.*, 2003).

Le conseguenze degli HABs si manifestano anche con danni agli ecosistemi, con riduzione della biodiversità ed alterazione delle funzioni, poiché le HAS tossiche possono essere responsabili di massicce morie di pesci, sia in condizioni d'allevamento che in natura, e di episodi di mortalità di mammiferi marini, uccelli e altri organismi acquatici (Landsberg, 2002; Landsberg *et al.*, 2009). Alcune HAS non tossiche, indicate come "noxious" o "nuisance", sono invece capaci di sviluppare biomasse tanto elevate da provocare drammatiche riduzioni dell'ossigeno, produzione di mucillagini, occlusione o lesioni delle branchie con spine ed altri processi cellulari, provocando estese morie. Anche lo stesso ombreggiamento del fondo, dovuto a fioriture prolungate ad elevata densità cellulare, può seriamente influenzare la vegetazione bentonica e l'insieme delle componenti biologiche a questa legate, causando sia gravi perdite economiche che danni all'ambiente (Gobler *et al.*, 2005). Le HAS possono compromettere anche il carattere estetico del paesaggio, con la produzione di mucillagini, di schiume e con intense modificazioni del colore dell'acqua (discolorazioni) (Zingone e Enevoldsen, 2000), con conseguenze gravi in aree costiere ad intensa fruizione turistica (Garcès *et al.*, 1999; Giacobbe *et al.*, 2007). È possibile che l'impatto degli HABs sugli ecosistemi sia sottostimato, perché è spesso difficile collegare, in termini di causa-effetto, l'impatto con la fioritura, in particolare quando nell'ambiente non sia presente un piano di monitoraggio orientato in tal senso. Anche la valutazione dei danni ed il risarcimento economico per i settori colpiti, di conseguenza, sono spesso difficili.

Negli ultimi quarant'anni, gli HABs sono diventati un fenomeno piuttosto diffuso nel Mar Mediterraneo (Zingone, 2010), con casi documentati per le diverse tipologie d'impatto. È probabile che il primo evento documentato in Sardegna sia stato quello del settembre 1985 nel Golfo di Olbia (Sechi *et al.*, 1987), quando un'intensa fioritura di dinoflagellati, riportati come *Gymnodinium* spp. (con densità sino a  $60 \times 10^6$  cell. l<sup>-1</sup>), era stata accompagnata da una moria di pesci e molluschi eduli lamelibranchi allevati nell'area. I controlli svolti dall'Istituto Superiore di Sanità avevano accertato l'assenza di tossine algali e si era supposto che la moria fosse la conseguenza di un'azione indiretta dello sviluppo algale, responsabile delle condizioni anossiche, e, a sua volta, espressione dell'elevata eutrofia dell'area.

In realtà, le teorie sugli HABs elaborate a livello globale derivano dall'analisi complessiva di dati rilevati su scala locale; questi rappresentano quindi la base di partenza indispensabile per la formulazione di nuove ipotesi che, proiettate su dimensioni spaziali e temporali più ampie, necessitano delle successive verifiche, ancora una volta, attraverso la raccolta di dati alla scala locale. In quest'ottica, questa relazione riporta l'analisi di casi di studio di HABs che si sono verificati in Sardegna, con particolare riferimento agli impatti prodotti da specie del genere *Alexandrium* in aree di mitilicoltura. I dati riportati derivano da attività di ricerca condotte nell'ambito di progetti nazionale ed europei (Strategy e SEED) oltre che regionali, e da attività di monitoraggio svolte su incarico di enti nazionali e locali.

**Casi di studio** - Un primo quadro sulla presenza di dinoflagellati potenzialmente tossici nelle aree di mitilicoltura della Sardegna, ottenuto con un'indagine svolta su un ciclo annuale (tra il 1992 ed il 1993), aveva evidenziato la presenza di un ridotto numero di specie problematiche nelle diverse aree di controllo (Sannio *et al.*, 1997). Con il passare degli anni e con l'aumentare delle aree, la lista delle specie potenzialmente tossiche si è notevolmente allungata. A titolo esemplificativo, nella Tab. 1 sono state riportate le segnalazioni relative alle specie potenzialmente tossiche dei soli generi *Dinophysis*, *Phalacroma* e *Prorocentrum* dal 1992 al 2010. Tra le aree di mitilicoltura della Sardegna, il Golfo di Olbia, che è anche la sede più importante di produzione su scala regionale, è risultato negli anni il sito maggiormente interessato dalla presenza di specie potenzialmente tossiche.

Tab. 1 - Specie potenzialmente tossiche dei generi *Dinophysis*, *Phalacroma* e *Prorocentrum* osservate (spazi in grigio) nelle aree di mitilicoltura della Sardegna dal 1992 al 2010.

List of the potentially toxic species of the genera *Dinophysis*, *Phalacroma* and *Prorocentrum* observed (grey spaces) in shellfish farming areas of Sardinia from 1992 to 2010.

Specie	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
<i>Dinophysis</i> cf. <i>acuminata</i> Clapeyron & Lachmann																			
<i>Dinophysis</i> <i>acuta</i> Ehrenberg																			
<i>Dinophysis</i> <i>caudata</i> Seville-Kent																			
<i>Dinophysis</i> <i>fortii</i> Puvion																			
<i>Dinophysis</i> <i>rapa</i> (Stein) Balech																			
<i>Dinophysis</i> <i>sacculus</i> Stein																			
<i>Dinophysis</i> <i>sphaerica</i> Stein																			
<i>Dinophysis</i> <i>tripos</i> Grunert																			
<i>Phalacroma</i> <i>nitra</i> F.Schitt																			
<i>Phalacroma</i> <i>rotundatum</i> (Clapeyron & Lachmann) Kofoid & Michener																			
<i>Prorocentrum</i> <i>belazanum</i> Faust																			
<i>Prorocentrum</i> <i>limna</i> (Ehrenberg) Stein																			
<i>Prorocentrum</i> <i>mexicanum</i> Coorio-Tafall																			
<i>Prorocentrum</i> <i>micans</i> Ehrenberg																			
<i>Prorocentrum</i> <i>minimum</i> (Pavillard, 1916) Schiller																			
<b>N° aree di controllo</b>	8	8	6	9	8	9	12	12	12	12	14	14	16	16	18	20	20	20	20

Nonostante il genere *Dinophysis* sia stato quello più diffuso e frequentemente riportato, le fioriture più problematiche sono state causate da specie del genere *Alexandrium*. Questo appartiene all'ordine Gonyaulacales della classe delle Dinophyceae e comprende circa 40 specie diffuse in tutto il mondo, molte delle quali possono provocare l'avvelenamento paralizzante da molluschi (Paralytic Shellfish Poisoning, PSP). Il Mediterraneo sembra essere una regione molto ricca di specie di *Alexandrium* (Fraga *et al.*, 2004), probabilmente anche per l'intensità degli studi svolti (Penna *et al.*, 2008). Nel Golfo di Olbia, specie del genere *Alexandrium* hanno provocato dei veri e propri HABs, con positività PSP nei mitili ( $>800 \mu\text{g STXeq kg}^{-1}$  p.e.; Milandri *et al.*, 2008) nel 2002 e nel 2003 (Tab. 2). Le specie responsabili sono state *Alexandrium catenella* (Whendon e Kofoid) Balech ed *A. minutum* Halim (Lugliè *et al.*, 2004; Milandri *et al.*, 2008). Le positività hanno provocato allarme sanitario e conseguenze economiche, con il blocco della raccolta e commercializzazione dei molluschi. Dal 2003 nessun altro caso di contaminazione PSP si è verificato ad Olbia, nonostante le stesse specie di *Alexandrium* siano state osservate negli anni successivi anche con densità paragonabili a quelle dei periodi di positività, in

Tab. 2 - Eventi di positività per tossine microalgali in aree di mitilicoltura della Sardegna dal 1992 al 2010.

*Toxic HABs in shellfish farming areas of Sardinia from 1992 to 2010.*

Positività	Periodo	Località	Specie
DSP	giugno 2002	Santa Gilla	-
	settembre-ottobre 2002	Santa Gilla	<i>Dinophysis sacculus</i> , <i>D. caudata</i>
	gennaio 2003	Feraxi	<i>Dinophysis fortii</i>
PSP	maggio-giugno 2002	Olbia	<i>Alexandrium catenella</i> , <i>A. minutum</i>
	aprile-maggio 2003		<i>Alexandrium catenella</i> , <i>A. minutum</i>
	gennaio 2005	Cugnana	<i>Alexandrium catenella</i> , <i>A. minutum</i>
	dicembre 2008		<i>Alexandrium minutum</i>
	novembre 2006	Oristano	<i>Alexandrium catenella</i> , <i>A. minutum</i>
	ottobre-novembre 2008		<i>Alexandrium catenella</i> , <i>A. minutum</i>
dicembre 2008	Porto Pozzo	<i>Alexandrium minutum</i>	
febbraio 2009		<i>Alexandrium minutum</i>	

particolare nel 2004 (Fig. 1). Al contrario, eventi di positività PSP si sono verificati, con una notevole frequenza, negli anni successivi in altre aree di mitilicoltura lungo le coste dell'isola (Tab. 2).

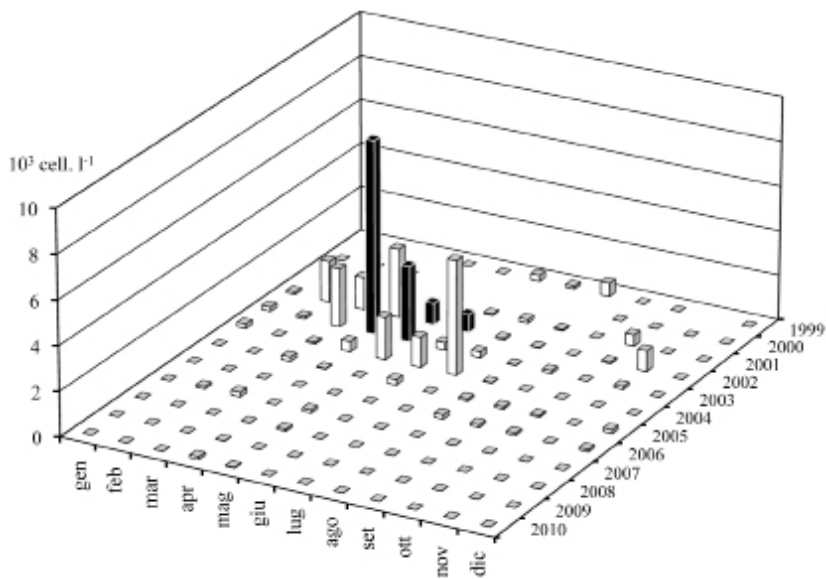


Fig. 1 - Dinamica pluriennale delle specie di *Alexandrium* in due stazioni di controllo nel Golfo di Olbia. Le colonne in nero indicano i periodi di positività PSP nei mitili (>800 µg STXeq kg<sup>-1</sup> p.e.).

*Pluriannual dynamic of Alexandrium species at two control stations in the Gulf of Olbia. Black columns indicate PSP positivities in farmed mussels (>800 µg STXeq kg<sup>-1</sup> s.m.).*

In meno di 10 anni si sono quindi verificati ben otto eventi di contaminazione PSP nelle aree di mitilicoltura della Sardegna, con chiusura degli impianti e blocco della commercializzazione. L'alta frequenza delle positività è stata accompagnata da



un rapido ampliamento sia delle aree interessate dalla problematica che dei periodi dell'anno in cui questi si sono verificati, con una stagionalità che sembra soprattutto "sito-dipendente" (Fig. 2).

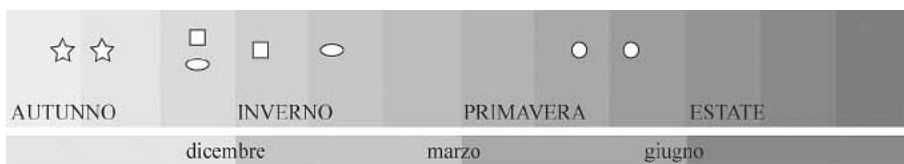


Fig. 2 - Stagionalità degli eventi di positività PSP nei mitili (>800 µg STXeq kg<sup>-1</sup> p.e.) nelle aree di mitilicoltura della Sardegna (stella = Oristano; quadrato = Cugnana; ovale = Porto Pozzo; cerchio = Olbia).

Seasonality of PSP events in mussel farming areas along Sardinian coastline (>800 µg STXeq kg<sup>-1</sup> s.m.) (star = Oristano; square = Cugnana; ellipse = Porto Pozzo; circle = Olbia).

Le densità cellulari di *Alexandrium* species nei campioni di fitoplancton analizzati nei periodi interessati dalle positività sono state per lo più minori di 500 cell. l<sup>-1</sup> (Fig. 3), indicando chiaramente come la possibilità di provocare danni da parte delle HAS non sia per forza legata ad elevate densità. D'altra parte è vero che quel che si trova in termini di densità algale nei campioni d'acqua analizzati è anche il risultato di quel che resta dall'azione di pascolo, quindi di quel che già è stato filtrato: i mitili possono essere positivi e contemporaneamente non essere presenti le cellule delle specie tossiche in densità elevate, perché anche la filtrazione può aver portato ad una loro riduzione nell'ambiente ed al contemporaneo accumulo delle tossine nei tessuti.

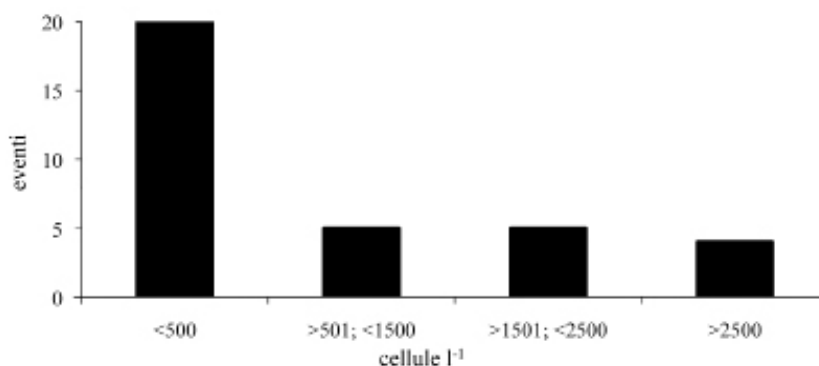


Fig. 3 - Classi di abbondanza cellulare di specie del genere *Alexandrium* nei campioni di fitoplancton corrispondenti ai periodi interessati dalle positività PSP nei mitili (>800 µg STXeq kg<sup>-1</sup> p.e.).

Cell density classes of *Alexandrium* species in the samples analysed during PSP events (>800 µg STXeq kg<sup>-1</sup> s.m.).

Le tendenze riscontrate, senza confronto su scala nazionale, evidenziano la reale necessità di un miglioramento delle capacità predittive per le fioriture, in particolare, di *A. catenella* e di *A. minutum* nelle aree di mitilicoltura, attraverso specifici programmi di studio che proiettino la scala regionale in un ambito comparativo più ampio, sia all'interno che all'esterno dell'area mediterranea. L'obiettivo deve essere

quello di superare la semplice sorveglianza sanitaria e la gestione delle eventuali emergenze, mirando ad un'approfondita conoscenza e comprensione delle dinamiche ecosistemiche e della biologia delle specie che favoriscono e consentono l'insorgenza di queste fioriture.

**Conclusioni** - L'esempio riportato è solo una delle numerose sfaccettature con cui la problematica HABs può presentarsi. La Fig. 4 offre una sintesi delle diverse tipologie documentate negli ambienti marini costieri sardi ed indica una presenza non rara di HAS, con effetti anche gravi ma, in molti casi, ancora poco indagati (Satta *et al.*, 2010). Esiste la necessità di ampliare le informazioni di base sulle specie e sulle loro fioriture, così come quella dello sviluppo di strategie innovative di monitoraggio per ridurre l'impatto degli HABs sulla salute pubblica, sulle attività economiche e sugli ecosistemi.

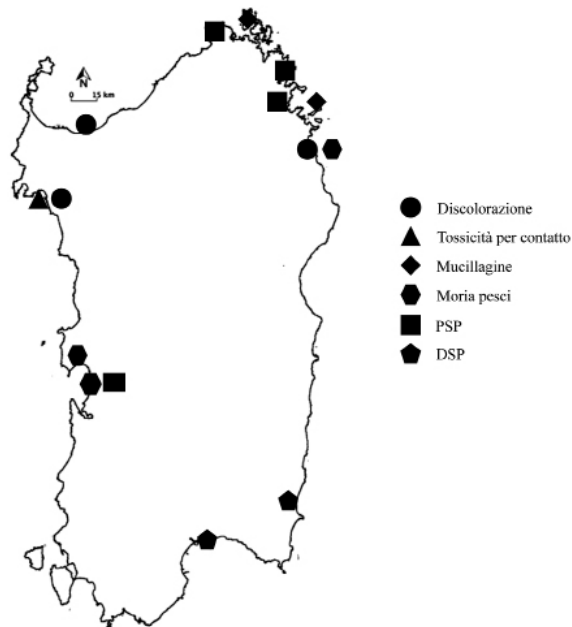


Fig. 4 - Casi accertati di impatti di HABs lungo le coste sarde.  
*Ascertained cases of HAB impacts along the Sardinian coast.*

### Bibliografia

- ANDERSON D.M., GLIBERT P.M., BURKHOLDER J.M. (2002) - Harmful algal blooms and eutrophication: nutrient sources, composition, and consequences. *Estuaries*, **25** (4b): 562-584.
- FRAGA S., BRAVO I., GONZALES R., SAMPEDRO N., GARCÉS E., VILA M., CAMP J., MASÓ M., GIACOBBE M.G., LUGLIÈ A., GOTSIS-SKRETAS O. (2004) - Diversity of the Dinoflagellate genus *Alexandrium* in the Mediterranean Sea. *Rapp. Comm. Int. Mer Médit.*, **37**: 358.
- GARCÉS E., MASÓ M., CAMP J. (1999) - A recurrent and localized dinoflagellate bloom in a Mediterranean beach. *J. Plankton Res.*, **24**: 2373-2391.
- GIACOBBE M.G., PENNA A., GANGEMI E., MASÓ M., GARCÉS E., FRAGA S., BRAVO I., AZZARO F., PENNA N. (2007) - Recurrent high-biomass blooms of *Alexandrium taylorii* (Dinophyceae), a HAB species expanding in the Mediterranean. *Hydrobiologia*, **580**: 125-133.

- GOBLER C.J., LONSDALE D.J., BOYER G.L. (2005) - A synthesis and review of causes and impact of harmful brown tide blooms caused by the alga, *Aureococcus anophagefferens*. *Estuaries*, **28** (5): 726-749.
- HALLEGRAEFF G.M. (2003) - Harmful Algal Blooms: a global overview. In: Hallegraeff G.M., Anderson D.M., Cembella A.D. (eds), *Manual on Harmful Marine Microalgae*. UNESCO Publishing, France: 25-50.
- HALLEGRAEFF G.M. (2010) - Ocean climate change, phytoplankton community responses, and Harmful Algal Blooms: a formidable predictive challenge. *J. Phycol.*, **46**: 220-235.
- HALLEGRAEFF G.M., BOLCH C.J. (1992) - Transport of diatom and dinoflagellate resting spores via ship's ballast water: Implications for plankton biogeography and aquaculture. *Journal of Plankton Research*, **14**: 1067-1084.
- HEISLER J., GLIBERT P.M., BURKHOLDER J.M., ANDERSON D.M., COCHLAN W., DENNISON W.C., DORTCH Q., GOBLER C.J., HEIL C.A., HUMPHRIES E., LEWITUS A., MAGNIEN R., MARSHALL H.G., SELNER K., STOCKWELL D.A., STOECKER D.K., SUDDLESON M. (2008) - Eutrophication and harmful algal blooms: a scientific consensus. *Harmful Algae*, **8**: 3-13.
- IOC-UNESCO Taxonomic Reference List of Harmful Micro Algae at <http://www.marinespecies.org/hab/aphia.php?p=taxdetails&id=246590>.
- LANDSBERG J.H. (2002) - The effect of Harmful Algal Blooms on aquatic organism. *Reviews in Fisheries Sciences*, **10** (2): 113-390.
- LANDSBERG J.H., FLEWELLING L.J., NAAR J. (2009) - *Karenia brevis* red tides, brevetoxins in the food web, and impacts on natural resources: Decadal advancements. *Harmful Algae*, **8**: 598-607.
- LUGLIÈ A., GIACOBBE M.G., FIOCCA F., SANNIO A., SECHI N. (2004) - The geographical distribution of *Alexandrium catenella* is extending to Italy! First evidences from the Tyrrhenian Sea. In: Steidinger K.A., Landsberg J.H., Tomas C.R., Vargo G.A. (eds), *Harmful Algae 2002*. Florida Fish and Wildlife Conservation Commission, Florida Institute of Oceanography, and Intergovernmental Oceanographic Commission of UNESCO, St. Petersburg, Florida, USA: 329-331.
- MASÒ M., GARCÉS E. (2006) - Harmful microalgae blooms (HAB); problematic and conditions that induce them. *Marine Pollution Bulletin*, **53**: 620-630.
- MILANDRI A., CANGINI M., COSTA A., GIACOBBE M.G., POLETTI R., POMPEI M., RICCARDI E., RUBINI S., VIRGILIO S., PIGOZZI S. (2008) - Caratterizzazione delle tossine PSP (Paralytic Shellfish Poisoning) in mitili raccolti in differenti aree marine italiane. *Biol. Mar. Mediterr.*, **15** (1): 38-41.
- PENNA A., FRAGA S., MASÒ M., GIACOBBE M.G., BRAVO I., GARCÉS E., VILA M., BERTOZZINI E., ANDREONI F., LUGLIÈ A., VERNESI C. (2008) - Phylogenetic relationships among the Mediterranean *Alexandrium* (Dinophyceae) species based on sequences of 5.8S gene and Internal Transcript Spacers of the rRNA operon. *European Journal of Phycology*, **43** (2): 163-178.
- REYNOLDS C. (2007) - Chapter 8. Phytoplankton ecology and aquatic ecosystems mechanisms and management. In: *Ecology of phytoplankton*. Cambridge University Press, Cambridge: 387-436.
- SANNIO A., LUGLIÈ A., SECHI N. (1997) - Potentially toxic dinoflagellates in Sardinia. *Plant Biosystems*, **131** (1): 73-78.
- SANSONI G., BORGHINI B., CAMICI G., CASOTTI M., RIGHINI P., RUSTIGHI C. (2003) - Fioriture algali di *Ostreopsis ovata* (Gonyaulacales: Dinophyceae): un problema emergente. *Biol. Amb.*, **17**: 17-23.
- SATTA C.T., PULINA S., PADEDDA B.M., PENNA A., SECHI N., LUGLIÈ A. (2010) - Water discoloration events caused by the harmful dinoflagellate *Alexandrium taylorii* Balech in a new beach of the Western Mediterranean Sea (Platamona beach, North Sardinia). *Advances in Oceanography and Limnology*, **1** (2): 259-269.
- SECHI N., VOLTERRA L., AULICINO F.A., BONADONNA L., BAGELLA G., D'AMADDIO P., MURESU M.C., SOGGIA G. (1987) - Un caso di eutrofizzazione nel Golfo di Olbia. *L'Igiene Moderna*, **88**: 126-136.
- SMAYDA T.J. (1997) - Harmful algal blooms: Their ecophysiology and general relevance to phytoplankton blooms in the sea. *Limnology & Oceanography*, **42**: 1137-1153.

- VAN DOLAH F.M., ROELKE D., GREENE R.M. (2001) - Health and ecological impacts of harmful algal blooms: Risk assessment needs. *Human and Ecological Risk Assessment*, **7**: 1329-1345.
- VASAS V., LANCELOT C., ROUSSEAU V., JORDAN F. (2001) - Eutrophication and overfishing in temperate nearshore pelagic food webs: a network perspective. *Marine Ecology - Progress Series*, **336**: 1-14.
- VILA M., CAMP J., GARCÉS E., MASÒ M., DELGADO M. (2001) - High resolution spatio-temporal detection of potentially harmful dinoflagellates in confined waters of the NW Mediterranean. *Journal of Plankton Research*, **23** (5): 497-514.
- WALSH J.J., TOMAS C.R., STEIDINGER K.A., LENES J.M., CHEN F.R., WEISBERG R.H., ZHENG L., LANDSBERG J.H., VARGO G.A., HEIL C.A. (2011) - Imprudent fishing harvests and consequent trophic cascades on the West Florida shelf over the last half century: A harbinger of increased human deaths from paralytic shellfish poisoning along the south eastern United States, in response to oligotrophication? *Continental Shelf Research*, **31**: 891-911.
- ZINGONE A. (2010) - Harmful Algal Blooms in the Mediterranean: an historical overview. In: Briand F. (ed), *Phytoplankton responses to Mediterranean environmental changes*. CIESM Workshop Monographs n. 40, Monaco: 19-24.
- ZINGONE A., ENEVOLDSEN O.H. (2000) - The diversity of harmful algal bloom: a challenge for science and management. *Ocean Coastal Management*, **43**: 725-748.



# **Tema 1**

## CONSERVAZIONE DELLA BIODIVERSITÀ MARINA E GESTIONE DELLE RISORSE

---

*Relazione Introduttiva*

A. CAU

Dipartimento di Scienze della Vita e dell'Ambiente, Università di Cagliari,  
Via Fiorelli, 1 - 09126 Cagliari, Italia.  
cau@unica.it

## VALORIZZAZIONE DELLA BIODIVERSITÀ DEI MARI DELLA SARDEGNA PER FINI PRODUTTIVI: UN APPROCCIO MULTI-DISCIPLINARE INTEGRATO

### *VALORIZATION OF THE BIODIVERSITY IN THE SARDINIAN SEAS FOR PRODUCTIVE PURPOSES: A MULTI-TASKING INTEGRATED APPROACH*

**Abstract** - *After a review on the state of marine biodiversity at the global and Mediterranean level, original results of a research project in Sardinia are reported. The integration of biological research, ecological and genetic data makes possible to extract useful information to design productive planes of a marine species.*

**Key-words:** *biodiversity, Sardinian waters, multidisciplinary study.*

**2010: non un punto di arrivo ma un punto di partenza** - Nell'Aprile 2002 gli stati membri della Convenzione sulla Diversità Biologica (CBD) hanno concordato di porsi come obiettivo, successivamente fatto proprio dalla Assemblea Generale delle Nazioni Unite, il rallentamento della perdita della biodiversità entro il 2010. L'Unione Europea, più ambiziosamente, ha dichiarato di voler fermare questa erosione (EEA, 2009).

Successivamente al 2002, sono state organizzate una serie di iniziative e azioni concrete culminate con la proclamazione, da parte delle Nazioni Unite, del 2010 come anno mondiale della biodiversità. La data è ormai trascorsa; nel complesso gli sforzi profusi non sembrerebbero aver portato a risultati tangibili: il decadimento della biodiversità continua e le pressioni a cui è soggetta sembrano diventare più forti invece che diminuire (Leadley *et al.*, 2010).

Non tutto è però da vedere in luce negativa: una lettura di questo tipo sarebbe molto miope. Il principale successo è che il mondo si è messo in movimento, con una capillare e convinta mobilitazione. In altre parole quello che è avvenuto è un investimento fondamentale per il futuro (Barbault, 2011). Lo stesso slogan e gli stessi obiettivi del 2010 sono stati posticipati, fissando la nuova scadenza al 2020, un impegno che non possiamo più mancare.

**Stato della conoscenza sulla biodiversità marina mondiale** - Ad oggi dobbiamo scoprire e descrivere molta parte della biodiversità mondiale (Zhang, 2011), infatti abbiamo informazioni sul comportamento e l'ecologia di meno del 5% di tutte le specie animali identificate (Raven, 2004).

Negli ultimi anni il lavoro di studio è stato notevole, basti pensare che il numero di nuove specie animali descritte nel mondo e indicizzate nel Zoological Record ha fluttuato tra 14108 e 17820 per anno, rispettivamente nel 1978 e 2009. Il numero totale di nuove specie animali descritte nel 2010 non si conoscerà che tra 1-2 anni ma sarà probabilmente compreso tra 15000 e 20000 (Zhang, 2011).

Anche i taxa tradizionalmente più studiati presentano enormi lacune nella conoscenza. Eschmeyer *et al.* (2010) hanno fornito aggiornamenti sui pesci secondo i quali sarebbero state descritte circa 375 nuove specie. In particolare nel Catalog of Fishes sono incluse 16764 specie marine e si stima che esistano circa 5000 specie ancora da descrivere, pari al doppio delle specie descritte negli ultimi 19 anni (Eschmeyer *et al.*, 2010).

Per quanto riguarda più in generale gli oceani, le stime più recenti indicherebbero che i mari siano abitati approssimativamente da 230000-250000 specie (Costello *et al.*, 2010; Boeuf, 2011), solo il 13% delle specie conosciute (Bouchet, 2006).

Recenti programmi concertati a livello internazionale hanno fornito un nuovo impulso alla conoscenza. Ad esempio The Census of Marine Life ha raccolto i dati nella decade compresa tra il 2000 e il 2010 da 2770 scienziati appartenenti a più di 80 paesi (Alexander *et al.*, 2011). Ciononostante, rimangono ancora moltissime specie da campionare, identificare e descrivere (Costello *et al.*, 2010).

**Stato della conoscenza sulla biodiversità marina mediterranea** - Nuovi dati aggiornati sono stati presentati per l'intera biodiversità marina mediterranea (Coll *et al.*, 2010), includendo nelle stime informazioni su taxa meno cospicui, aggiornando le liste precedenti e incorporando per la prima volta dati su microbi e predatori d'apice. Questi studi riconfermano che il mare Mediterraneo è un hotspot di biodiversità: ospita approssimativamente 17000 specie con una media di endemismo pari al 20,2%. I risultati di Coll *et al.* aggiornano precedenti lavori, in cui la biodiversità era stimata nell'ordine di 8000-12000 specie (Fredj *et al.*, 1992; Bianchi e Morri, 2000). Il numero totale è cresciuto sostanzialmente, sia perché sono migliorati gli sforzi analitici e gli strumenti, sia per l'inclusione di taxa finora poco rappresentati, come invertebrati e protisti (Coll *et al.*, 2010).

In particolare, per quanto riguarda i mari italiani, dati aggiornati sulle specie si possono trovare nella Checklist curata dalla Società Italiana di Biologia Marina (Relini, 2008, 2010).

**Valorizzazione della biodiversità dei mari della Sardegna** - Come a livello mediterraneo ed italiano, anche per i mari sardi sono state stilate checklist che quantificano le specie presenti e descrivono la loro distribuzione e abbondanza (Relini, 2008, 2010). Tuttavia studiare la biodiversità è molto più che compilare un semplice catalogo di specie, si tratta di ricostruire un intero sistema di interazioni, network tra specie, ecosistemi e catene trofiche. Per raggiungere questi obiettivi possono essere utilizzati approcci molto diversi. Uno studio integrato, caratterizzato da ricerche interdisciplinari, dall'intersezione di varie discipline e dalla condivisione di tutte le informazioni potrebbe essere vincente. Ispirandosi a questo principio, nei mari sardi sono stati intrapresi dei progetti ed azioni mirati alla conservazione della biodiversità e alla sua valorizzazione in termini produttivi, proiettandoli in modo da realizzare l'integrazione tra studi biologici, ecologici e, laddove possibile, genetici, così da ricavare il maggior numero di informazioni utili a disegnare piani di valorizzazione di alcune specie.

Di seguito, a carattere esemplificativo viene illustrata l'azione integrata sviluppata nell'ambito del progetto di ripopolamento dell'aragosta rossa *Palinurus elephas* (Fabricius, 1787) nei mari sardi.

**Azioni di ripopolamento dell'aragosta rossa** - La crescente richiesta dell'aragosta rossa *Palinurus elephas*, registrata negli ultimi anni, oltre a generare un'impennata dei prezzi, ha portato negli anni ad un aumento progressivo dello sforzo di pesca con un netto incremento del prelievo. Nonostante la Sardegna rappresenti insieme alla Sicilia una delle regioni italiane a più alta produttività (Dati IREPA, 2007), le regolamentazioni gestionali attualmente vigenti non risultano più sufficienti a garantire uno sfruttamento razionale della risorsa.

Al fine di individuare forme innovative di gestione della fascia costiera, è stato disegnato un progetto mirato al ripopolamento attivo della specie. In una prima fase sono stati realizzati studi ecologici dai quali trarre indicazioni utili per



l'identificazione di siti idonei allo scopo. Acquisite tali conoscenze, si è passati alla fase sperimentale. Con il duplice obiettivo di apportare un incremento della biomassa commerciale dell'aragosta e sensibilizzare gli operatori della pesca a questa tipologia di iniziativa, nel 1998 è stata attivata l'area di ripopolamento di Su Pallosu (Sardegna centro occidentale). In tale area sono stati immessi, previa marcatura, individui di taglia inferiore a quella commerciale (24 cm LT). L'immissione di oltre 6000 esemplari marcati, effettuata tra il 1997 e il 2003 all'interno dell'area di tutela, a distanza di 12 anni, ha fatto registrare nell'area un repentino incremento della biomassa dell'aragosta che è risultata pari al 500% rispetto all'anno precedente alla messa in tutela dell'area. Questo potrebbe essere in parte dovuto al fatto che gli adulti sono altamente sedentari, come confermato dai dati di marcatura e ricattura registrati durante la sperimentazione. Il continuo spillover degli esemplari, prevalentemente giovanili, ha inoltre determinato un incremento della produttività anche nelle adiacenti zone commerciali di pesca (principalmente fino a circa 6 km dal centro dell'area) con un conseguente aumento del reddito degli operatori della pesca coinvolti nella iniziativa (Follesa *et al.*, 2010; Bevacqua *et al.*, 2010). Questa sperimentazione, una delle poche se non l'unica in Mediterraneo, rappresenta un modello non solo per i risultati scientifici ottenuti, ma anche per la collaborazione degli operatori della pesca che si sono rivelati attivi gestori dell'iniziativa. Considerando gli ottimi risultati, la Regione Autonoma della Sardegna nel 2009 ha deciso di estendere l'esperienza di ripopolamento in altre 5 zone (decreto n. 2069/DecA/84 dell'11 agosto 2009).

Nell'ambito di questo progetto, in concomitanza con la marcatura degli esemplari, si è realizzato il campionamento dei tessuti per analisi genetiche con l'obiettivo di caratterizzare le popolazioni e stimare la connettività tra queste. Al momento, dati preliminari hanno permesso di realizzare il confronto della variabilità genetica dei loci microsatelliti delle aree commerciali di Castelsardo (Sardegna nord-occidentale) e Buggerru (Sardegna sud-occidentale) con quella di ripopolamento di Su Pallosu. Le aragoste di quest'ultima zona hanno mostrato valori massimi di ricchezza allelica, mentre la più bassa variabilità è stata misurata nell'area su cui insiste la maggiore pressione di pesca (Castelsardo). Per l'area di Su Pallosu si è registrato, inoltre, un significativo incremento della variabilità genetica a distanza di 12 anni dalla sua istituzione (Babbucci *et al.*, 2010; Cannas *et al.*, 2011, dati non pubblicati), confermando l'efficacia del ripopolamento come misura di gestione per la valorizzazione e la conservazione, anche in termini genetici, della risorsa.

**Conclusioni** - Nell'ottica di un uso sostenibile a lungo termine delle risorse, il caso di studio presentato prevede scambi continui e una stretta collaborazione tra il mondo della ricerca, gli amministratori e gli operatori del settore, sia nella fase di progettazione che di realizzazione. La visione condivisa da tutti i ricercatori impegnati in questa ricerca è che l'accademia debba contribuire ad un concreto miglioramento della società e possa dare il suo apporto fattivo misurandosi con il territorio.

#### **Bibliografia**

- ALEXANDER V., MILOSLAVICH P., YARINCIK K. (2011) - The Census of Marine Life-evolution of worldwide marine biodiversity research. *Mar. Biodiv.*, doi 10.1007/s12526-011-0084-1.
- BABBUCCI M., BUCCOLI S., CAU A., CANNAS R., GOÑI R., DÍAZ D., MARCATO S., ZANE L., PATARNELLO T. (2010) - Population structure, demographic history, and selective processes: contrasting evidences from mitochondrial and nuclear markers in the European spiny lobster *Palinurus elephas* (Fabricius, 1787). *Mol. Phyl. Evol.*, **56**: 1040-1050.
- BARBAULT R. (2011) - 2010: A new beginning for biodiversity? *Comptes Rendus Biologies*, **334** (5-6): 483-488.

- BEVACQUA D., MELIÀ P., FOLLESA M.C., DE LEO G.A., GATTO M., CAU A. (2010) - Body growth and mortality of the spiny lobster *Palinurus elephas* within and outside a small marine protected area. *Fish. Res.*, **106**: 543-549.
- BIANCHI C.N., MORRI C. (2000) - Marine Biodiversity of the Mediterranean Sea: Situation, Problems and Prospects for Future Research. *Mar. Poll. Bull.*, **40**: 367-376.
- BOEUF G. (2011) - Marine biodiversity characteristics. *Comptes Rendus Biologies*, **334** (5-6): 435-440.
- BOUCHET P. (2006) - The magnitude of marine biodiversity. In: Duarte C.M. (ed), *The exploration of marine biodiversity: scientific and technologic challenges*. Fundacion BBVA, Bilbao: 33-64.
- COLL M., PIRODDI C., STEENBEEK J., KASCHNER K., BEN RAIS LASRAM F., AGUZZI J., BALLESTEROS E., BIANCHI C.N., CORBERA J., DAILIANIS T., DANOVARO R., ESTRADA M., FROGLIA C., GALIL B.S., GASOL J.M., GERTWAGEN R., GIL J., GUILHAUMON F., KESNER-REYES K., KITSOS M.S., KOUKOURAS A., LAMPADARIOU N., LAXAMANA E., LÓPEZ-FÉ DE LA CUADRA C.M., LOTZE H.K., MARTIN D., MOUILLOT D., ORO D., RAICEVICH S., RIUS-BARILE J., SAIZ-SALINAS J.I., SAN VICENTE C., SOMOT S., TEMPLADO J., TURON X., VAFIDIS D., VILLANUEVA R., VOULTSIADOU E. (2010) - The Biodiversity of the Mediterranean Sea: Estimates, Patterns, and Threats. *PLoS ONE*, **5** (8): e11842.
- COSTELLO M.J., COLL M., DANOVARO R., HALPIN P., OJAVEER H., MILOSLAVICH P. (2010) - A Census of Marine Biodiversity Knowledge, Resources, and Future Challenges. *PLoS ONE*, **5** (8): e12110.
- EEA (2009) - *Progress towards the European 2010 biodiversity target*. European Environment Agency Report, **4**: 52 pp.
- ESCHMEYER W.N., FRICKE R., FONG J.D., POLACK D.A. (2010) - Marine fish diversity: history of knowledge and discovery (Pisces). *Zootaxa*, **2525**: 19-50.
- FOLLESA M.C., CUCCU D., CAU A. (2010) - Spillover effects of a marine protected area on a exploited lobster *Palinurus elephas* resource. *Rapp. Comm. Int. Mer Médit.*, **39**: 742.
- FREDJ G., BELLAN-SANTINI D., MEINARDI M. (1992) - Etat des connaissances sur la faune marine Méditerranéenne. *Bull. Inst. Ocean. Mon.*, **9**: 133-145.
- LEADLEY P., PEREIRA H.M., ALKEMADE R., FERNANDEZ-MANJARRÉS J.F., PROENÇA V., SCHARLEMANN J.P.W., WALPOLE M.J. (2010) - Biodiversity Scenarios: Projections of 21st century change in biodiversity and associated ecosystem services. Secretariat of the Convention on Biological Diversity, Montreal. *Technical Series*, **50**: 132 pp.
- RAVEN P.H. (2004) - Taxonomy: where are we now? *Proc. Roy. Soc. B.*, **359**: 729-730.
- RELINI G. (ed) (2008) - Checklist della flora e della fauna dei mari italiani (I parte). *Biol. Mar. Mediterr.*, **15** (Suppl. 1): 1-385.
- RELINI G. (ed) (2010) - Checklist della flora e della fauna dei mari italiani (II parte). *Biol. Mar. Mediterr.*, **17** (Suppl. 1): 386-828.
- ZHANG Z.Q. (2011) - Describing unexplored biodiversity: Zootaxa in the International Year of Biodiversity. *Zootaxa*, **2768**: 1-4.



# **Tema 1**

## CONSERVAZIONE DELLA BIODIVERSITÀ MARINA E GESTIONE DELLE RISORSE

---

*Comunicazioni*

M. CANNELLA, F. COLLOCA, G.D. ARDIZZONE

Dipartimento di Biologia Ambientale, Università "La Sapienza" di Roma,  
Viale dell'Università, 32 - 00185 Roma, Italia.  
marzia.can@hotmail.it

VALUTAZIONE DEL RUOLO DEGLI HABITAT  
PER IL SUCCESSO DEL RECLUTAMENTO DEL NASELLO  
(*MERLUCCIUS MERLUCCIUS*) DEL MAR TIRRENO

*EVALUATION OF HABITAT'S ROLE FOR RECRUITMENT'S SUCCESS  
OF HAKE (MERLUCCIUS MERLUCCIUS) IN THE TYRRHENIAN SEA*

**Abstract** - Growth and condition factors of juveniles (8-14 cm TL) of *Merluccius merluccius* (L., 1758) (Pisces: Osteichthyes) were studied to highlight differences between specimens captured in nursery and no - nursery areas in the Central Tyrrhenian Sea. Determining where organisms find optimal conditions during early life - history stages is a critical point for species management and conservation.

**Key-words:** nursery, growth, condition factor, *Merluccius merluccius*, Tyrrhenian Sea.

**Introduzione** - La protezione degli habitat in cui avviene il reclutamento delle popolazioni ittiche, denominati aree di nursery, rappresenta una caratteristica fondamentale per la loro gestione sostenibile. Al fine di stabilirne le priorità di conservazione è necessario quindi individuare tali habitat e valutarne la qualità in termini di successo del reclutamento. A questo scopo, generalmente, viene stimato l'apporto che le diverse aree di nursery forniscono alla popolazione adulta come numero di individui che raggiungono la maturità sessuale (Dahlgren *et al.*, 2006). In mancanza di stime di questo tipo, una valutazione del ruolo delle diverse aree di reclutamento per le popolazioni studiate, può essere fornita da stime di persistenza nel tempo di aree ad elevata concentrazione di giovanili. Le aree più dense e stabili sono quelle che nel tempo contribuiscono presumibilmente in maniera maggiore alla popolazione adulta svolgendo il ruolo di nursery (Fiorentino *et al.*, 2003; Colloca *et al.*, 2009). Tuttavia, questo approccio non fornisce informazioni sull'effettivo vantaggio che le nursery, così definite, offrono ai giovanili in termini di tasso di sopravvivenza aumentandone la probabilità di raggiungere l'età adulta. Il tasso di sopravvivenza dipende infatti da fattori diversi, spesso indipendenti tra loro, quali tasso di mortalità naturale, fattore di condizione, tasso di crescita. In questo lavoro preliminare, abbiamo preso in considerazione i giovanili di nasello, *Merluccius merluccius* (Linneo, 1758), nel Tirreno centrale, confrontando l'accrescimento e la condizione di individui provenienti da habitat dislocati a profondità diverse, entro e fuori le aree di nursery conosciute per lo stock (Colloca *et al.*, 2009). Le aree di nursery del nasello sono dislocate sul bordo della piattaforma continentale e sono spesso associate alla presenza della *facies* a *Leptometra phalangium* (Colloca *et al.*, 2004), un habitat che costituisce un hot-spot di biodiversità di grande importanza per i fondali del largo. Obiettivo del lavoro è stato quello di testare l'ipotesi secondo cui le aree di nursery, identificate in base alla loro densità e persistenza di giovanili, offrano loro un vantaggio in termini di disponibilità trofica, accrescimento e condizione, rispetto ad aree a densità ridotta.

**Materiali e metodi** - L'area di studio comprende il tratto di mare antistante la costa laziale, che si estende dall'Isola di Giannutri a nord (42°25' N), alla foce del Garigliano a sud (40°50' N). Sono stati presi in esame esemplari giovanili (8-14 cm di lunghezza totale, LT) catturati con rete a strascico in 4 stazioni del Mar Tirreno

centrale, dislocate rispettivamente sul bordo della piattaforma (nursery, 160 m, *facies* a *L. phalangium* del detritico del largo), piattaforma profonda (80 m, biocenosi dei fanghi terrigeni costieri) e orizzonte superiore della scarpata (300 e 308 m, biocenosi dei fanghi profondi), nel corso della campagna MEDITS (Bertrand *et al.*, 2002) del 2009 (Tab. 1). Sono stati raccolti i seguenti dati su un totale di 550 giovanili: lunghezza totale (cm), peso (g), peso eviscerato (g), peso dello stomaco (g) e peso del fegato (g). Per ciascuna stazione di campionamento sono stati stimati relazione lunghezza-peso, indice epatosomatico HSI e fattore di condizione CF. Sono stati inoltre preparati per l'analisi microstrutturale 146 otoliti al fine di stimare l'età degli individui mediante la tecnica di interpretazione degli incrementi giornalieri. I dati di età ottenuti sono stati utilizzati per stimare il tasso di crescita dei giovanili, espresso in mm/giorno. Sono stati calcolati i valori medi degli indici di condizione e del tasso di accrescimento relativi a ciascuna stazione di campionamento. I valori sono stati confrontati anche in relazione all'incremento della lunghezza degli individui. Analisi della Varianza (ANOVA) e Tukey test sono stati impiegati per testare le differenze tra i valori medi degli indici e dei tassi di crescita stimati per le 4 stazioni di campionamento.

Tab. 1 - Caratteristiche delle stazioni di campionamento e numero di individui esaminati per classe di taglia. Il sito 32 corrisponde all'area di nursery.

*Characteristics of sampling sites and number of specimens. Site 32 is placed in the nursery area.*

N° sito	Prof.	Densità (n/Km <sup>2</sup> )	Area	N. individui			Totale
				8-10 cm	10-12 cm	12-14 cm	
1	300	8362	Anzio	15	68	26	110
7	308	2188	Gaeta	14	51	32	97
19	80	2589	Anzio	5	28	54	87
32	160	67451	Fiumicino	73	144	39	256

**Risultati** - I tassi di crescita non hanno mostrato differenze significative tra le stazioni di campionamento (Fig. 1a). Di contro, sono state evidenziate differenze significative ( $p < 0,001$ ) tra i valori degli indici di condizione stimati per i diversi siti (Fig. 1 b,c).

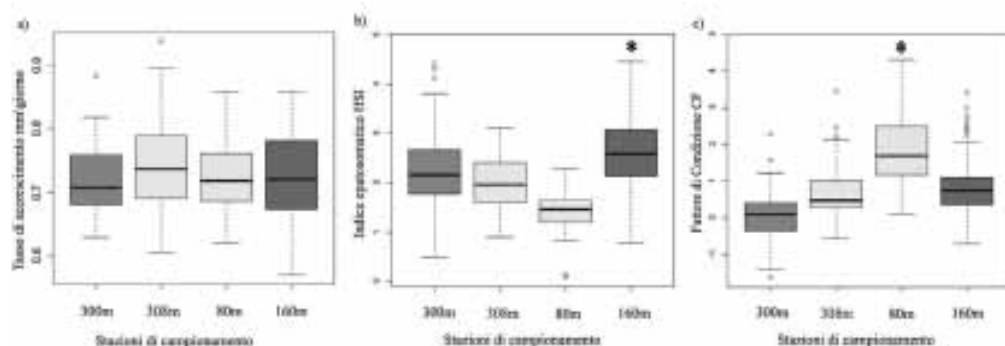


Fig. 1 - (a) Tasso di accrescimento (mm/giorno); (b) Indice Epatosomatico, HSI; (c) Fattore di Condizione, CF. \*  $p < 0,001$ .

(a) Growth Rate (mm/day); (b) Hepatosomatic Index, HSI; (c) Condition Factor, CF. \*  $p < 0,001$ .

La stazione a 160 m nell'area di nursery ha mostrato valori significativamente più elevati di HSI rispetto alle stazioni localizzate a 300, 308 ed 80 m ( $p < 0,001$ ).

Quest'ultima ha evidenziato valori di CF significativamente maggiori rispetto agli altri siti, ma i più bassi valori di HSI. Le stazioni a 300 e 308 m hanno rivelato valori ridotti dell'indice HSI rispetto al sito di nursery, probabilmente in relazione ad una peggiore qualità o quantità delle risorse trofiche disponibili. Per quanto riguarda l'andamento degli indici in funzione della lunghezza degli individui, le condizioni migliori sono state rilevate per gli individui di lunghezza inferiore ai 12 cm catturati nell'area di nursery (elevato HSI) (Fig. 2a). I giovani di taglia maggiore di 12 cm mostrano le condizioni migliori (elevato CF) ad 80 m (Fig. 2b).

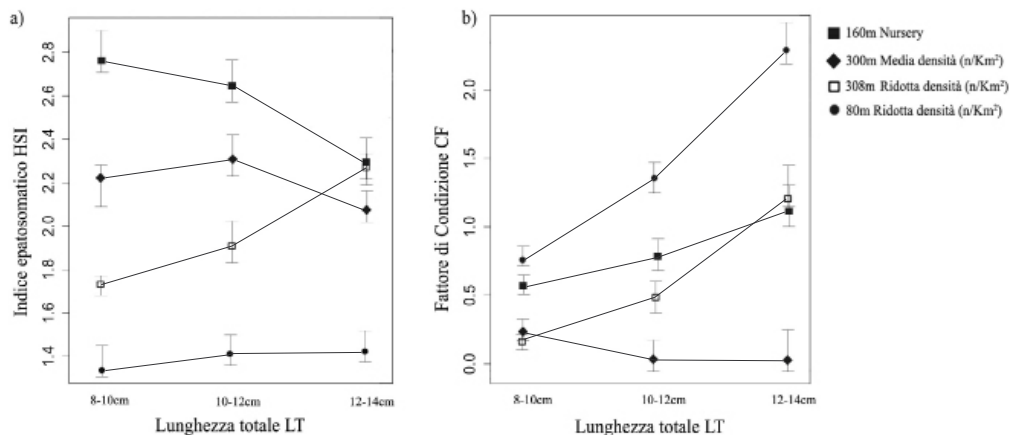


Fig. 2 - Andamento degli Indici di condizione rispetto alla lunghezza degli individui. (a) Indice Epatosomatico, HSI; (b) Fattore di condizione, CF.

*Trend of Condition Index in relation to fish length. (a) Hepatosomatic Index, HSI; (b) Condition Factor, CF.*

**Conclusioni** - Gli indici di condizione hanno mostrato differenze significative ( $p < 0,001$ ) in funzione dei siti e della taglia degli individui. I valori di HSI rilevati per gli esemplari di nursery risultano più elevati ad evidenziare uno stato nutrizionale migliore rispetto agli individui provenienti da piattaforma e scarpata continentale. L'elevato HSI indica che in questa area i giovani accumulano lipidi nel fegato, una importante riserva che verrà sfruttata al momento della migrazione verso profondità inferiori, come è stato rilevato nell'area di studio (Bartolino *et al.*, 2008). L'andamento decrescente dell'HSI in funzione della lunghezza, lascia supporre che all'aumentare della taglia si perda il vantaggio offerto ai giovanili dalle aree di nursery e risulti conveniente per loro spostarsi verso habitat meno profondi. La taglia di migrazione dalle aree di nursery verso la piattaforma continentale infatti è pari a 13-14 cm (Bartolino *et al.*, 2008) e corrisponde ad un cambiamento brusco nella dieta (Carpentieri *et al.*, 2005). Questa ipotesi è sostenuta da quanto si rileva ad 80 m, dove i giovani di taglia superiore ai 12 cm mostrano un indice di condizione significativamente maggiore ( $p < 0,01$ ) dei giovanili distribuiti in habitat più profondi. In questa fase del ciclo vitale, successiva alla migrazione dalle nursery, i giovanili sembrerebbero privilegiare l'accrescimento, piuttosto che l'accumulo di riserve nel fegato. I pesci utilizzano infatti l'energia acquisita attraverso l'alimentazione per le diverse necessità in relazione al loro stato fisiologico, privilegiando uno dei processi: accrescimento, accumulo di sostanze di riserva, riproduzione (Gunderson, 1997). I giovanili delle stazioni di scarpata hanno mostrato condizioni meno buone, rispetto

a quelli distribuiti nell'area di nursery e sulla piattaforma profonda. Gli habitat di scarpata sembrerebbero quindi non offrire condizioni trofiche ottimali per l'accumulo delle riserve necessarie per l'accrescimento e i processi di migrazione. Lo stato di uno stock ittico, come quello del nasello del Tirreno centrale, dipende dalla qualità che habitat diversi presentano per le diverse classi di taglia. In particolare, risulta evidente l'effettivo vantaggio cui sono soggetti i giovanili di taglia <12 cm distribuiti nell'area di nursery sul bordo della piattaforma continentale, ed il ruolo svolto da habitat di piattaforma per i giovanili di taglia superiore ai 12 cm. I fondali a profondità comprese tra 120-170 m, dove sono distribuite le aree di nursery, dominati dal crinoide *L. phalangium*, risultano di particolare rilievo per la biologia riproduttiva del nasello, ospitando le massime concentrazioni di giovanili. La conservazione di tali habitat, ad esempio attraverso l'istituzione di Zone di Tutela Biologica può di fatto contribuire a ridurre il tasso di mortalità dei giovanili e favorire così il successo del reclutamento, migliorando gli attuali sistemi di gestione che attualmente non assicurano uno sfruttamento sostenibile della risorsa (STECF, 2009).

### Bibliografia

- BARTOLINO V., OTTAVI A., COLLOCA F., ARDIZZONE G.D., STEFANSSON G. (2008) - Bathymetric preferences of juvenile European hake (*Merluccius merluccius*). *ICES J. of Mar. Sci.*, **65**: 963-969.
- BERTRAND J.A., GIL DE SOLA L., PAPACONSTANTINOU C., RELINI G., SOUPLLET A. (2002) - The general specification of the MEDITS survey. *Sci. Mar.*, **66** (Suppl. 2): 9-17.
- CARPENTIERI P., COLLOCA F., CARDINALE M., BELLUSCIO A., ARDIZZONE G.D. (2005) - Feeding habits of European hake (*Merluccius merluccius*) in the central Mediterranean Sea. *Fish. Bull., US*, **103**: 411-416.
- COLLOCA F., BARTOLINO V., LASINIO G.J., MAIORANO L., SARTOR P., ARDIZZONE G.D. (2009) - Identifying fish nurseries using density and persistence measures. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **381**: 287-296.
- COLLOCA F., CARPENTIERI P., BALESTRI E. (2004) - A critical habitat for Mediterranean fish resources: shelf-break areas with *Leptometra phalangium* (Echinodermata: Crinoidea). *Mar. Biol.*, **145**: 1129-1142.
- DAHLGREN C.P., KELLISON G.T., ADAMS A.J., GILLANDERS B.M., KENDALL M.S., LAYMAN C.A., LEY J.A., NAGELKERKEN I., SERAFY J.E. (2006) - Marine nurseries and effective juvenile habitats: concept and applications. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **312**: 291-295.
- FIorentino F., GAROFALO G., DE SANTI A., BONO G., GIUSTO G.B., NORRITO G. (2003) - Spatio-temporal distribution of recruits (0 group) of *Merluccius merluccius* and *Phycis blennoides* (Pisces, Gadiformes) in the Strait of Sicily (Central Mediterranean). *Hydrobiol.*, **503**: 223-236.
- GUNDERSON D.R. (1997) - Trade-off between reproductive effort and adult survival in oviparous and viviparous fishes. *Can. J. Aquat. Sci.*, **54**: 990-998.
- STECF (SCIENTIFIC, TECHNICAL AND ECONOMIC COMMITTEE FOR FISHERIES) (2009) - Report of the SGMED-09-02 Working Group on the Mediterranean Part I. In: M. Cardinale, H.J. Raetz, A. Cheilari (eds), *Office for Official Publications of the European Communities*. Luxembourg, ISBN 978-92-79-14363-2: 846 pp.



S. CARONNI, G. CECCHERELLI<sup>1</sup>, S. MICHELET<sup>2</sup>, A. NAVONE<sup>3</sup>,  
A. OCCHIPINTI-AMBROGI, R. TREVISAN<sup>2</sup>, N. SECHI<sup>1</sup>

Dipartimento di Scienze della Terra e dell'Ambiente, Via S. Epifanio, 14 - 27100 Pavia, Italia.  
sarah.caronni@unipv.it

<sup>1</sup>Dipartimento di Scienze Botaniche, Ecologiche e Geologiche, Sassari, Italia.

<sup>2</sup>Dipartimento di Biologia, Padova, Italia.

<sup>3</sup>Area Marina Protetta di Tavolara Punta Coda Cavallo, Olbia, Italia.

## ESPERIMENTO DI RIMOZIONE DEGLI AMMASSI MUCILLAGINOSI DELLA MICROALGA ALLOCTONA *CHRYSOPHAEUM TAYLORII* LEWIS & BRYAN

### *EXPERIMENT OF REMOVAL OF THE MUCILAGINOUS AGGREGATES BY THE ALIEN MICROALGA CHRYSOPHAEUM TAYLORII LEWIS & BRYAN*

**Abstract** - A manipulative experiment was carried out in a small bay of Tavolara Punta Coda Cavallo Marine Protected Area in order to investigate the triggers for formation and storage of the macroscopic mucilaginous aggregates of the benthic microalga *Chrysophaeum taylorii* Lewis & Bryan (Pelagophyceae) and to test the efficacy of mucilage removal.

**Key-words:** marine parks, introduced species, phytobenthos, algal blooms, mucopolysaccharides.

**Introduzione** - Le aree marine protette rappresentano un valido strumento per preservare habitat di grande interesse, limitando la perdita di biodiversità ecosistemica, funzionale, specifica e genetica. L'istituzione di AMP non consente, tuttavia, la protezione dell'ambiente marino dalla diffusione di specie esotiche, spesso responsabili di fenomeni di inquinamento biologico, causa di modifiche nella composizione specifica delle comunità e di riduzione della biodiversità. Tra le specie alloctone che negli ultimi anni stanno causando problemi in Mediterraneo, vi sono anche alcune microalghie potenzialmente tossiche e produttrici di mucillagine, le cui fioriture sono diventate sempre più frequenti non solo nel Mar Adriatico, ma anche nel Tirreno. La mucillagine, soprattutto se prodotta da specie bentoniche, può ricoprire vaste porzioni di substrato, danneggiando, in primo luogo, le comunità bentoniche e causando seri danni alle praterie della fanerogama endemica del Mediterraneo *Posidonia oceanica* (L.) Delile, oltre che alla pesca ed al turismo (Rinaldi *et al.*, 1995). Tra le specie alloctone produttrici di mucillagine bentonica si annovera la pelagoficea *Chrysophaeum taylorii* Lewis & Bryan; questa microalga, in grado di sintetizzare ingenti quantità di mucopolisaccaridi complessi che aggregandosi formano ammassi mucillaginosi macroscopici, è tipica della barriera corallina (Schaffelke *et al.*, 2004) ma negli ultimi anni si sta rapidamente diffondendo anche lungo le coste nord-orientali della Sardegna (Caronni *et al.*, 2009, 2010). Il primo bloom della specie in Mediterraneo è stato registrato nei mesi estivi del 2007 sui fondali rocciosi costieri dell'Area Marina Protetta Tavolara Punta Coda Cavallo e del Parco Nazionale dell'Arcipelago de La Maddalena (Sardegna nord-orientale), dove uno spesso strato di mucillagine bentonica ha seriamente danneggiato le comunità del mesolitorale e dell'infralitorale superiore (Lugliè *et al.*, 2008).

Le conoscenze sugli aspetti essenziali dell'ecologia e della biologia di questa microalga sono ancora assai frammentarie. Nelle regioni d'origine, gli effetti delle sue fioriture, seppur ricorrenti, non hanno mai assunto grande rilevanza rispetto a quelle di altre specie (Schaffelke *et al.*, 2004). Nel Mediterraneo, d'altro canto, la presenza di *C. taylorii* è stata riconosciuta solo di recente e poche sono ancora le informazioni raccolte a riguardo.

Per cercare di prevedere e gestire futuri eventi mucilluginosi a carico di questa microalga, urge ampliare le conoscenze sui meccanismi di formazione ed accumulo degli ammassi mucilluginosi prodotti da *C. taylorii*. Questo studio consiste in un esperimento manipolativo che ha testato l'efficacia della rimozione della mucillagine e stimato i tempi e le modalità di riformazione in siti caratterizzati da diverso idrodinamismo. Ha voluto, inoltre, verificare se la rimozione possa contribuire alla conservazione della biodiversità marina e alla gestione delle risorse nell'AMP.

**Materiali e metodi** - La ricerca è stata condotta in due periodi (agosto 2009 e agosto 2010) nella baia di Punta Don Diego (40°52.501' N; 9°39.306' E), all'interno dell'AMP Tavolara Punta Coda Cavallo. La baia, dove in entrambi i periodi sono state registrate densità relativamente elevate di *C. taylorii*, è composta da due insenature che, essendo diversamente orientate, si differenziano per l'esposizione ai venti prevalenti nella zona. Nell'area di studio sono stati scelti 3 siti di indagine (IS<sub>1</sub>, IS<sub>2</sub>, IS<sub>3</sub>) in ciascuno dei quali due quadrati sperimentali (uno di rimozione e uno di controllo) di 30×30 cm sono stati posizionati sul substrato roccioso (Devescovi e Iveša, 2007) alla profondità di circa 1,5 m, batimetria alla quale le cellule vegetative risultano particolarmente abbondanti. Gli ammassi mucilluginosi sono stati manualmente rimossi dai quadrati di rimozione, mentre i quadrati di controllo non sono stati manipolati. In entrambi i periodi d'indagine, tutti i quadrati sono stati fotografati prima della rimozione (T<sub>0</sub>) e poi una volta a settimana per tre settimane (T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub>, T<sub>3</sub>). La stima della copertura percentuale degli ammassi mucilluginosi è stata effettuata al computer, scomponendo ciascuna immagine in 25 sub-quadrati ed attribuendo a ciascun sub-quadrato un cover score compreso tra 0 (assenza di ammassi mucilluginosi nel sub-quadrato) e 4 (sub-quadrato completamente ricoperto di ammassi mucilluginosi). Il ricoprimento degli ammassi mucilluginosi per ciascun quadrato è stato calcolato sommando i 25 valori così ottenuti.

Un'ANOVA ad un fattore (sito, 3 livelli) è stata utilizzata per evidenziare differenze significative nel ricoprimento di mucillagine tra siti prima della rimozione. Inoltre, vista la dipendenza nel tempo dei dati raccolti in ciascun periodo, sono state eseguite quattro ANOVA (per i dati raccolti nel T<sub>0</sub>, T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub> e T<sub>3</sub>, rispettivamente) a due fattori: tempo (2 livelli, usando i dati raccolti nei due periodi) e trattamento (2 livelli, rimozione vs. controllo). Le analisi sono state effettuate per individuare eventuali differenze significative nelle percentuali di ricoprimento tra trattamenti nelle settimane successive alla rimozione e per stimare eventuali differenze di copertura fra i due periodi di studio. Inoltre, il test di Cochran è stato effettuato prima di ciascuna ANOVA per testare l'omogeneità delle varianze.

**Risultati** - In entrambi i periodi, numerosi ammassi mucilluginosi macroscopici attribuibili a *C. taylorii* sono stati individuati sul substrato dei tre siti considerati (Tab. 1). Dai dati raccolti in occasione della prima osservazione (T<sub>0</sub>) sono emerse percentuali medie di ricoprimento più elevate al sito 2 in entrambi i periodi di studio (48% e 41% rispettivamente), rispetto al sito 1 (22% in entrambi gli anni) ed al sito 3 (8% e 18% rispettivamente). L'analisi della varianza ha confermato la rilevanza statistica delle differenze registrate tra siti nel T<sub>0</sub> ( $F_{2,9}=5,58$ ,  $P=0,0265$ ), fornendo interessanti informazioni sulla situazione all'inizio dell'esperimento.

Nel primo periodo di studio, il substrato ricoperto dagli ammassi mucilluginosi è risultato complessivamente pari al 16% nei quadrati di rimozione e al 15% nei quadrati di controllo e, già ad una settimana dalla rimozione (T<sub>1</sub>), le percentuali medie di ricoprimento per i due trattamenti erano pressoché uguali (19% nei controlli e 18% nei quadrati di rimozione). Nel secondo periodo, invece, i valori di ricoprimento sono stati più elevati nei controlli (22%) rispetto ai quadrati di rimozione (7%). Dall'analisi

dei dati raccolti, non sono emerse, per entrambi i periodi, differenze statisticamente significative nella percentuale di ricoprimento degli ammassi mucilluginosi dovute al trattamento, sia ad una settimana dalla rimozione ( $F_{1,1}=494$ ,  $P=0,95$ ), sia durante i due tempi successivi ( $F_{1,1}=0,88$ ,  $P=0,5212$ ;  $F_{1,1}=0,44$ ,  $P=0,6257$ , rispettivamente).

In tutti i quadrati, sia di rimozione sia di controllo, la densità di ammassi è andata progressivamente diminuendo con il procedere della stagione estiva, in entrambi i periodi. Al tempo  $T_0$ , corrispondente alla prima osservazione, infatti, la percentuale media di ricoprimento del substrato era pari al 26% ed al 27% rispettivamente nel 2009 e nel 2010, mentre valori assai più contenuti sono stati registrati al tempo  $T_3$  in occasione dell'ultimo campionamento (7% e 3% rispettivamente nel 2009 e nel 2010), quando alcuni dei quadrati considerati sono risultati scarsamente ricoperti (Tab. 1).

Complessivamente, la percentuale media globale di substrato ricoperto dalla mucillagine è risultata pari al 15% nel primo periodo di studio ed al 14% nel successivo. Dalle analisi della varianza non è emersa la presenza di differenze significative fra i due periodi di studio, per nessuno dei quattro tempi di campionamento ( $F_{1,8}=0,01$ ,  $P=0,9203$ ;  $F_{1,8}=0,08$ ,  $P=0,7880$ ;  $F_{1,8}=0,30$ ,  $P=0,6000$ ;  $F_{1,8}=1,04$ ,  $P=0,3373$ , per  $T_0$ ,  $T_1$ ,  $T_2$  e  $T_3$ , rispettivamente).

Tab. 1 - Valori percentuali di ricoprimento del substrato (900 cm<sup>2</sup>) nei quadrati di rimozione (R) e di controllo (C) in occasione dei 4 tempi di campionamento (T) nei 3 siti indagati (IS) nei due periodi di studio.

*Substrate coverage percentage (900 cm<sup>2</sup>) in removal (R) and control (C) quadrats during the four sampling times (T), in the three investigated sites (IS) within each study period.*

Ricoprimento del substrato (%)																
	$T_0$				$T_1$				$T_2$				$T_3$			
	2009		2010		2009		2010		2009		2010		2009		2010	
	C	R	C	R	C	R	C	R	C	R	C	R	C	R	C	R
IS <sub>1</sub>	23	21	23	21	21	12	10	3	8	9	10	2	3	2	3	2
IS <sub>2</sub>	42	53	68	14	27	35	59	5	20	17	19	6	16	14	6	7
IS <sub>3</sub>	7	9	22	14	8	10	19	2	3	6	12	3	3	1	0	1

**Conclusioni** - Le percentuali di ricoprimento del substrato significativamente più elevate registrate al sito 2 suggeriscono il ruolo chiave dell'idrodinamismo nei processi di formazione e, soprattutto, di accumulo degli ammassi mucilluginosi di *C. taylorii*, come già osservato per altre microalghe bentoniche (Russo *et al.*, 2005). Infatti, tra i tre siti considerati, il sito 2 è il più riparato dai venti prevalenti nella zona nei mesi estivi ed è caratterizzato da un idrodinamismo assai più scarso rispetto ai siti 1 e 3. Quest'ultimo, in particolare, in cui sono state registrate le percentuali di ricoprimento più basse, è, invece, il sito più esposto a venti e correnti.

L'assenza di differenze statisticamente significative nella percentuale di ricoprimento del substrato tra quadrati di rimozione e di controllo in tutti i siti di indagine, sia al tempo  $T_1$  sia durante le successive osservazioni, suggerisce l'inutilità della rimozione della mucillagine dal substrato come strumento di controllo dell'invasione di questa specie. Nei quadrati di rimozione, infatti, la mucillagine tende a ricoprire nuovamente il substrato, indipendentemente dall'idrodinamismo a cui è soggetto il sito invaso, seguendo quella che sembra essere la naturale evoluzione temporale del fenomeno. La dipendenza tra i dati raccolti durante le successive osservazioni non ha permesso di testare statisticamente la progressiva diminuzione della mucillagine osservata con il procedere della stagione estiva. Comunque, le percentuali di ricoprimento assai più basse registrate al tempo  $T_3$  sembrano

confermare che gli ammassi di *C. taylorii*, come quelli prodotti da altre specie microalgali (Sartoni *et al.*, 2008), dopo una prima fase di sviluppo orizzontale sul substrato, tendono a staccarsi dal fondale risalendo in superficie ed aggregandosi in chiazze di dimensioni considerevoli. Questa tendenza concorda con le osservazioni condotte a riguardo durante il bloom del 2007 (Lugliè *et al.*, 2008) e suggerisce che questa sia la normale evoluzione temporale del fenomeno.

L'assenza di differenze significative nel ricoprimento del substrato tra i periodi di studio appare particolarmente interessante soprattutto alla luce delle differenze nella densità di cellule della microalga registrate nell'area di studio nel corso di un'indagine parallela (Caronni *et al.*, dati non pubblicati). Questi risultati sembrano supportare l'ipotesi che non ci sia una relazione diretta fra la densità di cellule di *C. taylorii* e quella dei suoi ammassi mucillaginosi.

### Bibliografia

- CARONNI S., CASU D., CECCHERELLI G., LUGLIÈ A., NAVONE A., OCCHIPINTI-AMBROGI A., PANZALIS P., PINNA S., SATTA C., SECHI N. (2009) - Distribuzione e densità della microalga bentonica *Chrysophaeum taylori* Lewis & Bryan nell'Area Marina Protetta di Tavolara Punta Coda Cavallo. *Biol. Mar. Mediterr.*, **16** (1): 250-251.
- CARONNI S., CECCHERELLI G., NAVONE A., OCCHIPINTI-AMBROGI A., PANZALIS P., PINNA S., SECHI N. (2010) - Distribution and density of the benthic microalga *Chrysophaeum taylorii* Lewis & Bryan from northern to central-eastern Sardinian coasts. *Biol. Mar. Mediterr.*, **17** (1): 292-293.
- DEVESCOVI M., IVEAŠA L. (2007) - Short term impact of planktonic mucilage aggregates on macrobenthos along the Istrian rocky coast (Northern Adriatic, Croatia). *Marine Poll. Bull.*, **54**: 887-893.
- LUGLIÈ A., SATTA C., PADEDDA B., PULINA S., SECHI N. (2008) - What is *Chrysophaeum taylorii* Lewis & Bryan doing in Sardinia (Tyrrhenian Sea, Mediterranean)? *Harmful Algae News*, **36**: 4-6.
- RINALDI A., VOLLENWEIDER R.A., MONTANARI G., FERRARI C.R., GHETTI A. (1995) - Mucilages in Italian seas: the Adriatic and Tyrrhenian Seas, 1988-1991. *Sci. Total Environ.*, **165**: 165-183.
- RUSSO A., MACCAFERRI S., DJACOVAC T., PRECALI R., DEGOBBIS D., DESERTI M., PASCHINI E., LYONS D.M. (2005) - Meteorological and oceanographic conditions in the northern Adriatic Sea during the period June 1999-July 2002: Influence on the mucilage phenomenon. *Sci. Total Environ.*, **353**: 24-38.
- SARTONI G., URBANI R., SIST P., BERTO D., NUCCIO C., GIANI M. (2008) - Benthic mucilaginous aggregates in the Mediterranean Sea: origin, chemical composition and polysaccharide characterization. *Marine Chemistry*, **111**: 184-198.
- SCHAFFELKE B., HEIMANN K., MARSHALL P.A., AYLING A.M. (2004) - Blooms of *Chrysocystis fragilis* on the Great Barrier Reef. *Coral Reefs*, **23**: 514.

A. DI FRANCO, B.M. GILLANDERS<sup>1</sup>, M. DI LORENZO, A. PENNETTA<sup>2</sup>,  
R. SAHYOUN, G. DE BENEDETTO<sup>2</sup>, P. GUIDETTI

Dipartimento di Scienze e Tecnologie Biologiche ed Ambientali, University of Salento - 73100 Lecce, Italy.  
difry@libero.it

<sup>1</sup>Southern Seas Ecology Laboratories, School of Earth and Environmental Sciences, University of  
Adelaide - South Australia 5005, Australia.

<sup>2</sup>DBAS, University of Salento - 73100 Lecce, Italy.

## DISPERSAL PATTERNS OF EARLY STAGES OF A MEDITERRANEAN FISH: IMPLICATIONS FOR DESIGNING NETWORKS OF MARINE PROTECTED AREAS

### *MODALITÀ DI DISPERSIONE DI STADI PRECOCI DI UNA SPECIE ITTICA MEDITERRANEA: IMPLICAZIONI PER IL DISEGNO DI NETWORK DI AREE MARINE PROTETTE*

**Abstract** - Patterns of larval and post-settlement (i.e. between settlement and recruitment) dispersal of white sea bream, *Diplodus sargus sargus*, were investigated along the Apulian Adriatic coast using otolith microchemistry. Larvae dispersed over ~100-200 km, while post-settlers dispersed within ~30 km. Similar data taken from a number of species are needed to effectively design both single MPAs and networks.

**Key-words:** dispersal, otoliths, white sea bream, Mediterranean Sea.

**Introduction** - Dispersal, i.e. the process by which living organisms expand the space or range where they live, is one of the fundamental life-history traits affecting the dynamics of spatially structured populations. Collecting information about patterns of dispersal is critical not only in terms of basic ecological knowledge, but also for applied issues. From this perspective, designing effective networks of marine protected areas (MPAs) requires information on dispersal at larval and juvenile stages (Costello *et al.*, 2010). Such information is crucial to assess connectivity among MPAs or between MPAs and unprotected areas. In spite of their relevance, data on larval and juvenile fish dispersal are scarce (especially for the Mediterranean Sea; Palumbi, 2004) and difficult to obtain (i.e. artificial tagging is of limited use due to the small size of early stages and high rates of mortality). Otolith microchemistry provides a potential opportunity to investigate dispersal patterns at a number of life history stages. Otoliths incorporate into their calcium carbonate matrix both minor and trace elements as they grow. Some elements (e.g. Sr and Ba) are incorporated at rates related to ambient concentrations (Green *et al.*, 2009). Otoliths, therefore, may represent a natural biological tag. Assaying otoliths of post-settlers collected across a stretch of coast and identifying groups based on elemental signatures in otolith cores (the portion of the otolith originating before hatching and thus related to natal origin of fish) can provide information about larval dispersal (Standish *et al.*, 2008). In short, provided that different groups can be distinguished, the scale of larval dispersal can be inferred considering the distance over which larvae have dispersed and the number of potential source populations within the sampled area. Moreover, evaluating “site fidelity” of juvenile fish between settlement and recruitment and/or the distance between settlement and recruitment sites, can provide information about dispersal patterns at the post-settlement stage. This goal can be achieved, first, by characterizing the elemental signatures of the portion of the otolith formed just after settlement (the portion that is chemically characterized by the site where the fish settled) from settlers sampled at multiple sites. Then, the same analysis can be done

on recruits collected in the same sites. Post-settlement spatial dispersal (between settlement and recruitment) can thus be inferred looking at the chemical match between settlers and recruits at each or between different sites. Similar chemical composition in otoliths of settlers and recruits collected from the same site, implies that settlers recruited in the same site where they settled. The aim of this study was to assess the dispersal patterns at two life stages (larval and post-settlement) of the white sea bream *Diplodus sargus sargus* (Linnaeus, 1758). This species was selected as a model species due to its ecological and economic importance.

**Materials and methods** - Larval and post-settlement dispersal was assessed at two different spatial scales (Palumbi, 2004): at a large scale (i.e. 100s km) we investigated natal origin of fish and at a smaller scale (i.e. 10s km) we assessed “site fidelity” (i.e. post-settlement dispersal until recruitment). To estimate larval dispersal, post-settlers of *D. sargus sargus* (~1-1.5 cm total length, TL) were collected about a week after the settlement peak in 2009 along ~200 km of the Apulian Adriatic coast (approx. from Bari to Otranto). Sampling was performed at 14 sites (Fig. 1), two located inside the Torre Guaceto MPA (TGMPA) and twelve outside (six northward and six southward, within ~100 km from the TGMPA).



Fig. 1 - Study area. Arrows represent the 14 sampling sites. Dotted arrows indicated TGMPA sites.

*Area di studio. Le frecce indicano i 14 siti di campionamento. Le frecce tratteggiate indicano i siti all'interno di TGMPA.*

At each site, 10 post-settlers were collected using hand-nets, providing a total of 140 specimens. To estimate post-settlement dispersal, recruits (~6-8 cm TL) were collected by spearfishing in November-December 2009 (i.e. during the recruitment peak). Collection of recruits was carried out in 9 of the 14 sites where the settlers were previously collected. At each site 6-10 recruits were collected, providing a total of 85 specimens. Recruits were collected from three regions (i.e. stretches of coastline ~30 km long), North, Centre and South, with each region having 3 sites. In the region 'Centre', one of the three sites was located inside the TGMPA, while the remaining two were located 8-12 km (one northward and one southward) from the TGMPA borders. In the laboratory, one sagittal otolith was removed from each specimen and analyzed using a laser ablation inductively coupled plasma mass spectrometer (LA-ICP-MS) (Fontes *et al.*, 2009). Otoliths of post-settlers were analyzed for the chemical composition of both the core and the post-settlement portion. The spike in Mn:Ca was used as an indicator of the core location (Fontes *et al.*, 2009). Otoliths

of recruits were analyzed only for the chemical composition of the post-settlement portion. To determine the number of potential source populations, the core elemental concentrations were analyzed by cluster analysis. The SIMPROF test was used to determine which clusters were significantly different. Canonical analysis of principal coordinates (CAP) and jackknife cross validation (% of correct classification) were performed on the juvenile portion of the elemental data of post-settlers to assess how accurately post-settler samples were classified to sites where they were collected in each region. Recruits were assigned to settlement sites (i.e. the sites where the post-settlers were collected) through the linear discriminant functions previously parameterized with post-settlers' otoliths. New samples (i.e. recruits) were not assigned to any settlement site when the distance of the sample from the centroid of the group (i.e. post-settlers belonging to a settlement site) where the sample was assigned to, was higher than the largest distance among two samples inside the group (i.e. post-settlers coming from the same settlement site).

**Results** - In the assessment of natal origins we excluded ~10% of the core samples of settlers from the analyses because we could not detect a Mn:Ca spike indicative of the natal core. Analysis on the remaining 128 cores of settlers showed three statistically different groups, suggesting three possible different natal origins (i.e. spawning areas): group A, B and C include 6.8, 22.0 and 71.2% of the total number of settlers, respectively. The group A includes specimens mostly from sites located south of TGMPA, whereas groups B and C are a mixture of specimens from all the sampling sites (i.e. only two spawning areas replenished all sampling sites). Post-settlers from the 2 sites inside TGMPA were found in group B and group C suggesting that the two settlement sites sampled at TGMPA were replenished by 2 different spawning areas. For post-settlement dispersal, 76.6% (Pillai's trace=1.04,  $p < 0.001$ ) of samples from the northern region were correctly classified. One recruit was not assigned to any of the settlement sites, therefore was considered to have originated outside the sampling region. In the northern region, 39% and 61% of recruits showed chemical otolith composition that matched those of post-settlers at 2 of the 3 sites in the region, while no recruits were assigned to the third settlement site. Approximately 49% of post-settlers did not move from their settlement site (thus they recruited to the same site where they supposedly settled), ~18% recruited to sites 6-8 km away and a further 18% recruited to sites 20 km away. The remaining ~14% moved ~30 km between settlement and recruitment. For the central region 69.9% of fish were correctly classified to their respective sites (Pillai's trace=0.958,  $p < 0.001$ ); three recruits were not assigned to any of the settlement sites. In the central region 52% of the recruits showed chemical composition of the otolith that matched that of post-settlers collected at the site located inside TGMPA, while 48% of recruits showed chemical composition of otoliths that matched those of post-settlers from the other two sites within the region. In this region 22.7% of settlers did not move from settlement sites, 63.6% and 13.6% moved ~15 and 30 km, respectively, from their settlement sites. In the southern region 70.5% (Pillai's trace=0.956,  $p < 0.001$ ) of samples were correctly classified to the area that they were collected from. Two recruits were not assigned to any of the settlement sites. Eighty percent of recruits were assigned to a single settlement site, while 16.6 and 3.4% of recruits were assigned to the other 2 settlement sites. Around 28.5% of recruits recruited to the same settlement site as they were collected from, whereas ~32, 36 and 3.3% moved ~6-8, 20 and 30 km away from their settlement site. Overall, in terms of post-settlement dispersal, 33.7% of recruits had settled to the same site in which they were collected, whereas the remainder had moved away from their settlement sites. Similar proportions moved 6-8 km, 15 km and 20 km away (18.2-19%) from their settlement sites, and 10.3% moved 30 km away from their settlement site.

**Conclusions** - For many species, dispersal primarily occurs within a particular life-history stage (e.g. larval stages for many marine animals). Larval dispersal is identified as the primary mode of migration that connects spatially discrete sub-populations, while dispersal at other life stage is considered often as of little importance in determining connectivity for coastal fishes. Connectivity in marine metapopulations is typically equated with dispersal patterns of larvae (Shima and Swearer, 2010). The scales at which connectivity takes place at the various life stages for each species, however, are largely unknown, especially for the Mediterranean region. In this study we provide evidence to suggest that, for the coastal fish *D. sargus sargus*, dispersal at the larval stage could take place at the scale of 100-200 km, which is inferred taking into account the maximum distance apart that fish in a single cluster came from. Thus, a single spawning area may supply settlers (proxy of larval supply) to sites spread over ~200 km of coastline. Post-settlement dispersal, on the other hand, could take place over smaller spatial scales (<30 km), although most post-settlers are recruits in the same sites where they settled. These estimates are considered as conservative due to the sampling scales adopted and new studies on larger scales could refine this information. This study, is the first to provide quantitative evidence of dispersal and connectivity at larval and post-settlement stages of a littoral fish, which if available for a number of fish species, could be crucial to the design and placement of MPAs. Such information can contribute to both optimization of reserve size and well as spacing of MPAs in networks.

#### References

- COSTELLO C., RASSWEILER A., SIEGEL D., DE LEO G., MICHELI F., ROSENBERG A. (2010) - The value of spatial information in MPA network design. *Pnas*, **107**: 18294-18299.
- GREEN B.S., MAPSTONE B., CARLOS G., BEGG G.A. (2009) - *Tropical fish otoliths: information for assessment, management and ecology*. Springer, New York: 313 pp.
- FONTES J., CASELLE J.E., SHEEHY M.S., SANTOS R.S., WARNER R.R. (2009) - Natal signatures of juvenile *Coris julis* in the Azores: investigating connectivity scenarios in an oceanic archipelago. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **387**: 51-59.
- PALUMBI S.R. (2004) - Marine reserves and ocean neighborhoods: The Spatial Scale of Marine Populations and Their Management. *Annu. Rev. Environ. Resour.*, **29**: 31-68.
- SHIMA J.S., SWEARER S.E. (2010) - The legacy of dispersal: larval experience shapes persistence later in the life of a reef fish. *J. Anim. Ecol.*, **79**: 1308-1314.
- STANDISH J.D., SHEEHY M., WARNER R.R. (2008) - Use of otolith natal elemental signatures as natural tags to evaluate connectivity among open-coast fish populations. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **356**: 259-268.

This research was funded by the Italian MIUR (PRIN Project: protocol n°. 2008E7KBAE).



P. GUIDETTI, S. BUSSOTTI, A. DI FRANCO, P. PANZALIS\*, R. SAHYOUN, A. NAVONE\*

Dipartimento di Scienze e Tecnologie Biologiche ed Ambientali,  
Università del Salento - 73100 Lecce, Italia.  
paolo.guidetti@unisalento.it

\*AMP Tavolara-Punta Coda Cavallo - 07026 Olbia, Italia.

## RESERVE EFFECT ON ECOLOGICALLY RELEVANT AND CHARISMATIC PREDATORY FISHES IN THE TAVOLARA- PUNTA CODA CAVALLO MARINE PROTECTED AREA

### *EFFETTO RISERVA SU PESCI PREDATORI CARISMATICI ED ECOLOGICAMENTE RILEVANTI PRESSO L'AREA MARINA PROTETTA DI TAVOLARA-PUNTA CODA CAVALLO*

**Abstract** - Marine Protected Areas are well known to allow recovery of predatory fishes, as many of these latter are usually dramatically affected by professional and recreational fisheries. We found that at the MPA of Tavolara-Punta Coda Cavallo ecological relevant and charismatic fishes, like the dusky grouper and the white sea bream, showed abundance, biomass and maximum size related to protection levels. Recovery of large predatory fishes in MPAs may thus have positive ecological (at population and community level) and socio-economic (for fisheries and diving-tourism) effects.

**Key-words:** predators, marine parks, fishing impact, visual census, Mediterranean Sea.

**Introduction** - Coastal fish assemblages in the Mediterranean Sea usually include many species that are targeted by professional and recreational fisheries. This is the reason why they are primarily expected to respond to protection within Marine Protected Area (MPAs), especially for those MPAs that encompass no-take zones (Micheli *et al.*, 2004). The evaluation of benefits on fish, e.g. in terms of increase in density, size and biomass of target fishes (Micheli *et al.*, 2004; Guidetti and Sala, 2007), can be useful to assess the ecological effectiveness of MPAs. Moreover, most fishes targeted by fisheries are high-level predators in the food webs and their functional extinction may cause community- and ecosystem-wide changes (Sala *et al.*, 1998; Worm *et al.*, 2006). Effective MPAs and, more generally, areas characterized by null/low levels of exploitation were found worldwide to host particularly high total fish biomass with a clear dominance of top predators (Friedlander and DeMartini, 2002). The above issues suggest that protection from fishing may directly restore populations of target fishes, but also indirectly drive whole communities towards unfished states (Sala *et al.*, 1998; Micheli *et al.*, 2004). The Mediterranean Sea is likely to be the region of the world characterized by the highest concentration of MPAs (Abdulla *et al.*, 2008). A number of Mediterranean studies assessed direct and indirect 'reserve effects' of protection (Guidetti and Sala, 2007). In the Mediterranean tourism economy is remarkable, especially during summer when tourists concentrate in coastal areas. Diving activities can be locally relevant in terms of direct economy and induct, and are more likely to be successful where there are significant and charming elements of attraction, like beautiful underwater seascapes and charismatic organisms. From this perspective, large fish represent the main attractors for divers (Williams and Polunin, 2000), which means that recovery of large predatory fish within MPAs in terms of abundance, size and confident behavior may also have positive repercussions for the diving-tourism. This study aims at investigating the reserve effect on local populations of dusky grouper (*Epinephelus marginatus*) and white sea bream (*Diplodus sargus sargus*) at the Tavolara-Punta Coda Cavallo MPA, and at stressing its ecological and socio-economic implications.

**Materials and methods** - This study was carried out at the Tavolara–Punta Coda Cavallo MPA (hereafter TMPA) located in North-East Sardinia (Italy). The TMPA was established in 1997 but enforcement became effective around 2003-2004. The TMPA covers 76 Km of coastline, extends on a surface of 15,357 ha and is divided into different types of subareas characterised by different levels of protection. Such subareas are called (according to the Italian law) A zone (integral reserves=no-take/no-access zone: 529 ha), B zone (partial reserves: 3,113 ha) and C zone (general reserve: 11,715 ha) (Fig. 1). See further details in Di Franco *et al.* (2009).

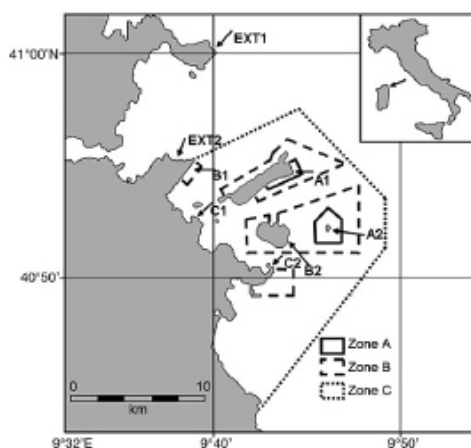


Fig. 1 - Study area. Arrows represent the sampling locations.

*Area di studio. Le frecce indicano le località di campionamento.*

Fish data were collected at 8 sampling campaigns (formally considered as random times) from 2005 to 2010, by using underwater visual census (UVC) at 2 locations within each level of protection: zones A (Tavolara, A1; Molarotto, A2), B (Capo Ceraso, B1; Molaro, B2) and C (Monte Pedrosu, C1; Capo Coda Cavallo, C2) of the TMPA, and outside areas, external to the TMPA (Capo Figari, Ext1; Capo Ceraso, Ext2). Replicated UVCs were performed at each location and time, for a total of 1024 UCVs. Each replicate consisted of a 25 m-long and 5 m-wide transect. Along each transect, the diver swam one way (at two depths: ~5-10 and 12-18 m) for about 8-10 min, identifying and recording the number and size (within 2 and 5 cm intervals of TL for groupers and sea breams, respectively) of each fish encountered (Harmelin-Vivien *et al.*, 1985). Fish wet-weight (biomass) was estimated from size data by means of length-weight relationships from the available literature and existing databases ([www.fishbase.org](http://www.fishbase.org)). Data were summarized in terms of temporal series of abundance, biomass and maximum sizes recorded at each location. The sign test was used to compare, in pairs, variables according to the hypothesis that median values were positively related with levels of protection (i.e.,  $A > B > C > Ext$ ).

**Results** - The inspection of the graphs in Fig. 2 first of all evidences a non negligible variability in the mean values of the variables examined through time. Except for the density of *D. sargus*, in all the other cases (e.g. density of *E. marginatus*, and biomass and maximum size of both predatory fishes) mean values were quite clearly higher in the zone A compared to the rest, but no clear gradients emerged relative to the protection gradient. The sign test showed that, except for *D. sargus*

density, median values from zone A were significantly higher than those from zone B ( $p < 0.05$ ), whereas the remaining comparisons (i.e. B vs C and C vs Ext) did not provide any evidence of significant difference whatever the variable and the species.

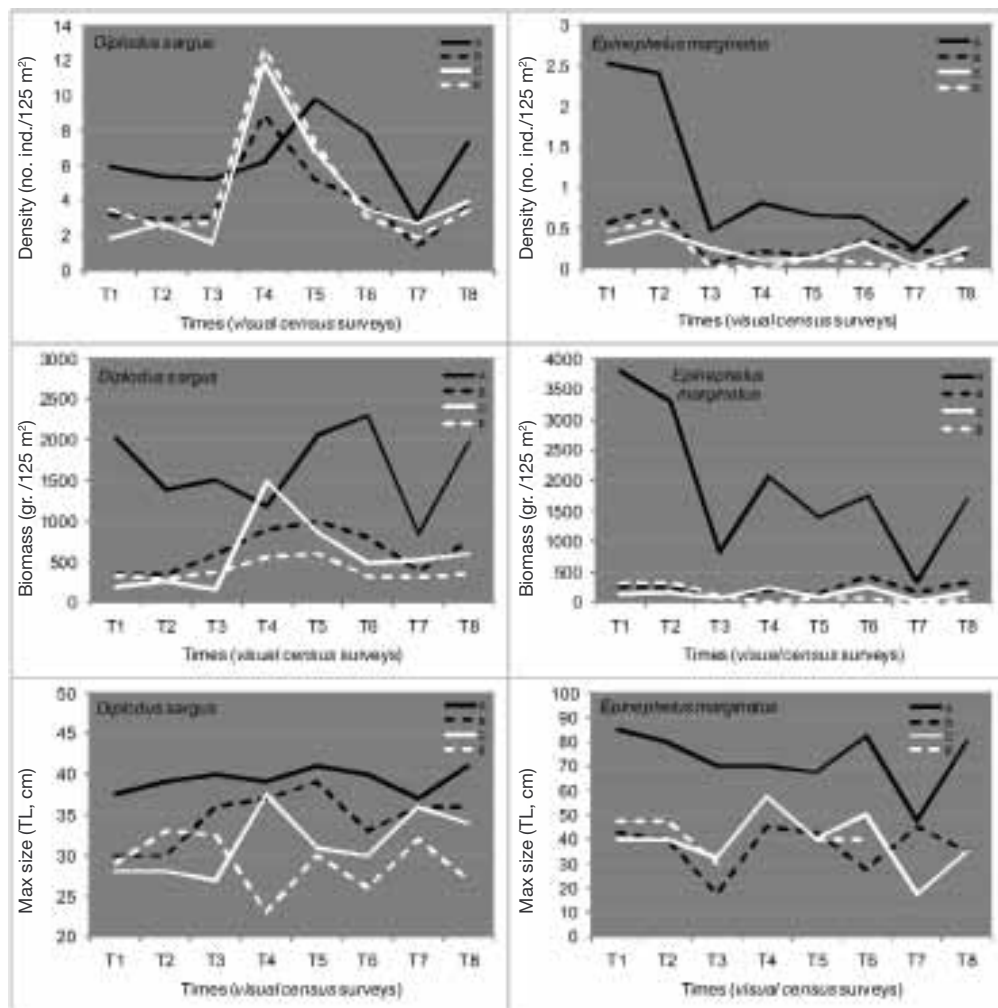


Fig. 2 - Temporal trends of the three variables examined for the two predatory fishes investigated (A, B and C: zones A, B and C within the TMPA; E: areas external to the TMPA).

*Andamenti temporali delle tre variabili prese in esame per le due specie di pesci predatori indagate (A, B e C: zone A, B, e C all'interno della TMPA; E: aree esterne alla TMPA).*

**Conclusions** - The present study confirms the general evidence that MPAs can significantly contribute to protect fish predators, but also stresses that this goal is more likely to be achieved within no-take zones (i.e. zones A in the Italian MPAs, provided that they are effectively protected; Guidetti *et al.*, 2008). Effects of protection seem to be clearer in terms of increasing biomass than density, which also reflects the fact that in protected conditions fish becomes bigger in size. Data were highly variable in time, which seems to be an intrinsic characteristics of fish data.

The decrease of mean density of groupers since the first two surveys is hard to be interpreted, but other authors found that territorial species may decrease in density when the individuals locally grow bigger (Garcia-Rubies and Zabala, 1990). From a methodological point of view, due to the high temporal variability of data, a simpler statistical test, i.e. sign test, was preferred to more sophisticated approaches (e.g. ANOVA models) due to its simplicity and ability to get the main signal of protection (i.e. increased values of significant variables) whatever the variability in time. These results are in agreement with the available literature from the Mediterranean Sea and elsewhere (Friedlander and DeMartini, 2002; Guidetti and Sala, 2007) and stress how effective can be MPAs for recovery of fish at population and, potentially, at community and ecosystem-wide levels.

**Acknowledgements** - Many thanks are expressed to S. Vitale for his help during the field operations and for having shared his precious knowledge about the submerged environments in the study area.

## References

- ABDULLA A., GOMEI M., MAISON E., PIANTE C. (2008) - *Status of Marine Protected Areas in the Mediterranean Sea*. IUCN, Malaga and WWF, France: 152 pp.
- DI FRANCO A., BUSSOTTI S., NAVONE A., PANZALIS P., GUIDETTI P. (2009) - Evaluating effects of total and partial restrictions to fishing on Mediterranean rocky-reef fish assemblages. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **387**: 275-285.
- FRIEDLANDER A.M., DEMARTINI E.E. (2002) - Contrasts in density, size, and biomass of reef fishes between the northwestern and the main Hawaiian islands: the effects of fishing down apex predators. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **230**: 253-264.
- GARCÍA-RUBIES A., ZABALA M. (1990) - Effects of total fishing prohibition on the rocky fish assemblages of Medes Islands marine reserve (NW Mediterranean). *Sci. Mar.*, **54**: 317-328.
- GUIDETTI P., MILAZZO M., BUSSOTTI S., MOLINARI A., MURENU M., PAIS A., SPANÒ N., BALZANO R., AGARDY T., BOERO F., CARRADA G., CATTANEO-VIETTI R., CAU A., CHEMELLO R., GRECO S., MANGANARO A., NOTARBARTOLO DI SCIARA G., RUSSO G.F., TUNESI L. (2008) - Italian marine reserve effectiveness: does enforcement matter? *Biol. Cons.*, **141**: 699-709.
- GUIDETTI P., SALA E. (2007) - Community-wide effects of marine reserves. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **335**: 43-56.
- HARMELIN-VIVIEN M.L., HARMELIN J.G., CHAUVET C., DUVAL C., GALZIN R., LEJEUNE P., BARNABE G., BLANC F., CHEVALIER R., DUCLERC J., LASSERRE G. (1985) - Evaluation des peuplements et populations de poissons. Méthodes et problèmes. *Rev. Ecol.*, **40**: 467-539.
- MICHELI F., HALPERN B.S., BOTSFORD L.W., WARNER R.R. (2004) - Trajectories and correlates of community change in no-take marine reserves. *Ecol. Appl.*, **14**: 1709-1723.
- SALA E., BOUDOURESQUE C.F., HARMELIN-VIVIEN M.L. (1998) - Fishing, trophic cascades, and the structure of algal assemblages: evaluation of an old but untested paradigm. *Oikos*, **82**: 425-439.
- WILLIAMS I.D., POLUNIN N.V.C. (2000) - Differences between protected and unprotected reefs of the western Caribbean in attributes preferred by dive tourists. *Environ. Conserv.*, **27**: 382-391.
- WORM B., BARBIER E.B., BEAUMONT N., DUFFY J.E., FOLKE C., HALPERN B.S., JACKSON J.B., LOTZE H.K., MICHELI F., PALUMBI S.R., SALA E., SELKOE K.A., STACHOWICZ J.J., WATSON R. (2006) - Impacts of biodiversity loss on ocean ecosystem services. *Science*, **314**: 787-790.

M. PALMA, U. PANTALEO, G. LANDI, C. HUETE STAUFFER<sup>1</sup>,  
C. MAGLIOZZI<sup>1</sup>, A. SCINTO, L. MARINI<sup>2</sup>

UBICA s.r.l., Via San Siro, 6/1 - 16124 Genova, Italia.  
2marco.palma@gmail.com

<sup>1</sup>Dip.Te.Ris. (Dipartimento per lo Studio del Territorio e delle sue Risorse), Università di Genova, Italia.  
<sup>2</sup>Area Marina Protetta "Secche di Tor Paterno", Roma, Italia.

## LA BIOCARTOGRAFIA 3D COME NUOVO STRUMENTO DI SUPPORTO ALLA GESTIONE DELLA FASCIA COSTIERA

### 3D BIOCARTOGRAPHY AS A NEW TOOL FOR COASTAL MANAGEMENT

**Abstract** - Our interactive 3D bionomic cartographic support is the result of the many underwater bio-geomorfological surveys held at the Marine Protected Area of "Secche di Tor Paterno". The surveys were concentrated on the whole shoal complex within a -30 m bathymetric limit and an additional area mainly characterized by facies of *Paramuricea clavata*, which was investigated at a higher resolution. Our cartographic support provides a rapid tool to visualize seabed's geomorphological and biological features as well as the entity of the environmental impact of an area in order to give the appropriate indications for a correct conservation management and to spread a wider scientific approach. Our support could also be useful to promote recreational diving activities.

**Key-words:** benthos, biocoenosis, coralligenous, GIS.

**Introduzione** - Dapprima sviluppate in ambito terrestre, le tecniche di rappresentazione cartografica sono state in seguito applicate allo studio degli ambienti marini. A ogni modo, le carte geografiche e tematiche tradizionali, su supporto cartaceo, non sono adeguate a rappresentare modelli complessi a scale spaziali e temporali diversificate come quelli che spesso servono a descrivere gli ecosistemi marini ed i loro processi ecologici. Lo sviluppo dei sistemi informativi geografici e delle tecniche di rappresentazione grafica digitale ha permesso alla cartografia bionomica, considerata già da decenni strumento primario di analisi e conoscenza degli ecosistemi marini (Bianchi *et al.*, 2003), di superare i limiti imposti dalle tecniche di rappresentazione cartacea e dei modelli plastici in scala. La biocartografia 3D diverrà uno dei più utili strumenti di gestione della fascia costiera, fornendo, attraverso una visualizzazione rapida ed efficace sia delle componenti biotiche che abiotiche caratterizzanti un ambiente, la possibilità di sviluppare piani d'azione a vario livello, a partire dalla corretta definizione di piani di monitoraggio fino a progetti di gestione integrata della fascia costiera. L'archiviazione di rilievi cartografici tridimensionali integrati con informazioni di tipo biologico e geomorfologico è un primo passo per un sempre più diffuso impiego delle conoscenze sulla distribuzione delle specie e delle loro dinamiche, dei cambiamenti in atto, sia naturali sia dovuti all'impatto antropico. Tale forma di facile accesso a informazioni complesse potrebbe rendere più rapidi ed efficaci i futuri programmi di tutela e di gestione della fascia costiera.

**Materiali e metodi** - L'Area Marina Protetta "Secche di Tor Paterno" è situata a circa 7 miglia a sud-ovest del Porto di Roma ed è costituita da un complesso di rilievi sommersi che costituiscono le uniche formazioni rocciose della zona costiera antistante la foce del Tevere e rappresentano un'importante stepping stone per la diffusione delle specie di fondo duro lungo il litorale tirrenico. L'area d'indagine di circa 200.000 m<sup>2</sup> comprende il corpo principale delle secche entro la batimetrica dei -30 metri e un'area di circa 7850 m<sup>2</sup> nella quale le indagini sono state maggiormente approfondite al fine di caratterizzare i popolamenti caratterizzati dalla presenza di *Paramuricea clavata*. La caratterizzazione dei popolamenti è stata realizzata da

Ubica s.r.l. mediante videotrasetti subacquei sincronizzati al tracciato GPS di una boa al traino in superficie ed analizzati seguendo la lista degli habitat prioritari del protocollo SPA/BIO (Convenzione di Barcellona) e la classificazione delle biocenosi marine mediterranee proposta da Pérès e Picard (1964). Le indagini sono state approfondite in un'area caratterizzata da *Paramuricea clavata* allo scopo di definirne la struttura di popolazione ed il suo stato di conservazione. A tal proposito, sono stati utilizzati quadrati di superficie standard (50 cm di lato) lungo trasetti metrati radiantis da un punto di riferimento di posizione nota ed alle profondità operative di 40, 35, 30, 25, 20 metri, definendo: 1) densità delle colonie, 2) altezza massima per colonia, 3) percentuale di cenenchima danneggiato per colonia, 4) tipologia di epibiosi, 5) presenza di attrezzi da pesca abbandonati. Le attività di campionamento subacqueo sono state condotte con l'utilizzo di attrezzature da immersione tecnica e impiego di miscele Nitrox che hanno permesso di effettuare immersioni prolungate mantenendo elevati standard di sicurezza. I dati batimetrici dell'area di indagine sono stati forniti dall'ente gestore, interpolati con i dati raccolti nell'area di approfondimento di indagine con ecoscandaglio single beam ed elaborati con software cartografici e di modellazione tridimensionale. Gli areali di distribuzione delle biocenosi e delle facies principali individuate dall'analisi dei dati raccolti sono state rappresentate come layer cartografici e per ognuno sono stati realizzati modelli tridimensionali rappresentanti le specie bandiera e le texture fotografiche. I dati georeferenziati sulla struttura di popolazione di *P. clavata* e del suo stato di conservazione sono stati elaborati al fine di estrarre degli areali di distribuzione sia per le colonie in buono stato di conservazione sia per quelle che presentavano danni al cenenchima. Per queste ultime sono stati elaborati 4 modelli tridimensionali rappresentanti colonie in cui sono messi in evidenza le percentuali di danno alla colonia e la tipologia di epibiosi.

**Risultati** - Il supporto cartografico realizzato è consultabile on-line ([www.ubicasrl.com](http://www.ubicasrl.com)) e strutturato in due principali forme di visualizzazione interrogabili dall'utente. Dalla home page si ha la possibilità di accedere alla sezione cartografica Secche di Tor Paterno, corrispondente alla cartografia bionomica. In questa pagina è possibile attivare e disattivare i layers cartografici, accedere a schede di descrizione delle facies e biocenosi rappresentate ed entrare in una sezione di esplorazione della cartografia bionomica sviluppata su supporto tridimensionale elaborato dai dati batimetrici multibeam ed arricchita con i modelli 3D delle specie bandiera. Dalla seconda sezione si accede all'area di approfondimento delle indagini. Questa area è stata ricostruita in ambiente tridimensionale georeferenziato: nel monitor sono visualizzate sia le coordinate del punto macchina aggiornate in tempo reale, sia la posizione dell'utente nell'ambiente 3D. Durante l'esplorazione del modello l'utente potrà osservare la distribuzione delle facies rappresentate nell'area ed avrà modo di incontrare gorgonie danneggiate (3 tipologie di danno) o sradicate, posizionate in differenti zone in funzione dell'impatto riscontrato dall'analisi dei dati. Avvicinandosi a queste apparirà una breve descrizione della tipologia della lesione e delle sue cause.

**Conclusioni** - Le rappresentazioni cartografiche computerizzate dei fondali marini così ottenute, sfruttano al contempo una molteplicità di aspetti innovativi:

- rappresentazione non solo geomorfologica, ma anche biologica dei fondali;
- rappresentazione tramite Geographic Information Systems, che consente la corretta collocazione spaziale dei rilievi sia geomorfologici che biologici;
- rappresentazione tridimensionale con la possibilità di muoversi virtualmente in un ambiente marino;
- modularità delle informazioni contenute e possibilità di aggiornare i dati.

La biocartografia 3D ha permesso di “far emergere” i fondali, renderli accessibili a tutti, permettendo da una parte la visualizzazione della composizione delle comunità bentoniche, e dall'altra di comprendere gli effetti dannosi della pratica della pesca sportiva in aree ad elevato pregio ambientale caratterizzate da popolamenti di *P. clavata*. L'utilizzo della metodologia di visualizzazione sviluppata da U.Bi.Ca. consente di ampliare enormemente la conoscenza degli habitat marini attualmente carente, migliorando sensibilmente la percezione dei problemi che caratterizzano i fondali. L'utilizzo di sistemi interattivi 3D consente di ottenere dalla rappresentazione cartografica un valore d'uso superiore rispetto a quello attualmente offerto dalla rappresentazione cartografica 2D che, attualmente, comporta una complessa visualizzazione delle informazioni facilmente interpretabili solo da esperti del settore.

### **Bibliografia**

- BIANCHI C.N., ARDIZZONE G.D., BELLUSCIO A., COLANTONI P., DIVIACCO A., MORRI C., TUNESI L. (2003) - La cartografia del Benthos. In: M.C. Gambi, M. Dappiano (eds), Manuale di metodologie di campionamento e studio del benthos marino mediterraneo. *Biol. Mar. Mediterr.*, **10** (Suppl.): 367-394.
- PÉRÈS J.M., PICARD J. (1964) – Nouveau Manuel de bionomie benthique de la mer Méditerranée. *Recueil des Travaux de la Station marine d'Endoume*, **31** (47): 5-137.

V. PARRAVICINI<sup>1,2</sup>, A. ROVERE<sup>1,2</sup>, P. VASSALLO<sup>2</sup>, F. MICHELI<sup>3</sup>, M. MONTEFALCONE<sup>2</sup>,  
C. MORRI<sup>2</sup>, C. PAOLI<sup>2</sup>, G. ALBERTELLI<sup>2</sup>, M. FABIANO<sup>2</sup>, C.N. BIANCHI<sup>2</sup>

<sup>1</sup>SEAMap srl, Seascape Evaluation Assessment and Mapping, Genoa, Italy.

<sup>2</sup>Dip.Te.Ris., Dipartimento per lo studio del Territorio e delle sue Risorse, Genoa University, Italy.  
valeriano.parravicini@gmail.com

<sup>3</sup>Hopkins Marine Station, Stanford University, Pacific Grove, CA, USA.

## UNDERSTANDING RELATIONSHIPS BETWEEN CONFLICTING HUMAN USES AND ECOSYSTEM STATUS FOR MANAGEMENT: A GEOSPATIAL MODELING APPROACH

### *UN MODELLO GEOSPAZIALE PER LA COMPrensIONE DELLE RELAZIONI TRA PRESSIONI ANTROPICHE E LO STATO DEGLI ECOSISTEMI FINALIZZATO ALLA LORO GESTIONE*

**Abstract** - A geospatial approach was implemented to model the complex relationships that exist between multiple human pressures and coastal ecosystems status. The model was used to predict the status of coastal ecosystems resulting from different management alternatives by the MPA "Isola di Bergeggi" to mitigate potential effects of a close commercial harbor.

**Key-words:** marine spatial planning, ecosystem-based management, cartography, multiple stressors.

**Introduction** - The implementation of Ecosystem Based Management (EBM) has the primary aim of developing conservation strategies able to tackle the multiplicity of human pressures, thus maintaining ecosystems integrity along with the services they provide. In this regard, the EU Marine Strategy Directive recommends the implementation of Marine Spatial Planning (MSP) that should provide conservation managers with a cartographic decision-support tool for finding efficient solutions (Bianchi, 2008). We developed a spatially-explicit and flexible approach for MSP to assess the relationships between a suite of human pressures and the status of marine coastal ecosystems. Such approach was used to visualize the expected outcomes of alternative management scenarios for an emblematic case study: a coastal zone where the newly established Marine Protected Area "Isola di Bergeggi" will have to coexist with the planned extension of a close commercial harbor.

**Materials and methods** - Our approach comprised four main steps: i) GIS (Geographical Information System) mapping of human pressures and their intensities, ii) GIS mapping of marine territory status, iii) modeling of the relationships between human pressures and marine territory status, iv) using the model calibrated in step 3 to build maps of expected marine territory status according to expected or planned variations in human pressures (Fig. 1). The map of the study area was divided into parcels of 250 m<sup>2</sup> and for each parcel the intensity of each human pressure was quantified by expert evaluations and fuzzy decision tools considering two criteria (type of pressures and distance from their source). For each parcel, we then used field data collected for a previous study (Bianchi *et al.*, 2007) to compute an index of marine territory status. This is inspired by the methodology proposed by Bellan *et al.* (1985) and represents the ecological distance from the historical description of the marine habitats of the Mediterranean Sea (Pérès and Picard, 1964). The relationship between human pressures and marine territory status was modeled by means of Random Forest (RF) technique (Cutler *et al.*, 2007). In order to predict the effects of potential management alternatives by the MPA in the environmental context due to the harbor expansion, four scenarios were developed by eliciting experts.



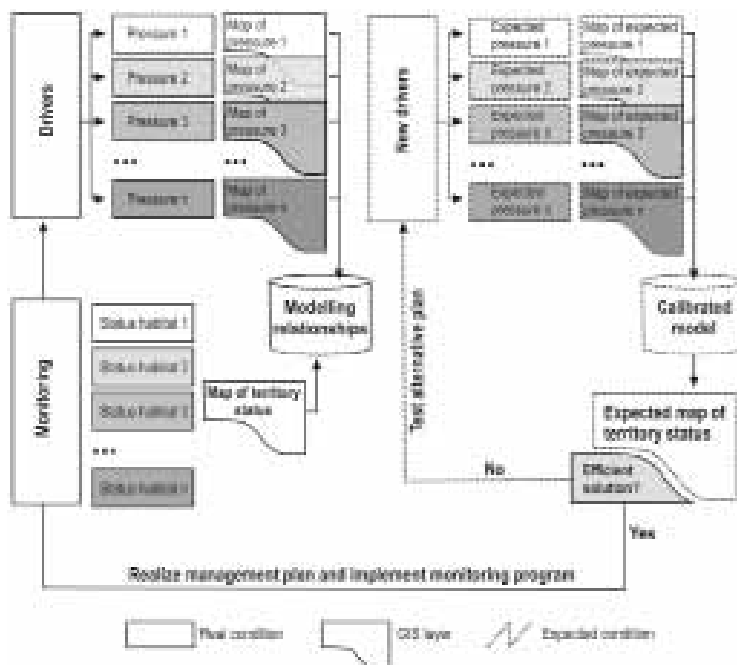


Fig. 1 - Conceptual diagram of the steps used to develop the geospatial modeling approach presented. The approach comprises four main steps: (1) mapping of pressures and their intensities, (2) mapping marine territory status, (3) modeling the relationships between pressures distribution and marine territory status, (4) using the model calibrated in the step 3 to build maps of expected territory status according to different management alternatives.

*Diagramma concettuale dei passaggi necessari all'applicazione del modello geospaziale presentato. L'approccio prevede quattro passaggi: (1) cartografia delle pressioni, (2) cartografia dello stato del territorio marino, (3) modellizzazione delle relazioni tra pressioni e lo stato del territorio marino, (4) uso del modello calibrato nel passaggio 3 per la realizzazione di carte dello stato atteso in risposta a differenti alternative gestionali.*

**Scenario 1:** the influence of the extended harbor will be the 'minimum' predicted by experts and the MPA does not change enforcement; **Scenario 2:** the influence of the extended harbor will be the 'minimum' predicted by experts and the MPA will further regulate fishery, anchoring and beach nourishments; **Scenario 3:** the influence of the extended harbor will be the 'maximum' predicted by experts and the MPA does not change enforcement; **Scenario 4:** the influence of the extended harbor will be the 'minimum' predicted by experts and the MPA will further regulate fishery, anchoring and beach nourishments. The expected status of the marine territory deriving from each of the above scenarios was then computed using RF models and represented into GIS.

**Results** - The map of the marine territory status evidenced signs of habitat degradation due to historical pressures that acted before MPA establishment. RF identified into the urbanization of the coastline, fishery and the presence of the commercial harbor the three main causes of habitat deterioration. Human pressures generally resulted to interact in additive way; the only synergistic behavior was detected between harbor and beach nourishment. The maps of the four potential

scenarios evidenced that the MPA may play an important role in guaranteeing the conservation of the area. Considering either the ‘maximum’ or the ‘minimum’ expected intensities of the extended harbor, predicted scenarios considering a conservation effort by the MPA are markedly different from those that exclude further enforcement. In the case that the commercial harbor will have the minimum expected intensity, the overall status of the marine territory will result ameliorated by MPA’s active management with respect to the situation we observed in the field.

**Conclusions** - Our approach proved efficient in allowing scientists and managers to compare the results of different management alternatives on marine ecosystems status. This is a crucial step for implementing EBM, which is expected to provide managers with the instruments to reduce uncertainty. In addition, the employment of GIS allows the visual representation of the effects that different practices can exert upon seascapes, which will help conservation managers finding the appropriate solutions. Previous examples of MSP tools used mapping of potential pressures and the assessment of the potential risk of impact by eliciting experts to quantify the vulnerability of different habitats to specific pressures. These tools, without requiring field data, can be applied over large scales, but the way through which multiple pressures interact is chosen *a priori*. However, human pressures may interact in complex ways, e.g. synergistically or antagonistically (Crain *et al.*, 2008). This is the reason why we decided to model complex pressures/status relationships. The present study case demonstrated that our approach was able to detect complex interactions among multiple human stressors, to identify and assess threshold effects, and to understand which pressures need to be mitigated by the MPA to tackle the future influence of the extended harbor. Of course, long-term monitoring remains the only way to have a good knowledge of the system to be managed. Data from monitoring can be implemented within our tool and will allow to refine model’s predictions by accounting information on ecosystem trajectories and resilience.

**Acknowledgements** - Field data were collected thanks to a collaboration with the “Bergeggi Island” MPA.

## References

- BELLAN G., BOURCIER M., PICARD J., SALEN-PICARD C., STORA G. (1985) - Conséquences structurelles dues aux perturbations affectant les biocénoses benthiques méditerranéennes de substrat meuble. *Rapports de la Commission Internationale pour l'Exploration Scientifique de la Mer Méditerranée*, **29**: 215-221.
- BIANCHI C.N. (2008) - From bionomic mapping to territorial cartography, or from knowledge to management of marine protected areas. *Biol. Mar. Mediterr.*, **14** (2): 22-51.
- BIANCHI C.N., MORRI C., PARRAVICINI V., ROVERE A. (2007) - *Realizzazione di cartografia tematica sull'ambiente marino costiero di Bergeggi ed elaborazione di un piano di monitoraggio* - Relazione finale. Comune di Bergeggi, Savona.
- CRAIN C.M., KROEKER K., HALPERN B.S. (2008) - Interactive and cumulative effects of multiple human stressors in marine systems. *Ecology Letters*, **11**: 1304-1315.
- CUTLER D.R., EDWARDS T.C., BEARD K.H., CUTLER A., HESS K.T. (2007) - Random forests for classification in ecology. *Ecology*, **88**: 2783-2792.
- PÉRÈS J.M., PICARD J. (1964) - Nouveau manuel de bionomie benthique de la mer Méditerranée. *Recueil des Travaux de la Station Marine d'Endoume*, **32**: 1-247.

Research partially done within the frame of the project ‘The impacts of biological invasions and climate change on the biodiversity of the Mediterranean Sea’ (Italy–Israel co-operation) funded by the Italian Ministry of the Environment.

M. PREVIATI, C. MAGLIOZZI<sup>1</sup>, M. PALMA, A. NAVONE<sup>2</sup>, U. PANTALEO,  
G. LANDI, C. CERRANO<sup>1</sup>

UBICA s.r.l., Via San Siro, 6/1 - 16124 Genova, Italia.

<sup>1</sup>Dipartimento per lo Studio del Territorio e delle sue Risorse (Dip.Te.Ris.), Università di Genova, Italia.

<sup>2</sup>Dipartimento di Scienze della Vita e dell'Ambiente (DI.S.V.A.), Università Politecnica delle Marche, Italia  
c.cerrano@univpm.it

<sup>3</sup>Area Marina Protetta Tavolara-Punta Coda Cavallo, Olbia, Italia.

## SPERIMENTAZIONE DI TECNICHE DI RECUPERO (PRUNING) SU UNA POPOLAZIONE DI *PARAMURICEA CLAVATA* COLPITA DA EVENTI DI MORIA

### *PRUNING TECHNIQUES TESTING ON PARAMURICEA CLAVATA POPULATION AFFECTED BY MASS MORTALITY EVENTS*

**Abstract** - During summer 2008, a population of *Paramuricea clavata* (Alcyonacea, Plexauridae) in the Tavolara MPA (locality Punta Coda Cavallo) suffered an impressive mass mortality event. The population was subjected to transplant and manipulation experiments using pruning techniques, so that damaged parts were removed from the colonies without changing their fan shape. In total 43 colonies were identified and subdivided into various categories according with their necrosis conditions and the treatment applied: healthy untreated (SNM), healthy treated (SM), diseased untreated (MNM) and diseased treated (MM). After one year, MM colonies overcame transplantation stress and showed a positive growth rate, higher than MNM colonies and comparable with that of SM colonies.

**Key-words:** mass mortality, coralligenous assemblage, *Paramuricea clavata*, mitigation, Tavolara Island.

**Introduzione** - Negli ultimi 30 anni si sono registrati sempre più frequentemente episodi di moria che hanno colpito, sia in ambito tropicale che mediterraneo, numerosi organismi bentonici come spugne, gorgonie e altri invertebrati sessili, in genere filtratori (Garrabou *et al.*, 2009; Cerrano e Bavestrello, 2009). Questi episodi di moria sono stati ricollegati ad una concomitanza di diversi fattori, scaturiti da un aumento della temperatura lungo la colonna d'acqua, quali l'incremento della richiesta di ossigeno (Previati *et al.*, 2010), la ridotta presenza di cibo (Coma *et al.*, 2009), lo stress legato al periodo riproduttivo e un aumento della presenza di batteri del genere *Vibrio*, tra i quali *Vibrio corallilyticus* si è dimostrato essere il più virulento (Vezzulli *et al.*, 2010). In particolare *Paramuricea clavata* è considerata una delle gorgonie più colpite dai fenomeni di moria (Cerrano *et al.*, 2005). La sua scomparsa sembra portare ad una banalizzazione dei fondali e ad una riduzione della diversità biologica (Scinto *et al.*, 2009), con conseguenze gravi anche dal punto di vista economico. Nonostante l'urgenza di trovare protocolli d'intervento per affrontare i numerosi eventi di moria, sono ancora poche le tecniche sperimentate per il recupero delle popolazioni colpite. Scopo del presente lavoro è stato quello di sperimentare nuove tecniche di recupero basate sulla manipolazione di colonie di *P. clavata* danneggiate da parziale necrosi del cenenchima, al fine di agevolare i processi di rigenerazione ed ottenere un protocollo di azione riproducibile. Fino ad oggi gli unici tentativi d'intervento hanno preso in considerazione la fattibilità di eventuali trapianti di colonie. Alcuni esperimenti di trapianto sono stati approntati su diverse gorgonie mediterranee, permettendo di valutare la loro risposta agli eventi di mortalità massiva, in termini di tassi di sopravvivenza, di crescita e di mortalità (Fava *et al.*, 2010). Tali esperimenti hanno messo in evidenza la diversa resistenza e resilienza allo stress di varie specie, dimostrando come le anomalie termiche possano influire in modi diversi sulle diverse specie di gorgonie mediterranee. Per *P. clavata*, *Eunicella cavolini*, *E. singularis* ed *E. verrucosa* il metodo del trapianto ha avuto successo

come dimostrato da un alto tasso di sopravvivenza e di crescita (Fava *et al.*, 2010). L'efficacia del metodo è stata altresì dimostrata dagli esperimenti effettuati sulle due specie tropicali di corallo nero, *Antipathes griggi* e *Myriopathes ulex* (Montgomery, 2002). Numerosi studi hanno infine utilizzato le tecniche di trapianto per valutare le variazioni morfologiche delle colonie e degli scleriti di specie viventi sia in reef superficiali che profondi, sottolineando come queste sembrano essere dipendenti da fattori ambientali (West *et al.*, 1993). Il presente lavoro presenta i risultati ottenuti intervenendo su colonie parzialmente danneggiate da necrosi dei tessuti durante un esteso fenomeno di moria di massa, dimostrando come la rimozione delle parti danneggiate possa effettivamente agevolare il recupero.

**Materiali e metodi** - Lo studio è stato condotto lungo la parete nord occidentale della Secca del Papa 2 (AMP di Tavolara), tra 28 e 41 m di profondità. Sono state marcate 40 colonie, di cui è stato determinato il sesso. Le colonie sono state poi suddivise in varie categorie: 10 colonie sane (poiché prive di segni di necrosi) non manipolate (SNM); 10 sane su cui è stata effettuata una manipolazione, con riduzione di taglia tramite eliminazione della parte apicale dei rami esterni mantenendo la forma originale della colonia (SM); 10 malate (con segni di necrosi e danni al cenenchima) non manipolate (MNM) e 10 malate e manipolate (MM). Sono stati condotti sei rilievi tra giugno 2009 e settembre 2010. Durante le attività di monitoraggio, le colonie marcate sono state fotografate utilizzando come sfondo un pannello provvisto di un reticolo con maglia di 1 cm di lato in modo da minimizzare l'errore di parallasse nelle successive misure e le immagini sono state analizzate con il software di elaborazione e misurazione digitale ImageJ.

Utilizzando il metodo di mappatura di Horton (Horton, 1945; Abraham, 2011) (Fig. 1), è stato possibile distinguere i rami, in base ad un codice numerico, in: primari, ovvero senza nessuna ramificazione, secondari, terziari, quaternari e a seguire, quando il ramo si originava dall'intersezione di due rami dello stesso ordine. Dall'analisi dei dati sono stati ottenuti i seguenti parametri: altezza media e massima, percentuale del danno sul cenenchima, grado di complessità delle colonie e comparsa di nuovi rami, tasso di crescita e di mortalità.

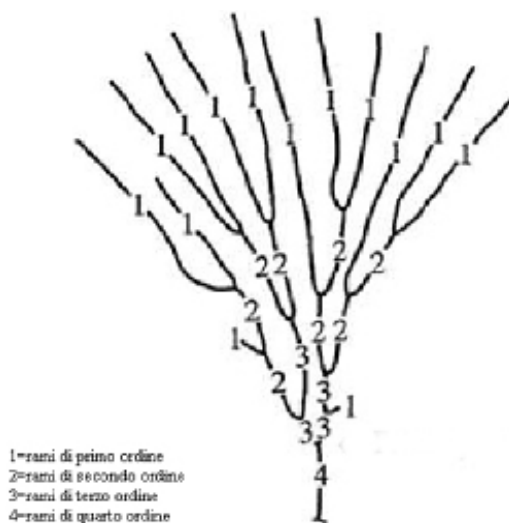


Fig. 1 - Esempio del metodo di Horton usato per mappare le colonie (Abraham, 2011; modif.).

*Example of Horton's mapping method applied on gorgonian colonies (Abraham 2011; modif.).*

**Risultati** - Considerando le colonie prima della manipolazione, è stato notato che l'altezza media delle colonie sane ( $41.6 \pm 17.4$  cm) risulta essere inferiore all'altezza media delle 20 colonie malate ( $54.1 \pm 13.5$  cm). Dalla determinazione del sesso è emerso che il 53% delle femmine ed il 32% dei maschi presentavano danni al cenenchima. Tramite l'analisi delle immagini e dei dati raccolti *in situ* sono stati analizzati 3697 rami nelle colonie sane, arrivando fino al 6° grado di complessità (R6), e 2325 nelle colonie malate, dove è stato raggiunto il 5° grado di complessità (R5). L'analisi dell'architettura dei ventagli ha inoltre dimostrato che le ramificazioni di primo e secondo grado (R1 e R2) sono direttamente coinvolte nell'accrescimento della colonia durante il periodo di monitoraggio. I risultati relativi all'esperimento di manipolazione hanno mostrato sia che le colonie SNM hanno una crescita maggiore rispetto a tutte le altre classi di sperimentazione sia che le colonie MM hanno una crescita maggiore delle colonie MNM. In particolare le colonie SNM sono cresciute di  $1.29 \pm 0.9$  cm all'anno (con un massimo in inverno e un minimo nel periodo estivo) mentre le colonie SM di  $0.23 \pm 0.5$  cm all'anno. Le MNM hanno presentato un tasso medio di crescita negativo ( $-0.54 \pm 0.38$  cm annui), con tassi medi vicino zero nel periodo invernale ( $0.17 \pm 0.28$  cm annui) e tassi medi negativi ( $-0.67 \pm 0.6$  cm annui) nel periodo estivo di osservazione. Le colonie MM, invece, sono cresciute di  $0.54 \pm 0.38$  cm all'anno (Fig. 2). I tassi di crescita sono diversi fra di loro (one way ANOVA  $F=15.057$ ;  $P<0.000$ ).

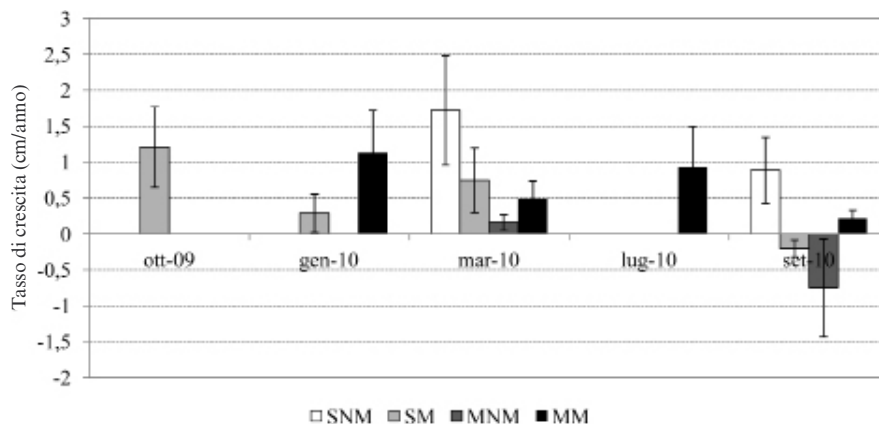


Fig. 2 - Tassi di crescita dei rami primari (R1) analizzati dopo l'esperimento di manipolazione su tutte le colonie, sane e malate, manipolate e non.

*Primary branches growth rates of (R1) obtained after manipulation experiment on healthy, ill, manipulated and not-manipulated colonies.*

**Conclusioni** - I fenomeni di necrosi, quando colpiscono le colonie solo parzialmente, portano ad una modifica dei parametri architettonici delle colonie, causando una riduzione del numero di ramificazioni e del grado di complessità, soprattutto in quelle di sesso femminile e/o di dimensioni superiori ai 40 cm di altezza. I risultati relativi alla manipolazione hanno dimostrato che l'eliminazione di rami danneggiati con conseguente riduzione della taglia, facilita il recupero delle colonie colpite da moria. Le colonie MM hanno infatti tassi di crescita superiori rispetto alle colonie MNM, dove, si suppone, la crescita progressiva degli organismi epibionti rallenti

o impedisca la rigenerazione del cenenchima sullo sclerasse. I tassi di crescita nelle colonie MM risultano essere paragonabili a quelli delle SM confermando la possibilità di facilitare il recupero delle colonie danneggiate da necrosi dei tessuti con le tecniche sperimentali di potatura. Visto il continuo susseguirsi di eventi di moria, diventa sempre più urgente raccogliere dati e organizzare piani di tutela e di gestione per ambienti particolarmente pregiati e caratterizzati da una elevata biodiversità, unica nel Mediterraneo, come quella del coralligeno (Linares e Doak, 2010).

Valutare e comprendere come *P. clavata* risponda a stress ambientali sempre più diffusi, rappresenta un passo importante per prevedere come potranno cambiare le comunità bentoniche di fondo duro in seguito alla rarefazione o alla scomparsa di specie chiave con un importante ruolo strutturante sia dal punto di vista fisico-architettonico sia ecologico-funzionale. Nuove tecniche come quelle di potatura (*pruning*), unite ad altre forme sperimentali consolidate come quella dei trapianti, potrebbero rappresentare validi mezzi di mitigazione degli impatti e potrebbero facilitare il processo di recupero delle popolazioni danneggiate da fenomeni di necrosi.

### Bibliografia

- ABRAHAM R.E. (2011) - The fractal branching of an arborescent sponge. *Mar. Biol.*, **138**: 503-510.
- CERRANO C., ARILLO A., AZZINI F., CALCINAI B., CASTELLANO L., MUTI C., VALISANO L., ZEGA G., BAVESTRELLO G. (2005) - Gorgonian population recovery after a mass mortality event. *Aquat. Conserv.*, **15**: 147-157.
- CERRANO C., BAVESTRELLO G. (2009) - Mass Mortalities and Extinctions. *Ecol. Stud.*, **206**: 295-307.
- COMA R., RIBES M., SERRANO E., JIMÉNEZA E., SALAT J., PASCAL J. (2009) - Global warming-enhanced stratification and mass mortality events in the Mediterranean. *Proceeding of the Nation Academy of Science of the United State of America*, **106**: 6176-6181.
- FAVA F., BAVESTRELLO G., VALISANO L., CERRANO C. (2010) - Survival, growth and regeneration in explants of four temperate gorgonian species in the Mediterranean Sea. *Ital. J. Zool.*, **77**: 44-52.
- GARRABOU J., COMA R., BENSOUSSAN N., BALLY M., CHEVALDONNÉ P., CIGLIANO M., DIAZ D., HARMELIN J.G., GAMBI M.C., KERSTING D.K., LEDOUX J.B., LEJEUSNE C., LINARES C., MARSCHAL C., PÉREZ T., RIBES M., ROMANO J.C., SERRANO E., TEIXIDO N., TORRENTS O., ZABALA M., ZUBERER F., CERRANO C. (2009) - Mass mortality in Northwestern Mediterranean rocky benthic communities: effects of the 2003 heat wave. *Glob. Chang. Biol.*, **15**: 1090-1103.
- HORTON R.E. (1945) - Erosional development of streams and their drainage basin; hydro-physical approach to quantitative morphology. *Geological Society of America Bulletin*, **56**: 275-370.
- LINARES C., DOAK D.F. (2010) - Forecasting the combined effects of disparate disturbances on the persistence of long-lived gorgonians: a case study of *Paramuricea clavata*. *Mar. Ecol. Progr. Ser.*, **402**: 59-68.
- MONTGOMERY A.D. (2002) - The feasibility of transplanting black coral (Order Antipatharia). *Hydrobiologia*, **471**: 157-164.
- PREVIATI M., SCINTO A., CERRANO C., OSINGA R. (2010) - Oxygen consumption in four Mediterranean Octocorals during temperature increase. *J. Exp. Biol. Ecol.*, **390**: 39-48.
- SCINTO A., BERTOLINO M., CALCINAI B., HUETE-STAUFFER C., PREVIATI M., ROMAGNOLI T., CERRANO C. (2009) - Role of a *Paramuricea clavata* forest in modifying the coralligenous assemblages. *Proceedings of the 1st Mediterranean Symposium on the conservation of the coralligenous and other calcareous bio-constructors*. Tabarka RAC/SPA: 273 pp.
- VEZZULLI L., PREVIATI M., PRUZZO C., MARCHESE A., BOURNE D.G., CERRANO C., VIBRIOSEA CONSORTIUM (2010) - *Vibrio* infection strigering mass mortality events in a warming Mediterranean Sea. *Environ. Microbiol.*, **12** (7): 2007-2019.
- WEST M.J., HARVELL C.D., WALSS A.-M. (1993) - Morphological plasticity in a gorgonian coral (*Briareum asbestinum*) over a depth cline. *Mar. Ecol. Progr. Ser.*, **94**: 61-69.

G. RELINI, L. LANTERI, A. FRANCO

Centro di Biologia Marina del Mar Ligure (Dip.Te.Ris.), Università di Genova,  
Corso Europa, 26 - 16132 Genova, Italia  
biolmar@unige.it

## GLI OSTEITTI DEI MARI ITALIANI: BIODIVERSITÀ, PROTEZIONE E SFRUTTAMENTO

### *THE BONY FISH OF THE ITALIAN SEAS: BIODIVERSITY, PROTECTION AND EXPLOITATION*

**Abstract** - Species richness, ecological categories, number of commercial species of bony fish in 9 biogeographical zones of Italian seas are recorded. Among 441 species, 26 are protected, 6 need management following Habitat Directive and Barcelona Convention. The main fishery species are those targeted by MEDITS (26 spp.) and by other Fishery Data Collection Modules (EC Regulations): 24 demersals, 10 large pelagics and 5 small pelagics.

**Key-words:** biodiversity, conservation, osteichthyes, Italian seas.

**Introduzione** - Come noto, la conservazione della natura e in particolare delle specie non può prescindere dalla loro conoscenza anche per quanto riguarda la loro distribuzione spazio-temporale e gli impatti ai quali sono sottoposte. Tra gli impatti per le specie ittiche è di primaria importanza la pesca che non solo preleva organismi ma modifica e talora distrugge l'habitat. Scopo della presente nota è di fornire alcune informazioni, sia pur schematiche, sulla biodiversità, le norme, gli interventi di protezione e le specie di osteitti marini italiani pescati. La pubblicazione dell'aggiornamento della checklist degli Osteitti (Relini e Lanteri, 2010) con indicazioni sulla loro presenza in 9 zone biogeografiche, consente di avere i dati di base per considerazioni sulla ricchezza delle specie mentre le problematiche della protezione della biodiversità marina in Italia sono discusse in Relini (1999, 2000). Le informazioni sulle specie sfruttate derivano da numerosi lavori svolti dai gruppi di ricerca coinvolti nella valutazione delle risorse biologiche marine, dal 1985 al 2000 nell'ambito della legge 41/82 ed in seguito nell'ambito della raccolta dati pesca (regolamenti CE 199/2008, 665/2008), per una sintesi si veda A.A.V.V. (2000); Mannini e Relini (2010). Per la bibliografia dettagliata si rimanda a quella riportata nei lavori citati nella presente nota.

**Materiali e metodi** - I dati provengono dalla checklist di recente pubblicata e dalle ricerche sulle risorse aliutiche. Per la suddivisione in nove zone biogeografiche (Fig. 1) è stata seguita la proposta di Bianchi (2004) che è stata utilizzata nei due volumi della checklist della Flora e della Fauna dei mari italiani nei quali sono riportate le spiegazioni delle suddivisioni ed una esauriente bibliografia per ciascun taxon Osteichthyes compresi. Sono stati calcolati l'Indice di diversità (Shannon-Wiever index) e la ricchezza specifica (Margalef's index) delle nove zone biogeografiche sui valori di presenza/assenza utilizzando il software Primer 6 (Plymouth Routines in Multivariate Ecological Research).

**Risultati** - Le specie censite nell'insieme dei mari italiani sono 441 di cui 7 aliene, più altre 28 specie non indigene elencate senza riferimento alla loro distribuzione (Relini e Lanteri, 2010). Delle 35 specie non indigene, sei sono batiali.

Delle 69 specie considerate endemiche del Mediterraneo da Quignard e Tomasini (2000) solo tre sono endemiche italiane, lo storione adriatico *Acipenser naccarii* Bonaparte 1836 e i piccoli gobidi *Knipowitschia panizzae* (Verga, 1841) e

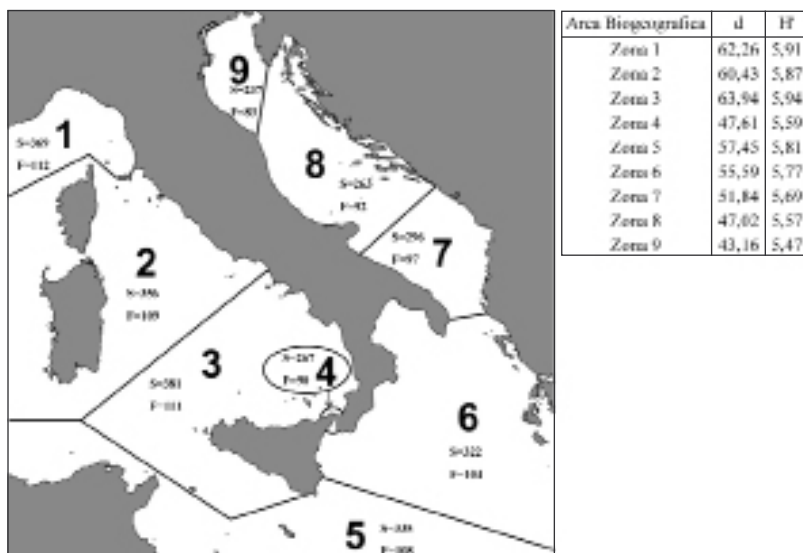


Fig. 1 - Numero totale di specie e di famiglie presenti nei nove settori biogeografici dei mari italiani.

A destra ricchezza specifica (d, indice di Margalef) e l'indice di diversità di Shannon-Wiever (H').

Total number of species and families of the nine biogeographical zones of Italian seas. On the right species richness (d, Margalef index) and diversity index (H', Shannon-Wiever index).

*Pomatoschistus canestrinii* (Ninni, 1883). Le specie considerate estinte nelle acque italiane sono *A. sturio* e *Huso huso*, mentre *A. naccari* si mantiene grazie ad interventi di ripopolamento. Il maggior numero di specie 381 pari al 86% è stato rinvenuto nella zona 3 (Fig. 1) seguita dalla zona 1 con 369 pari al 84% del totale delle specie italiane. Il minor numero della zona 9 (alto Adriatico) con 237 specie pari al 54%. Per le altre zone si veda la Fig. 1, in cui sono riportati gli indici di ricchezza specifica e di diversità. Il numero di famiglie varia dalle 112 (94%) della zona 1 alle 83 (70%) della zona 9 (Fig. 1) su un totale di 119 per tutti i mari. Il 71% delle famiglie (84 su 119) comprende una sola specie e queste famiglie variano da 61 (56%) della zona 5 a 42 (47%) della zona 4. Per quanto riguarda l'ambiente, 221 specie sono della platea, 48 della scarpata, 147 si trovano su entrambe e 25 sono epipelagiche o epi-mesopelagiche (Tab. 1). Nel dominio pelagico si annoverano 103 specie, 170 sono demersali, 47 bentopelagiche, 121 sono bentoniche di cui 57 di scogliera (Tab. 1). Hanno valore commerciale a scopo alimentare 184 specie, 78 sono di scarso valore e 179 non sono di alcun valore (Tab. 1). Le specie protette e quelle da gestire, secondo la Direttiva Habitat (92/43) e varie convenzioni internazionali, sono riportate in Tab. 2 e sono rispettivamente 14 e 6, un numero molto limitato se confrontato col numero di specie eduli e con quelle di maggior interesse per la pesca (Tab. 3). L'importanza delle specie aliquote è determinata da quantitativi pescati e dal valore economico. Le specie sono riunite in tre gruppi G1, G2, G3 in relazione all'importanza e al dettaglio della informazione da acquisire nella raccolta dati in base ai regolamenti CE. Oltre ai 26 osteitti che fanno parte delle 39 specie bersaglio di MEDITS (Mediterranean International Trawl Surveys) (Relini *et al.*, 2008) ci sono 5 piccoli pelagici, 10 grandi pelagici e altre 24 demersali.



Tab. 1 - Numero e percentuali delle specie presenti nei diversi ambienti e di interesse alimentare.  
*Number and percentage of species in different environments and of food interest.*

Zona	Ambiente				Categoria ecologica					Interesse alimentare			Tutte
	Epi - Meso	P	P + S	S	B	BS	BP	D	PON	Si	No	Scarso	
1	20 (5)	168 (46)	139 (38)	42 (11)	39 (11)	49 (13)	40 (11)	149 (40)	92 (25)	156 (42)	139 (38)	74 (20)	369
2	16 (4)	162 (46)	140 (39)	38 (11)	42 (12)	48 (13)	38 (11)	146 (41)	82 (23)	157 (44)	134 (38)	65 (18)	356
3	23 (6)	177 (46)	142 (37)	39 (10)	40 (10)	55 (14)	39 (10)	152 (40)	95 (25)	168 (44)	141 (37)	72 (19)	381
4	12 (4)	119 (45)	105 (39)	31 (12)	26 (10)	32 (12)	29 (11)	104 (39)	76 (28)	127 (48)	90 (34)	50 (19)	267
5	22 (7)	149 (44)	133 (40)	31 (9)	31 (9)	41 (12)	41 (12)	138 (41)	84 (25)	163 (49)	106 (32)	66 (20)	335
6	18 (6)	145 (45)	129 (40)	30 (9)	30 (9)	44 (14)	37 (11)	131 (41)	80 (25)	151 (47)	106 (33)	65 (20)	322
7	13 (4)	142 (48)	119 (40)	22 (7)	28 (9)	40 (14)	29 (10)	131 (44)	68 (23)	141 (48)	96 (32)	59 (20)	296
8	14 (5)	131 (50)	104 (40)	14 (5)	27 (10)	39 (15)	28 (11)	117 (44)	52 (20)	130 (49)	78 (30)	55 (21)	263
9	15 (6)	135 (57)	77 (32)	10 (4)	33 (14)	38 (16)	25 (11)	94 (40)	47 (20)	111 (47)	76 (32)	50 (21)	237
<b>Tutte</b>	<b>25</b>	<b>221</b>	<b>147</b>	<b>48</b>	<b>64</b>	<b>57</b>	<b>47</b>	<b>170</b>	<b>103</b>	<b>184</b>	<b>179</b>	<b>78</b>	<b>441</b>

Epi-Meso=epipelagico e epi-mesopelagico, P=platea, S=scarpata, B=bentonico, BS=bentonico di scogliera, BP=bentopelagico, D=demersale PON= pelagico neritico e oceanico.

*Epi-Meso=epipelagic and epi-mesopelagic, P=shelf, S=slope, B=benthic, BS=reef associated, BP=benthopelagic, D=demersal, PON= pelagic neritic and oceanic.*

Tab. 2 - Specie protette o da gestire secondo la Direttiva Habitat e varie convenzioni internazionali.  
*List of species to be protected or managed following Habitat Directive and international agreements.*

Specie rigorosamente protette	Specie per le quali è necessaria una scrupola gestione
<i>Acipenser naccarii</i> Bonaparte, 1836	<i>Anguilla anguilla</i> (Linnaeus, 1758)
<i>Acipenser sturio</i> Linnaeus, 1758	<i>Aythya fulva</i> (Linnæus, 1758)
<i>Alba alba</i> (Linnaeus, 1758)	<i>Chelonia mydas</i> Linnaeus, 1758
<i>Alba fallax</i> (Loach, 1803)	<i>Chelonia trionis</i> (Linnaeus, 1758)
<i>Aphelichthys ginsburgi</i> Nardini, 1827	<i>Chelonia vicina</i> (Linnaeus, 1758)
<i>Hippocampus hippocampus</i> (Linnaeus, 1758)	<i>Xiphetes gladius</i> Linnaeus, 1758
<i>Hippocampus erastriensis</i> Leitch, 1814	
<i>Zeugopterus abaster</i> Risso, 1826	
<i>Kribia vitellina</i> (Verga, 1847)	
<i>Postanichthys caucasiensis</i> (Ninni, 1883)	
<i>Postanichthys macrostoma</i> (Risso, 1810)	
<i>Postanichthys sicrops</i> (Kroyer, 1838)	
<i>Postanichthys sinensis</i> (Pallas, 1770)	
<i>Postanichthys tenuirostris</i> Müller, 1968	

**Legenda**  
 P2 P3 Annessi II e III protocollo SPA/IBO Convenzione Barcellona  
 B2 B3 Appendici 2 e 3 Convenzione Berna  
 CA CB CD Allegati A,B,C CITES  
 II II4 II5 Allegati II IV V Direttiva Habitat 92/43

Tab. 3 - Lista delle specie bersaglio per la raccolta dati pesca (reg. CE 199 e 665/2008).  
*List of target species for fishery data collection (EC reg. n° 199 and 665/2008).*

Specie bersaglio MEDITIS	Gruppo	Altre specie G1-G2-G3	Gruppo
<i>Anguilla anguilla</i> (Linnaeus, 1758)	G1	<i>Anguilla anguilla</i> (Linnaeus, 1758)	G1
<i>Anguilla borealis</i> (Linnaeus, 1758)	G2	<i>Eugenia acronotus</i> (Linnaeus, 1758)	G1
<i>Chelodactylus boleosus</i> (Linnaeus, 1758)	G2	Fam. Istiopheridae (4 specie)	G1
<i>Chelonia mydas</i> (Linnaeus, 1758)	G1	<i>Sardinia pilchardus</i> (Walbaum, 1792)	G1
<i>Eurostichus ginsburgi</i> (Linnaeus, 1758)	G1	<i>Thunnus thynnus</i> (Linnaeus, 1758)	G1
<i>Halicenturus alatus</i> (Linnaeus, 1758)	G1	<i>Xiphetes gladius</i> Linnaeus, 1758	G1
<i>Halicenturus alatus</i> (Linnaeus, 1758)	G1	<i>Coryphaena equisetis</i> Linnaeus, 1758	G2
<i>Halicenturus alatus</i> (Linnaeus, 1758)	G1	<i>Coryphaena hippurus</i> Linnaeus, 1758	G2
<i>Halicenturus alatus</i> (Linnaeus, 1758)	G1	<i>Dicentrarchus labrax</i> (Linnaeus, 1758)	G2
<i>Halicenturus alatus</i> (Linnaeus, 1758)	G1	Fam. Mugilidae (6 specie)	G2
<i>Halicenturus alatus</i> (Linnaeus, 1758)	G1	<i>Psetta maxima</i> (Linnaeus, 1758)	G2
<i>Halicenturus alatus</i> (Linnaeus, 1758)	G1	<i>Sardinia pilchardus</i> (Walbaum, 1792)	G1
<i>Halicenturus alatus</i> (Linnaeus, 1758)	G1	<i>Scomber</i> spp. (2 specie)	G2
<i>Halicenturus alatus</i> (Linnaeus, 1758)	G1	<i>Sparus aurata</i> Linnaeus, 1758	G2
<i>Halicenturus alatus</i> (Linnaeus, 1758)	G1	<i>Sparus aurata</i> (Linnaeus, 1758)	G2
<i>Halicenturus alatus</i> (Linnaeus, 1758)	G1	<i>Thunnus thynnus</i> (Linnaeus, 1758)	G1
<i>Halicenturus alatus</i> (Linnaeus, 1758)	G1	<i>Diplodus annularis</i> (Linnaeus, 1758)	G3
<i>Halicenturus alatus</i> (Linnaeus, 1758)	G1	<i>Diplodus puntazzo</i> (Cetti, 1777)	G3
<i>Halicenturus alatus</i> (Linnaeus, 1758)	G1	<i>Diplodus sargus sargus</i> (Linnaeus, 1758)	G3
<i>Halicenturus alatus</i> (Linnaeus, 1758)	G1	<i>Diplodus vulgaris</i> (Geoffroy Saint-Hilaire, 1817)	G3
<i>Halicenturus alatus</i> (Linnaeus, 1758)	G1	<i>Etmopterus</i> spp. (6 specie)	G1
<i>Halicenturus alatus</i> (Linnaeus, 1758)	G1	<i>Etmopterus thynnus</i> (Linnaeus, 1758)	G1
<i>Halicenturus alatus</i> (Linnaeus, 1758)	G1	<i>Polysia americana</i> (Bloch & Schneider, 1801)	G3
<i>Halicenturus alatus</i> (Linnaeus, 1758)	G1	<i>Siganus lineatus</i> (Ruppell, 1829)	G3
<i>Halicenturus alatus</i> (Linnaeus, 1758)	G1	<i>Sparus aurata</i> (Linnaeus, 1758)	G2

**Conclusioni** - Quignard e Tomasini (2000) elencano per il Mediterraneo 575 specie e 132 famiglie alle quali vanno aggiunte le specie non indigene di recente segnalate nel "Mare Nostrum". Comunque, facendo riferimento a queste cifre, le specie dei mari italiani rappresentano il 77,7% e le famiglie il 90% di quelle mediterranee. Nel considerare le differenze tra le diverse zone biogeografiche italiane occorre tener presente la diversa superficie, lunghezza della costa, geomorfologia dei fondali e il differente stato di conoscenza. La conservazione della biodiversità si attua attraverso la protezione delle specie o ancor meglio degli habitat, dell'ambiente. Di conseguenza l'interazione tra biodiversità e pesca si manifesta nei due sensi in quanto la protezione può incrementare le risorse ittiche con beneficio della pesca. Ma la pesca, in particolare con alcune tipologie, può creare seri danni alle popolazioni e all'ambiente e quindi influire sulla biodiversità. Le autorità preposte alla gestione della pesca ed in particolare quelle Comunitarie insistono sempre di più per un approccio ecosistemico della pesca e per una riduzione dei danni e della cattura delle specie non bersaglio. In tal senso si muovono: 1) la Direttiva 2008/56/CE che istituisce un quadro per l'azione comunitaria nel campo della politica per l'ambiente marino (direttiva quadro sulla strategia per l'ambiente marino); 2) il regolamento CE n° 2371/2002 relativo alla conservazione e allo sfruttamento sostenibile delle risorse della pesca nell'ambito della politica comune della pesca; 3) il regolamento CE n° 1967/2006 relativo alle misure di gestione per lo sfruttamento sostenibile delle risorse da pesca nel Mar Mediterraneo.

La sfida in atto è di ridurre il divario tra la protezione della biodiversità e lo sfruttamento delle risorse nell'interesse della pesca stessa, come è stato evidenziato anche nel recente workshop sulle interazioni tra pesca ed aree marine protette tenutosi a Porto Cesareo su iniziativa della SIBM (A.A.VV., 2010).

### **Bibliografia**

- A.A.V.V. (2000) - Le ricerche sulla pesca e sull'acquacoltura nell'ambito della L. 41/82. Parte IV (Relazioni). *Biol. Mar. Mediterr.*, **7** (4): 1-233.
- A.A.V.V. (2010) - *Pesca e Gestione delle Aree Marine Protette*. In: Atti del Workshop di Porto Cesareo (Lecce), 30-31 ottobre 2008, Edizioni Grifo: 162 pp.
- BIANCHI C.N. (2004) - Proposta di suddivisione dei mari italiani in settori biogeografici. *Notiziario SIBM*, **46**: 57-59.
- MANNINI A., RELINI G. (eds) (2010) - Rapporto annuale sullo stato delle risorse biologiche dei mari italiani. Anno 2008. *Biol. Mar. Mediterr.*, **17** (Suppl. 3): 1-210.
- QUIGNARD J.P., TOMASINI J.A. (2000) - Mediterranean fish biodiversity. *Biol. Mar. Mediterr.*, **7** (3): 1-66.
- RELINI G. (1999) - L'Italia e la protezione della biodiversità in Mediterraneo. *Biol. Mar. Mediterr.*, **6** (1): 151-171.
- RELINI G. (2000) - Nuovi contributi per la Conservazione della Biodiversità Marina in Mediterraneo. *Biol. Mar. Mediterr.*, **7** (3): 173-211.
- RELINI G., CARPENTIERI P., MURENU P. (2008) - Manuale di Istruzioni Medits (Medits Instruction Manual). *Biol. Mar. Mediterr.*, **15** (Suppl. 2): 1-78.
- RELINI G., LANTERI L. (2010) - Osteichthyes. *Biol. Mar. Mediterr.*, **17** (Suppl. 1): 649-674.



# **Tema 1**

## CONSERVAZIONE DELLA BIODIVERSITÀ MARINA E GESTIONE DELLE RISORSE

---

*Poster*

S. AGNESI, L. BABBINI, G. BRESSAN\*, M.L. CASSESE, G. MO, L. TUNESI

ISPRA - Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale,  
Via Casalotti, 300 - 00166 Roma, Italia.  
leonardo.tunesi@isprambiente.it

\*Dipartimento di Scienze della Vita, Università di Trieste, Italia.

## DISTRIBUZIONE DELLA *FACIES* DEL MÄERL E DELLE ASSOCIAZIONI A RODOLITI NEI MARI ITALIANI: ATTUALE STATO DELLE CONOSCENZE

### *DISTRIBUTION OF MÄERL FACIES AND RHODOLITH ASSOCIATIONS IN THE ITALIAN SEAS: CURRENT STATE OF KNOWLEDGE*

**Abstract** - This contribution synthesises the results of an analysis on the scientific publications available on rhodolith associations in the Italian seas, an activity conducted in support of the rules established by the EC Council regulation n.1967/2006 concerning the usage of towed gear over mäerl beds in the Mediterranean Sea. 148 scientific documents reporting the species responsible for rhodolith associations development were screened for the Italian seas. Publications clearly describing the presence of these associations amount to 57, and only 13 contain cartographies. The collected information is the baseline for the planning of future research activities and conservation measures.

**Key-words:** mäerl, rhodolith, literature reviews, geographical distribution.

**Introduzione** - Il Regolamento CE n. 1967/2006 sulle misure di gestione per lo sfruttamento sostenibile delle risorse della pesca in Mediterraneo protegge i “letti di mäerl”, introducendo il divieto di pesca con reti a strascico, draghe, sciabiche da spiaggia e strumenti analoghi, e prevedendo l’avvio di attività di ricerca e di mappatura di questi habitat. Il presente studio, che rientra in un progetto finanziato dal MiPAAF, ha l’obiettivo di fornire una visione d’insieme sulle informazioni disponibili nella letteratura scientifica sulla presenza dei “letti di mäerl” nei mari italiani. A questo proposito, oltre la *facies* del mäerl (FM), sono state considerate anche l’Associazione a Rodoliti (AR), la *facies* a Prâlines (FP), la *facies* a Peyssoneliaceae libere (FfP) e la *facies* a rodoliti Boxwork (Br), sia perché conformi alla definizione fornita nel Regolamento per questo habitat, sia perché habitat prioritari per il protocollo SPA/BIO, e descritti per i mari italiani da Relini e Giaccone (2009).

**Materiali e metodi** - Sono state consultate le banche dati bibliografiche ASFA, GEOREF e CASPUR e i motori di ricerca *Google* e *Google scholar* utilizzando quali parole chiave le principali associazioni e le specie caratteristiche (Babbini e Bressan 1997; Bressan e Babbini, 2003). Sono state inoltre analizzate: la lista delle pubblicazioni SIBM (1993-2004), gli Atti dei Convegni AIOL (1976- 2009), e dei Simposi RAC/SPA (2000; 2003; 2009), e le pubblicazioni citate in Agnesi *et al.* (2009). L’analisi dei documenti è stata focalizzata su: specie, associazioni, località, profondità, caratteristiche ambientali, presenza di cartografia biocenotica/bionomica.

**Risultati** - La ricerca bibliografica ha consentito l’acquisizione di 148 documenti (pubblicati tra il 1837 e il 2011) relativi alle specie oggetto di studio; tuttavia solo 57 di questi lavori, che risalgono agli ultimi decenni, contengono informazioni sulle associazioni/*facies* di interesse e la maggioranza di queste sono relative alla *facies* del mäerl. Inoltre va rilevato che solo 13 delle 57 pubblicazioni di cui sopra presentano cartografie bionomiche e/o biocenotiche. La distribuzione percentuale delle osservazioni relative alle 5 associazioni/*facies* considerate nel presente studio per i mari italiani sono presentate in Fig. 1 (suddivisi nelle 3 sub-regioni della Direttiva CE 2008/56/EEC: Ionio e Mediterraneo Centrale, Mediterraneo Occidentale, Adriatico).

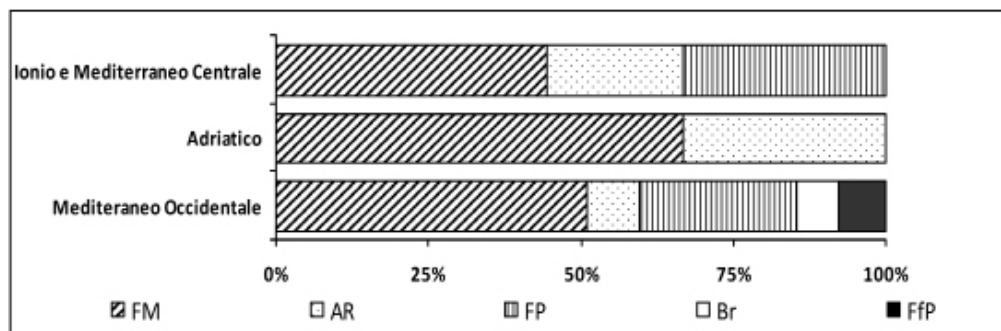


Fig. 1 - Distribuzione percentuale degli studi per sub-regione Mediterranea. (FM=*Facies* del mäerl; AR=Associazione a rodoliti; FP=*Facies* a Pràlines; Br=rodoliti Boxwork; FfP=*Facies* Peyssonneliacee libere).

*Proportion of studies per considered Mediterranean sub-region. (FM=Facies of mäerl; AR=Association with rhodoliths; FP=Facies of Pràlines; Br=Boxwork rhodoliths; FfP=Facies of free Peyssonneliaceae).*

**Conclusioni** - L'analisi dei documenti censiti evidenzia che le pubblicazioni scientifiche relative alle associazioni oggetto di studio sono poche e principalmente relative alla *facies* del mäerl, probabilmente per la maggiore facilità di riconoscimento di questo tipo di associazione. La sub-regione del Mediterraneo occidentale è l'unica che risulta ospitare tutte e 5 le associazioni/*facies* oggetto di studio. Tuttavia va rilevato che questo risultato è il frutto dell'analisi degli studi ad oggi pubblicati, che peraltro presentano una distribuzione piuttosto aggregata.

L'attuale scarsità di informazioni sulla distribuzione dei letti a rodoliti nelle acque italiane è probabilmente da imputare alla ridotta attenzione sino ad oggi riservata a questo argomento e alla necessità di adeguate strumentazioni oceanografiche e cartografiche, divenute accessibili alla comunità scientifica solo negli ultimi anni. Il quadro delle conoscenze delineato dal presente studio, accompagnato dall'elevata valenza conservazionistica e gestionale di queste associazioni/*facies* sia a livello comunitario (Reg. CE. 1967/2006, EU Dir. 92/43/EEC, EU Dir. 2008/56/EEC), sia mediterraneo (Piano di Azione Vegetazione Marina dell'UNEP-MAP), evidenziano la necessità dell'avvio di programmi di mappatura ad ampia scala di queste associazioni.

### Bibliografia

- AGNESI S., ANNUNZIATELLIS S., CASSESE M.L., DI NORA T., LA MESA G., MO G., PERGENT MARTINI C., TUNESI L. (2009) - Analysis on the Coralligenous assemblages in the Mediterranean Sea: a review of the current state of knowledge in support of future investigations. In: Pergent-Martini C., Brichet M. (eds), *Proceedings of the 1<sup>st</sup> Mediterranean Symposium on the conservation of the coralligenous and other calcareous bio-concretions. Tabarka, 15-16 January 2009*. UNEP-MAP-RAC/SPA. RAC/SPA publ., Tunis: 40-45.
- BABBINI L., BRESSAN G. (1997) - Recensement de Corallinacées de la Mer Méditerranée et considérations phytogéographiques. *Bibliotheca Phycologica*, **103**: 1-421.
- BRESSAN G., BABBINI L. (2003) - Corallinales del Mar Mediterraneo: Guida alla determinazione. *Biol. Mar. Mediterr.*, **10** (Suppl. 2): 1-238.
- RELINI G., GIACCONE G. (eds) (2009) - Gli habitat prioritari del protocollo SPA/BIO (Convenzione di Barcellona) presenti in Italia. Schede descrittive per l'identificazione. *Biol. Mar. Mediterr.*, **16** (Suppl. 1): 1-372.

P. CONSOLI, F. GALFO, V. INCONTRO<sup>1</sup>, G. MAZZA<sup>1</sup>, A. NICASTRO,  
R. RIZZA<sup>1</sup>, F. ANDALORO<sup>2</sup>

ISPRA (Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale), Sts di Palermo - Lab. di Milazzo,  
Via dei mille, 44 - 98057 Milazzo (ME), Italia.

pierpaoloconsoli@hotmail.com

<sup>1</sup>Consorzio Plemmirio, P.zza Euripide, 21 - 96100 - Siracusa, Italia.

<sup>2</sup>ISPRA, Sts di Palermo, c/o residence Marbela, Via Salvatore Puglisi, 9 - 98143 Palermo, Italia.

## MONITORAGGIO PRELIMINARE DELL'EFFETTO RISERVA DELL'AMP "PLEMMIRIO" SULLE COMUNITÀ ITTICHE COSTIERE

### PRELIMINARY EVALUATION OF THE EFFECTS OF PLEMMIRIO'S MPA ON COASTAL FISH ASSEMBLAGES

**Abstract** - This work reports on a 2-year monitoring program aimed at assessing the effects of protection measures at the Plemmirio MPA on fish community. The study was carried out by means of visual census techniques. Species richness and fish abundance were studied in areas under different degrees of protection. Fish inside the area of major protection (A) showed a reserve effect in terms of larger sizes, higher abundance and richer fish assemblages, when compared to less protected areas (B) and a control area outside the MPA.

**Key-words:** fish assemblages, visual census, MPA.

**Introduzione** - Il presente studio, sviluppato nell'ambito del progetto di ricerca "Monitoraggio dell'effetto riserva sulle popolazioni ittiche in relazione alle attività di pesca in AMP" coordinato dal Consorzio del Plemmirio e dall'ISPRA, è stato condotto allo scopo di valutare, in via preliminare, gli effetti delle misure di tutela nell'AMP Plemmirio (Siracusa) sulle comunità ittiche costiere, così come effettuato in altre AMP nazionali (Greco *et al.*, 2004). A tale scopo sono state confrontate tre aree, di cui due interne all'AMP a diverso regime di protezione, ed una esterna, prendendo in considerazione l'intera comunità ittica, le variabili di comunità e la taglia delle specie più importanti dal punto di vista commerciale.

**Materiali e metodi** - Nella zona oggetto di studio sono state scelte 3 aree con caratteristiche geomorfologiche simili: un'area ricade all'interno della zona A dell'AMP, una all'interno della zona B mentre la terza (indicata con lettera E) ricade fuori all'AMP. All'interno di ciascuna area individuata sono stati scelti quattro siti, ad una distanza di circa 100-200 metri l'uno dall'altro. All'interno di ciascun sito sono state effettuate tre repliche mediante censimento visivo in immersione utilizzando la tecnica del transetto lineare come proposto da Harmelin-Vivien *et al.* (1985; conteggio delle specie in transetti di 25 m × 5 m). In totale, nelle tre zone studiate, sono stati effettuati 72 transetti egualmente distribuiti durante due periodi di campionamento effettuati nell'estate del 2009 e 2010. Gli individui censiti di ciascuna specie sono stati suddivisi in tre classi di taglia, *small*, *medium* e *large*. I dati sono stati elaborati tramite analisi della varianza con permutazioni (Permanova) in modo da valutare l'effetto dei fattori considerati (tempo, area, sito) sull'intero popolamento ittico e sui vari indici di comunità: abbondanza (N), diversità di Shannon (H'), indice di Pielou (J) e ricchezza specifica (S). Infine, l'effetto riserva è stato valutato confrontando anche le abbondanze medie di individui *large* di 7 specie target commercialmente importanti nelle tre aree considerate.

**Risultati** - In totale nel corso delle 2 campagne sono state censite 46 specie ittiche, 36 nell'area A, 30 nella B e 27 nell'area esterna all'AMP (E). Il test Permanova ha messo in evidenza differenze statisticamente significative, tra le comunità ittiche

censite, per ciascuno dei tre fattori considerati (data, area, sito (area)) e per le rispettive interazioni. Per quanto riguarda i vari indici di comunità calcolati (H', J, S e N), i valori sono risultati sempre maggiori nell'area A, sia nel 2009 sia nel 2010 e inferiori nelle altre due aree; ciò nonostante, l'analisi statistica univariata non sempre ha confermato differenze significative tra le 3 aree. Il test Anova ha evidenziato per le 7 specie target considerate una differenza significativa tra le abbondanze medie degli individui *large* censite nelle tre aree. In particolare tali abbondanze risultano significativamente maggiori nella zona A, rispetto alla B e alla E mentre non risultano significative tra queste ultime due.

**Conclusioni** - I risultati delle indagini eseguite hanno messo in evidenza differenze significative tra i popolamenti ittici censiti all'interno delle tre aree a diverso regime di protezione; in particolare nella zona a protezione totale (A) i vari parametri di comunità studiati (N, H', J e S) sono risultati più elevati di quelli rilevati nelle altre due zone (B e E) in cui viene esercitata la pesca locale. Sebbene tali risultati necessitino di un disegno di campionamento più robusto per poter trarre conclusioni a riguardo, essi suggeriscono che l'istituzione dell'AMP Plemmirio stia avendo un effetto di recupero sui popolamenti ittici costieri. Ciò appare ulteriormente supportato dalle abbondanze medie degli individui appartenenti alle taglie maggiori, sempre significativamente più alte nell'area A, e dalla presenza esclusiva di specie target sempre in tale zona. Ciò è in accordo con quanto già largamente dimostrato in altre AMP mediterranee da diversi autori (García-Charton *et al.*, 2008; Planes *et al.*, 2008) secondo i quali le abbondanze e le biomasse, sia di specie target sia dell'intera comunità ittica, nonché i vari indici di diversità sono sempre più alti all'interno delle zone A delle aree marine protette.

#### Bibliografia

- GARCÍA-CHARTON J.A., PÉREZ-RUZAF A., MARCOS C., CLAUDET J., BADALAMENTI F., BENEDETTI-CECCHI L., FALCÓN J.M., MILAZZO M., SCHEMBRI P.J., STOBART B., VANDEPERRE F., BRITO A., CHEMELLO R., DIMECH M., DOMENICI P., GUALA I., LE DIRÉACH L., MAGGI E., PLANES S. (2008) - Effectiveness of European Atlanto-Mediterranean MPAs: Do they accomplish the expected effects on populations, communities and ecosystems? *J. Nat. Conserv.*, **4**: 193-221.
- GRECO S., NOTARBARTOLO DI SCIARA G., TUNESI L. (2004) - "Sistema Afrodite: an integrated program for the inventorying and monitoring of the core zones of the Italian marine protected areas". *Aquat. Conserv. Mar. Freshw. Ecosyst.*, **14**: 119-122.
- HARMELIN-VIVIEN M.L., HARMELIN J.G., CHAUVET C., DUVAL C., GALZIN R., LEJEUNE P., BARNABÉ G., BLANC F., CHEVALIER R., DUCLERC J., LASSERRE G. (1985) - Evaluation des peuplements et populations de poissons. Méthodes et problèmes. *Rev. Ecol. (Terre Vie)*, **40**: 467-539.
- PLANES S., GARCÍA-CHARTON J.A., MARCOS C., PÉREZ-RUZAF A. (2008) - *Ecological Effects of Atlanto-Mediterranean Marine Protected Areas in the European Union*. EMPAFISH Project, Booklet no. 1. Murcia: Editum.



E.C. LA MARCA, M. MILAZZO, R. CHEMELLO

Dipartimento di Scienze della Terra e del Mare, Università di Palermo,  
Via Archirafi, 28 - 90123 Palermo, Italia.  
chemello@unipa.it

## GLI EFFETTI DEL DISTURBO ANTROPICO SULLA TOPOGRAFIA DEL REEF A VERMETI

### *THE EFFECTS OF HUMAN DISTURBANCE ON THE TOPOGRAPHY OF A VERMETID REEF*

**Abstract** - *Intertidal vermetid reefs could be affected by many human disturbances. Using a microtopography device, the authors analysed the changes induced by the accessibility on the surface topography of the reefs. Human activities seems to be able to induce a decrease in rugosity and a surface smoothing on the outer margin of the reef. These effects are proportional to the accessibility of the site.*

**Key-words:** *human impact, reef formation, surface topography, Vermetidae, Southern Tyrrhenian Sea.*

**Introduzione** - I reef a vermeti sono biocostruzioni la cui presenza modifica il profilo topografico del substrato sul quale si sviluppano, dando origine a una superficie complessa a cui è associata una ricca biodiversità (Chemello, 2009). I reef si trovano spesso in aree facilmente accessibili dall'uomo e possono essere utilizzate come passaggi agevolati per l'ingresso a mare o come strutture su cui camminare e sostare. Queste attività determinano un impatto di tipo erosivo che mostra i suoi effetti soprattutto sulla componente macroalgale, per la quale esiste una relazione diretta tra intensità dell'impatto e ricoprimento specifico percentuale o indiretta, con la variazione in composizione e struttura della comunità associata (Milazzo *et al.*, 2002). Poco è noto, invece, sugli effetti diretti che le attività umane inducono sulla struttura fisica della biocostruzione e che, soprattutto se prolungate nel tempo, potrebbero determinare l'abrasione della superficie del reef, diminuendone la complessità. Ne risulterebbe un rilievo semplificato, con meno spazio e risorse a disposizione per le comunità associate.

Lo scopo del lavoro è di valutare l'influenza delle attività umane dipendenti dall'accessibilità sulla complessità topografica del reef a vermeti a differenti scale spaziali.

**Materiali e metodi** - Lo studio è stato condotto nell'area marina protetta Capo Gallo-Isola delle Femmine (Sicilia nord-occidentale) nel periodo tra giugno e novembre 2010. In relazione al differente valore di accessibilità sono state scelte tre località di impatto e tre di controllo, ognuna comprendente due siti, ed in ciascun sito sono state condotte dieci repliche di campionamento sul bordo esterno del reef, partendo dal presupposto che questa è la porzione in cui l'influenza delle attività umane potrebbe essere più intensa. Le misure relative alla complessità topografica sono state raccolte utilizzando uno strumento topografico (McCormick, 1994, modificato) costituito da una tavola di plexiglass di 20×20 cm sulla quale sono presenti cento fori distanti due centimetri l'uno dall'altro. Dopo aver disposto lo strumento parallelamente alla superficie del reef, si misura la distanza in mm tra la tavola ed il substrato. Per ogni replica si ottengono, così, cento misure usando le quali sono state calcolate: la varianza dei valori di dislivello tra i cento punti di ogni replica; la superficie totale di una singola replica; l'indice di rugosità superficiale (Parravicini *et al.*, 2006); la lunghezza media dei dieci profili per ogni replica. Ogni variabile è stata analizzata mediante ANOVA a tre fattori ed è stata correlata con un valore di accessibilità al sito e con la densità media di *Dendropoma petraeum*,

la principale specie biocostruttrice. L'accessibilità è stata calcolata integrando la distanza minima tra il reef ed una strada, la pendenza della costa e la larghezza del reef stesso. La densità di *D. petraeum* è stata valutata contando il numero di esemplari vivi presenti in un quadrato di 10×10 cm.

**Risultati** - Le quattro variabili mostrano un andamento simile, con valori più elevati nelle località di controllo ed inferiori nelle località impattate. L'analisi della varianza mostra che per tutte le variabili il fattore che differisce in maniera significativa è il Sito nell'interazione impatti vs controlli (per la varianza dei valori di dislivello  $F=6,32$  con  $p<0,001$ ; per la superficie totale  $F=3,71$  con  $p<0,01$ ; per l'indice di rugosità superficiale  $F=3,71$  con  $p<0,01$ ; per la lunghezza media dei profili  $F=3,06$ , con  $p<0,01$ ). Come atteso, gli andamenti delle variabili sono risultati tutti correlati negativamente con il valore di accessibilità al sito e positivamente con la densità media di *D. petraeum* che è risultata sempre maggiore nelle località di controllo.

**Conclusioni** - Gli effetti delle attività umane sul reef si manifestano con una riduzione della variabilità tra valori minimi e massimi di rugosità superficiale, che influenza a sua volta la superficie complessiva del margine esterno, conferendogli una topografia tendenzialmente piatta. Questa potrebbe determinare, quindi, una minore disponibilità di risorse spaziali per le comunità associate ed una diminuzione della biodiversità.

#### Bibliografia

- CHEMELLO R. (2009) - Le biocostruzioni marine in Mediterraneo. Lo stato delle conoscenze sui reef a vermeti. *Biol. Mar. Mediterr.*, **16** (1): 2-18.
- MCCORMICK M.I. (1994) - Comparison of field methods for measuring surface topography and their associations with a tropical reef fish assemblage. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **112**: 87-96.
- MILAZZO M., CHEMELLO R., BADALAMENTI F., CAMARDA R., RIGGIO S. (2002) - The impact of human recreational activities in marine protected areas: what lessons should be learnt in the Mediterranean Sea? *Mar. Ecol.*, **23** (1): 280-290.
- PARRAVICINI V., ROVERE A., DONATO M., MORRI C., BIANCHI C.N. (2006) - A method to measure three-dimensional substratum rugosity for ecological studies: an example from the date-mussel fishery desertification in the north-western Mediterranean. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.*, **86**: 689-690.

C. PIPITONE, T. VEGA FERNANDEZ, F. BADALAMENTI, G. D'ANNA, F. FIORENTINO<sup>1</sup>,  
G. GAROFALO<sup>1</sup>, M. GRISTINA<sup>1</sup>, L. KNITTWEIS<sup>2</sup>, R. MIFSUD<sup>2</sup>, S. MIRTO<sup>3</sup>, M.L. PACE<sup>2</sup>

CNR-IAMC, Via G. da Verrazzano, 17 - 91014 Castellammare del Golfo (TP), Italia.

carlo.pipitone@iamc.cnr.it

<sup>1</sup>CNR-IAMC, UOS di Mazara del Vallo, Italia.

<sup>2</sup>MRRA-CFS, Marsaxlokk, Malta.

<sup>3</sup>CNR-IAMC, UOS di Messina, Italia.

## MESMA: UN PROGETTO EUROPEO PER LA VALUTAZIONE DELLE AREE SPAZIALMENTE GESTITE. IL CASO DELLO STRETTO DI SICILIA

### *MESMA: A EUROPEAN PROJECT FOR THE EVALUATION OF SPATIALLY MANAGED AREAS. THE STRAIT OF SICILY CASE STUDY*

**Abstract** - *The EU-funded MESMA project aims at developing tools for the monitoring and evaluation of spatially managed areas (SMAs). The Strait of Sicily (central Mediterranean), which is one of the selected case studies, is an area characterized by several human activities impacting on the ecosystem and generating conflicts. The main output of MESMA will be a generic framework for the evaluation of SMAs coupled to a governance analysis carried out in each case study.*

**Key-words:** *spatial management, ecosystem-based management, Strait of Sicily, Malta, Mediterranean Sea.*

**Introduzione** - La gestione spaziale delle risorse si basa su un approccio ecosistemico che includa le attività umane e il loro impatto sull'ambiente, in modo da mantenere l'ecosistema in condizioni di salute tali da consentirne lo sfruttamento sostenibile (Douvere, 2008; Foley *et al.*, 2010). Il progetto europeo MESMA (Monitoring and Evaluation of Spatially Managed Areas; [www.mesma.org](http://www.mesma.org)) intende sviluppare un approccio per il monitoraggio e la valutazione delle aree spazialmente gestite. Lo Stretto di Sicilia, che include le acque italiane e internazionali a sud della Sicilia e quelle di Malta, è uno dei nove *case study* del progetto. Si tratta di un'area caratterizzata dalla presenza di una ampia varietà di comunità bentoniche, di numerose specie rare e di importanti aree di riproduzione e reclutamento per diverse specie commerciali. Inoltre nello Stretto insistono numerose attività umane in atto (pesca, navigazione, turismo, presenza di cavi e condotte sottomarine, acquacoltura) e programmate (parco eolico sul Banco Avventura) che confliggono fra loro e con le esigenze della conservazione di zone sensibili come i banchi *offshore* e le aree di *essential fish habitat*.

**Materiali e metodi** - Il progetto ha una durata di 48 mesi (nov. 2009 - ott. 2013) e coinvolge 18 partner da 11 paesi europei. I partner coinvolti nel *case study* sullo Stretto di Sicilia sono il CNR-IAMC di Mazara del Vallo e il MRRA-CFS di Malta. Il progetto è strutturato in otto *work package*, dei quali tre costituiscono il cuore della ricerca sulla gestione spaziale (WP2: modello concettuale; WP3: *case studies*; WP6: *governance*) mentre due sono dedicati alla produzione di strumenti di lavoro (WP4) e alla catalogazione e armonizzazione dei dati spaziali (WP5). La valutazione delle iniziative di gestione in atto nell'area di studio prevede la determinazione della estensione spaziale e temporale dei *case study*, la definizione degli obiettivi di gestione, la mappatura di tutte le componenti naturali e umane dell'ecosistema e delle iniziative legislative e gestionali esistenti, la scelta degli indicatori di performance e relativi valori di riferimento, una analisi del rischio associato al mancato raggiungimento degli scopi di gestione, la verifica dei risultati ottenuti rispetto a quelli attesi e infine il suggerimento di possibili modifiche alla gestione attuale. Parallelamente

verrà effettuata una ricerca sulla *governance* finalizzata ad esaminare il ruolo delle istituzioni coinvolte nella gestione e a promuovere il coinvolgimento degli *stakeholder*.

**Risultati** - Il progetto ha prodotto finora alcuni documenti, tra i quali: (i) una raccolta dell'informazione esistente sui concetti, obiettivi, modelli e strumenti della gestione spaziale, (ii) un catalogo degli habitat bentonici delle acque europee, (iii) un modello di valutazione delle aree spazialmente gestite con relativo manuale d'uso, e (iv) l'elenco dei nove *case study* con la loro completa descrizione. Riguardo allo Stretto di Sicilia, nell'ambito dell'ultimo documento è stato condotto uno studio preliminare di caratterizzazione dell'area sotto il profilo ecologico, ambientale, socioeconomico e legislativo, inclusa una lista degli *stakeholder* che verranno coinvolti nella ricerca sulla *governance*. È stata inoltre iniziata la fase di catalogazione dei dati, necessaria per alimentare un portale GIS che permetterà la condivisione dei metadati rilevanti nell'analisi dei *case study*.

**Conclusioni** - La gestione ecosistemica delle risorse (Rosenberg e McLeod, 2005) costituisce la base di ogni iniziativa di gestione secondo i dettami dell'Unione Europea, e la pianificazione spaziale marina ne rappresenta uno dei modi di attuazione (Ehler e Douvere, 2009). Il progetto MESMA intende proporre un metodo per la valutazione e il monitoraggio delle aree spazialmente gestite, a partire dalla realtà europea. Lo Stretto di Sicilia rappresenta un caso particolarmente interessante a causa delle sue caratteristiche transnazionali, della presenza di habitat e specie rare, e dell'impatto causato dalle numerose attività umane presenti e programmate. L'applicazione del modello di valutazione proposto da MESMA, la ricerca sulla *governance* e il necessario approfondimento delle conoscenze sull'area produrranno una preziosa base di lavoro, utile per affinare le iniziative gestionali in atto e per proporre in prospettiva un piano di gestione unitario dello Stretto, che tenga conto delle esigenze della conservazione dell'ecosistema e dell'uso sostenibile delle risorse.

#### **Bibliografia**

- DOUVERE F. (2008) - The importance of marine spatial planning in advancing ecosystem-based sea use management. *Mar. Pol.*, **32**: 762-771.
- EHLER C., DOUVERE F. (2009) - *Marine Spatial Planning: a step-by-step approach toward ecosystem-based management*. IOC Manual and Guides No. 53, ICAM Dossier No. 6. UNESCO, Paris: 97 pp.
- FOLEY M.M., HALPERN B.S., MICHELI F., ARMSBY M.H., CALDWELL M.R., CRAIN C.M., PRAHLER E., ROHR N., SIVAS D., BECK M.W., CARR M.H., CROWDER L.B., EMMETT DUFFY J., HACKER S.D., McLEOD K.L., PALUMBI S.R., PETERSON C.H., REGAN H.M., RUCKELSHAUS M.H., SANDIFER P.A., STENECK R.S. (2010) - Guiding ecological principles for marine spatial planning. *Mar. Pol.*, **34**: 955-966.
- ROSENBERG A.A., McLEOD K.L. (2005) - Implementing ecosystem-based approaches to management for the conservation of ecosystem services. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **300**: 270-274.

Il progetto MESMA è finanziato dalla Commissione Europea, 7° Programma Quadro, bando FP7-ENV-2008-1, grant agreement n° 226661.

E. RICEVUTO, E. CECCHI, L. PIAZZI\*, F. SERENA

ARPAT, Area Mare, Via Marradi, 114 - 57126 Livorno, Italia.  
e.cecchi@arpat.toscana.it

\*Istituto di Biologia ed Ecologia Marina, Piombino (LI), Italia.

## IL MONITORAGGIO DEI POPOLAMENTI CORALLIGENI NELL'AMBITO DELLA CONSERVAZIONE DELLA BIODIVERSITÀ MARINA MEDITERRANEA

### *MONITORING OF CORALLIGENOUS ASSEMBLAGES WITHIN THE CONSERVATION OF MEDITERRANEAN MARINE BIODIVERSITY*

**Abstract** - *This study is aimed at comparing the structure of macroalgal coralligenous assemblages between a reference location and other locations sited along the Tuscan coast. Results showed that the assemblages' structure significantly differed between the reference location and the other ones and that, this pattern was consistent among the three years of study.*

**Key-words:** *seaweeds, coralligenous assemblages, rocky subtidal, Mediterranean Sea.*

**Introduzione** - L'habitat coralligeno rappresenta uno dei più importanti sistemi costieri del Mediterraneo in relazione all'estensione, produzione ed elevata biodiversità (Ballesteros, 2006). La conservazione di tale habitat e della biodiversità ad esso correlata rende importante la messa in opera di un piano di monitoraggio finalizzato a rilevare eventuali cambiamenti dello stato ecologico del sistema, conseguenti a fenomeni di degrado ambientale, in modo da rendere possibili pronti interventi di mitigazione e conservazione. Il presente contributo riporta i risultati di uno studio triennale sui popolamenti macroalgali coralligeni della costa toscana, mettendo in evidenza alcuni aspetti importanti nell'ambito di un monitoraggio volto alla conservazione di tale habitat e della biodiversità associata.

**Materiali e metodi** - Quattro località lungo le coste toscane (Livorno, Meloria, Vada, Argentario) e un'isola dell'Arcipelago Toscano (Montecristo, considerato come località di riferimento) sono stati campionati per un periodo di 3 anni (2008-2010). In ogni località, sono stati selezionati 2 siti e 30 campioni fotografici sono stati effettuati in ogni sito alla profondità di ~30 metri su fondo roccioso verticale. La composizione e abbondanza dei gruppi/taxa algali individuati dalle immagini sono state analizzate mediante PERMANOVA (Anderson, 2001) con un modello a 3 vie, con i fattori Località (5 livelli) fisso, Anno (3 livelli) random e ortogonale e Sito (2 livelli) random e gerarchizzato in Località. Il mean square del fattore Località è stato suddiviso nel contrasto asimmetrico Montecristo vs. altre. Il SIMPER test è stato utilizzato per mostrare quali taxa/gruppi contribuivano maggiormente a determinare i patterns osservati nell'analisi multivariata.

**Risultati** - L'analisi multivariata (PERMANOVA) ha evidenziato differenze significative tra Montecristo e le altre località, mentre il fattore Anno non è risultato significativo (Tab. 1). Il SIMPER test ha mostrato che le differenze tra la località di riferimento e le altre erano soprattutto dovute alle Rhodophyta erette, *Palmophyllum crassum* e *Halimeda tuna* più abbondanti a Montecristo, e *Pseudochlorodesmis furcellata* e feltro, più abbondanti negli altri siti. Le Corallinales incrostanti, le Dictyotales *Peyssonnelia* spp., *Flabellia petiolata* e *Zanardinia typus* mostravano patterns variabili.

Tab. 1 - Risultati della PERMANOVA analisi sulla composizione e abbondanza dei popolamenti macroalgali coralligeni.

*Permanova results on composition and abundance of coralligenous macroalgal assemblages.*

Source	df	MS	Pseudo-F	P(perm)
Località = L	4	29366	2.3728	0.003
Rif vs altri	1	55962	3.4053	<b>0.025</b>
Anno = A	2	13235	1.852	0.133
Sito(L) = S(L)	5	5368.8	0.75129	0.691
S(Rif vs altri)	2	5840.3	0.42458	0.869
LxA	8	10019	1.402	0.222
LxA(Rif vs altri)	2	15281	1.7058	0.173
AxS(L)	10	7146.1	26.035	0.001
AxS(Rif vs altri)	4	13755	32.018	0.001
Residuo	870	274.48		
Totale	899			

**Conclusioni** - I risultati dello studio hanno mostrato differenze significative nella struttura dei popolamenti coralligeni tra la località di riferimento e le altre, mentre i popolamenti non cambiavano significativamente durante i tre anni di studio. Le differenze sono risultate principalmente legate a particolari taxa o gruppi, quali Rhodophyta erette, *Halimeda tuna*, *Pseudochlorodesmis furcellata* e feltro, con patterns simili a quelli descritti in relazione alle modificazioni dei popolamenti coralligeni soggetti a differenti tipi di alterazione ambientale (Balata *et al.*, 2005, 2007; Piazzì e Balata, 2009, 2011; Piazzì *et al.*, 2010; Gennaro e Piazzì, 2011). Tali modificazioni sono quindi da ritenere una tipica risposta dei popolamenti coralligeni a cambiamenti della qualità ambientale. L'evidenza di tale risposta e la costanza nel tempo dei patterns individuati suggeriscono un possibile utilizzo di tali popolamenti nel monitoraggio costiero. La possibilità di disporre di uno strumento idoneo per poter valutare precocemente eventuali conseguenze di un peggioramento della qualità ambientale può rappresentare un importante strumento per la conservazione di popolamenti ad alta diversità quali quelli associati all'habitat coralligeno.

#### Bibliografia

- ANDERSON M.J. (2001) - A new method for a non-parametric multivariate analysis of variance. *Aust. Ecol.*, **26**: 32-46.
- BALATA D., PIAZZI L., CECCHI E., CINELLI F. (2005) - Variability of Mediterranean coralligenous assemblages subject to local variation in sediment deposits. *Mar. Env. Res.*, **60**: 403-421.
- BALATA D., PIAZZI L., CINELLI F. (2007) - Increase of sedimentation in a subtidal system: effects on the structure and diversity of macroalgal assemblages. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, **351**: 73-82.
- BALLESTEROS E. (2006) - Mediterranean coralligenous assemblages: a synthesis of present knowledge. *Oceanogr. Mar. Biol. Annu. Rev.*, **44**: 123-195.
- GENNARO P., PIAZZI L. (2011) - Synergism between the invasion of macroalga *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea* and seawater nutrient enrichment. *Mar. Ecol. Progr. Ser.*, **427**: 59-70.
- PIAZZI L., BALATA D. (2009) - Invasion of alien macroalgae in different Mediterranean habitats. *Biol. Inv.*, **11**: 193-204.
- PIAZZI L., BALATA D. (2011) - Coralligenous habitat: patterns of vertical distribution of macroalgal assemblages. *Sci. Mar.*, **75**: 399-406.
- PIAZZI L., BALATA D., CECCHI E., CINELLI F., SARTONI G. (2010) - Species composition and patterns of diversity of macroalgal coralligenous assemblages of northwestern Mediterranean Sea. *J. Nat. Hist.*, **44**: 1-22.



## **Tema 2**

### INTERAZIONI BIOTICHE IN AMBIENTE MARINO

---

*Relazione Introduttiva*



A. GIANGRANDE, G. BAVESTRELLO\*

DiSTeBA, Università del Salento, Via Prov.le Lecce-Monteroni - 73100 Lecce, Italia.  
adriana.giangrande@unisalento.it

\*Dip. di Scienze del Mare, Università Politecnica delle Marche, Via Brecce Bianche, Ancona, Italia.

## ANTAGONISMO, COOPERAZIONE E BIODIVERSITÀ

### *ANTAGONISM, COOPERATION AND BIODIVERSITY*

**Abstract** - *Direct and indirect biotic interactions driving community structure, can be positive, increasing the fitness of both partners, or negative, often increasing the fitness of only one of the participant to the interaction. Moreover, partner interaction may produce an integration among them, thus giving rise to an association defined as symbiosis, with parasitism and mutualism as the two extremes of a symbiotic continuum. In the past, negative interactions have been considered more widespread within communities and responsible for most of their structures. They have also been studied by an experimental approach. By contrast, cooperative interactions have mainly approached with a descriptive aspect. Negative interactions are more abundant in benign environments, whilst positive ones develop according to the environmental harshness with different organisms cooperating to cope environmental stress.*

*Both parasitism and mutualism can evolve from a commensal interaction depending from the ecological context and have a different role in promoting evolution. In turn commensalism can evolve from epibiosis, a widespread phenomenon in marine benthic environment where the high spatial competition promotes the overgrowth of organisms. Therefore epibiosis is the starting point for further evolution of different kind of interactions. We describe some examples of mutualisms in marine environment, underlining how such interactions can lead to the increase of biodiversity.*

**Key-words:** *epibiosis, marine communities, biotic relationships, evolution, biodiversity.*

**Introduzione** - Nel suo meraviglioso libro “The Coevolutionary Process” Thompson (1994) afferma che tutte le forme di vita sono adattate per un particolare ambiente fisico, ma che è l’adattamento alla coesistenza con le altre specie che rende la vita così diversa e complessa. Il cambiamento nel tempo e nello spazio nella composizione biologica delle comunità crea l’opportunità per l’instaurarsi di nuove interazioni e quindi di nuove specializzazioni. Da una parte nuove associazioni sono continuamente formate all’interno delle comunità, dall’altra altre associazioni rimangono stabili per millenni. La specializzazione nelle associazioni può essere quindi vista come uno stato evolutivo dinamico e a volte specializzazioni estreme possono essere dei preadattamenti che permettono il successo adattativo in nuove interazioni. In questo contesto l’evoluzione può essere vista come un enorme processo di coevoluzione di complessi di specie variamente associate in aree geografiche differenti del loro areale. Facciamo nostre queste affermazioni sottolineando anche il divario ancora oggi esistente tra ecologia e biologia evolutivista che può essere colmato attraverso lo studio dinamico delle interazioni nello spazio e nel tempo (Brooks e Mc Lennan, 1991).

Da sempre la biologia marina è stata il laboratorio privilegiato per indagini che hanno portato alla formulazione di principi generali dell’ecologia come l’ipotesi del disturbo intermedio (Connell, 1978 ) o il concetto di specie cardine (Paine, 1974).

Nell’ambiente marino gli organismi del benthos si prestano particolarmente allo studio dell’evoluzione delle interazioni. Infatti questo gruppo di organismi affronta il problema della competizione spaziale grazie all’epibiosi, nella quale alcuni organismi utilizzano il corpo di un ospite come substrato. Questa strategia è particolarmente efficace perché numerosi organismi sono protetti da esoscheletri duri, più o meno mineralizzati, come le conchiglie dei molluschi, il carapace di numerosi artropodi, i tubi dei policheti, i coralliti delle madrepore, sui quali gli epibionti possono insediarsi riducendo al minimo le interazioni con l’ospite. In molti casi, questa strategia apre

alle specie epibionti imprevedibili opportunità come l'occupazione dei fondi mobili da parte di specie tipiche di fondi duri o quella di sfruttare le possibilità offerte da un substrato in movimento o comunque vivente.

**Antagonismo e cooperazione: due facce della stessa medaglia** - Le interazioni tra organismi sono l'elemento evolutivo essenziale che plasma la struttura delle comunità. Tutti gli organismi sono sottoposti ad interazioni sia negative che positive il cui esito può influenzare positivamente o negativamente altri organismi. L'ecologia moderna è nata con la scoperta che le relazioni che legano gli organismi possono essere interpretate soprattutto in chiave competitiva, esistono però numerose interazioni apparentemente non competitive, che possono ugualmente influire sui processi evolutivi.

L'attività di una popolazione di organismi spesso influenza il tasso di accrescimento di un'altra popolazione di specie diversa. Così i membri di una popolazione possono predare i membri di un'altra, competere per il cibo, produrre sostanze nocive o in ogni modo interferire con l'accrescimento. Verosimilmente le popolazioni possono anche cooperare l'una con l'altra dando luogo a rapporti di tipo mutualistico.

Lo studio delle interazioni è spesso stato approcciato investigando i rapporti diretti tra coppie di specie, mentre anche le interazioni indirette sono importanti nel mantenere la struttura della comunità in un contesto di coesistenza multipla di specie. L'intensità e la direzione di un'interazione fra due specie può cambiare, infatti, in presenza di una terza specie. Il classico esempio è quello della specie cardine la cui importanza non è proporzionale alla sua abbondanza, ma al suo ruolo (Piraino e Fanelli, 1997). Nonostante queste evidenze, esistono pochi dati sperimentali sui rapporti tra specie in un contesto multispecifico. All'interno degli effetti indiretti possono ricadere una moltitudine di relazioni, dalla competizione per sfruttamento, alla competizione apparente, alla facilitazione, alle interazioni a tre livelli trofici e oltre con effetto a cascata.

Nelle interazioni dirette si può poi arrivare ad un'integrazione dei partner tale da influire sulle loro caratteristiche morfologiche e fisiologiche, in questo caso si instaurano vere e proprie associazioni biologiche che rientrano nel fenomeno simbiotico, in cui parassitismo e mutualismo rappresentano i due estremi di un continuum.

L'accettazione universale della teoria di Darwin della sopravvivenza del più adatto e della lotta per la sopravvivenza ha fatto concentrare l'attenzione degli ecologi sul ruolo delle interazioni negative come forze strutturanti, anche perché molto spesso sono state studiate comunità a forte competizione. La cooperazione tra organismi, pur se considerata un'importante forza evolutiva, non ha mai avuto il peso di interazioni quali competizione e predazione.

Margulis e Sagan (1989) hanno invece presentato una visione alternativa poiché, secondo questi autori, la vita non colonizzò il mondo attraverso il combattimento, ma per mezzo dell'interconnessione.

In verità non bisogna essere così categorici nel considerare le due ipotesi, lotta per l'esistenza e cooperazione, come due paradigmi che non possono coesistere. Probabilmente ambedue i tipi di interazioni, negative e positive, sono state e sono tuttora importanti forze che guidano l'evoluzione.

Esiste tuttavia una differenza nell'approccio di studio alle due diverse tipologie di interazioni (positive e negative), spesso predazione, parassitismo e competizione sono stati oggetto di studi sperimentali, come nel caso delle keystone species il cui ruolo può essere evidenziato solo attraverso manipolazioni in situ, mentre nella maggior parte dei casi il mutualismo è stato trattato a livello di semplice "fatto descrittivo". In mancanza di un approccio sperimentale spesso risulta anche difficile valutare il

significato dell'interazione, anche perché per una data coppia di specie l'interazione può cambiare sotto differenti condizioni ambientali o durante stadi successivi del ciclo biologico.

Interazioni o associazioni negative e positive hanno un diverso peso a seconda del tipo di comunità nella quale esse si instaurano e operano, nonché un ruolo evolutivo differente, che riflette il miglioramento o il deterioramento dell'ambiente generato dall'interazione. Nell'antagonismo abbiamo una sorta di corsa agli armamenti che promuove il cambiamento, un cambiamento che è ben descritto da un'evoluzione di tipo graduale maggiormente legato a processi microevolutivi, ma che può dar luogo ad imponenti fenomeni di speciazione. Tale meccanismo è stato particolarmente studiato nel parassitismo. Per contro il mutualismo tende ad una "stasi evolutiva" promuovendo un tasso di cambiamento genetico minore, poiché i partner hanno tutto l'interesse a lasciare le cose come stanno (Law, 1985). Tuttavia, quando attraverso il processo simbiotico gli organismi possono mettere in comune le proprie risorse genetiche per ottenere più di quanto ciascun partner potrebbe conseguire separatamente, possono generare novità evolutive in tempi brevi. Il mutualismo promuove quindi un tipo di evoluzione che si sposa meglio con un modello di evoluzione per salti maggiormente legato a fenomeni macroevolutivi (Giangrande e Gravina, 2000).

La simbiosi mutualistica ha avuto un ruolo importante nel determinare l'organizzazione di intere comunità. La grande diversità delle angiosperme è aumentata parallelamente alla diversità dei loro impollinatori e il risultato di questa cooperazione è stato un aumento dall'inizio del Cretaceo della ricchezza delle piante vascolari di centinaia di volte, così come la maggiore radiazione tra gli insetti. Le micorrize sono invece coinvolte nell'invasione della terra ferma delle piante superiori. Infine, la simbiosi nel tubo digerente dei ruminanti ha permesso ai grandi erbivori lo sfruttamento dell'abbondante cellulosa presente sulle terre emerse.

Secondo Bertness e Callaway (1994) quando l'ambiente fisico è relativamente favorevole e la pressione di predazione non è forte, le interazioni positive sono rare, mentre quelle negative divengono le principali forze strutturanti. In parole povere, se in un sito la risorsa trofica è abbondante, tutti vorrebbero vivere in tale ambiente, generando una forte competizione, se invece si vive male e c'è poco da mangiare, le poche specie che colonizzano tale ambiente sopravvivono meglio se si aiutano reciprocamente.

Ciò significa che le interazioni negative prevalgono dove l'ambiente fisico è benigno e permette la sopravvivenza di molte specie. Le simbiosi parassitarie, ad esempio, sono più sviluppate ai tropici dove c'è molto affollamento. Quando invece l'ambiente è molto duro, gli organismi tendono a cooperare per difendersi dalle avversità. Le interazioni positive evolvono infatti soprattutto in ambienti "difficili". Questa ipotesi ha trovato successive conferme sperimentali (Bertness e Leonard 1997) portando anche a modificare il modello del disturbo intermedio (Hacker e Gaines, 1997) e il concetto di keystone species. Un primo tipo di keystone species aumenta la diversità attraverso un'interazione negativa con effetti positivi indiretti, un secondo tipo corrisponde al modello della facilitazione, la cui azione risulta importante soprattutto a bassi livelli di competizione e alta mortalità dovuta a disturbo di tipo fisico o biotico. La keystone facilitante può essere inoltre una keystone di risorse, quando la sua azione rende disponibile le risorse per altre specie o ancora una vera keystone mutualista. Si arriva così al concetto di ecosystem engineers (Jones *et al.*, 1994), specie che modificano i flussi di nutrienti. Tale concetto tuttavia, sfuma anche in quello di specie strutturante, specie che crea substrato per l'insediamento di altre specie, ma la cui azione è direttamente proporzionale alla sua abbondanza e non al suo ruolo come accade nella keystone species.

Anche le simbiosi mutualistiche si sono sviluppate in rapporto alla durezza ambientale: organismi provenienti addirittura da regni diversi si sono messi insieme per generare qualcosa di nuovo che fosse in grado di vincere le pressioni ambientali sfavorevoli.

In questo contesto l'endosimbiosi è l'associazione che presenta i tratti più impressionanti. Questo fenomeno, straordinariamente diffuso in ambiente marino rappresenta la base nella strutturazione di alcuni dei più diversificati ecosistemi del mondo permettendo elevati livelli di produzione in aree povere di nutrienti. In questo contesto le microalghe non riuscendo a crescere a vita libera si sono rifugiate all'interno degli animali dai quali potevano ricevere direttamente i nutrienti fornendo, in cambio, i carboidrati prodotti dalla fotosintesi. La simbiosi mutualistica permette anche l'esistenza di lussureggianti comunità nelle profondità marine dove la mancanza di produttori primari fa dipendere gli animali da ciò che piove dall'alto. I lunghi vermi vestimentiferi rappresentano il più caratteristico elemento delle sorgenti calde abissali scoperte in molte regioni del mondo, questi vermi hanno perso l'apparato digerente e si nutrono grazie a popolazioni di batteri chemiosintetici che vivono al loro interno, diventando la base della catena alimentare di queste comunità profonde, indipendenti dalla produzione della zona fotica.

Anche la simbiosi micorrizica tipica di ambiente terrestre si forma quando i terreni sono molto poveri di nutrienti e le piante assorbono poco nutrimento. Se i sali minerali vengono aggiunti al terreno l'interazione si interrompe, ciò riflette l'aspetto dinamico assunto dalle interazioni al variare del contesto ambientale.

**Un tuffo nel mare** - Come precedentemente accennato, l'ambiente marino si presta particolarmente a questo tipo di studi. In mare, infatti, si osservano tutti i possibili esiti derivanti dal comune punto di partenza rappresentato dall'epibiosi, fenomeno estremamente diffuso sui fondi duri dove il substrato è il principale fattore limitante. Generalmente gli epibionti possono ottenere dall'associazione molto più di un semplice substrato fisico dove vivere, senza peraltro interferire con l'ospite, ma l'epibiosi può rapidamente evolvere in parassitismo o in mutualismo.

Esempi di rapporti esosimbiotici più o meno chiari si trovano tra i policheti che popolano una vasta quantità di organismi, tra briozoi e cnidari, tra spugne e macroalghe, nonché in tutta una serie di crostacei che vivono in associazione con diverse specie di cnidari. Tutte queste relazioni suggeriscono l'evoluzione della cooperazione da un'iniziale competizione che primariamente si instaura tra gli organismi del benthos.

L'epibiosi, in alcuni casi apre nuove prospettive di esistenza per gli epibionti: sui fondali antartici incoerenti, ad esempio, sulle conchiglie del comune pettine *Adamussium colbecky* o sugli aculei del riccio *Cidaris* sp. si sviluppa una ricca comunità di organismi tipici di fondo duro come poriferi, idrozoi e gorgonie. Per i filtratori passivi, come i poriferi, la vita sulle conchiglie dei bivalvi è particolarmente interessante per la possibilità di sfruttare le correnti indotte dall'attività dell'ospite (Cerrano *et al.*, 2006). Un altro esempio riguarda una comunità di idrozoi che riesce a vivere sui fanghi batiali del Mediterraneo a profondità superiori a 1000 m, insediandosi sulla faccia inferiore dell'esoscheletro del granchio di profondità *Geryon longipes*. In questa posizione i polipi degli idrozoi possono sfruttare le particelle organiche risospese dal movimento delle appendici del granchio (Di Camillo *et al.*, 2008).

Tuttavia, se l'epibiosi apre nuove prospettive per la vita dell'epibionte, non è detto che avvantaggi anche l'ospite. Per esempio, quando le conchiglie di *Adamussium* sono ricoperte da un popolamento troppo ricco, perdono le loro capacità di spostamento attuato tramite i movimenti delle valve (clapping) e divengono facili prede delle voraci stelle di mare antartiche (Cerrano *et al.*, 2006).

Gli organismi del benthos, infatti, lottano strenuamente per evitare l'insediamento degli epibionti, specialmente quando questi ultimi si insediano direttamente sui tessuti dell'ospite provocando la reattività cellulare degli stessi (Gerhart *et al.*, 1988).

Come le piante in ambiente terrestre, così gli animali sessili in ambiente marino si affidano a difese di tipo chimico producendo una miriade di sostanze attive contro patogeni e competitori. Nell'ultimo decennio le scoperte dell'ecologia chimica hanno mostrato un campionario sterminato di molecole prodotte dal metabolismo secondario degli organismi marini, che vengono utilizzate come sostanze di difesa contro l'epibiosi, dimostrando ancora una volta come queste relazioni abbiano una base antagonistica.

Quando un epibionte evolve una qualche forma di resistenza nei confronti di alcune di queste sostanze antifouling, gli si apre improvvisamente la possibilità di occupare una nuova nicchia ecologica a bassissima competizione interspecifica. È evidente che questa possibilità è stimolata da una lunga vicinanza tra ospite ed epibionte, suggerendo che in ambienti estremamente diversificati, dove gli organismi sono costretti a vivere strettamente addossati, si sviluppino fenomeni di resistenza chimica che possono essere alla base di interazioni più specifiche.

Uno degli apici evolutivi dell'epibiosi antagonistica è alla base dello stile di vita di alcuni cnidari parassiti (generi *Savalia*, *Alcyonium*, *Parazoanthus*) che ricoprono lo scheletro di vari coralli arborescenti dopo averli progressivamente uccisi. *Savalia savaglia* in Mediterraneo, si insedia sulle gorgonie producendo sostanze che uccidono i polipi nelle immediate vicinanze. Questo cnidario elimina l'ospite nel giro di qualche anno, deponendo sullo scheletro assile della gorgonia un suo proprio scheletro che irrobustisce quello preesistente.

Alcune specie di zoantidei tropicali del genere *Parazoanthus* hanno una strategia simile ricoprendo e uccidendo i coralli neri nei mari indonesiani. Tuttavia il rapporto può evolvere verso un risultato diverso dal parassitismo: *Parazoanthus* sp. si insedia sull'idrozoa *Plumularia habereri* e comincia a crescere ricoprendolo ma senza attaccare i rami secondari su cui si trovano i polipi dell'idrozoa. Quest'ultimo, reagisce crescendo in altezza e aumentando progressivamente il diametro del tronco e dei rami. Il risultato è che in condizioni normali *Plumularia* è una piccola colonia di alcuni centimetri di altezza, mentre quando è ricoperta dall'epibionte diventa un enorme ventaglio di un metro formato da ambedue le specie. L'associazione così composta aumenta enormemente, per entrambi i partner, la possibilità di ottenere cibo incrementando le dimensioni dell'area filtrante e contemporaneamente allontanandola dal substrato.

Questo caso è particolarmente significativo perché indica chiaramente come l'epibiosi possa evolvere in un rapporto cooperativo che risulta in una serie di proprietà emergenti, imprevedibili a partire da quelle dei due partner. Suggestisce, inoltre, una possibile via filogenetica per lo stabilirsi di associazioni mutualistiche: la competizione per il substrato, risultante da un'elevata biodiversità, induce l'evoluzione di una resistenza alle difese chimiche di un organismo ospite da parte di un altro, producendo un caso di epibiosi antagonistica. Da questa interazione può svilupparsi una simbiosi mutualistica con produzione di nuove proprietà da parte dei due organismi associati. È evidente come i meccanismi regolativi di questi rapporti devono essere ricercati a livello di interazioni chimiche e cellulari tra i due partner coinvolti nell'associazione.

A volte l'interazione diviene ancora più profonda come nel caso della spugna *Mycale vansoesti* che vive in simbiosi con una macroalga corallinacea del genere *Amphiroa*, tipico componente delle scogliere coralline dove forma piccoli cuscinetti emisferici. La larva della spugna si insedia sui ciuffi dell'alga e inizia a crescere forzando lo sviluppo stesso dell'alga che perde completamente la sua tipica struttura,

ramificandosi all'interno dei tessuti dell'ospite fino a costituirne lo scheletro tridimensionale. La spugna utilizza l'alga come struttura di sostegno e l'alga all'interno della spugna aumenta notevolmente le sue dimensioni. I due partner uniti hanno una distribuzione batimetrica molto più ampia di quella dell'alga isolata. È probabile che l'armamentario chimico della spugna permetta all'associazione di resistere efficacemente in ambienti a elevata competitività dove l'alga isolata soccomberebbe (Calcinai *et al.*, 2006). Questi fenomeni cooperativi possono influire anche sulla distribuzione geografica degli organismi coinvolti determinando una espansione dell'areale (Calcinai *et al.*, 2004).

Dunque, i rapporti antagonisti legati alla competizione spaziale portano, talvolta, a risultati inattesi, quando i due partner non solo evitano vicendevolmente di uccidersi, ma dalla loro unione sorge un nuovo super-organismo con nuove proprietà imprevedute rispetto a quelle dei due organismi considerati isolatamente.

Uno dei casi meglio studiati riguarda la relazione che si instaura tra numerose specie di briozoi e gli idrozoi del genere *Zanclaea*. È stato dimostrato sperimentalmente che nelle barriere coralline caraibiche il briozoo isolato è molto meno competitivo dell'associazione idroide-briozoo. I polipi, tramite le loro batterie di nematocisti, difendono il briozoo che può evitare la predazione e lottare più efficacemente per il substrato, diffondendosi più rapidamente e formando colonie di dimensioni maggiori (Ostman e Haugness, 1981).

L'epibiosi nel gruppo degli idrozoi ha dato origine ad imponenti fenomeni di speciazione dove intere famiglie, o interi generi, composti da numerose specie, si sono evoluti con uno stile di vita epibiontico in relazione a diversi gruppi di ospiti (la famiglia *Hydractiniidae* è specializzata per la vita sui gasteropodi, la famiglia *Zanclidae* vive quasi esclusivamente sui briozoi, il genere *Probosciodactyla* sul bordo dei tubi dei policheti, il genere *Sarsia* è epibionte di poriferi, il genere *Ralpharia* vive esclusivamente su ottocoralli, infine il genere *Eugymnanthea* sulle branchie dei bivalvi (Puce *et al.*, 2005). Mentre le Leptomedusae si insediano soprattutto su alghe e non presentano adattamenti particolari, le Anthomeduse hanno sviluppato diversi adattamenti morfologici e comportamentali che rendono le colonie idonee all'epibiosi su organismi animali (Puce *et al.*, 2008). Tali caratteristiche vanno dalla riduzione dei tentacoli, estrema espressione nelle forme parassitarie, ma che si trova anche in molte specie commensali (Puce *et al.*, 2007), alla riduzione o perdita del perisarco protettivo, caratteristica di tutte le specie di idroidi che vivono in associazione con i Briozoi dove il briozoo cresce coprendo e proteggendo l'idroriza dell'idroide. Lo sviluppo della simbiosi negli idroidi è facilitato proprio dalla presenza del perisarco che è uno strato che isola il cenosarco dal tessuto dell'ospite e riduce il contatto con le difese antifouling dell'ospite ed è proprio la riduzione di tale struttura un indice di cambiamento dell'epibiosi verso il mutualismo.

Per la maggior parte i rapporti tra idroidi e briozoi sono da considerarsi mutualistici, anche se per alcune specie il significato è meno chiaro, ad esempio *Eugymnanthea inquilina* che vive nel mantello dei mitili, potrebbe, ad alti tassi di infestazione, far pensare ad un rapporto parassitario, tuttavia l'idroide può eliminare le larve di un plattelminta parassita del mitilo comportandosi così da mutualista.

Questa ambiguità del significato dell'associazione è ancora molto più irrisolta nelle innumerevoli relazioni che si instaurano fra policheti e altri invertebrati. Il parassitismo non sembra un habitus molto diffuso tra i policheti, ma il commensalismo è abbastanza comune specialmente nelle famiglie dei Polynoidae e nei Syllidae (Martin e Britayev, 1998). Anche nei policheti che vivono in stretta associazione con altri organismi si osservano adattamenti morfologici e comportamentali. Tra questi ultimi le chete conformate ad uncino per l'attacco sull'ospite la cui forma presenta delle convergenze adattative anche in specie filogeneticamente distanti. Nei polinoidi, il cui

corpo estremamente appiattito può essere considerato un preadattamento, si osserva anche una riduzione delle elitre dorsali protettive. Alcune specie che vivono nel solco palleale di molluschi sono state osservate difendere attivamente l'ospite dai predatori, facendo virare il significato dell'associazione verso il mutualismo. Tra i Syllidi il genere *Haplosyllis* risulta particolarmente emblematico, questo genere presenta una radiazione adattativa in rapporto alla simbiosi, ma nella maggior parte dei casi il significato dell'interazione non è chiaro (Lattig e Martin, 2011). Ad oggi sono state descritte 32 specie e molte delle quali, inizialmente identificate come *H. spongicola*, hanno successivamente rivelato il loro distinto status tassonomico (Martin *et al.*, 2003). In Mediterraneo *H. spongicola* è un commensale che vive a bassa densità nel sistema di canali delle spugne come fanno moltissimi altri invertebrati, le spugne notoriamente sono dei veri e propri condomini che, data la loro struttura, offrono protezione e correnti che facilitano l'alimentazione dei loro commensali. *Haplosyllis camaleon*, anch'essa mediterranea si trova a bassa densità su gorgonie, mentre altre specie vivono associate ad altri policheti. In questo caso però non si sa se il rapporto sia da considerarsi commensalismo o parassitismo poiché il verme si nutre a spese dell'ospite. Tra queste, *Haplosyllis cefalata* sembra generare danni all'ospite ed è quindi considerata un parassita.

Le specie tropicali del genere *Haplosyllis* vivono in associazione con svariate specie di spugne, ma anche se il verme si nutre del tessuto della spugna, la densità che queste specie raggiungono all'interno dell'ospite non può supportare l'esistenza di un parassitismo, facendo pensare ad un vero e proprio mutualismo. I vantaggi per il simbiote sono ovvi, ma quelli dell'ospite devono essere analizzati. Probabilmente le fecal pellets rilasciate dal verme incrementano la crescita batterica di cui la spugna si nutre, mentre l'attività di foraggiamento sembra stimolare la crescita dei tessuti della spugna con una rigenerazione 3.000 volte più veloce che in assenza di simbiote. L'ultimo possibile vantaggio potrebbe essere la difesa così come osservato per i polinoidi che difendono attivamente il loro ospite cacciando i potenziali predatori. Ciononostante per *Haplosyllis* non ci sono ancora evidenze a tal riguardo.

L'endosimbiosi presenta tratti ancor più notevoli. In ambiente marino questo fenomeno - microalghe o batteri che vivono intra o inter cellularmente all'interno del corpo dei metazoi - è incredibilmente diffuso e rappresenta la base nella strutturazione di alcuni dei più biodiversificati ecosistemi al mondo. Il fenomeno endosimbiotico marino più noto riguarda la convivenza delle zooxantelle, con numerosi organismi del benthos, in particolare i coralli costruttori di barriere.

Il fenomeno non è ancora del tutto chiarito, ma è certo che le sostanze prodotte dalla fotosintesi delle alghe rappresentino il principale apporto trofico per i coralli che, in questo modo, possono prosperare costruendo imponenti strutture carbonatiche. Si tratta di una relazione ideale in cui le zooxantelle attuano la fotosintesi all'interno delle cellule dell'ospite utilizzando i cataboliti azotati quale fonte di nutrienti, mentre l'ospite utilizza direttamente gli essudati prodotti dalle alghe. La descrizione di questo meccanismo ha permesso di chiarire il paradosso delle barriere coralline che presentano un'elevatissima produzione in alcune delle aree marine più oligotrofiche del mondo (Muscatine e Cernichiari, 1969). Un meccanismo così sofisticato è estremamente fragile: i recenti bleaching verificatisi in alcune delle più importanti barriere coralline del mondo sono l'effetto più drammatico della rottura dell'equilibrio che regola il rapporto simbiotico (Brown, 1997).

Meno conosciuti sono altri casi di endosimbiosi che legano organismi procarioti, alghe azzurre e batteri, con la maggior parte delle specie di spugne. Tali relazioni sono talmente importanti che spesso la biomassa batterica presente in una spugna è superiore a quella dello stesso ospite (Taylor *et al.*, 2004). E' stato recentemente dimostrato che il volume del sistema acquifero delle diverse specie

di spugne è inversamente proporzionale alla biomassa batterica. Le spugne ricche di microrganismi vivono “coltivando” i loro simbionti e nutrendosi di essi mentre riducono proporzionalmente la loro attività di filtrazione (Schl ppy *et al.*, 2010).

Le relazioni tra simbionti e ospiti sono estremamente complesse, con impressionanti fenomeni di integrazione genetica e metabolica che portano alla produzione di molecole sintetizzate in collaborazione da entrambi i partner (Stat *et al.*, 2006). Integrazione che pu  culminare nel fenomeno della simbiogenesi, in cui l’associazione   trasmessa direttamente e i due partner sono divenuti un organismo unitario.   ormai nota da lungo tempo e sempre pi  convincente, l’idea che la stessa origine della cellula eucariotica sia derivata da un simile fenomeno (Margulis, 1993).

Anche l’endosimbiosi pu  essere sorta da meccanismi antagonistici legati questa volta alla predazione. Le larve di numerosi coralli costruttori nascono prive di zooxantelle che vengono ingerite dalla larva durante le prime fasi dello sviluppo. A questo punto, insorge per  un fenomeno di riconoscimento tra il gastroderma della larva e l’alga unicellulare che, invece di essere digerita, viene incorporata nei tessuti dell’ospite dove, dopo una modificazione strutturale, inizia a integrare il proprio metabolismo con quello della madrepora. Anche in questo caso, quindi, un fenomeno «micro predatorio» evolve in un rapporto cooperativo, e questo tipo di eventi, accaduti indipendentemente pi  volte, potrebbero aver rappresentato alcune delle tappe fondamentali della storia della vita sulla Terra.

**Effetti** - Dall’epibiosi e dall’endobiosi pu  evolvere un rapporto molto pi  stretto e da quanto esposto finora risulta evidente che questo si realizza particolarmente in ambiente tropicale dove la competizione per lo spazio   molto alta. Ci  sottolinea come il modello postulato da Bertness e Callaway (1994) che predice in ambiente sovraffollato lo sviluppo soprattutto di interazioni negative, sia troppo semplicistico. In effetti   proprio la moltitudine di interazioni e la forte competizione, associata alla persistenza del rapporto, che in questi ambienti possono portare ad una ulteriore evoluzione verso il mutualismo.

Il mutualismo ha, molto probabilmente, un’origine antagonista. Il rapporto antagonistico si pu  trasformare per varie ragioni, per rispondere ad un problema di durezza ambientale (carenza di nutrienti nella colonna d’acqua) si passa da micropredazione sulle microalghe a mutualismo, oppure come risposta ad un alto tasso di predazione e competizione in cui i mutualisti diventano competitivamente superiori. D’altro canto in altre specie si sviluppa maggiormente l’habitus parassitario anche come controllo top-down similmente alla predazione.

Qualunque sia la direzione nell’evoluzione dell’interazione, a livello della comunit , il principale effetto   un aumento della biodiversit  grazie a un sostanziale aumento dell’eterogeneit  spaziale e delle possibili interazioni che portano all’estrema specializzazione delle specie e al loro adattamento anche a substrati viventi. Gli eventi speciativi sono forzati dalle relazioni producendo organismi adattati, da un punto di vista sia morfologico sia fisiologico e comportamentale, alla morfologia, fisiologia e comportamento dell’ospite. In acque tropicali, praticamente ogni specie di gorgonia, di attinia e di corallo nero presenta crostacei decapodi (granchi o gamberi) adattati alla vita tra i polipi. Alcuni gamberetti vivono sui coralli neri assumendo esattamente il colore dei polipi e i piccoli granchi della famiglia Majidae, che vivono sugli stessi coralli, hanno una morfologia particolarmente mimetica, ma sanno anche staccare i polipi del corallo trapiantandoseli sul carapace e fissandoli tramite appositi peli uncinati. Gli anfipodi caprellidi che vivono in Mediterraneo sugli idroidi del genere *Eudendrium* non sanno catturare prede direttamente, mentre sono abilissimi ad aprire, senza danneggiarli, gli stomaci dei polipi per estrarre le prede da essi catturate grazie alle nematocisti dei tentacoli.



È stato recentemente dimostrato che questa infinità di crostacei che popolano le differenti specie di cnidari migliora la sopravvivenza dei loro ospiti eliminando i sedimenti che si depositano sulle colonie (Stewart *et al.*, 2006).

Queste relazioni non si limitano quindi all'utilizzo di un particolare substrato a bassa competizione, ma hanno la caratteristica multidimensionalità delle nicchie ecologiche in cui l'interazione rappresenta lo spazio biologico in cui si svolge l'intera storia vitale di un organismo (insediamento, sviluppo, alimentazione, riproduzione).

Una simile chiave di lettura può essere applicata al caso, particolarmente eclatante, della formazione delle scogliere da parte dei coralli costruttori.

È noto che i rapporti simbiote/ospite hanno una diretta influenza sulla precipitazione del carbonato che, poi, le singole specie di coralli modellano in accordo con la morfologia tipica di ogni specie. I coralli agiscono, quindi, come ecosystem engineers, organismi in grado di modificare l'ambiente attraverso le proprie strutture fisiche come tessuti o scheletri vivi o morti che agiscono anche come specie strutturanti che creano habitat per altri organismi (Jones *et al.*, 1994).

Il risultato dell'interazione tra coralli e alghe determina, in questo modo, uno dei più biodiversificati ecosistemi del mondo. Quindi, l'effetto più impressionante delle relazioni simbiotiche in tutta la loro gamma, che va dalla competizione alla cooperazione, è quello dell'autocatalisi della biodiversità che, seguendo una geometria frattale, rimane autosimile al variare di scala: ogni organismo serve da substrato per epibionti più piccoli, a loro volta colonizzati da altri epibionti in una continua riduzione di taglia il cui limite raggiunge quello dell'organizzazione vitale (Bavestrello, 2007).

Lo studio delle comunità microscopiche con l'uso della microscopia elettronica ha dimostrato che sulle colonie di piccoli metazoi come gli idrozoi, prosperano foreste di diatomee arborescenti tra le quali vivono diatomee sessili e negli spazi tra queste si osservano distese di batteri. Recentemente, è stata dimostrata anche l'importanza dei virus nell'ecologia degli ecosistemi marini (Danovaro e Serresi, 2000).

Quanto detto potrebbe rappresentare una nuova prospettiva per la comprensione dei sistemi viventi. Le relazioni tra gli organismi sono interpretabili solo in prima approssimazione sulla base di reti trofiche. Certo, i flussi di materia e di energia lungo le reti trofiche rappresentano lo scheletro dei sistemi ecologici, ma tali reti devono essere immaginate come intersecate da un'altra rete, una rete di relazioni «non trofiche», simbiotiche in senso generale, nelle quali la competizione e la cooperazione operano a diversi livelli (Montoya *et al.*, 2006).

Le reti simbiotiche rappresentano, rispetto alle reti trofiche, un potente sistema di regolazione in grado di modulare ogni rapporto tra organismi, aumentando la biodiversità, inducendo la speciazione, migliorando la convivenza, incrementando l'efficienza della ciclizzazione della materia e rappresentando una delle principali sorgenti di novità macroevolutive nella storia della vita.

## Bibliografia

- BAVESTRELLO G. (2007) - Competizione e cooperazione. Storie vitali degli organismi marini. *EMMECIquadro*, **29**: 7-16.
- BERTNESS M.D., CALLAWAY M.R. (1994) - Positive interactions in communities. *Tree*, **9**: 191-193.
- BERTNESS M.D., LEONARD G.H. (1997) - The role of positive interactions in communities: lesson from intertidal habitats. *Ecology*, **78** (7): 1976-1989.
- BROOKS D.R., Mc LENNAN D.A. (1991) - *Phylogeny, Ecology and Behaviour: a reaserch program in comparative biology*. University of Chicago Press, Chicago: 434 pp.
- BROWN B.E. (1997) - Coral bleaching: causes and consequences. *Coral Reef*, **16**: 129-138.
- CALCINAI B., BAVESTRELLO G., CERRANO C. (2004) - Dispersal and association of two alien species in the Indonesian coral reefs: the octocoral *Carijoa riisei* and the demosponge *Desmapsamma anchorata*. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.*, **84**: 937-941.

- CALCINAI B., CERRANO C., TOTTI C., ROMAGNOLI T., BAVESTRELLO G. (2006) - Symbiosis of *Mycale (Mycale) vansoesti* sp. nov. (Porifera, Demospongiae) with a coralline alga from North Sulawesi (Indonesia). *Invert. Biol.*, **125** (3): 195-204.
- CERRANO C., CALCINAI B., BERTOLINO M., VALISANO L., BAVESTRELLO G. (2006) - Epibionts of the scallop *Adamussium colbecki* in the Ross Sea, Antarctica. *Chem Ecol.*, **22**: 235-244.
- CONNEL J.H. (1978) - Diversity in tropical rain forests and coral reefs. *Science*, **199**: 1302-1310.
- DANOVARO R., SERRESI M. (2000) - Viral density and virus to bacterium ratio in deep-sea sediments of the eastern Mediterranean. *App. Environ. Microbiol.*, **66**: 1857-1861.
- DI CAMILLO C., BO M., PUCE S., TAZIOLI S., FROGLIA C., BAVESTRELLO G. (2008) - The epibiotic assemblage of *Geryon longipes* (Crustacea: Decapoda: Geryonidae) from the Southern Adriatic Sea. *It. J. Zool.*, **75** (1): 29-35.
- GERHART D.J., RITTSCHOF D., MAYO S.W. (1988) - Chemical ecology and the search for marine antifoulants. *J. Chem. Ecol.*, **14** (10): 1905-1917.
- GIANGRANDE A., GRAVINA F. (2000) - *Simbiosi*. Utet Libreria, Torino: 278 pp.
- HACKER S.D., GAINES S.D. (1997) - Some implications of direct positive interactions for community species diversity. *Ecology*, **78** (7): 1990-2003.
- JONES C.G., LAWTON J.H., SHACHAK M. (1994) - Organisms as ecosystem engineers. *Oikos*, **69**: 373-386
- LATTIG P., MARTIN D. (2011) - Two new endosymbiotic species of *Haplosyllis* (Polychaeta: Syllidae) from the Indian Ocean and Red Sea, with new data on *H. djiboutiensis* from the Persian Gulf. *Ital. J. Zool.*, **78** (Suppl. 1): 112-123.
- LAW R. (1985) - Evolution in a mutualistic environment. In: Boucher D.H. (ed), *The biology of mutualism: Ecology and evolution*. Oxford University press, New York: 145-170.
- MARGULIS L. (1993) - *Symbiosis in Cell Evolution*. 2nd Edition. Freeman, New York: 452 pp.
- MARGULIS L., SAGAN D. (1989) - *Microcosmo*. Mondadori, Milano: 310 pp.
- MARTIN D., BRITAYEV T.A. (1998) - Symbiotic polychaetes: Review of known species. *Ocean. and Mar. Biol. An. Rev.*, **36**: 217-240.
- MARTIN D., BRITAYEV T.A., SAN MARTÍN G., GIL J. (2003) - Inter-population variability and character description in the sponge associated *Haplosyllis spongicola* complex (Polychaeta: Syllidae). *Hydrobiologia*, **496**: 145-162.
- MONTOYA J.M., PIMM S.L., SOLE R.V. (2006) - Ecological networks and their fragility. *Nature*, **442**: 259-264.
- MUSCATINE L., CERNICHIARI E. (1969) - Assimilation of Photosynthetic Products of Zooxanthellae by a Reef Coral. *Biol. Bull.*, **137**: 506-523.
- OSTMAN R.W., HAUGSNESS J.A. (1981) - Mutualism among sessile invertebrates: a mediator of competition and predation. *Science, New York*, **211**: 846-848.
- PAINE R.T. (1974) - Intertidal community structure. Experimental studies on the relationship between dominant competitor and its principal predator. *Oecologia*, **15**: 93-120.
- PIRAINO S., FANELLI G. (1997) - Biodiversità funzionale, ridondanza e specie cardine. *Biol. Mar. Mediterr.*, **4** (1): 104-114.
- PUCE S., BAVESTRELLO G., DI CAMILLO C.G., BOERO F. (2007) - Symbiotic relationships between hydroids and bryozoans. *Symbiosis*, **44**: 137-143.
- PUCE S., CALCINAI B., BAVESTRELLO G., CERRANO C., GRACILI C., BOERO F. (2005) - Hydrozoa (Cnidaria) symbiotic with Porifera: a review. *Mar. Ecol.*, **26**: 73-81.
- PUCE S., CERRANO C., DI CAMILLO C.G., BAVESTRELLO G. (2008) - Hydroidomedusae (Cnidaria: Hydrozoa) symbiotic radiation. *J. Mar. Biol. Assoc. U.K.*, **88** (8): 1715-1721.
- SCHLÄPPY M.L., SCHÖTTNER S.I., LAVIK G., KUYPERS M.M.M., DE BEER D., HOFFMANN F. (2010) - Evidence of nitrification and denitrification in high and low microbial abundance sponges. *Mar. Biol.*, **157**: 593-602.
- STAT M., CARTER D., HOEGH-GULDBERG O. (2006) - The evolutionary history of *Symbiodinium* and scleractinian hosts - Symbiosis, diversity, and the effect of climate change. *Perspectives in Plant Ecology, Evol. Syst.*, **8**: 23-43.
- STEWART H.L., SALLY Æ., HOLBROOK J., SCHMITT R.J., BROOKS Æ.A.J. (2006) - Symbiotic crabs maintain coral health by clearing sediments. *Coral Reefs*, **25**: 609-615.
- TAYLOR M.W., SCHUPP P.J., DAHLLÖF I., KJELLEBERG S., STEINBERG P.D. (2004) - Host specificity in marine sponge-associated bacteria, and potential implications for marine microbial diversity. *Environ. Microbiol.*, **6**: 121-130.
- THOMPSON J.N. (1994) - *The coevolutionary process*. University of Chicago Press, Chicago: 383 pp.



## **Tema 2**

### INTERAZIONI BIOTICHE IN AMBIENTE MARINO

---

*Comunicazioni*

C. CAROPPO, P. PAGLIARA\*

CNR, Istituto per l'Ambiente Marino Costiero, Via Roma, 3 - 74100 Taranto, Italia.  
carmela.caroppo@iamc.cnr.it

\*DiSTeBA - Università del Salento, Via Prov. Lecce-Monteroni - 73100 Lecce, Italia.

## EFFECTS OF *OSTREOPSIS* CFR. *OVATA* (DINOPHYCEAE) TOXICITY ON *PARACENTROTUS LIVIDUS* DEVELOPMENT

### *EFFETTI DELLA TOSSICITÀ DI OSTREOPSIS CFR. OVATA (DINOPHYCEAE) SULLO SVILUPPO DI PARACENTROTUS LIVIDUS*

**Abstract** - The effects of *Ostreopsis* cfr. *ovata* clonal cultures towards the gametes and embryos of the sea urchin *Paracentrotus lividus* have been evaluated. The benthic dinoflagellate showed a significant toxicity towards sperms which have exhibited a drastic reduction of their fertility with the increasing of the microalgal concentration. A deleterious effect was also observed on the embryos cleavage. These data should be considered preliminary and will help us to better understand the effects that this allochthonous microalga might have on marine life in temperate waters.

**Key-words:** harmful algae, toxicity, *Ostreopsis* cfr. *ovata*, *Paracentrotus lividus*.

**Introduction** - During the last decade the epiphytic dinoflagellate *Ostreopsis ovata* Fukuyo 1981 has expanded its distribution from the tropical-subtropical areas to the temperate regions, including the Mediterranean Sea (Penna *et al.*, 2005; Totti *et al.*, 2010). During the last years, blooms of this species occurred along the Italian coasts and their presence was associated with death of benthic organisms and/or human health problems. When resort areas are affected by blooms of this harmful species, a significant economic loss for the tourism industry results (Congestri *et al.*, 2006). In fact *Ostreopsis* species are producers of palytoxin-like toxins (putative palytoxin and ovatoxins) (Ciminiello *et al.*, 2010) which are among the most potent natural non-protein compounds known to date, exhibiting extreme toxicity in mammals, including humans. Nevertheless, the effect on marine invertebrates and vertebrates, is a quite controversial issue. Some studies have shown no deleterious effect of palytoxin-like toxins against crabs, various fish and sea anemone (Aligizaki *et al.*, 2008). On the contrary, *Ostreopsis* blooms in the Italian seas have caused death of benthic invertebrates (Simoni *et al.*, 2004). The aim of this study was to evaluate the effects of a ionic strain of *Ostreopsis* cfr. *ovata* towards the early embryonic development of the sea urchin *Paracentrotus lividus* Lamarck 1816.

**Materials and methods** - Clonal cultures of ITAC501 *Ostreopsis* cfr. *ovata* were established in f/2 media (Guillard, 1983) and grown at 24±2 °C with a 14L:10D photoperiod and illumination of about 100 μmol photons m<sup>-2</sup>s<sup>-1</sup>. At the beginning of each experiment the tested alga was diluted to the designed densities in the culture tubes. Tests were conducted in 0.2 μm filtered sea water by exposing sea urchin gametes at three concentrations of *O. cfr. ovata* (C1: 135 cells ml<sup>-1</sup>; C2: 650 cells ml<sup>-1</sup> and 1,350 cells ml<sup>-1</sup>). The algal culture suspension was added to sperms and eggs for 1h before fertilization and to embryos immediately after the vitellin membrane elevation (within 5 min). At the appropriate time (1, 2, 3h after fertilization) aliquots of 200 μL were fixed with the same volume of 10% formaldehyde. One hundred embryos from each well were counted to obtain the percentage of normal embryos. Their morphology was observed under light microscope (Nikon Eclipse 600). The results of this sea urchin gamete-toxicity test are reported as the mean of the percentage of fertilization ±SD.

**Results** - The presence of *Ostreopsis cfr. ovata* affected the gamete ability to produce a new organism (Fig. 1). The pre-treatment of sea urchin sperms with the dinoflagellate inhibited their ability to fertilize not-treated sea urchin eggs. The percentage of inhibition directly increased with the *Ostreopsis* cell abundance (max percentage of  $19.9 \pm 3.2$  at the concentration of  $1,350 \text{ cell ml}^{-1}$ ). The toxic effect of *O. cfr. ovata* was less evident in the treated eggs, in fact the capacity to be fertilized was of  $82.2 \pm 2.5\%$  at the max concentration of the microalga.

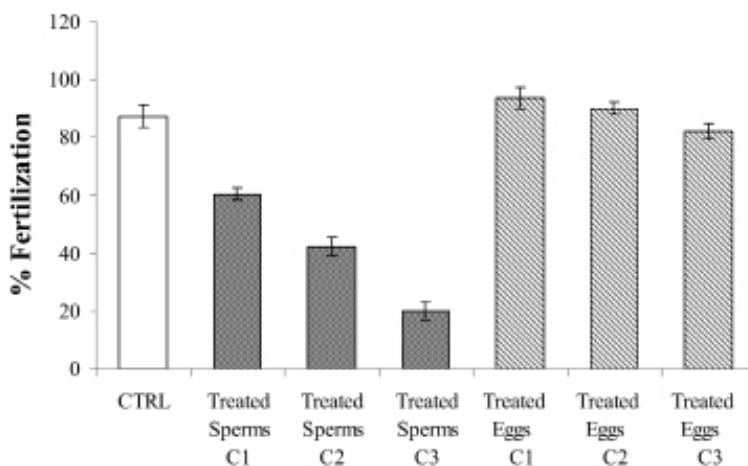


Fig. 1 - Effects of different concentrations (C1:  $135 \text{ cells ml}^{-1}$ ; C2:  $650 \text{ cells ml}^{-1}$  and  $1,350 \text{ cells ml}^{-1}$ ) of *Ostreopsis cfr. ovata* on gametes capability to perform fertilization.

*Effetti di diverse concentrazioni (C1:  $135 \text{ cell. ml}^{-1}$ ; C2:  $650 \text{ cell. ml}^{-1}$  and  $1.350 \text{ cell. ml}^{-1}$ ) di *Ostreopsis cfr. ovata* sulla capacità di fecondazione dei gameti.*

A deleterious effect was also observed on embryos development. The zygotes were unable to start segmentation when a suspension of  $675 \text{ cell ml}^{-1}$  of *Ostreopsis* was added. As showed in Fig. 2, 6h after fertilization the embryos remained at one cell stage or showed an anomalous cell division with almost 2 cells, while controls presented 99% of embryos at the blastula stage.

**Conclusions** - Previous studies had already shown the high toxicity of the ITAC501 ionic strain of *Ostreopsis cfr. ovata* against several species of crustaceans (Caroppo *et al.*, 2009). But until now no data were available on the effects of this dinoflagellate towards the first stages of marine organism development. These first results have shown an high toxicity of *Ostreopsis* against both gametes and zygotes of *P. lividus*. In particular a strong toxic effect on sperms has been evidenced, even at low concentrations, because the male gamete ability to fertilize eggs resulted much more restricted.

The interaction between the microalga and the sea urchins assumes an important ecological significance because it opens new questions about the effects that the allochthonous dinoflagellate might have on temperate natural communities. Most aquatic invertebrates, exhibiting external fertilization, release large numbers of sperms and eggs, thereby overcoming large losses of gametes in the water. When released in aquatic environment, gametes are exposed to a number of substances and micro-organisms which could affect their integrity and functionality.

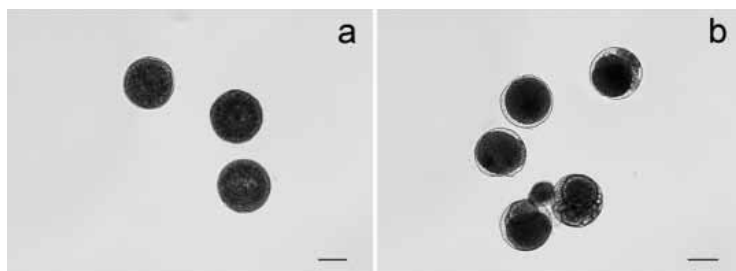


Fig. 2 - Sea urchin embryos 6h after fertilization. (a) the control embryos are at the blastula stage; (b) embryos developed in presence of *Ostreopsis* cfr. *ovata* showing an irregular cleavage. The bar represents 100 µm.

*Embrioni di riccio di mare a 6 h dalla fecondazione. (a) gli embrioni di controllo sono nella fase di blastula; (b) embrioni sviluppati in presenza di Ostreopsis cfr. ovata con segmentazione irregolare. La barra rappresenta 100 µm.*

The presented data should be considered only preliminary and they will be implemented further in future work by performing an assessment of the toxicity of *Ostreopsis* towards marine organisms of different trophic levels. Furthermore, the interactions at different stages of the life cycles of marine organisms will be also evaluated.

## References

- ALIGIZAKI K., KATIKOU P., NIKOLAIDIS G., PANOU A. (2008) - First episode of shellfish contamination by palytoxin-like compounds from *Ostreopsis* species (Aegean Sea, Greece). *Toxicon*, **51**: 418-427.
- CAROPPO C., UVA J., PRATO E., BIANDOLINO F. (2009) - Preliminary biological tests with crustaceans to evaluate the *Ostreopsis ovata* (Dinophyceae) toxicity. *Biol. Mar. Mediterr.*, **16** (1): 380-381.
- CIMINIELLO P., DELL'AVERSANO C., DELLO IACOVO E., FATTORUSSO E., FORINO M., GRAUSO L., TARTAGLIONE L., GUERRINI F., PISTOCCHI R. (2010) - Complex palytoxin-like profile of *Ostreopsis ovata*. Identification of four new ovatoxins by high-resolution liquid chromatography/mass spectrometry. *Rapid Commun. Mass Spectrom.*, **24**: 2735-2744.
- CONGESTRI R., PENNA A., ZINGONE A. (2006) - BENTOX-NET, a research and management initiative on *Ostreopsis* spp. and other benthic microalgal blooms on the Italian coast. *Harmful Algal News*, **32**: 11-12.
- GUILLARD R.R.L. (1983) - Culture of phytoplankton for feeding marine invertebrates. In: Berg C.J. (ed), *Culture of marine invertebrates*. Select readings. Hutchinson Ross Publishing Co., Stroudsburg: 108-132.
- PENNA A., VILA M., FRAGA S., GIACOBBE M.G., ANDRONI F., RIOBÒ P., VERNESI C. (2005) - Characterization of *Ostreopsis* and *Coolia* (Dinophyceae) isolates in the Western Mediterranean Sea based on morphology, toxicity and internal transcribed spacer 5.8S rDNA sequences. *J. Phycol.*, **4**: 212-225.
- SIMONI F., DI PAOLO C., GORI L., LEPRI L., MANCINO A., FALASCHI A. (2004) - Further investigation on blooms of *Ostreopsis ovata*, *Coolia monotis*, *Prorocentrum lima*, on the macroalgae of artificial and natural reefs in the Northern Tyrrhenian Sea. *Harmful Algal News*, **26**: 5-7.
- TOTTI C., ACCORONI S., CERINO F., CUCCHIARI E., ROMAGNOLI T. (2010) - *Ostreopsis ovata* bloom along the Conero Riviera (northern Adriatic Sea): Relationships with environmental conditions and substrata. *Harmful Algal*, **9**: 233-239.

F. FAVA, M. PONTI, M. ABBIATI

Centro Interdipartimentale di Ricerca per le Scienze Ambientali (CIRSA), Università di Bologna,  
Via S. Alberto, 163 - 48123 Ravenna, Italia.  
federica.fava8@unibo.it

## COLONISATION PATTERNS ON THE CORALLIGENOUS OUTCROPS OF THE NORTHERN ADRIATIC SEA

### *DINAMICA DEI PROCESSI DI COLONIZZAZIONE SUGLI AFFIORAMENTI ROCCIOSI DELL'ADRIATICO SETTENTRIONALE*

**Abstract** - A long-term colonisation field experiment was carried out to investigate the ecological processes that could lead to the differentiation of the epibenthic assemblages on northern Adriatic subtidal biogenic outcrops. Early recruitment appears to be related to local larval supply, while post-settlement processes and lateral invasion from the surrounding assemblages play a major role in structuring the mature assemblages. The results of this study stress the complexity of the colonisation dynamics leading to the heterogeneity of the assemblages dwelling in the northern Adriatic biogenic outcrops.

**Key-words:** recruitment, benthos, species diversity.

**Introduction** - Coralligenous subtidal outcrops occur in soft silty-sandy bottoms of the northern Adriatic continental shelf offshore Chioggia and Venice between 19 and 27 metres in depth. Their epibenthic assemblages, mainly characterised by calcareous algae, algal turf, sponges and colonial ascidians, can be distinguished in three main typologies. Previous studies showed that spatial heterogeneity of assemblages, at local and regional scales, prevailed over temporal variation. Spatial variability was related to the geo-morphological features of the outcrops and to environmental variables (Ponti *et al.*, 2011). However, complex recruitment processes and species interactions play a key role in structuring the assemblages and in maintaining their diversity (Connell, 1985; Osman and Whitlatch, 2004). In order to investigate the role of the recruitment processes in determining such variability, patterns of colonization have been studied in a 3-years field experiment.

**Materials and methods** - One outcrop belonging to each of the three main assemblage typologies found in the northern Adriatic Sea was randomly chosen (Fig. 1, Tab. 1). In August 2005, forty-eight travertine tiles (15.0×11.5×1.0 cm) were deployed at each study site in three random plots on the natural rocky bottoms. Tiles were photographically sampled using an Olympus Cammedia C-7070 WZ underwater digital camera (7 Mpixel) equipped with a TTL strobe and two 50 Watt halogen lights. Samples were collected in August 2006, August 2007 and August 2008. Four random samples for each plot and sampling date were analysed. Percent cover of sessile organisms was quantified by superimposing a grid of 100 equal sized squares and identifying all taxa visible within each quarter of these squares, corresponding to 0.25% of the total sampled area (Bianchi *et al.*, 2004). Percent cover was related to the total readable area of each image, obtained subtracting dark and blurred zone or portion covered by motile organisms. Organisms were identified to the lowest possible taxonomic level and assigned to morphological and ecological groups. The endolithic bioeroder bivalve *Gastrochaena dubia* (Pennant, 1777) was quantified by counting the siphon holes.

Differences in the colonisation pattern were analysed among dates (3 levels, random: 2006, 2007, 2008), sites (3 levels, fixed: P204, MR08, P213) and plots (3 levels, random, nested in sites). Distance-based three-way permutational analysis of variance (PERMANOVA; Anderson and ter Braak, 2003) was applied to the experimental



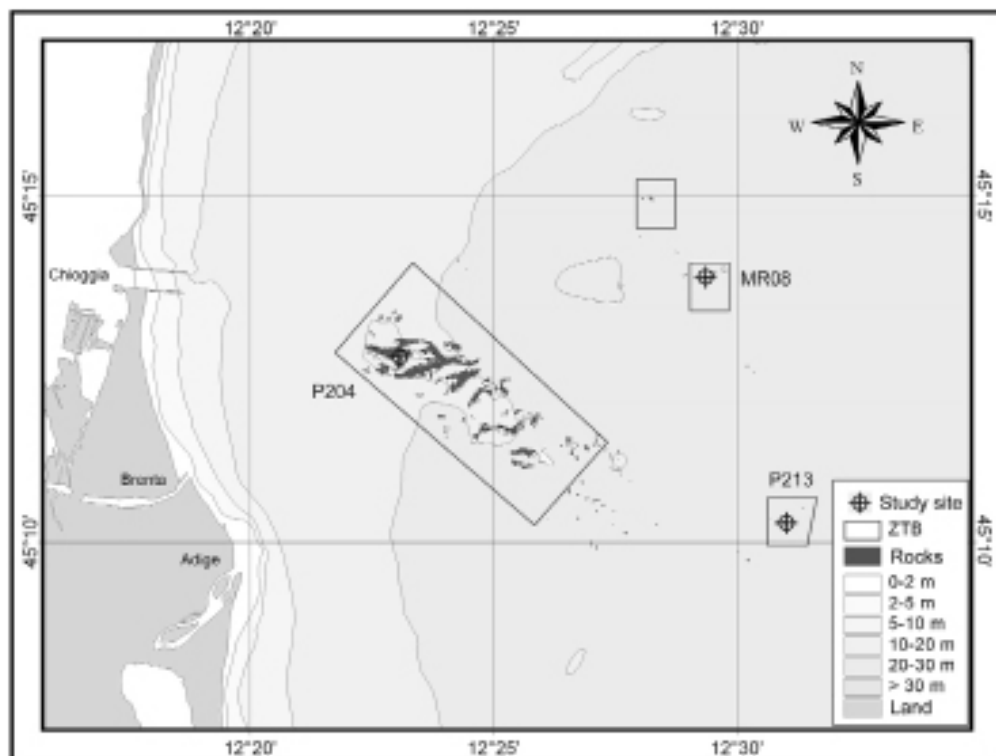


Fig. 1 - Map of the study area, showing the three investigated sites.

*Mapa dell'area di studio con indicati i siti investigati.*

design to test for differences related to the investigated factors. Univariate analyses were based on the Euclidean distances on untransformed data, while multivariate tests were based on Bray-Curtis similarities on squared root transformed data. Similarities among assemblages were represented by principal coordinate analysis plot (PCO, Gower, 1966). The DISTLM forward procedure provided a selection of the species that better explain the observed similarity patterns (McArdle and Anderson, 2001).

Tab. 1 - Location (geographic coordinates, datum wgs84) and geo-morphological features (depth, distance from the coast, extent and height of relief) of the study sites.

*Posizione (coordinate geografiche, datum wgs84) e caratteristiche geo-morfologiche (profondità, distanza da costa, estensione ed altezza dell'affioramento).*

Site	Lat N	Lon E	Depth (m)	Coast Dist. (km)	Extent (m <sup>2</sup> )	Height (m)
MR08	45° 13.831'	12° 29.354'	22.2	14.6	2096	1.5
P204	45° 12.674'	12° 23.076'	20.2	6.6	276297	2.2
P213	45° 10.270'	12° 31.013'	25.4	15.0	1288	1.2

**Results** - The analysis of the assemblages showed differences through years at both spatial scales: sites and plots (Tab. 2). The pair-wise test for the interactions

Date X Site highlighted a progressive site-specific temporal differentiation of the assemblages. Each site showed a divergent annual trend of the assemblages except for the P213 site whose assemblages in August 2008 seemed to be similar to those recorded in 2006. The taxa that mostly contributed to the differences among assemblages were the coralline algae *Lithothamnion minervae* Basso, 1995 and *Lithophyllum stictaeforme* (Areschoug in J. Agardh) Hauck, 1978 and the serpulid polychaetes at MR08, algal turf at P204 and the sponge *Tedania anhelans* Lieberkühn, 1859, the serpulid polychaetes and *Gastrochaena dubia* (Pennant, 1777) at P213 (Fig. 2). The

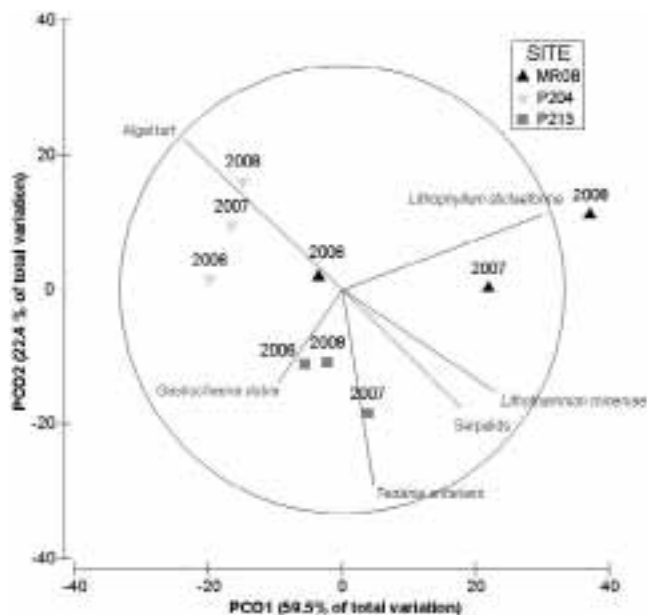


Fig. 2 - PCO ordination based on Bray-Curtis dissimilarities of square root-transformed tile assemblages percent cover data. Each point represented the centroid of the observed similarity among the interaction Date x Site, while the superimposed vectors represented the correlation of single taxa with PCO Axes.

*Ordinamento PCO basato sulla similarità di Bray-Curtis calcolata sui ricoprimenti percentuali epibentonici trasformati con radice quadrata. Ciascun punto rappresenta il centroide delle similarità osservate nell'interazione Data x Sito, mentre i vettori sovrapposti rappresentano la correlazione dei singoli taxa con gli assi PCO.*

Tab. 2 - PERMANOVA results based on Bray-Curtis similarities of square root-transformed epibenthic percent cover data.

*Risultati dell'analisi PERMANOVA basata sulla similarità di Bray-Curtis calcolata sui ricoprimenti percentuali epibentonici trasformati con radice quadrata.*

Source	df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)	Unique perms
Date (Da)	2	10029	5015	4.531	0.003	9949
Site (Si)	2	31057	15529	2.962	0.012	9933
Plot(Si)	6	21921	3654	3.301	0.001	9910
Da x Si	4	9881	2470	2.232	0.016	9932
Da x Plot (Si)	10	11068	1107	2.049	0.000	9839
Res	75	40510	540			
Total	99	127190				

percent cover of algal turf varied through years among sites (PERMANOVA:  $Da \times Si$   $P < 0.01$  and  $Pl(Si)$   $P < 0.01$ ) in particular in the first year it showed similar low density at all sites, while in 2007 and 2008 it increased at P204 site and strongly decreased at MR08 and P213. The calcareous algae *L. minervae* (PERMANOVA:  $Da \times Pl(Si)$   $P < 0.01$ ) and *L. stictaeforme* (PERMANOVA:  $Da \times Si$   $P < 0.01$ ) showed low densities at the beginning, increasing with time, especially in the site MR08. Early colonisers, like serpulid polychaetes (PERMANOVA:  $Da \times Pl(Si)$   $P < 0.01$ ), were particularly abundant in the first year, then they decreased with time showing high variability at small spatial scale.

**Conclusions** - Recruitment dynamics of sessile assemblages on artificial substrates varied both at local and regional spatial scales. During the 3 years of study, an increasing differentiation among the assemblages colonising the artificial substrata was observed. While early recruitment are generally influenced by local larval supply (Underwood and Fairweather 1989), post-settlement processes and lateral invasion from the surrounding assemblages played a major role in structuring the mature assemblages of the investigated northern Adriatic coralligenous outcrops. Long-term colonisation processes could be affected by several environmental condition that vary among sites at regional scale. The water turbidity at P204, due to the closeness of the rivers and of Venice Lagoon, could promote the development of algal turf. Instead, the major density of calcareous algae in the MR08 assemblages, located far from the coast, was probably favoured by lower sedimentation rates and higher level of irradiance (Ponti *et al.*, 2011). The complex colonisation dynamics contribute to maintain the overall heterogeneity of the assemblages inhabiting the northern Adriatic biogenic outcrops.

## References

- ANDERSON M.J., TER BRAAK C.J.F. (2003) - Permutation tests for multi-factorial analysis of variance. *J. Stat. Comput. Sim.*, **73**: 85-113.
- BIANCHI C.N., PRONZATO R., CATTANEO-VIETTI R., BENEDETTI-CECCHI L., MORRI C., PANSINI M., CHEMELLO R., MILAZZO M., FRASCHETTI S., TERLIZZI A., PEIRANO A., SALVATI E., BENZONI F., CALCINAI B., CERRANO C., BAVESTRELLO G. (2004) - Hard bottoms. In: Gambi M.C., Dappiano M. (eds), Mediterranean marine benthos: a manual of methods for its sampling and study. *Biol. Mar. Mediterr.*, **11** (Suppl.): 185-216.
- CONNELL J.H. (1985) - The consequences of variation in initial settlement vs. post-settlement mortality in rocky intertidal communities. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, **93**: 11-45.
- GOWER J.C. (1966) - Some distance properties of latent root and vector methods used in multivariate analysis. *Biometrika*, **53**: 325-338.
- McARDLE B.H., ANDERSON M.J. (2001) - Fitting multivariate models to community data: a comment on distance-based redundancy analysis. *Ecology*, **82**: 290-297.
- OSMAN R.W., WHITLATCH R.B. (2004) - The control of the development of a marine benthic community by predation on recruits. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, **311**: 117-145.
- PONTI M., FAVA F., ABBIATI M. (2011) - Spatial-temporal variability of epibenthic assemblages on subtidal biogenic reefs in the northern Adriatic Sea. *Mar. Biol.*, **158** (7): 1447-1459.
- UNDERWOOD A.J., FAIRWEATHER P.G. (1989) - Supply-side ecology and benthic marine assemblages. *Trend. Ecol. Evol.*, **4**: 16-20.

A. MULAS, A. BELLODI, AL. CAU, A. GASTONI, I. LOCCI, M.C. FOLLESA

Dip. di Scienze della Vita e dell'Ambiente, Macrosezione di Biologia Animale ed Ecologia,  
Università di Cagliari,  
Via T. Fiorelli, 1 - 09100 Cagliari, Italia.  
amulas@unica.it

## TROPHIC INTERACTIONS AMONG CHONDRICHTHYANS IN THE CENTRAL-WESTERN MEDITERRANEAN SEA

### *INTERAZIONI TROFICHE TRA CONDROITTI NEL MEDITERRANEO CENTRO-OCCIDENTALE*

**Abstract** - *The diets and trophic interactions among 27 species of demersal Chondrichthyans caught by trawl in the Sardinian waters from 2008 to 2010 were analyzed. Niche breadth, as well as intraspecific and interspecific niche overlap and trophic level for each species, were determined. All the species preyed more frequently on a small number of items. While no differences were found between sexes and along depth, a significant ontogenetic variation of the diet was observed. The competition was higher in the deepest strata.*

**Key-words:** *Chondrichthyans, feeding ecology, central western Mediterranean Sea.*

**Introduction** - As predators, Chondrichthyans play an important ecological role, by regulating the amount of the populations at lower levels of the marine food webs. Because of their K-selected life-history strategy, they appear to be particularly vulnerable to over-exploitation (Cailliet *et al.*, 2005). Therefore, considering that the consequences of their loss could be very dangerous for the ecosystems, many authors have stressed their vulnerability and the importance of their protection (Stevens *et al.*, 2000). For the purpose of an enhanced management, many efforts are made in order to clarify the relationships that regulate the correct functioning of marine ecosystems. Exhaustive studies on feeding habits and trophic interactions between species are essential to obtain this kind of information (Stevens *et al.*, 2000). In this paper the feeding habits and trophic interactions among demersal Chondrichthyans of Sardinian waters were investigated, in order to provide an overall view on the energetic exchanges at the highest levels of the food chain.

**Materials and methods** - A total of 3094 individuals, belonging to 27 species of demersal Chondrichthyans was analyzed (Tab. 1). Samples were collected in the Sardinian waters since 2008 to 2010, at depths between 25 and 1420 m, during experimental trawl surveys (MEDITS and GRUND), experimental deep hauls and commercial landings. For all the specimens, Total Length (TL) in cm and Total Weight (TW) in g were taken. Sex and maturity stages were analyzed according to Relini *et al.* (2008) and Stehmann (2002). Data were analyzed both by the numeric count and by the ponderal analysis. In order to describe the diet of the species, the main alimentary indexes (%N, %F and %W), together with the %IRI, were applied. The trophic niche breadth was examined through the indexes of Levin (Bi) and Shannon-Weaver (H'), while the index of Morisita, together with multivariate analysis, were applied in order to define the level of intra- and interspecific competition. SIMPER test was useful to determine which prey category was responsible for the founded similarities. The position of each species in the trophic chain was estimated through the index of fractional trophic level (TROPH). In order to find out which variable (among sex, size and depth) could influence the alimentary patterns, the analysis were repeated for males and females, by dividing the samples into three size groups (immature, subadult and adult, taking into account the gonad development) and into

six depth strata: five strata (from 10 to 800 m, indicated with the letters from a to e) according to MEDITS, plus another one (called f) for samples caught over 800 m depth. The similarities were tested by t-test, ANOVA, Kolmogorov-Smirnov and Kruskal-Wallis.

Tab. 1 - List of the species with number of individuals sampled and depth range.

*Lista delle specie con il relativo numero di individui campionati e range di profondità.*

Family	Species	N° Ind.	Depth (m)
Centrophoridae	<i>Centrophorus granulosus</i> (Bloch e Schneider, 1801)	89	510 - 650
Chimaeridae	<i>Chimaera monstrosa</i> Linnaeus, 1758	33	547 - 634
Dalatiidae	<i>Dalatias licha</i> (Bonnaterre, 1788)	89	200 - 711
Dasyatidae	<i>Dasyatis pastinaca</i> (Linnaeus, 1758)	202	27 - 56
	<i>Pteroplatytrygon violacea</i> (Bonaparte, 1832)	3	30
Etmopteridae	<i>Etmopterus spinax</i> (Linnaeus, 1758)	288	337 - 730
Hexanchidae	<i>Hepranchias perlo</i> (Bonnaterre, 1788)	3	600
	<i>Hexanchus griseus</i> (Bonnaterre, 1788)	3	500-600
Myliobatidae	<i>Myliobatis aquila</i> (Linnaeus, 1758)	14	30 - 52
	<i>Pteromylaeus bovinus</i> (Geoffroy St-Hilaire, 1817)	4	30 - 40
Oxynotidae	<i>Oxynotus centrina</i> (Linnaeus, 1758)	25	450 - 500
Rajidae	<i>Dipturus nidarosiensis</i> (Storm, 1881)	23	650 - 1420
	<i>Dipturus oxyrinchus</i> (Linnaeus, 1758)	254	121 - 671
	<i>Leucoraja circularis</i> (Couch, 1838)	21	128 - 590
	<i>Raja asterias</i> Delaroche, 1809	121	25 - 76
	<i>Raja brachyura</i> Lafont, 1873	209	30 - 95
	<i>Raja clavata</i> Linnaeus, 1758	409	40 - 660
	<i>Raja miraletus</i> Linnaeus, 1758	135	30 - 176
Scyliorhinidae	<i>Raja polystigma</i> Regan, 1923	310	37 - 660
	<i>Galeus melastomus</i> Rafinesque, 1810	322	243 - 1420
	<i>Scyliorhinus canicula</i> (Linnaeus, 1758)	350	30 - 616
Squalidae	<i>Squalus blainvillei</i> (Risso, 1827)	160	123 - 418
Torpedinidae	<i>Torpedo marmorata</i> Risso, 1810	16	55 - 300
	<i>Torpedo nobiliana</i> Bonaparte, 1835	1	250
	<i>Torpedo torpedo</i> (Linnaeus, 1758)	5	200
Triakidae	<i>Mustelus mustelus</i> (Linnaeus, 1758)	1	150
	<i>Mustelus punctulatus</i> Risso, 1827	4	40

**Results and conclusions** - We analyzed the stomach contents of 27 species (Tab. 1). Among these, 14 species were caught occasionally or presented a high percentage of empty stomachs, thus an exhaustive statistical analysis was conducted on 13 species. Two distinct ways of feeding, deeply influenced by body morphology, were found. Batoids preyed mainly on benthopelagic and benthic organisms, while shark-like species preferred nectonic preys or organisms more swimming prone. However, some similarities could be noticed between all the analyzed Chondrichthyans. With variable proportions, the most preyed items were Crustaceans, Teleosts and

Cephalopods and, in a minor percentage, other Chondrichthyans. A small number of organisms, characterized by a great abundance in the surveyed habitats, represents the core of the diet of the most analyzed species. Mysids, like *Gastrosaccus sanctus* (Van Beneden, 1861) (e.g. %IRI=73 among immature of *Dasyatis pastinaca*) and *Lophogaster typicus* Sars, 1857, brachyurans of the genus *Liocarcinus* Stimpson, 1821 (e.g. %IRI=30 in *Raja asterias*), natantian shrimps as *Solenocera membranacea* (Risso, 1816) are essential components of the diet of batoids. These results agree with those reported in bibliography. Among others, Vannucci *et al.* (2006) highlighted the importance of Crustaceans and mainly of preys as *Lophogaster typicus*, *Solenocera membranacea* and *Liocarcinus* sp. in the trophic spectrum of skates. Our results confirm this statement and extend this importance to other Chondrichthyans. In particular, *Lophogaster typicus* is a common prey of immature *Scyliorhinus canicula*, representing 19% of the diet in terms of %IRI. Otherwise, other shark-like species focus their diets on less bottom linked preys. *Etmopterus spinax* and *Galeus melastomus* eat more frequently *Pasiphaea multidentata* Esmark, 1866 and *P. sivado* (Risso, 1816), the euphausiid *Meganyctiphanes norvegica* (M. Sars, 1857) and the cephalopods belonging to the family Sepiolidae (mainly *Heteroteuthis dispar* (Rüppell, 1844), as stated also by Bello, 1995). *Meganyctiphanes norvegica* and Sepiolidae g. spp. are very common prey items also in the stomach contents of *Centrophorus granulosus*, *Dalatias licha* and *Squalus blainvillei*. Moreover, teleosts like *Gymnammodytes cicereus* (Rafinesque, 1810) (%IRI=76 and 84 between subadult and adult of *Raja brachyura*, respectively) and *Glossanodon leioglossus* (Valenciennes in Cuvier and Valenciennes, 1848) are also exploited by some species. The niche breadth is larger in the specimens caught at the deepest strata, likely due to their adaptation to oligotrophic conditions, characteristic of these habitats. The most euryphagous species is *Dalatias licha* (Bi=0,64; H<sup>2</sup>=1,25), while *Dasyatis pastinaca* (Bi=0,04; H<sup>2</sup>=0,99) appears to be the most specialist feeder. As many authors reported, ontogenetic variations in feeding habits are noticed: in general immatures eat smaller and less mobile preys, especially epibenthic ones (crustaceans, small teleosts and sepiolids). Bigger and more swimming prone preys become more important during the ontogenetic development. Similarly, as stated also by Ebert and Bizzarro (2007), trophic index values increase during growth, maintaining low levels of intra specific competition and improving survival rate of juveniles. Generally speaking, trophic level is higher for species that prefer pelagic preys. No differences in the alimentary patterns are observed among sexes, characterized by a high value of niche overlap. As stated also by Cuoco *et al.* (2005) and Vannucci *et al.* (2006) for skates, the sexual dimorphism of the mouthparts has only reproductive functions. The analysis of the diet in function of depth does not show any significant difference, except for species that present a different bathymetric segregation. Niche overlap analysis points out a greater interspecific competition between specimens of the deepest strata. These environments are in fact characterized by oligotrophic conditions that may lead to an intensive exploitation of a limited number of preys, maximizing the overlap between diets.

## References

- BELLO G. (1995) - *Heteroteuthis dispar* (Cephalopoda:Sepiolidae) nella dieta di selaci demersali. *Biol. Mar. Mediterr.*, 2 (2): 211-215.
- CAILLIET G.M., MUSICK J.A., SIMPFENDORFER C.A., STEVENS J.D. (2005) - Ecology and life history characteristics of chondrichthyan fish. In: Fowler S.L., Cavanagh R.D., Camhi M., Burgess G.H., Cailliet G.M., Fordham S.V., Simpfendorfer C.A., Musick J.A. (comp. and eds), *Sharks, Rays and Chimaeras: The Status of the Chondrichthyan Fishes*. IUCN SSC Shark Specialist Group. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK: 12-18.

- CUOCO C., MANCUSI C., SERENA F. (2005) - Studio delle abitudini alimentari di *Raja asterias* Delaroche, 1809 (Chondrichthyes, Rajidae). *Biol. Mar. Mediterr.*, **12** (1): 504-508.
- EBERT D.A., BIZARRO J.J. (2007) - Standardized diet compositions and trophic levels of skates (Chondrichthyes: Rajiformes: Rajoidei). *Environ. Biol. Fish.*, **80**: 221-237.
- RELINI G., CARPENTIERI P., MURENU M. (eds) (2008) - Manuale di istruzioni MEDITS (MEDITS instruction manual). *Biol. Mar. Mediterr.*, **15** (2): 1-78.
- STEHMANN M.F.W. (2002) - Proposal of a maturity stage scale for oviparous and viviparous cartilaginous fishes (Pisces, Chondrichthyes). *Arch. Fish. Mar. Res.*, **50**: 23-48.
- STEVENS J.D., BONFIL R., DULVY N.K., WALKER P.A. (2000) - The effects of fishing on chondrichthyans and the implications for marine ecosystems. *ICES J. Mar. Sci.*, **57** (3): 476-494.
- VANNUCCI S., MANCUSI C., SERENA F., CUOCO C., VOLIANI A. (2006) - Feeding ecology of Rays in the southern Ligurian Sea. *Biol. Mar. Mediterr.*, **13** (2): 296-297.

L. PANNO, S. VOYRON, A. ANASTASI, R. MUSSAT SARTOR\*, G.C. VARESE

*Mycoteca Universitatis Taurinensis* (MUT), Dipartimento di Biologia Vegetale, Università di Torino,  
Viale Mattioli, 25 - 10125 Torino, Italia.  
cristina.varese@unito.it

\*Laboratorio di Zoologia e Biologia Marina, Dipartimento di Biologia Animale e dell'Uomo,  
Università di Torino, Via Accademia Albertina, 13 - 10123 Torino, Italia.

## BIODIVERSITY OF MARINE FUNGI ASSOCIATED WITH THE SEAGRASS *POSIDONIA OCEANICA*: AN ECOLOGICAL AND BIOTECHNOLOGICAL PERSPECTIVE

### *BIODIVERSITÀ FUNGINA ASSOCIATA ALLA FANEROGAMA MARINA POSIDONIA OCEANICA: UNA PROSPETTIVA ECOLOGICA E BIOTECNOLOGICA*

**Abstract** - In this work, for the first time the quali-quantitative composition of the mycoflora associated to the seagrass *Posidonia oceanica* (L.) Delile (an endemic seriously threatened seagrass of the Mediterranean Sea) was estimated. Eighty-eight fungal species were identified by morphological and molecular methods and the most important genera were *Penicillium*, *Cladosporium* and *Acremonium*. Many species are saprotrophic but other species could have a pathosistic nutritional strategy on *P. oceanica*. Most of the fungal strains, cultured at different salt concentration, were tested by means of a quali-quantitative microtitre plate method for oxidoreductase activity and tannases activity. Several fungal strains showed a good enzyme production, many of them exclusively at high salt concentrations. These findings suggest that marine fungi play an important ecological role in the decomposition of ligninocellulosic matrices in the marine environment and are a good source of novel extremoenzymes that can be used in different biotechnological applications.

**Key-words:** marine fungi, seagrass, biotechnology, *Posidonia oceanica*.

**Introduction** - Marine environments are characterized by a plethora of micro-organisms still unknown. A big part of this microbial diversity is made of marine fungi, organisms extremely important from an ecological point of view encompassing saprotrophes, parasites, mycophycobiontes and endophytes. Recent papers underline the importance of the chemical diversity of marine fungi for biotechnological and pharmacological applications. In biotechnology, the metabolites of marine fungi allow the performance of industrial processes even in harsh conditions (Hyde and Pointing, 2000). In pharmacology, the chemistry of marine fungi has led to the discovery of a surprisingly large number of novel structures possessing bioactivity with potential pharmaceutical applications (Bugni and Ireland, 2004). The main goals of this study were: 1) the isolation and identification of fungi associated to the seagrass *Posidonia oceanica* (L.) Delile; 2) the comparison of the mycoflora associated to the different districts of *P. oceanica* meadow; 3) the analysis of the effect of abiotic and biotic parameters on the growth and sporulation of fungi; 4) the development of a new quali-quantitative microtitre plate method for the rapid screening of oxidoreductase (laccases, peroxidases) and tannase activity.

**Materials and methods** - The study area was a *P. oceanica* meadow localized in the Riva Trigoso Bay (Liguria, Italy). A total of 9 plants and mat were collected in March 2008 between -5 and -21 m depth. The plants were divided into 3 parts (leaves, rhizomes, roots). Five g (fresh weight) of each composite sample were homogenized and the opportune dilutions were plated on 3 oligotrophic cultural media. Plates were incubated at 20 °C, monitored daily for 30 days and the number of colony forming units (CFU) per g of dry weight of plant (CFU/g dw) was estimated for each identified fungal species. The statistical analysis conducted



were: the nonparametric Mann-Whitney test, several diversity indexes (Margalef, Berger- Parker, Shannon and Simpson indexes) and multivariate analysis (Bray-Curtis indexes and Principal Component Analysis - PCA). The enzymatic screening was performed in microtitre plates, containing per well one mycelium disk (3 mm Ø) and 800 µl of Malt Extract (ME) added with 0.2 g/l Remazol Brilliant blue (RBBR, laccases), 0.2 g/l Amaranth Red (peroxidases) or 10 g/l tannic acid (tannases) at 0, 15 and 30 g/l NaCl. The culture media were sampled after 3 and 7 days and laccase, peroxidase and tannase activity were evaluated following the absorbance reduction of RBBR ( $\lambda$  596), Amaranth Red ( $\lambda$  522) and tannic acid ( $\lambda$  274), respectively.

**Results** - The total fungal load ranged from  $1.4 \cdot 10^2$  to  $1.6 \cdot 10^3$  CFU/g dw depending on the different districts and cultural media used. Rhizomes was the district with the highest fungal load, followed by matte, leaves and roots (Tab. 1).

Tab. 1 - Mean fungal load and standard error (CFU $g^{-1}dw \pm SE$ ) of taxa isolated in leaves, roots, rhizomes and matte of *P. oceanica* on three cultural media incubated at 20 °C.

*Carica fungina media ed errore standard (CFU $g^{-1}dw \pm SE$ ) dei taxa isolati dalle foglie, radici, rizomi e dalle matte di *P. oceanica* sui tre terreni culturali incubati a 20 °C.*

	Roots	Roots	Rhizomes	Matte
	Mean CFU $\pm$ standard deviation	Mean CFU $\pm$ standard deviation	Mean CFU $\pm$ standard deviation	Mean CFU $\pm$ standard deviation
<b>CMA</b>	1.8 $\cdot 10^2 \pm$ 8.1 $\cdot 10^1$ <b>aA</b>	2.0 $\cdot 10^2 \pm$ 7.2 $\cdot 10^1$ <b>abA</b>	1.6 $\cdot 10^3 \pm$ 2.6 $\cdot 10^2$ <b>aB</b>	1.4 $\cdot 10^3 \pm$ 4.0 $\cdot 10^2$ <b>aBC</b>
<b>AP</b>	2.9 $\cdot 10^2 \pm$ 1.2 $\cdot 10^2$ <b>abA</b>	4.8 $\cdot 10^2 \pm$ 1.1 $\cdot 10^2$ <b>aAB</b>	8.8 $\cdot 10^2 \pm$ 2.2 $\cdot 10^2$ <b>abBC</b>	1.1 $\cdot 10^3 \pm$ 2.1 $\cdot 10^2$ <b>aC</b>
<b>GPYA</b>	5.2 $\cdot 10^2 \pm$ 2.3 $\cdot 10^2$ <b>bAB</b>	1.4 $\cdot 10^2 \pm$ 0.0 <b>bC</b>	4.4 $\cdot 10^2 \pm$ 9.3 $\cdot 10^1$ <b>bB</b>	1.4 $\cdot 10^3 \pm$ 3.2 $\cdot 10^2$ <b>aA</b>

Different uppercases indicate significant differences ( $p \leq 0.05$ , Mann-Whitney test) among the load of the same medium obtained in different districts of *P. oceanica*; different lowercases indicate significant difference among the load of the same district of *P. oceanica* obtained in different media; CMA=Corn Meal Agar; AP=Agar *Posidonia*; GPYA=Glucose Peptone Yeast Agar.

*Differenti lettere maiuscole indicano differenze di carica significative ( $p \leq 0.05$ , Mann-Whitney) dello stesso terreno ottenute in differenti distretti di *P. oceanica*; differenti lettere minuscole indicano differenze di carica significative dello stesso distretto ottenute in differenti terreni; CMA=Agar con farina di mais; AP=Agar con tessuti di *Posidonia oceanica* omogeneizzati; GPYA=Agar con glucosio, peptone ed estratto di lievito.*

The mycofloras associated to the three districts and matte have a very low similarity. A total of 88 taxa were identified from the four districts of *P. oceanica* meadow: 43 from matte, 34 from rhizomes, 20 from leaves and 14 from roots. Considering both fungal load and number of species, roots displayed the highest species richness, whereas the highest dominance indexes were observed in rhizomes. The 88 fungal entities comprised 70 *Ascomycetes*, 4 *Basidiomycetes* and 14 unidentified fungi. A total of 42 genera were identified (Tab. 2). *Penicillium*, *Cladosporium* and *Acremonium* were the most abundant genera. Twenty-nine morphotypes resulted Sterile Mycelia (SM) in pure culture despite numerous attempts to induce fruiting by various methods. As regards to the oxidoreductase screening, many marine fungi showed a good ability to degrade RBBR and Amaranth Red dyes and some strains degraded them exclusively at 15 and/or 30 g/l of salt. Moreover, an important production of tannases was observed in fungi belonging to the genera *Penicillium*, *Cladosporium* and *Clonostachys*, particularly at the highest salt concentration.

Tab. 2 - Genera of fungi isolated from leaves, rhizome, roots and matte of *P. oceanica* meadow.  
*Generi funghi isolati dalle foglie, rizomi, radici e matte della prateria di P. oceanica.*

Genera	L	Rh	Ro	M	Genera	L	Rh	Ro	M	Genera	L	Rh	Ro	M
<i>Acremonium</i>	x	x	x	x	<i>Dactylaria</i>			x		<i>Phaeocryptopus</i>	x			
<i>Alternaria</i>		x	x	x	<i>Diaporthe</i>		x			<i>Phialophora</i>	x	x		x
<i>Apiospora</i>				x	<i>Didymella</i>				x	<i>Pleurophoma</i>				x
<i>Arthrinium</i>		x	x		<i>Exophiala</i>				x	<i>Pycnidophora</i>	x			
<i>Aspergillus</i>	x	x			<i>Geotrichum</i>				x	<i>Pyrenochaete</i>				x
<i>Beauveria</i>			x	x	<i>Gibellulopsis</i>				x	<i>Radulidium</i>				x
<i>Candida</i>	x				<i>Gliomastix</i>				x	<i>Schizophyllum</i>			x	
<i>Cephalotrichum</i>			x		<i>Leptosphaeria</i>		x		x	<i>Sordariomycetes</i>		x		
<i>Cladosporium</i>	x	x	x	x	<i>Lophiostoma</i>		x			<i>Sporobolomyces</i>	x			
<i>Clonostachys</i>				x	<i>Mycosphaerella</i>	x				<i>Stachylidium</i>		x		x
<i>Cremasteria</i>	x				<i>Myrmecridium</i>	x				<i>Torula</i>			x	
<i>Crociareas</i>		x			<i>Myrothecium</i>		x			<i>Trichoderma</i>		x		x
<i>Cyclothyrium</i>				x	<i>Paraconiothyrium</i>		x			<i>Trichosporon</i>		x		
<i>Cylindrocarpon</i>				x	<i>Penicillium</i>	x	x	x	x	<i>Wallemia</i>	x			

L=Leaves; Rh=Rhizomes; Ro=Roots; M=Matte.

L=Foglie; Rh=Rizomi; Ro=Radici; M=Matte.

**Conclusions** - The mycoflora of *P. oceanica* is very rich, both in term of fungal load and number of species, and is higher than those found on many other marine substrates (Holler *et al.*, 2000; Hernández *et al.*, 2007). The use of different oligotrophic culture media, prepared using seawater, allowed the isolation of slow growing, rare and less competitive species more closely related to their natural host. The composition and structure of the mycoflora change significantly among the different analyzed districts and matte. This may be due to multiple factors: specific environmental parameters (nutrients, light, exposure to water-movement, etc.); presence of different antagonistic microorganisms, particularly epiphytes or herbivores; presence of toxic or repellent molecules localized in a specific district of *P. oceanica*, *i.e.* the presence of tannic acid in the leaves. The highest values of fungal load and species were found in rhizomes and matte, probably in consequence of the high morphological heterogeneity of these districts that allows the formation of micro-habitats and niches rich in organic substances. Our data confirm that fungi belonging to the phylum *Ascomycota* represent the predominant mycoflora in marine environments. Many of the species found in this study (*Acremonium* spp., *Alternaria* spp., *Aspergillus* spp., *Cladosporium* spp., *Penicillium* spp. and *Wallemia* sp.) are well adapted to marine environments. They perform important ecological functions, mainly in the decomposition of organic matter, in the recycling of elements, in the synthesis of humic compounds and in different interactions with other organisms (Das *et al.*, 2006). Surprisingly, the few fungi that have been already reported by other authors associated with *P. oceanica* were not found in our survey (Cuomo and Vanzanella, 1985). This result could be explained by the different sampling seasons: our study was conducted in spring on young plants, while the other studies were conducted in autumn and winter on senescent plants. Hence, the mycoflora associated to *P. oceanica* can change significantly in the different seasons, in relation to the life cycle of the plant. In our study we report several species isolated for the first time from marine environments. Some of these species may have a parasitic nutritional strategy, similar to their behaviour in the terrestrial environment. Others are known

for the excellent saprotrophic ability, that allows them to play an important action of degradation of submerged wood. Thirty-three percent of isolated fungal strains grow only as sterile mycelia (SM) in axenic conditions. This results support the hypothesis that marine-derived fungi are able to disperse also by hyphal fragments and not only through conidia or spores. For 10 of these SM, the molecular analysis didn't allow a specific identification but indicated the proximity to not cultivable endophytes and phytopathogenic species. The growing of these fungi is an important goal of this work that may have important implications for future taxonomic, phylogenetic, ecological and applicative studies. As regards to the screening at different salt concentrations, through the use of the RBBR dye we showed that 39 anamorphic *Ascomycetes* have a ligninolytic activity amenable to laccase production, while 24 anamorphic *Ascomycetes* and 2 *Basidiomycetes* have a ligninolytic activity amenable to peroxidase production. This result proves that marine anamorphic fungi are potential lignin degraders involved in wood decay and hence, these fungi play an important role in marine environment. Fifty-five fungal strains are able to produce tannases. Tannins are polyphenolic compounds extremely abundant in *P. oceanica*, mainly in rhizomes and leaves. In these districts "tannin cells", very rich in tannins, are present and are involved in a defensive function. Actually, these compounds make the plant uneatable to most of the fauna present in the sea and have a disturbance action against saprotrophic and parasite microorganisms. Fungi able to produce tannases would reduce the content of tannins present in *P. oceanica* matrix allowing the use of this substrate by other organisms. So, these fungi play a major role in this ecosystem. Moreover, marine laccases, peroxidases and tannases could be of great biotechnological interest in different sectors in which high concentration of salts are required. These results contribute to a better knowledge of marine fungi and show the presence of many saprotrophic and pathogenic fungal species that live in association to *P. oceanica*. Future studies will clarify the ecological role of the mycoflora associated to this seagrass, increasing our knowledge about the complex interactions within this phytocoenosis which are essential to its preservation. The creation of a collection of marine fungi at the MUT provides the scientific community of a number of fungal strains that will be further investigated for production of secondary metabolites of pharmaceutical and biotechnological interest.

## References

- BUGNI T.S., IRELAND C.M. (2004) - Marine-derived fungi: a chemically and biologically diverse group of microorganisms. *Natural Product Reports*, **21**: 143-163.
- CUOMO V., VANZANELLA F. (1985) - Fungal flora of *Posidonia oceanica* and its ecological significance. *Transactions of the British Mycological Society*, **84**: 35-40.
- DAS S., LYLA P.S., KHAN S.A. (2006) - Marine microbial diversity and ecology: importance and future perspectives. *Current Science*, **90**: 1325-1335.
- HERNÁNDEZ T.C., GONZALES B.A., VAZQUEZ O.O.E., SABAT A.M., BAYMAN P. (2007) - Fungi in the sea fan *Gorgonia ventalina*: diversity and sampling strategies. *Coral Reefs*, **26**: 725-730.
- HOLLER U., WRIGHT A.D., MATTHEE G.F., KONIG G.M., DRAEGER S., AUST H.J., SCHULZ B. (2000) - Fungi from marine sponges: diversity, biological activity and secondary metabolites. *Mycological Research*, **104**: 1354-1365.
- HYDE K.D., POINTING S.B. (2000) - *Marine Mycology - A Practical Approach*. Fungal Diversity Research Series 1, Fungal Diversity Press, Hong Kong: 377 pp.
- PANNO L. (2009) - *Fungal biodiversity associated with the sea grass P. oceanica*. Laurea Magistrale in Biologia vegetale, Facoltà di Scienze MFN, Università degli studi di Torino, Italia: 129 pp.
- RAGHUKUMAR C. (2008) - Marine fungal biotechnology: an ecological perspective. *Fungal Diversity*, **31**: 19-35.

M. PONTI, R.A. PERLINI, V. VENTRA, D. GRECH<sup>1</sup>, M. PREVIATI<sup>2</sup>,  
C. HUETE STAUFFER<sup>2</sup>, M. ABBIATI, C. CERRANO<sup>1,2</sup>

Centro Interdipartimentale di Ricerca per le Scienze Ambientali (CIRSA), Università di Bologna,  
Via S. Alberto, 163 - 48123 Ravenna, Italia.

massimo.ponti@unibo.it

<sup>1</sup>Dip. di Scienze della Vita e dell'Ambiente, Università Politecnica delle Marche,  
Via Brece Bianche - 60131 Ancona, Italia.

<sup>2</sup>Dip.Te.Ris., Università di Genova, Corso Europa, 26 - 16132 Genova, Italia.

## EFFECTS OF GORGONIAN FORESTS ON THE RECRUITMENT OF EPIBENTHIC SPECIES

### *EFFETTO DELLE FORESTE DI GORGONIE SUL RECLUTAMENTO DELLE SPECIE EPIBENTONICHE*

**Abstract** - The aim of the present study was to investigate the possible effects of the gorgonian forests on the short-term recruitment of epibenthic species in the coralligenous assemblages. Apical branches of *Eunicella cavolinii* and *Paramuricea clavata* were transplanted on recruitment plastic panels deployed in two experimental sites (Tavolara and Portofino). Four months after the deployment, epibenthic assemblages colonising the panels largely differed between sites and in relation to the gorgonian species revealing both site and species-specific gorgonian forests effects. Overall, both gorgonian species reduced the growth rate of non-calcareous algae and the recruitment of some serpulid polychaetes.

**Key-words:** benthos, interaction, species diversity, *Eunicella cavolinii*, *Paramuricea clavata*.

**Introduction** - Mediterranean gorgonian forests are threatened by several human activities (*i.e.* recreational fishing and trawling, anchorage, diving, pollution) and are deeply affected by climatic anomalies related to the global changes (Ballesteros, 2009). These anomalies can promote the development of mucilaginous aggregates, which can overgrow and kill the colonies (Giuliani *et al.*, 2005), as well as the sinking of the summer thermocline, which increase the susceptibility to pathogens and epibionts. In the last decade, these phenomena led to several gorgonian mass mortality events in the northwestern Mediterranean Sea (Cerrano *et al.*, 2000; Vezzulli *et al.*, 2010). Although these phenomena have been largely investigated, little is known on the possible impact of gorgonian loss on coralligenous assemblages. The aim of the present study was to investigate the possible short-term effects of the gorgonian forests on the recruitment of epibenthic sessile species.

**Materials and methods** - The possible effects of the presence of *Eunicella cavolinii* (Koch, 1887) and *Paramuricea clavata* (Risso, 1826) (Anthozoa: Plexauridae) on the recruitment of epibenthic organisms were investigated by two parallel manipulative field experiments carried out from June to October 2010. Gorgonian forests were simulated by transplanting three apical branches of about 20 cm on plastic panels (10.5×15.0 cm). Forest density and biomass were comparable to the natural Mediterranean high-density populations of *E. cavolinii* and *P. clavata*, respectively (Weinbauer and Velimirov, 1996; Linares *et al.*, 2008). Sets of four panels with and without gorgonians were arranged in plots (Fig. 1). For each gorgonian species, four forested and four non-forested plots were deployed, interspersed, in two randomly selected sites (Tavolara Island, Sardinia, and Portofino promontory, Liguria) at 24 and 40 m in depth for *E. cavolinii* and *P. clavata* respectively. After 4 months all the panels were collected. Panels were taken to the surface in individual plastic zip-bags and then preserved in a buffered solution of formaldehyde (4%). Sessile species were identified to the lowest possible taxonomic level and their percent covers were estimated by superimposing a grid of 400 equal sized squares. Differences

in assemblage structures were analysed using principal coordinate analysis (PCO; Gower, 1966) based on Bray-Curtis dissimilarities of square root-transformed data. Differences in community structures, species abundances and species diversity indices between treatment (Fo: fixed factor with 2 levels: presence/absence of gorgonian forest), sites (Si: random factor with 2 levels: Tavolara/Portofino), and plots (Pl: random factor nested in FoSi with 4 levels) were assessed by permutational non-parametric multivariate analysis of variance (PERMANOVA; Anderson and ter Braak, 2003).



Fig. 1 - Graphical representation of experimental panels and plots.

*Rappresentazione grafica dei pannelli e delle aree sperimentali.*

**Results** - After 4 months, epibenthic assemblages colonising the panels differed among plots and between sites both in *Eunicella cavolinii* (Fig. 2) and in *Paramuricea clavata* (Fig. 3) experiments. Recruitment differences between sites could be related to the local larval supply, water quality, sedimentation and hydrodynamic conditions that largely varied between Tavolara and Portofino. The presence of *E. cavolinii* did not significantly affect the epibenthic assemblage structure, even if some site-specific effects were detectable. For example, *E. cavolinii* enhanced percent cover of coralline algae ( $P < 0.05$ ) and reduced density of the serpulid polychaete *Hydroides stoichadon* Zibrowius, 1971 ( $P < 0.05$ ) at one site.

*Paramuricea clavata* significantly affected the assemblage structure (Si x Fo:  $P < 0.01$ ), the abundance of single taxa and of ecological groups, although some effects were detected only at one site. For example, *P. clavata* reduced the density of the serpulid polychaete *Janua (Dexiospira) pagenstecheri* (de Quatrefages, 1865) ( $P < 0.05$ ), which was present only at Tavolara. Overall, presence of gorgonians reduced the percent cover of non-calcareous algae and the recruitment of serpulid polychaetes. Moreover, they reduced species diversity and evenness of the assemblages on the experimental panels.

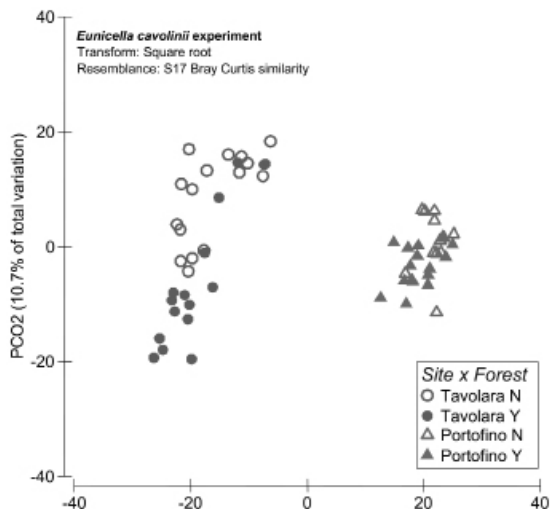


Fig. 2 - PCO ordination plot showing similarities among assemblages found in each recruitment panel at Tavolara and Portofino in presence (Y) and absence (N) of *Eunicella cavolinii* forests.

Grafico d'ordinamento PCO che mostra le similarità tra i popolamenti rinvenuti su ciascun pannello a Tavolara e Portofino in presenza (Y) e assenza (N) delle foreste di *Eunicella cavolinii*.

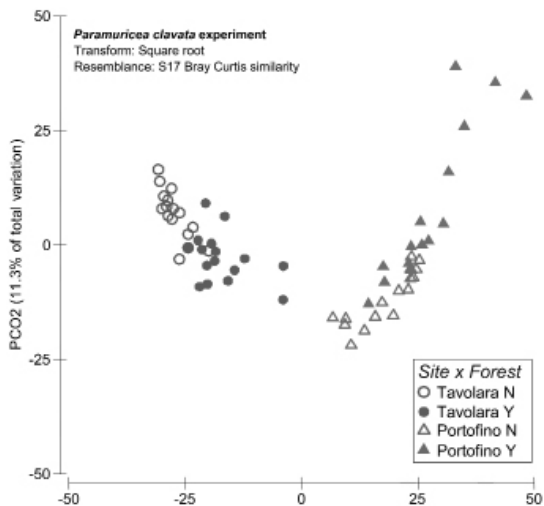


Fig. 3 - PCO ordination plot showing similarities among assemblages found in each recruitment panel at Tavolara and Portofino in presence (Y) and absence (N) of *Paramuricea clavata* forests.

Grafico d'ordinamento PCO che mostra le similarità tra i popolamenti rinvenuti su ciascun pannello a Tavolara e Portofino in presenza (Y) e assenza (N) delle foreste di *Paramuricea clavata*.

**Conclusions** - Analyses of the recruitment revealed site and species-specific effects of the gorgonian forests. Gorgonians could affect the recruitment of the assemblages by modifying microscale hydrodynamism and sediment deposition, intercepting

the larvae before their settlement, creating shading that reduces photosynthesis, competing for food with the filter-feeders and/or producing allelochemicals. These biological and physical interactions deserve further studies.

**Acknowledgments** - Augusto Navone, Pieraugusto Panzalis and Egidio Trainito for support and collaboration at the Tavolara-Punta Coda Cavallo MPA, Maurizio Pansini for the valuable help at Portofino, Federica Fava and Cristina Gioia Di Camillo for taxonomy assistance and Luca Parisi for the drawings.

## References

- ANDERSON M.J., TER BRAAK C.J.F. (2003) - Permutation tests for multi-factorial analysis of variance. *J. Stat. Comput. Sim.*, **73**: 85-113.
- BALLESTEROS E. (2009) - Threats and conservation of coralligenous assemblages. In: Pergent-Martini C., Brichet M. (eds), *Proceedings of the 1<sup>st</sup> Mediterranean symposium on the conservation of the coralligenous and other calcareous bio-concretions (Tabarka, 15-16 January 2009)*. RACI SPA publ., Tunis: 25-27.
- CERRANO C., BAVESTRELLO G., BIANCHI C.N., CATTANEO-VIETTI R., BAVA S., MORGANTI C., MORRI C., PICCO P., SARA G., SCHIAPARELLI S., SICCARDI A., SPONGA F. (2000) - A catastrophic mass-mortality episode of gorgonians and other organisms in the Ligurian Sea (Northwestern Mediterranean), summer 1999. *Ecol. Lett.*, **3**: 284-293.
- GIULIANI S., VIRNO LAMBERTI C., SONNI C., PELLEGRINI D. (2005) - Mucilage impact on gorgonians in the Tyrrhenian Sea: Mucilages in the Adriatic and Tyrrhenian Seas. *Sci. Total. Environ.*, **353**: 340-349.
- GOWER J.C. (1966) - Some distance properties of latent root and vector methods used in multivariate analysis. *Biometrika*, **53**: 325-338.
- LINARES C., COMA R., GARRABOU J., DÍAZ D., ZABALA M. (2008) - Size distribution, density and disturbance in two Mediterranean gorgonians: *Paramuricea clavata* and *Eunicella singularis*. *J. Appl. Ecol.*, **45**: 688-699.
- VEZZULLI L., PREVIATI M., PRUZZO C., MARCHESE A., BOURNE D.G., CERRANO C. (2010) - *Vibrio* infections triggering mass mortality events in a warming Mediterranean Sea. *Environ. Microbiol.*, **12**: 2007-2019.
- WEINBAUER M.G., VELIMIROV B. (1996) - Relative habitat suitability and stability of the Mediterranean gorgonian coral *Eunicella cavolini* (Coelenterata: Octocorallia). *B. Mar. Sci.*, **58**: 786-791.

L. STABILI<sup>1,2</sup>, F. SERIO<sup>2</sup>, R. SCHIROSI<sup>2</sup>, M. LICCIANO<sup>2</sup>, A. GIANGRANDE<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Istituto per l'Ambiente Marino Costiero - U.O.S. di Taranto - CNR, Via Roma, 3 - 70400 Taranto, Italia.

<sup>2</sup>DiSTeBA, Università del Salento, Via Prov.le Lecce-Monteroni - 73100 Lecce, Italia.  
loredana.stabili@iamc.cnr.it

## IL MUCO DEL POLICHETE *MYXICOLA INFUNDIBULUM* (SABELLIDAE): UN MICROCOSMO CON FUNZIONE DI NUTRIZIONE E PROTEZIONE

### *THE MUCUS OF THE POLYCHAETE MYXICOLA INFUNDIBULUM* (*SABELLIDAE*): *A NUTRIENT AND PROTECTIVE MICROCOSM*

**Abstract** - In order to assess the role of the polychaete *Myxicola infundibulum* mucus as nutrient and protective microcosm, in the present study we evaluated the culturable bacteria and the associated fauna in this matrix as well as its antibacterial lysozyme-like activity.

**Key-words:** mucus, bacteria, *Myxicola infundibulum*, *Lumbrineris latreilli*.

**Introduzione** - Il muco svolge diversi ruoli nel regno animale. Gli invertebrati utilizzano questa matrice come rivestimento della superficie esterna per favorire la locomozione, limitare le perdite di acqua, proteggere uova ed embrioni, coadiuvare l'alimentazione (Laimek *et al.*, 2008). Negli invertebrati il muco riveste inoltre un ruolo fondamentale nella difesa contro l'eventuale attacco di organismi patogeni, fungendo da barriera meccanica, o tramite il rilascio di sostanze tossiche o biologicamente attive che possono uccidere o inibire la crescita microbica (Smith, 2002). Tuttavia, il muco può essere utilizzato come fonte alimentare ed il suo valore nutritivo è spesso stato studiato in relazione alla sua composizione chimica. In quest'ultimo caso esso può consentire al suo interno lo sviluppo di una comunità batterica specifica, mentre altre specie di batteri vengono escluse dalla presenza di sostanze antibatteriche. Il muco, quindi, può essere alla base di una catena microbica nella quale i microrganismi sono poi utilizzati da altri organismi anch'essi presenti al suo interno. Ciò è quanto è riportato, ad esempio, in molti coralli duri e molli (Brown e Bythell, 2005). Nei policheti la produzione di muco costituisce una caratteristica chiave morfologica e funzionale che determina la capacità di molte specie di sopravvivere nel loro ambiente (Bonar, 1972). In particolare, nella famiglia Sabellidae il muco è coinvolto principalmente nel processo di filtrazione e nella costruzione del tubo, ma svolge un ruolo importante anche nelle reazioni di difesa contro il danno meccanico, e nella identificazione ed eliminazione degli agenti patogeni (Stabili *et al.*, 2009). Nel presente lavoro è stata investigata la funzione del muco prodotto dal sabellide *Myxicola infundibulum* (Renier, 1804), una specie molto diffusa in Mediterraneo su fondi molli portuali, che produce un tubo completamente mucoso. È stata condotta un'indagine sulla fauna associata e sui batteri coltivabili presenti nel muco, nonché sull'attività antibatterica lisozima-simile dello stesso, per verificare l'ipotesi che tale matrice sia un microcosmo con funzione di nutrizione e, al contempo, di protezione.

**Materiali e metodi** - Individui adulti del polichete *M. infundibulum* sono stati prelevati mediante immersioni subacquee nel lago di Faro (Messina), estratti dai tubi gelatinosi, trasferiti in acquario ed utilizzati in parte per osservazioni sul comportamento e in parte per la determinazione dell'attività antibatterica lisozima-simile. La matrice mucosa formata dai tubi è stata invece immediatamente raccolta, lavata con soluzione fisiologica sterile e utilizzata sia per la determinazione della concentrazione batterica, sia per le osservazioni al microscopio finalizzate alla



caratterizzazione della fauna associata. Sono stati ricercati i seguenti parametri microbiologici: batteri eterotrofi coltivabili a 22 °C (HB) mediante semina su Marine Agar, batteri totali a 37 °C (TB) mediante semina su Plate Count Agar, vibroni coltivabili (V) mediante semina su thiosulphate-citrate-bile-sucrose-salt (TCBS). Per evidenziare l'attività antibatterica gli animali sono stati lavati con soluzione fisiologica sterile, successivamente collocati in piastre di Petri e lasciati in questa posizione per circa 15 minuti. In tali condizioni essi secernevano il muco che veniva immediatamente raccolto e conservato a -80 °C (Fig. 1a,b). Per i saggi dell'attività lisozima-simile il muco prodotto da vari individui è stato unificato. La presenza di un'attività lisozima-simile nel muco è stata evidenziata utilizzando un test di lisi della parete cellulare di *Micrococcus luteus* condotto su piastra. A tal proposito 700 µl di una sospensione di parete cellulare di *M. luteus* (Sigma) sono stati diluiti in agar in tampone fosfato (PB) 0,05 M, pH 5,2 e quindi stratificati in piastre di Petri. Dopo la solidificazione sono stati praticati dei pozzetti successivamente riempiti con 30 µl di muco. Le piastre sono state quindi incubate per una notte a 37 °C e l'attività enzimatica è stata valutata misurando i diametri di lisi intorno a ciascun pozzetto. I valori ottenuti erano relativi alla media aritmetica di almeno 5 repliche  $\pm$  l'errore standard.



Fig. 1 - Individui adulti di *M. infundibulum* estratti dai tubi (a). Raccolta del muco per i saggi di attività antibatterica (b).

*Adult specimens of M. infundibulum removed from the tubes (a). Mucus collection for antibacterial activity assays (b).*

**Risultati** - I vermi isolati e privi di tubo mucoso posti in acquario in breve tempo si organizzavano in un unico cluster, mostrando un comportamento gregario che si ripeteva ogni qual volta essi venivano privati del tubo. *M. infundibulum* produceva in brevissimo tempo quantità notevoli di muco vischioso che si addensava assumendo una consistenza gelatinosa per la successiva formazione del tubo attorno al corpo dell'animale. Infine i tubi si fondevano formando un'unica matrice gelatinosa. Il muco di *M. infundibulum*, come è stato evidenziato per mezzo del saggio su piastra, possedeva un'attività lisozima-simile. L'optimum di attività è stato ottenuto con un valore di Forza Ionica pari a 0,175 e pH pari a 5,0. In queste condizioni il diametro di lisi era pari a  $8,4 \pm 0,3$  mm corrispondente a 1,15 mg/ml di lisozima di bianco d'uovo di pollo (Fig. 2).

Il muco prelevato dai tubi gelatinosi separati dai vermi dopo la raccolta in ambiente naturale è risultato colonizzato da numerosi individui del polichete Lumbrineridae *Lumbrineris latreilli* (Audoin & Milne Edwards, 1834). Questi vermi associati, pur essendo interamente inglobati nel muco tanto da renderne particolarmente difficile

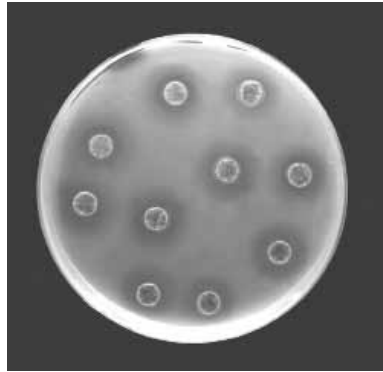


Fig. 2 - Attività antibatterica lisozima-simile del muco di *M. infundibulum* evidenziata dalla lisi delle pareti di *Micrococcus luteus* su piastra Petri.

*Lysozyme-like activity of M. infundibulum mucus evidenced on Petri dish by the lysis of Micrococcus luteus cell walls.*

l'estrazione, erano comunque in grado di muoversi liberamente al suo interno. Il muco di *M. infundibulum*, inoltre, conteneva anche un'elevata densità batterica, come evidenziato dai dati relativi ai parametri microbiologici riportati in Tab. 1. Nel muco la densità dei batteri coltivabili a 22 °C era più elevata di quella dei batteri coltivabili a 37 °C. I vibroni costituivano una frazione minore della flora batterica totale presente.

Tab. 1 - Densità batteriche rilevate nel muco di *M. infundibulum*.

*Bacterial densities recorded in the mucus of M. infundibulum.*

Categorie batteriche	Muco
HB	$6,8 \times 10^3$ CFU/ml
TB	$8,4 \times 10^2$ CFU/ml
V	$1,7 \times 10^2$ CFU/ml

**Conclusioni** - I dati di densità batterica osservati nel muco di *M. infundibulum* sono raffrontabili con quelli osservati in altri invertebrati come alcuni cnidari che producono un muco ad elevato valore nutritivo (Goldberg, 2002). La presenza di batteri eterotrofi coltivabili a 22 °C e a 37 °C (che includono i potenziali patogeni) indica che il muco di *M. infundibulum* è un sito di aggregazione batterica. Esso ha una viscosità elevata ed un contenuto proteico più alto rispetto a quello del polichete *Sabella spallanzanii* (Gmelin, 1791) (Stabili *et al.*, 2011) che ha una viscosità simile a quella dell'acqua di mare e contiene una percentuale d'acqua pari al 96%. Verosimilmente queste differenze spiegherebbero un diverso ruolo del muco in questi due policheti. Nel muco di *S. spallanzanii* è presente una maggiore attività antibatterica lisozima-simile, che risulta essere più debole in *M. infundibulum*. Ciò suggerisce che il muco di quest'ultima specie potrebbe costituire una sorgente trofica per alcuni batteri. Si potrebbe anche ipotizzare che esso possa svolgere un ruolo protettivo, innescando rapporti di tipo simbiotico, similmente a quanto osservato per il muco del corallo *Heteroxenia fuscescens* (Ducklow e Mitchell, 1979).

L'ipotesi dell'esistenza di una catena microbica nella quale i microrganismi sono poi utilizzati da altri organismi presenti nello stesso muco è avvalorata dalla presenza del polichete detritivoro *L. latreilli*. Questa specie, finora riportata solamente a vita libera, potrebbe trovarsi in associazione con *M. infundibulum* poiché all'interno del muco trova condizioni ottimali per la sua nutrizione e protezione. I nostri risultati, quindi, indicano che il muco della specie investigata rappresenta un microcosmo con valore nutritivo e al contempo con funzione di difesa. Infine, le aggregazioni di individui di *M. infundibulum* osservate in acquario non sono un artefatto dovuto alle condizioni sperimentali, essendo presenti anche in ambiente naturale (Cosentino A., osservazione personale). Resta da verificare quanto diffuso sia questo fenomeno di aggregazione in ambiente naturale, nonché la loro densità e le dimensioni che queste formazioni possono raggiungere.

**Ringraziamenti** - Si ringrazia il Dr. Andrea Cosentino (Dipartimento di Biologia Animale e Ecologia Marina, Università di Messina) per aver fornito gli organismi oggetto di studio dal lago di Faro.

### Bibliografia

- BONAR D.B. (1972) - Feeding and tube construction in *Chone mollis* Bush (Polychaeta, Sabellidae). *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, **9**: 1-18.
- BROWN B.E., BYTHELL J.C. (2005) - Perspectives on mucus secretion in reef corals. *Mar. Ecol. Progr. Ser.*, **296**: 291-309.
- DUCKLOW H.W., MITCHELL R. (1979) - Bacterial populations and adaptations in the mucus layers on living corals. *Limnol. Oceanogr.*, **24**: 715-725.
- GOLDBERG W.M. (2002) - Feeding behavior, epidermal structure and mucus cytochemistry of the scleractinian *Mycetophyllia reesi*, a coral without tentacles. *Tissue Cell*, **34** (4): 232-245.
- LAIMEK P., CLARK S., STEWART M., PFEFFER F., WANICHANON C., HANNA P., SOBHON P. (2008) - The presence of GABA in gastropod mucus and its role in inducing larval settlement. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, **354**: 182-191.
- SMITH A. (2002) - The Structure and Function of Adhesive Gels from Invertebrates. *Integr. Comp. Biol.*, **42**: 1164-1171.
- STABILI L., SCHIROSI R., DI BENEDETTO A., MERENDINO A., VILLANOVA L., GIANGRANDE A. (2011) - First insights into the biochemistry of *Sabella spallanzanii* (Annelida: Polychaeta) mucus: a potentially unexplored resource for applicative purposes. *J. Mar. Biol. Assoc. U.K.*, **91** (1): 199-208.
- STABILI L., SCHIROSI R., LICCIANO M., GIANGRANDE A. (2009) - The mucus of *Sabella spallanzanii* (Annelida, Polychaeta): its involvement in chemical defence and fertilization success. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, **374**: 144-149.

## **Tema 2**

### INTERAZIONI BIOTICHE IN AMBIENTE MARINO

---

*Poster*

G. GIORDANO, C. DI CAMILLO, M. MORI, G. BAVESTRELLO

Dip. di Scienze del Mare, Università Politecnica delle Marche, Via Brecce Bianche - 60131 Ancona, Italia.  
gius.giordano@virgilio.it

## FAUNA ASSOCIATA ALL'IDROIDE *ECTOPLEURA CROCEA* (CNIDARIA: HYDROZOA) IN MAR ADRIATICO SETTENTRIONALE

### *FAUNA ASSOCIATED WITH THE HYDROID ECTOPLEURA CROCEA (CNIDARIA: HYDROZOA) IN THE NORTHERN ADRIATIC SEA*

**Abstract** - Hydroids play an important role increasing habitat complexity and provide a refuge for a large variety of epizoites. We have analyzed abundance, composition and diversity of the faunal assemblage associated with *Ectopleura crocea* (L. Agassiz, 1862), an athecate hydroid which reaches great abundance in the North Adriatic Sea during the cold season.

**Key-words:** hydroid, associated fauna, epizoism, Adriatic Sea.

**Introduzione** - *Ectopleura crocea* (L. Agassiz, 1862) è un idroide appartenente alla famiglia Tubulariidae (sottoclasse Anthomedusae) diffuso nelle acque temperate di tutto il globo. *E. crocea* è un organismo tipico del fouling in grado di colonizzare substrati artificiali sommersi come boe, pezzi di legno galleggianti o carene di imbarcazioni. Le colonie di *E. crocea* incrementano la biodiversità dei substrati artificiali in quanto ospitano un ricco popolamento animale: su una singola colonia di questa specie sono stati osservati organismi appartenenti a più di 10 phyla (Zamponi e Genzano, 1992). In questo lavoro sono state analizzate la composizione, l'abbondanza e la diversità del popolamento animale associato alle colonie di *E. crocea* in Mar Adriatico Settentrionale.

**Materiali e metodi** - Il sito di campionamento è il relitto della motonave Nicole che si trova due miglia al largo di Numana (Ancona) ad una profondità di 14 m su un fondale sabbioso. Le colonie sono state prelevate in immersione da marzo a maggio 2010. Ogni mese sono state campionate e analizzate 5 colonie. Prima del prelievo ciascuna colonia è stata incappucciata con un sacchetto di plastica in modo da evitare la perdita della fauna associata. In laboratorio, mediante un setaccio, sono stati prelevati tutti gli organismi di taglia >1 mm. Questi ultimi, con l'ausilio di uno stereomicroscopio, sono stati separati e identificati con la maggiore precisione tassonomica possibile e, infine, contati. Per normalizzare i dati di abbondanza, il numero di organismi associati a ciascuna colonia è stato rapportato al numero dei polipi della colonia. Per i taxa coloniali è stata valutata solo la presenza-assenza.

**Risultati** - Sulle colonie di *E. crocea* sono stati rinvenuti organismi animali sessili e vagili appartenenti a 7 phyla (Ciliophora, Porifera, Cnidaria, Arthropoda, Mollusca, Anellida, Echinodermata). È stata osservata una relazione diretta tra l'abbondanza degli organismi vagili e il numero di polipi delle colonie. Il numero massimo di organismi associati alle colonie di *E. crocea* è pari a 9,92 individui per polipo. I taxa principali che vivono sulle colonie sono rappresentati da anfipodi (47,3%), bivalvi (35,6%) e isopodi (13,3%). Meno abbondanti picnogonidi, policheti, nudibranchi e ofiuroidi (complessivamente 3,8%). Le specie trovate sempre associate alle colonie di *E. crocea* sono il bivalve *Mytilus galloprovincialis* (Lamarck, 1819), gli anfipodi *Jassa marmorata* (Holmes, 1905), *Monocorophium* spp. e *Stenothoe valida* (Dana, 1852), e infine l'isopode *Uromunna petiti* (Amar, 1948). *J. marmorata* e *Monocorophium* spp. sono specie tubicole che utilizzano gli idrocauli e le idrorize come substrato per

costruire le proprie tane. Il nudibranco *Cuthona gymnota* (Couthouy, 1838), osservato sul 30% circa delle colonie, è uno dei principali consumatori di *E. crocea*; esso non si ciba degli idranti, ma perfora l'idrocaule con la radula per succhiarne il cenosarco. Per quanto riguarda la diversità è stata osservata una relazione diretta tra il numero di polipi e l'indice di ricchezza specifica di Margalef. Gli organismi sessili sono costituiti principalmente da altre specie di idroidi: *Clytia hemisphaerica* (Linnaeus, 1767), *Bougainvillia muscus* (Allman, 1863), *Coryne* sp., *Obelia dichotoma* (Linnaeus, 1758), *Sertularella ellisii* (Deshayes & Milne Edwards, 1836). Oltre agli idroidi, sono stati osservati lo scifozoo *Aurelia aurita* (Linnaeus, 1758), piccoli anemoni, briozoi, ciliati sessili del genere *Ephelota* e spugne, come *Halichondria* sp. che può arrivare a ricoprire interi idrocauli.

**Conclusioni** - Le colonie di *E. crocea*, aumentando la complessità dell'habitat, ospitano una grande varietà di organismi animali sia sessili che vagili. Differenti studi hanno mostrato che l'insediamento di molti epibionti è correlato alla velocità della corrente (Hughes, 1975; Boero, 1984; García-Rubies, 1987; Llobet *et al.*, 1991). Quindi in *E. crocea* l'epizoismo, soprattutto per gli organismi sessili, può essere spiegato sia in termini di competizione spaziale, sia come mezzo per elevarsi dal substrato in modo da sfruttare il maggior apporto di cibo e far fronte alla sedimentazione (Boero, 1984; Genzano, 2001). Inoltre, gli organismi che vivono in associazione con gli idroidi possono utilizzare gli ospiti come fonte di cibo e ricevere protezione dai predatori grazie alle cnidocisti (Gili e Hughes, 1995). Il numero di taxa associati alle colonie di *E. crocea* in Mar Adriatico Settentrionale varia in relazione alla dimensione della colonia, ma può dipendere anche da altri fattori quali l'età della colonia (quindi dallo stadio della successione ecologica) e i cicli stagionali degli epibionti.

### Bibliografia

- BOERO F. (1984) - The ecology of marine hydroids and effects of environmental factors: a review. *Mar. Ecol.*, **5**: 93-118.
- GARCÍA-RUBIES A. (1987) - Distribution of epiphytic hydroids on *Posidonia* sea grass. In: Bouillon J., Boero F., Cicogna F., Cornelius P.F.S. (eds), *Modern trends in systematics, ecology, and evolution of hydroids and hydromedusae*. Oxford University Press, London: 143-155.
- GENZANO G.N. (2001) - Associated fauna and sediment trapped by colonies of *Tubularia crocea* (Cnidaria, Hydrozoa) from the rocky intertidal of Mar del Plata, Argentina. *Biociencias*, **9**: 105-119.
- GILI J.M., HUGHES R.G. (1995) - The Ecology of marine benthic hydroids. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.*, **33**: 351-426.
- HUGHES R.G. (1975) - The distribution of epizoites on the hydroid *Nemertesia antennina* (L.). *J. Mar. Biol. Ass. U.K.*, **55**: 275-294.
- LLOBET I., GILI J.M., HUGHES R.G. (1991) - Horizontal, vertical and seasonal distributions of epiphytic hydrozoa on the alga *Halimeda tuna* in the northwestern Mediterranean Sea. *Mar. Biol.*, **110** (1): 151-159.
- ZAMPONI M.O., GENZANO G.N. (1992) - La fauna asociada a *Tubularia crocea* (Agassiz, 1862) (Anthomedusae; Tubulariidae) y la aplicación de un método de cartificación. *Hidrobiologica*, **314**: 36-42.

L. PACCIARDI, A.M. DE BIASI

Centro Interuniv. di Biologia Marina ed Ecologia Applicata 'G. Bacci',  
V.le N. Sauro, 4 - 57128 Livorno, Italia.  
a.debiasi@cibm.it

EFFETTI DELLE ALGHE INVASIVE STRUTTURANTI  
SUI POPOLAMENTI DI MACROINVERTEBRATI:  
IL CASO DI *CAULERPA RACEMOSA* VAR. *CYLINDRACEA*

*THE EFFECT OF INVASIVE HABITAT FORMING SEAWEED  
ON MACROINVERTEBRATE ASSEMBLAGES:  
THE CASE OF CAULERPA RACEMOSA VAR. CYLINDRACEA*

**Abstract** - The present study aimed at evaluating the effects of the experimental removal of *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea* (*Caulerpales*, *Chlorophyta*) (*Sonder*) *Verlaque, Huisman and Boudouresque* on soft bottom assemblages in the site named "Lo Scoglietto" at Elba island. A manipulative experiment was carried out over a one-year period in order to compare the structure of native assemblages invaded by the alga with others not invaded and others after algal removal. The assemblages invaded by *C. racemosa* differed from non invaded ones and from the ones of algal removal in terms of species composition and abundance. Moreover, in areas cleaned out from the alga, the benthic assemblages began to recover their structure and after one year they were more similar to the assemblages observed in non invaded areas.

**Key-words:** *macrobenthos, manipulative experiment, engineering species, Caulerpa racemosa, Ligurian Sea.*

**Introduzione** - Le invasioni biologiche sono un fenomeno sempre più attuale verosimilmente legato al cambiamento delle temperature degli oceani e dei mari di tutto il globo. Tra i loro effetti quelli maggiori sono riconducibili alla perdita di diversità biologica. La perdita di diversità alfa, come numero di specie e abbondanza relativa degli individui, e di diversità beta, intesa come variabilità nella composizione specifica e abbondanza tra habitat o lungo gradienti (Gray, 2000), può condurre ad un'omogeneizzazione biologica con conseguenze importanti per il funzionamento e la struttura degli ecosistemi (Airoldi *et al.*, 2008). Questi effetti sono amplificati quando le specie invasive sono in grado di alterare gli habitat invasi influenzando la struttura delle comunità (*ecosystem engineers sensu Jones et al.*, 1994). Tra le specie in grado di modificare gli ecosistemi le alghe appartenenti alle *caulerpales*, grazie alla natura stolonifera della loro struttura, sono capaci di svilupparsi su ogni substrato e sono responsabili di eventi invasivi importanti in tutto il mondo (Gardon *et al.*, 2008). Ad esempio il ruolo di engineering species di *Caulerpa taxifolia*, che è in grado di causare profondi cambiamenti negli ecosistemi invasi, è stato più volte enfatizzato (Byers *et al.*, 2010). Questa specie provoca profondi cambiamenti nella fauna bentonica e può influenzare i popolamenti nativi con effetti a cascata sulla struttura ed il funzionamento degli ecosistemi (Gribben *et al.*, 2009). In questo studio è stato effettuato un esperimento manipolativo di un anno per paragonare la struttura dei popolamenti nativi invasi dall'alga con quelli non invasi e con altri dove l'alga è stata rimossa. Abbiamo testato l'ipotesi che alla fine del periodo di studio il popolamento bentonico dove l'alga è stata rimossa differisse da quello invaso recuperando parzialmente la propria struttura originaria.

**Materiali e metodi** - Lo studio è stato condotto nel mese di ottobre 2008 in due siti scelti a random distanti poche decine di metri a 30 m di profondità in località "Lo Scoglietto" presso la costa nord dell'Isola d'Elba. All'interno di ciascun sito sono state scelte sei aree distanti pochi metri: due aree non colonizzate e quattro aree colonizzate dall'alga. Delle quattro due sono state assegnate a random a controllo e

non manipolate e nelle due assegnate a trattamento l'alga è stata rimossa. Al termine dell'esperimento, in ogni area, 5 campioni sono stati prelevati con un corer cilindrico (0,00786 m<sup>2</sup>) per un totale di 60 campioni. I campioni sono stati setacciati su maglia 0,5 mm e gli organismi contati e determinati al più basso livello tassonomico possibile. I dati di abbondanza sono stati analizzati tramite la PERMANOVA. I taxa che maggiormente contribuivano alla dissimilarità tra aree invase, non invase ed aree di rimozione sono stati determinati attraverso la procedura SIMPER.

**Risultati** - Lo studio manipolativo effettuato nel corso del 2008 ha portato all'analisi di 60 campioni ed all'identificazione di 1950 organismi appartenenti a 105 specie. Questi organismi appartenevano prevalentemente a Policheti, Crostacei, Molluschi e Sipunculidi. Altri taxa come Echinodermi, Cefalocordati e Picnogonidi sono risultati presenti soltanto raramente. Nei siti non invasi erano presenti 35 specie di Policheti, 22 specie di Crostacei e 5 specie di Molluschi. Nelle aree invase sono state classificate 46 specie di Policheti, 36 specie di Crostacei e 7 specie di Molluschi. Nelle aree dove l'alga era stata rimossa manualmente sono state rinvenute 40 specie di Policheti, 21 specie di Crostacei e 3 specie di Molluschi. Anche il numero di individui differiva marcatamente nelle tre condizioni di studio con abbondanze che risultavano sempre maggiori nelle aree invase da *C. racemosa* rispetto a quelle non invase ed a quelle dove era stata rimossa manualmente l'alga. La PERMANOVA ha valutato come statisticamente significativa la Condizione, il Sito e l'interazione Condizione per Sito. Anche l'Area è risultata significativa. Dalla procedura SIMPER è emerso che le specie che contribuivano alla dissimilarità tra aree invase, non invase, ed aree in cui *C. racemosa* era stata rimossa sperimentalmente erano i Policheti *Exogone verugera* (Claparede, 1868), *Aponuphis bilineata* (Baird, 1870) ed il Crostaceo Tanaidaceo *Leptochelia savigny* (Koroyer, 1842).

**Conclusioni** - Dallo studio è emerso che l'abbondanza e la struttura dei popolamenti in zone di rimozione algale differiscono dai controlli e da quelli delle aree invase. Dopo un anno di rimozione dell'alga i popolamenti bentonici non recuperano completamente la loro struttura originaria essendo dominati da taxa opportunisti. Tuttavia il recupero di questi popolamenti di fondi molli dopo la rimozione dell'alga appare più veloce rispetto a quello osservato su fondi duri. Inoltre, il periodo di recupero degli organismi sembra differire nei diversi taxa oggetto di studio.

#### Bibliografia

- AIROLDI L., BALATA D., BECK M.W. (2008) - The Gray Zone: relationship between habitat loss and marine diversity and their application in conservation. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, **366**: 8-15.
- BYERS J.E., WRIGHT J.T., GRIBBEN P.E. (2010) - Variable direct and indirect effects of a habitat-modifying invasive species on mortality of native fauna. *Ecology*, **91**: 1787-1798.
- GLARDON C.G., WALTERS L.J., QUINTANA-ASCENCIO P.F., MCCAULEY L.A., STAM W.T., OLSEN J.L. (2008) - Predicting risks of invasion of macroalgae in the genus *Caulerpa* in Florida. *Biol. Inv.*, **10**: 1147-1157.
- GRAY J.S. (2000) - The measurement of marine species diversity, with an application to the benthic fauna of the Norwegian continental shelf. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, **250**: 23-49.
- GRIBBEN P.E., BYERS J.E., CLEMENTS M., MCKENZIE L.A., STEINBERG P.D., WRIGHT J.T. (2009) - Behavioural interactions between ecosystem engineers control community species richness. *Ecol. Lett.*, **12**: 1127-1136.
- JONES C.G., LAWTON J.H., SHACHAK M. (1994) - Organisms as ecosystem engineers. *Oikos*, **69**: 373-386.



L. STABILI<sup>1,2</sup>, M.I. ACQUAVIVA<sup>1</sup>, F. BIANDOLINO<sup>1</sup>, E. CECERE<sup>1</sup>, R. LO NOCE<sup>1</sup>,  
M. NARRACCI<sup>1</sup>, A. PETROCELLI<sup>1</sup>, R.A. CAVALLO<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Istituto per l'Ambiente Marino Costiero, U.O.S. di Taranto - CNR, Via Roma, 3 - 70400 Taranto, Italia.

<sup>2</sup>DiSTeBA, Università del Salento - 73100 Lecce, Italia.

loredana.stabili@iamc.cnr.it

## ANTIBACTERIAL ACTIVITY OF *CLADOPHORA RUPESTRIS* (CHLOROPHYTA, CLADOPHORALES) LIPIDIC EXTRACT

### *ATTIVITÀ ANTIBATTERICA DELL'ESTRATTO LIPIDICO DI CLADOPHORA RUPESTRIS (CHLOROPHYTA, CLADOPHORALES)*

**Abstract** - In this work we report the presence of an antibacterial activity in the lipidic extract of the seaweed *Cladophora rupestris* collected in the Mar Piccolo of Taranto (Northern Ionian Sea, Italy). This extract shows bacteriostatic activity against the two human pathogens *Enterococcus* sp. and *Streptococcus agalactiae* as well as against several *Vibrio* species. Palmitic acid is predominant among the fatty acids and is presumably responsible for the observed antibacterial activity.

**Key-words:** antibacterial activity, *Cladophora rupestris*, Ionian Sea, Mediterranean Sea, seaweeds.

**Introduction** - Several studies proved that vegetables are an interesting source of a great variety of structurally novel marine secondary metabolites with antibacterial, antifungal, antitumor and anti-inflammatory properties. Since now, terrestrial plants were used as the main source of these compounds. However, in the last years, concurrently to the growing interest in biotechnologies, also the less investigated seaweeds were considered (Bansemir *et al.*, 2006; Dhargalkar and Verlecar, 2009), since they are very abundant in marine coastal zones, above all in transitional environments, where they can reach considerable exploitable biomasses. The activities measured in the extract of several species of seaweeds can be performed against various microorganisms such as bacteria, fungi, viruses (Devi *et al.*, 2008; Patra *et al.*, 2008). For example, the red seaweed *Sphaerococcus coronopifolius* Stackhouse, 1797 and the green *Codium iyengarii* Børgesen, 1947 showed a strong antibacterial activity, similar to that of tetracyclines towards Gram negative and Gram positive bacteria (Donia and Hamann, 2003). Moreover, it is worth of attention that seaweeds often produce salt-stable antimicrobial compounds useful in the control of fish or shellfish pathogens in aquaculture where the high-salinity conditions might reduce antibiotic efficacy (Dubber and Harder, 2008). The present paper reports the results of a research aimed to verify the antibacterial activity in the lipidic extract of the green seaweed *Cladophora rupestris* (Linnaeus) Kützinger, 1843 from the floating benthic populations of the Mar Piccolo of Taranto.

**Materials and methods** - *Cladophora rupestris* samples were collected in spring, in the Second Inlet of the Mar Piccolo, at a depth of almost -50 cm. The algal extract was obtained by Soxhlet extraction using chloroform/methanol (2:1 at 55-60 °C for 24 h). The extract was concentrated to dryness in a flask evaporator under reduced pressure and controlled temperature. Five milligrams of extract were dissolved in 1 mL of ethanol and assayed for antimicrobial activity against some bacterial strains of the genus *Vibrio* cultured in Alkaline Pepton Water and two human pathogens, such as *Enterococcus* sp. and *Streptococcus agalactiae*, cultured in Nutrient Broth. For the test, performed with the spread plate method, 100 µL of each bacterial suspension with a concentration approximately 10<sup>9</sup> cfu mL<sup>-1</sup>, was inoculated on plates with Marine Agar (for marine bacteria) or Plate Count Agar (for human pathogens). On each plate, 6 mm in diameter sterile paper discs (AA; Whatman International Ltd.,

Maidstone, Kent, UK) were soaked with 30  $\mu$ L of the different algal extracts (5 mg/mL of dried extract in ethanol) (Bauer *et al.*, 1966). Dishes soaked only with 30  $\mu$ L of the solvent represented the control. Fatty acid composition of algal extract was assessed by gas chromatography according to Budge and Parrish (2003).

**Results** - The lipidic extract of *C. rupestris* showed a bacteriostatic activity against both the two human pathogens *Enterococcus* sp. and *Streptococcus agalactiae* and all the considered species of the genus *Vibrio* (i.e. *Vibrio metschnikovii*, *V. fluvialis*, *V. cholerae* non O-1, *V. vulnificus* and *V. salmonicida*). Concerning the fatty acid profile, the methyl ester of the palmitic acid (16:0) was the most abundant among the saturated fatty acids (29.0%), while among those unsaturated, the methyl ester of the oleic acid (18:1) (12.7%) prevailed.

**Conclusions** - The antibacterial activity of *C. rupestris* lipidic extract holds new prospects in the evolving biotechnologies relative to both the exploitation of marine biomasses and the research of new natural active compounds. Indeed, since the human pathogen *Streptococcus agalactiae* is the etiologic agent of the infantile meningitis, the use of the algal extract could be useful in the production of new molecules against resistant pathogen strains. Moreover, since vibriosis are one of the main problem in marine animals farmed in aquaculture plants nowadays, the effectiveness of the *C. rupestris* extract against *Vibrio* bacteria could be a good alternative to the common synthetic antibiotics. Finally, since the palmitic acid is the most abundant among the fatty acids of *C. rupestris* extract, it is most probably the responsible of the antibacterial activity, therefore further studies will be performed in order to ascertain this role and identify every possible use.

## References

- BANSEMIER M.B., SCHRÖDER S., LINDEQUIST U. (2006) - Screening of cultivated seaweeds for antibacterial activity against fish pathogenic bacteria. *Aquaculture*, **252**: 79-84.
- BAUER A.W., KIRBY W.M., SHERRIS J.C., TURCCK M. (1966) - Antibiotic susceptibility testing by a standardized single disk method. *Am. J. Clin. Pathol.*, **45**: 493-496.
- BUDGE S.M., PARRISH C.C. (2003) - FA determination in cold water marine samples. *Lipids*, **38**: 781-791.
- DEVI K.P., SUGANTHY N., KESIKA P., PANDIAN S.K. (2008) - Bioprotective properties of seaweeds: In vitro evaluation of antioxidant activity and antimicrobial activity against food borne bacteria in relation to polyphenolic content. *BMC Complementary and Alternative Medicine*, **8**: 38.
- DHARGALKAR V.K., VERLECAR X.N. (2009) - Southern Ocean seaweeds: A resource for exploration in food and drugs. *Aquaculture*, **287**: 229-242.
- DONIA M., HAMANN M.T. (2003) - Marine natural products and their potential applications as antinfective agents. *The Lancets*, **3**: 338-348.
- DUBBER D., HARDER T. (2008) - Extracts of *Ceramium rubrum*, *Mastocarpus stellatus* and *Laminaria digitata* inhibit growth of marine and fish pathogenic bacteria at ecologically realistic concentrations. *Aquaculture*, **274**: 196-200.
- PATRA J.K., RATH S.K., JENA K., RATHOD V.K., THATOI H. (2008) - Evaluation of antioxidant and antimicrobial activity of seaweed (*Sargassum* sp.) extract: a study on inhibition of glutathione-s-transferase activity. *Turkish Journal of Biology*, **32**: 119-125.



## **Tema 3**

LA CRESCITA DEGLI ORGANISMI MARINI:  
DALL'ANALISI SPERIMENTALE ALLA  
SINTESI MODELLISTICA

---

*Relazione Introduttiva*

E. ARNERI<sup>1,2</sup>, P. CARPI<sup>1</sup>, F. DONATO<sup>1</sup>, A. SANTOJANNI<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Istituto di Scienze Marine CNR - Sede di Ancona,  
Largo Fiera della Pesca - 60125 Ancona, Italia.

<sup>2</sup>FAO-AdriaMed/MedSudMed, Viale delle Terme di Caracalla - 00153 Roma, Italia.  
enrico.arneri@fao.org

## GROWTH IN SMALL PELAGIC FISHES AND ITS IMPLICATIONS IN THEIR POPULATION DYNAMICS

### *L'ACCRESIMENTO NEI PICCOLI PELAGICI E LE SUE IMPLICAZIONI NELLA DINAMICA DI POPOLAZIONE*

**Abstract** - Growth of the two most important commercial species small pelagic fishes in Mediterranean (*Engraulis encrasicolus* and *Sardina pilchardus*) is reviewed in the various phase of the life history of these fishes. The impact of different assumptions regarding age determination and growth on natural mortality estimates and thus on population dynamics analysis is discussed.

**Key-words:** growth, age determination, pelagic fisheries, stock assessment.

**Introduction** - Small pelagic fishes, anchovy *Engraulis encrasicolus* and sardine *Sardina pilchardus*, are very important fishery resources of the Mediterranean (Leonart and Maynou, 2003; Palomera *et al.*, 2007; Morello and Arneri, 2009) and of other European Seas as the Bay of Biscay and the area along the Atlantic coast of the Iberian peninsula. Anchovy and sardine are relatively short lived species, with a life span of about 4 to 6 years for anchovy, and 8-12 years for sardine (Pertiera and Morales-Nin 1989; Sinovčić 1988) with a fast initial growth. Sexual maturity is in general reached at the end of the first year of life, and spawning season is rather prolonged, often more than six months in Mediterranean (Palomera *et al.*, 2007; Morello and Arneri 2009).

Small pelagic fish have not only substantial role in the economy of the fishing industry (Leonart and Maynou, 2003; Cingolani *et al.*, 1996) in Mediterranean, but also they play a role of paramount importance in the marine ecosystem as zooplankton predators as well as preys of many other marine organism as large pelagic fishes and cetaceans (Coll *et al.*, 2006, 2007). These facts entails high natural mortality rates for these stocks, low number of age classes, and large inter-annual fluctuations in biomass caused by fluctuations in recruitment strength, often linked to environmental factors (Cole and Mc Glade, 1998).

Fishery science has concentrated on three ecological aspects of small pelagic fish: fluctuations in recruitment, the trophic role of small pelagic in the ecosystem and the level of exploitation related to fishery activities.

Growth and age determination studies are essential in fish population dynamics and in fishery ecology for their link with mortality estimates. This is particularly true for small pelagic fishes where natural mortality rates are very often higher than fishing mortality rates, implying that assumptions on growth and natural mortality can affect substantially the overall perception of the ecology and the level of exploitation of these resources. Growth studies and age determination are currently conducted throughout the entire life history of anchovy and sardine, using daily pattern of growth for larval and juvenile stages (Campana and Neilson, 1985) and annual patterns for the adults. Given the known link between growth rates and natural mortality estimates (Ragonese *et al.*, 2006) the present work wishes to illustrate and discuss how different age determination procedures and different assumptions on the growth rates during the various life history traits could bring to different conclusions on the determination of mortality parameters, which are

essential for any inference on the recruitment processes and the assessment of the level of exploitation of the stocks.

**Larval and juvenile growth** - Larval and juvenile growth in anchovy and sardine has been currently studied by means of otolith daily microincrements analysis (Campana and Neilson, 1985). A fundamental prerequisite to the application of this technique is the validation, i.e. the experimental confirmation that microincrements are deposited on the otolith with a daily periodicity and therefore their count is a reliable estimate of the age of the fish (Campana, 2001). A series of validation methods are available but not all of them are easily applicable: for anchovy, Cermeño *et al.* (2003) marked the otoliths of reared anchovy with oxytetracycline hydrochloride (OTC); whereas for sardine, Ré (1983) provided a validation for larvae analyzing daily deposition of the increments on the otolith along the day.

A series of growth models have been employed to describe larval and juvenile growth in anchovy and sardine: e.g. logistic (Aldanondo *et al.*, 2011), Laird-Gompertz (Dulčić, 1995; Palomera *et al.*, 1988), linear regression (Romanelli *et al.*, 2002; La Mesa *et al.*, 2009; Somarakis and Nikolioudakis, 2007). The daily growth rates of larvae oscillate between 0.3 and 0.9 mm d<sup>-1</sup> depending on the species (anchovy in general grow faster), the geographical location, the size interval in the sampling and therefore the age range in days. Recent summaries of the results can be found in Palomera *et al.* (2007) for the Western Mediterranean and in Morello and Arneri (2009) for the Adriatic.

Most of the work published so far is related to larvae whereas data regarding late larvae (>20 mm) and juveniles are few and, at least for anchovy, show some interesting divergence in the interpretation of the otolith microstructural pattern of daily ring formation.

As far as larvae of anchovy (and sardine) are concerned, the interpretation of the otoliths is more or less straightforward and in general counts are performed along a predefined axis, at a magnification of at least 400× and sub-daily growth patterns are rather easily detected (Palomera *et al.*, 1988). The problem starts when late larvae and juveniles are concerned and, for anchovy, two ways of interpreting the microstructural pattern of the otoliths have been used. Cermeño *et al.* (2008) have proposed for the *Engraulis encrasicolus* of the Bay of Biscay to read otoliths at lower magnification (100×), and to consider subdaily units a series of thin increments that usually appears at a length of about 40 μm, which is more or less the size when metamorphosis takes place. They propose therefore to group this supposed sub-daily increments and perform a so called Group Band Reading at a magnification of 100× (at the optical microscope) (Fig. 1). The result of the application of this methodology, is an increase (compared to previous authors) in the width of the increments up to 17 μm, and an increase of the daily growth rate. On the contrary La Mesa *et al.* (2009) have used the traditional way of counting daily increments in larvae, using higher magnification (400×): they found that in correspondence of the onset of the metamorphosis the daily increments appear thinner corresponding to a decrease of growth rate (Fig. 2). In practice anchovies of the Bay of Biscay (Cermeño *et al.*, 2008; Aldanondo *et al.*, 2011) increase their daily growth rate in correspondence of the metamorphosis, whilst in the anchovies of the Adriatic Sea (La Mesa *et al.*, 2009) the growth rate slightly decreases at the metamorphosis around the 40<sup>th</sup>-50<sup>th</sup> day of life. It is hard to believe that the environmental conditions alone could account for this ontogenetic difference. The second hypothesis is supported by the fact that, at least in the Adriatic, the relationship between otolith radius and fish length showed a positive allometry, with a slight decrease of the ratio between otolith radius and fish length after the metamorphosis, thus in line with the decreasing width of increments

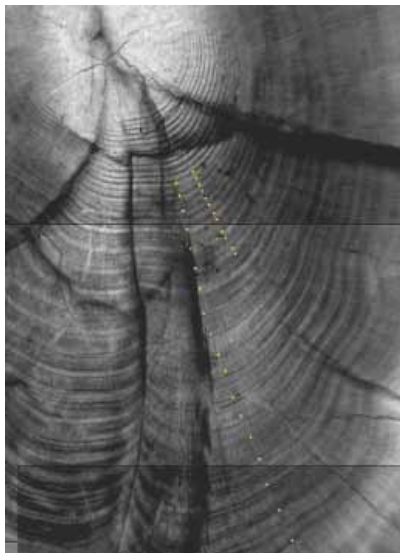


Fig. 1 - Otolith section of juvenile anchovy (100×) showing the two different interpretation of the microstructural pattern of daily increments. On the left Group Band Reading and on the right traditional Individual Band Reading.

*Sezione di otolite di alice giovanile (100×) che illustra i due diversi modi di interpretare la microstruttura degli incrementi giornalieri. A sinistra la lettura a gruppi di incrementi, e a destra la lettura tradizionale degli incrementi singoli.*

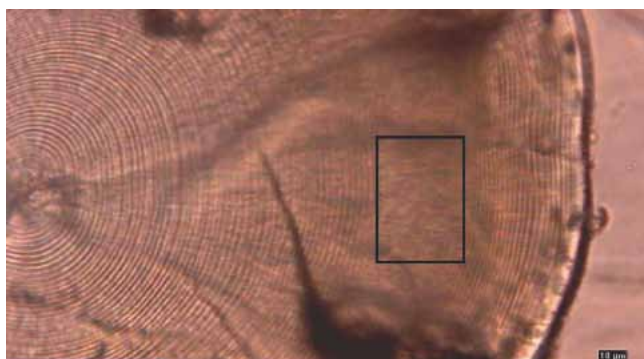


Fig. 2 - Otolith section of juvenile anchovy (400×) showing in the box the area with thinner daily increments corresponding to the metamorphosis period around the 40<sup>th</sup> and 50<sup>th</sup> day.

*Sezione di otolite di giovanile di alice (400×) con nel riquadro l'area con incrementi giornalieri più sottili corrispondenti al periodo della metamorfosi tra il 40° e il 50° giorno.*

and decreasing growth rate. Moreover Cermeño *et al.* (2003) successfully validated daily periodicity of microincrements of about 1.1  $\mu\text{m}$  of width, observed with a magnification of 400×, in juveniles of more than 8 cm of length. Unfortunately, this was done measuring the increments along an axis in the otolith that is different compared to the one considered in the more recent papers on anchovy juvenile

growth in the bay of Biscay. It must also be added that the Adriatic study includes anchovy up to a maximum length of 6 cm, so the results between Adriatic and bay of Biscay are not directly comparable.

Although the way of counting daily increments on otoliths of juvenile anchovy is still an open question, the implications linked to the choice of using a higher (400×) or a lower (100×) magnification are rather striking when it comes to the estimate of the growth rate of these juveniles. According to the slow growth hypothesis (i.e. higher magnification, thinner and more numerous increments) of the Adriatic, juvenile anchovies reach on average a total length of 6 cm in about 90-100 days; whilst according to the “lower magnification, fast growth” hypothesis of the Bay of Biscay, in the same period a juvenile anchovy can attain a total length of 12-14 cm (Aldanondo *et al.*, 2011), with daily increments width up to 22.19  $\mu\text{m}$ , and a maximum individual growth rate of 1.85  $\text{mm day}^{-1}$  against the 0.6  $\text{mm day}^{-1}$  of the Adriatic late-larvae/juveniles.

Again it is difficult to believe that in the Bay of Biscay anchovy grows three times faster than in the Adriatic, and the implication in terms of the ecology of the species are quite strong. With the fast growth hypothesis anchovy could be able to reach sexual maturity in less than three months and therefore all the juveniles born at the beginning of the spawning season should be able to reproduce during their first year of life. Faster growth implies also in general higher natural mortality rate ( $M$ ) with an evident implication in analytical stock assessment work where, in the calculations, the proportion of fish dead by natural causes will be much higher than the proportion of fish caught by the fishery, giving a more optimistic picture of the level of exploitation. At present daily growth estimates and juveniles are not incorporated in the stock assessment procedures, but in special cases, as for instance in the fish fry “bianchetto” fisheries (Romanelli *et al.*, 2002) the management implications of growth studies on late larvae and juvenile small pelagic fishes should not be underestimated.

**Annual growth** - Otolith reading and age determination is not always an easy task for small pelagic fishes also at annual level. Validation of periodicity of annual rings is complicate by the structure of these otoliths where the classical pattern of opaque and translucent seasonal rings are not always easy to detect: two methods have been tried with some success. One is the analysis of the marginal increment formation at macroscopic level, which involves following with samples during the years the formation of the opaque margin, which is generally correspondent with the fast growing season (Campana, 2001). With this method a preliminary validation of annual ring deposition for anchovy in the Adriatic has been obtained (F. Donato *pers. comm.*). In addition Cermeño *et al.* (2003) in their study on validation of daily increments observed that reared anchovies kept in captivity for two years showed the same otolith macro structural pattern as two years old anchovies caught in the wild, providing a further circumstantial evidence of the annual periodicity of ring deposition. Alternatively it should be possible to validate the annual pattern through daily increment counts, but in practice it is nearly impossible to count daily increments of a fish old one year or more because they become very thin and difficult to detect.

The other big problem of age reading is the consistency among the various readers on the interpretation of the otoliths. To achieve this consistency, experienced readers organize periodically ageing workshops where they try to agree on the way to determine the age of fishes. These workshops are normally specific for one species, as the one recently held for anchovy in Mazara del Vallo (ICES, 2010) and for sardine in Lisbon (ICES, 2011). These kind of meetings are held periodically in order to maintain the consistency among the age readers for the same species, they



involve exchanges of otoliths and otoliths images among the readers, presentation of new findings, comparative simultaneous readings towards the establishment of age reading criteria, preparation of age reading protocols and, when possible, of reference collections of otolith images for any given age (Fig. 3).



Fig. 3 - Anchovy otolith of age 4 years.  
*Otolite di alice di età 4 anni.*

### **Growth estimates and stock assessment, the example of anchovy in the Adriatic**

- In the classical applications of analytical fish population dynamics models, great care has always been taken in order to obtain comparable age and growth estimates because the basic input of the models are the number of individuals of the same age (cohort) caught each year by the fishing fleet, and the way to minimize the risk of misinterpretation of age are described above. In addition to that, growth rates enter in the estimation of natural mortality rates: for small pelagics this is particularly crucial, since in these species natural mortality is in general high and often higher than the estimated fishing mortality, for most if not all of the age classes. In the traditional approach to analytical models as the Virtual Population Analysis, the natural mortality rate was assumed constant throughout the life span of the cohort, but in the most recent years, the more reasonable assumption that natural mortality varies with age has taken place (Caddy and Abella 1999; Gislason *et al.*, 2008), and the use of vectors of natural mortalities is now common practice. These vectors try to incorporate the idea that young and small individuals are subject to higher predation (higher natural mortality) than large and old individuals. The estimation of these vectors is based on the growth parameters of the von Bertalanffy function, therefore different values of the growth parameters can seriously change the perception of the stock status. In the current stock assessment of anchovy stock in Northern and Central Adriatic, which is annually presented and discussed in the ambit of the Scientific Advisory Committee of the General Fisheries Commission for the Mediterranean (Santojanni *et al.*, 2010) it has been decided to apply the Gislason model (Gislason *et al.*, 2008) to estimate the natural mortality vector. Two growth curves for the same stock were available: one from Sinovčić (1988) and the other one from the Italian biological sampling (Tab. 1). The resulting plot of natural mortality estimates are shown in Fig. 4 where the higher values of  $k$  and  $L_{\infty}$  of the Sinovčić curve give a higher natural mortality, especially for the first two age classes

Tab. 1 - Growth rates parameters for anchovy (*E. encrasicolus*) in the Adriatic.*Parametri di crescita per alicie (*E. encrasicolus*) in Adriatico.*

	Sinovčić	Campbiol
Linf	19.4	16.147
K	0.57	0.4
t0	-0.5	-2.041

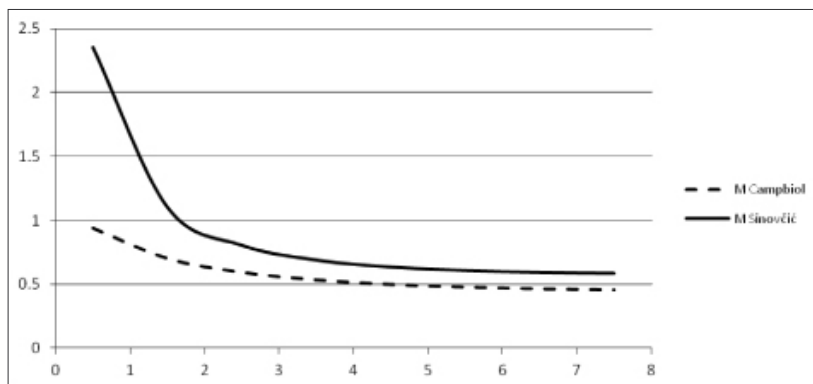


Fig. 4 - Plot of natural mortality vectors obtained using Gislason method and two different set of growth parameters of anchovy in the Adriatic.

*Grafico dei vettori di mortalità naturale ottenuti con il metodo di Gislason e due diversi set di parametri di crescita dell'alicie in Adriatico.*

(0 and 1) which in anchovy make the bulk of the catch. The consequences of this discrepancy in terms of stock status are evident observing the two plots of biomass trends obtained using the two vectors of natural mortality (Fig. 5). The two plots

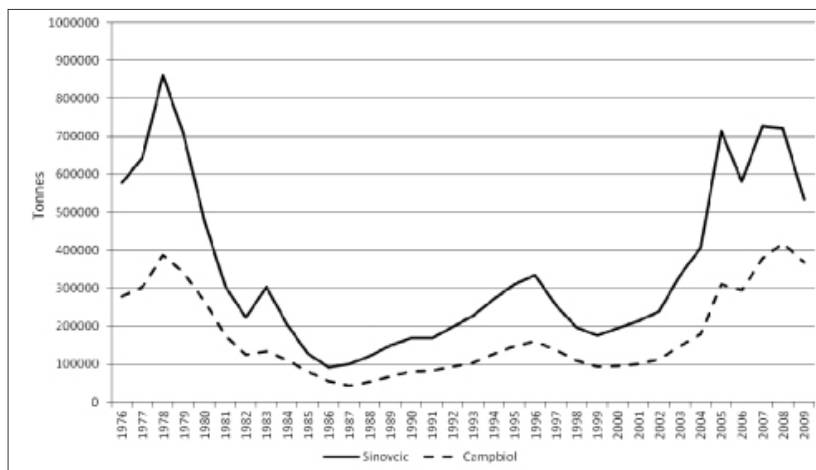


Fig. 5 - Trend of total biomass of anchovy in the Adriatic from VPA using the two different natural mortality vectors, corresponding to two different growth curves.

*Andamento della biomassa totale di alicie in Adriatico stimata con la VPA usando i due diversi vettori di mortalità naturale, corrispondenti a due diverse curve di crescita.*

are similar in shape and describe the same kind of fluctuations in biomass along the years, with the lowest point in 1987 when the anchovy stock in the Adriatic collapsed (Santojanni *et al.*, 2003), but the average level of biomass is clearly different, with the model deriving from Sinovčić growth curve estimating nearly the double of standing stock biomass. Keeping in mind previous historical stock estimates with constant natural mortality parameters (Santojanni *et al.*, 2003) and following a precautionary approach, it was decided to consider, for fishery management purposes, only the model estimating the lower biomass, based on the growth curve derived from the Italian biological sampling. The present level of annual landings for anchovy in the Adriatic is around 40-45000 tonnes (Santojanni *et al.*, 2010) and the fishery seems to be on the safe side: nevertheless, the collapse of 1987, when landings dropped in few months from 30000 tonnes to 3000 tonnes, requires to adopt always the most prudent approach.

The striking difference in the two growth curves, which is then reflected on the stock assessment, are due to a combination of factors, among them differences in the interpretation of the annual rings, differences in the sampling scheme and therefore in the number of young individuals in the samples, and an intrinsic difficulty to fit a von Bertalanffy growth curves to anchovy age data, due to an extremely fast growth in the first year of life, when anchovies achieve about 60 to 70% of their length.

**Conclusions** - There are still a lot of disagreements regarding the age determination of both larval/juvenile and adult small pelagic fishes, and there is a need for further investigations because the ecological implication of different assumptions regarding growth are substantial (e.g. for recruitment studies). Moreover, the recent use in stock assessment of vector of natural mortalities seems to be particularly vulnerable to these assumptions on growth. It is certainly true that a vector of mortality is a more realistic description of the dynamic of a stock, but on the other side, at least for small pelagic fish, given the importance of natural mortality in the dynamics of the stocks, it is always wise to test different hypothesis on growth and mortalities, avoiding over optimistic scenarios.

## References

- ALDANONDO N., COTANO U., ETXEBESTE E. (2011) - Growth of young-of-the-year European anchovy (*Engraulis encrasicolus*, L.) in the Bay of Biscay. *Sci. Mar.*, **75** (2): 227-235.
- CADDY J.G., ABELLA A.J. (1999) - Reconstructing reciprocal M vectors from length cohort analysis (LCA) of commercial size frequencies of hake, and fine mesh trawl surveys over the same grounds. *Fish. Res.*, **41**: 169-175.
- CAMPANA S.E. (2001) - Accuracy, precision and quality control in age determination, including a review of the use and abuse of age validation methods. *J. Fish Biol.*, **59**: 197-242.
- CAMPANA S.E., NEILSON J.D. (1985) - Microstructure of fish otoliths. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, **42**: 1014-1032.
- CERMEÑO P., URIARTE A., DE MURGUIA A.M., MORALES-NIN B. (2003) - Validation of daily increment formation in otoliths of juvenile and adult European anchovy. *J. Fish Biol.*, **62**: 679-691.
- CERMEÑO P., URIARTE A., MORALES-NIN B., COTANO U., ÁLVAREZ P. (2008) - Setting up interpretation criteria for ageing juvenile European anchovy otoliths. *Sci. Mar.*, **72** (4): 733-742.
- CINGOLANI N., GIANNETTI G., ARNERI E. (1996) - Anchovy fisheries in the Adriatic Sea. *Sci. Mar.*, **60** (Suppl. 2): 269-277.
- COLE J., McGLADE J. (1998) - Clupeoid population variability, the environment and satellite imagery in coastal upwelling systems. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, **8**: 445-471.
- COLL M., PALOMERA I., TUDELA S., SARDA F. (2006) - Trophic flows, ecosystem structure and fishing impact in the south Catalan Sea, north-western Mediterranean. *Journal of Marine Systems*, **59**: 63-96.

- COLL M., SANTOJANNI A., PALOMERA I., TUDELA S., ARNERI E. (2007) - An ecological model of the northern and central Adriatic Sea: analysis of ecosystem structure and fishing impacts. *Journal of Marine Systems*, **67**: 119-154.
- DULČIĆ J. (1995) - Estimation of age and growth of sardine, *Sardina pilchardus* (Walbaum, 1792), larvae by reading daily otolith increments. *Fish. Res.*, **22**: 265-277.
- GISLASON H., DAAN N., RICE J.C., POPE J.G. (2008) - Does natural mortality depend on individual size? *ICES CM 2008/F:16*.
- ICES (2010) - Report of the Workshop on Age reading of European anchovy (WKARA), 9-13 November 2009, Sicily, Italy. *ICES CM 2009/ACOM:43*: 122 pp.  
<http://www.ices.dk/reports/ACOM/2009/WKARA/WKARA%20Report%202009.pdf>
- ICES (2011) - Report of the Workshop on Age Reading of European Atlantic Sardine (WKARAS), 14-18 February 2011, Lisbon, Portugal. *ICES CM 2011/ACOM:42*: 91 pp.  
<http://www.ices.dk/reports/ACOM/2011/WKARAS/WKARAS%202011.pdf>
- LA MESA M., DONATO F., GIANNETTI G., ARNERI E. (2009) - Growth and mortality rates of European anchovy (*Engraulis encrasicolus*) in the Adriatic Sea during the transition from larval to juvenile stages. *Fish. Res.*, **96**: 275-280.
- LLEONART J., MAYNOU F. (2003) - Fish stock assessments in the Mediterranean: state of the art. *Sci. Mar.*, **67** (S1): 37-49.
- MORELLO E.B., ARNERI E. (2009) - Anchovy and sardine in the Adriatic Sea: an ecological review. *Oceanography and Marine Biology: an Annual Review*, **47**: 209-245.
- PALOMERA I., MORALES-NIN B., LLEONART J. (1988) Larval growth of anchovy, *Engraulis encrasicolus*, in the Western Mediterranean Sea. *Mar Biol* **99**: 283-291.
- PALOMERA I., OLIVAR M.P., SALAT J., SABATES A., COLL M., GARCIA A., MORALES-NIN B. (2007) - Small pelagic fish in the NW Mediterranean Sea: An ecological review. *Progress in Oceanography*, **74**: 377-396.
- PERTIERRA J.P., MORALES-NIN B. (1989) - Sardine growth in the Catalan Sea (NW Mediterranean) determined by means of otolith interpretation and length frequency data. *Scient. Mar.*, **53** (4): 821-826.
- RAGONESE S., ABELLA A., FIORENTINO F., SPEDICATO M.T. (2006) - Metodi per la stima del tasso istantaneo di mortalità naturale (M) nella scienza alieutica con particolare riferimento alla realtà mediterranea. *Biol. Mar. Mediterr.*, **13** (3): 151 pp.
- RÉ P. (1983) - Daily growth increments in the sagitta of pilchard larvae *Sardina pilchardus* (Walbaum, 1792) (Pisces: Clupeidae). *Cybium*, **7**: 9-15.
- ROMANELLI M., COLLOCA F., GIOVANARDI O. (2002) - Growth and mortality of exploited *Sardina pilchardus* (Walbaum) larvae along the western coast of Italy. *Fisheries Research*, **55**: 205-218.
- SANTOJANNI A., ARNERI E., BARRY C., BELARDINELLI A., CINGOLANI N., GIANNETTI G., KIRKWOOD G. 2003 - Trends of anchovy (*Engraulis encrasicolus*, L.) biomass in the northern and central Adriatic Sea. *Sci. Mar.*, **67** (3): 327-340.
- SANTOJANNI A., LEONORI I., CARPI P., DE FELICE A., CINGOLANI N., BELARDINELLI A., BIAGIOTTI I., CAMPANELLA F., CIKES KEC V., COLELLA S., DONATO F., MARCETA B., MODIC T., PANFILI M., PENGAL P., TICINA V., ZORICA B. (2010) - Stock assessment of *E. encrasicolus* in GSA 17. Document presented at SAC GFCM Sub-Committee on Stock Assessment, Working Group on small pelagic, Mazara del Vallo, Novembre 2010.  
[http://151.1.154.86/GfcmWebSite/SAC/2010/SCSA\\_WG\\_Small\\_Pelagics/SAF/2010\\_ANE\\_GSA17\\_CNR.pdf](http://151.1.154.86/GfcmWebSite/SAC/2010/SCSA_WG_Small_Pelagics/SAF/2010_ANE_GSA17_CNR.pdf)
- SINOVIĆ G. (1988) - Age and growth of anchovy, *Engraulis encrasicolus* (L.) in the Middle Adriatic. *Rapport de la Commission Internationale pour la Mer Méditerranée*, **31** (2): 266.
- SOMARAKIS S., NIKOLIOUDAKIS N. (2007) - Oceanographic habitat, growth and mortality of larval anchovy (*Engraulis encrasicolus*) in the northern Aegean Sea (eastern Mediterranean). *Mar. Biol.*, **152**: 1143-1158.



## **Tema 3**

LA CRESCITA DEGLI ORGANISMI MARINI:  
DALL'ANALISI SPERIMENTALE ALLA  
SINTESI MODELLISTICA

---

*Intervento Programmato*

C. CERRANO

Dipartimento di Scienze della Vita e dell'Ambiente (Di.S.V.A.),  
Università Politecnica delle Marche,  
Via Breccie Bianche - 60131 Ancona, Italia.  
c.cerrano@univpm.it

## STRATEGIE DI CRESCITA IN PORIFERI E CNIDARI *GROWTH STRATEGIES IN PORIFERA AND CNIDARIA*

**Abstract** - *Modular organisms can adapt to environmental changes not only by physiological modifications but also by morphological plasticity, changing both rates and patterns of growth. Growth forms of modular invertebrates contrast with "unitary" growth, in which a continuous somatic iteration is not present. Most modular organisms are branched, showing strong similarities with trees. When modular growth produces a "necromass" of dead modules, the habitat increase its architectural complexity with effects of ecosystem engineering that lead to tradeoffs between two conservation goals, of creating favourable conditions for rare species and of increasing biodiversity.*

**Key-words:** *module, clone, growth rate, life history, longevity, ecosystem engineer.*

**Introduzione** - Una delle peculiarità del benthos sessile di fondo duro è la presenza di diversi taxa con un'organizzazione modulare che presenta diverse similitudini con quella delle piante superiori. I moduli in genere hanno forme definite mentre l'intera colonia assume forme all'interno di un ampio range di variabilità che rende le diverse forme di crescita difficilmente discretizzabili. Spugne, idroidi, gorgonie o briozoi assumono, infatti, forme in intima relazione con l'ambiente in cui vivono. Anche se la loro organizzazione anatomico-fisiologica può essere abbastanza semplice, il pattern di crescita, soprattutto se eretto e ramificato, risulta spesso molto complesso.

La plasticità complica l'attribuzione dell'età ai singoli organismi e, di conseguenza, lo studio demografico di una popolazione. Servono monitoraggi a lungo termine per poter effettivamente valutare i trend di crescita e tali monitoraggi sono tanto più importanti ed urgenti quando le popolazioni sono soggette a fenomeni di regressione in seguito a episodi di mortalità più o meno estesi e frequenti. Quando ad essere coinvolte nelle morie sono specie ad elevata longevità (secolare o millenaria) gli effetti sono verosimilmente più devastanti ma mancano strumenti, come serie storiche di riferimento, per valutarli obiettivamente.

La storia vitale della maggior parte degli organismi solitari inizia con la riproduzione sessuale e continua attraverso una fase giovanile, un periodo riproduttivo, senescenza e morte. In questi organismi il ciclo talvolta può essere più complesso per la presenza di diverse fasi larvali e/o di processi d'insediamento nel caso delle forme sessili.

Nel caso degli organismi clonali i cicli sono più complicati e, nonostante molti organismi modulari possano essere dominanti in numerosi habitat e svolgano un ruolo ecologico fondamentale nelle dinamiche degli ecosistemi marini, il loro studio non ha ricevuto lo stesso livello di attenzione.

I ricercatori che negli anni '70 e '80 decisero di studiare questi organismi, si accorsero che potevano rifarsi ampiamente alle numerose esperienze acquisite dall'ecologia vegetale (Harper 1977; Harper e Bell 1979; White 1979; Harper 1980). Si introdussero quindi anche per gli animali i concetti di *genet* (o clone o soma) e *ramet* (o modulo). Per *genet* si intende un organismo che origina come zigote unicellulare, prodotto quindi sessualmente, che si sviluppa poi in una colonia di cloni, un gruppo di individui geneticamente identici, originati vegetativamente da un unico antenato e che potrà produrre moduli fisiologicamente integrati con forme

complessive difficilmente prevedibili. Il *genet* è perciò un elemento di un'unità modulare di un clone, che non può vivere separato dall'organismo parentale. Quando invece un elemento di un'unità modulare di un clone possiede la capacità di vivere indipendentemente anche se separato dall'organismo parentale si parla di *ramet*. Nelle piante, ad esempio, un individuo in una popolazione geneticamente omogenea rappresenta un *ramet*.

Gli organismi modulari possono essere catalogati all'interno di due principali livelli di complessità (Hageman, 2003).

I) Nel primo caso i moduli primari sono gli unici elementi ripetuti all'interno di una colonia e o restano attaccati tra loro o si staccano, singolarmente o a gruppi. Si formano in genere colonie semplici, bidimensionali. L'organizzazione dei moduli e le connessioni vascolari definiscono due principali morfologie e relative storie vitali. Le forme laminari (*sheets*) hanno morfologie robuste, con moduli compatti e interconnessioni brevi. Sono generalmente buoni competitori e persistenti nel tempo. In opposizione, le forme stoloniali (*runners*) presentano una distribuzione più casuale dei moduli, sono scarsi competitori ma possono sfuggire agli incontri tramite rapide e abbondanti propagazioni sessuali o asessuali (van Winkle e Blackstone, 2002). Tra questi due estremi esiste un gradiente di plasticità morfologica che consente di ottimizzare l'adattamento ad ambienti variabili ed eterogenei.

II) Anche nel secondo livello di complessità i moduli primari sono i principali elementi di una colonia ma in questo caso essi coordinano anche la formazione di un secondo ordine di moduli, per esempio quelli coinvolti in un processo di ramificazione (Hageman, 2003).

Potere aggiungere un modulo dopo l'altro permette all'organismo di sviluppare una forma di crescita ottimale per l'ambiente in cui vive, modificando forma e taglia in modo da poter ottenere sempre le migliori prestazioni possibili. Forma e dimensione di un organismo influenzano la funzione di questo nella sua comunità e permettono considerazioni sulla sua storia vitale, in particolare se l'organismo è stato oggetto di disturbi, antropici e/o naturali e presenta perciò delle anomalie morfologiche. Quando i moduli restano attaccati l'un l'altro si può spesso assistere all'accumulo di una "necromassa", prevalentemente minerale, che consente di sviluppare per numerose specie un importante ruolo di "ecosystem engineers" (Erwin, 2008).

Tra i fattori ambientali che maggiormente influenzano le modalità di crescita degli organismi modulari troviamo idrodinamismo e luce. Quest'ultimo fattore risulta importante soprattutto nel caso di simbiosi con organismi autotrofi. A parità di esposizione, la riduzione di idrodinamismo determina spesso una ridotta densità degli scheletri ma anche una sorta di distanziamento fra moduli.

La crescita degli organismi modulari è un fenomeno complesso, un processo regolato sia a livello genico (*nature*) che ambientale (*nurture*). I geni orientano la crescita verso forme specie-specifiche ma l'ambiente modula finemente l'espressione dei geni, andando quindi a creare diversi pattern di accrescimento in relazione al diverso tipo di ambiente. Considerando i Poriferi e gli Cnidari è possibile illustrare una ricca gamma di strategie di accrescimento.

**Poriferi** - Nel caso dei Poriferi molte limitazioni nello studio della crescita sono dovute alle lente velocità del processo, che richiedono quindi lunghi periodi di monitoraggio (Reiswig, 1973), ad accrescimenti indefiniti (Sebens, 1987) e al fatto che non ci sono strutture di riferimento che possano essere analizzate per valutare l'età degli esemplari. Questi limiti sono parzialmente superabili grazie all'applicazione di modelli matematici (McMurray *et al.*, 2008). Un recente contributo ha permesso, tramite l'utilizzo di tecniche fotografiche di evidenziare cicli di accrescimento in due specie massive, *Chondrosia reniformis* e *Tedania anhelans*, evidenziando ritmi



molto più dinamici del previsto (Di Camillo *et al.*, 2011). Nei Poriferi le tipiche descrizioni di accrescimento degli organismi coloniali per iterazione di moduli non sono ben evidenziabili, lasciando ancora aperte diverse possibilità di interpretazione. Generalmente è possibile sostenere che ad ogni osculo, che funge da centro di organizzazione (Muller e Muller, 2003), corrisponde un individuo, potendo così distinguere casi più o meno evidenti di colonialità.

L'idrodinamismo permette di apprezzare la gamma di possibilità che numerose specie hanno di regolare la propria forma. I Poriferi, inalando attivamente l'acqua circostante, hanno la necessità di allontanare i cataboliti il più lontano possibile per evitare di riassorbirli con la corrente inalante. In caso di spugne in zone a forte idrodinamismo il problema non si pone in quanto i cataboliti sono immediatamente allontanati e la spugna può quindi aumentare le sue dimensioni senza particolari limitazioni. Dove l'idrodinamismo decresce, le spugne tendono ad allungarsi verso l'alto, collocando gli osculi nelle zone più apicali, allo scopo di sviluppare una sorta di "effetto ciminiera" ed evitare quindi di reinalare l'acqua reflua. In caso di acque molto calme (per esempio in fondo a lunghe grotte sommerse) le spugne restano di piccole dimensioni e con un unico osculo. Tale plasticità è ancora più evidente in spugne che possono vivere in un ampio gradiente di luce ed idrodinamismo, come ad esempio *Petrosia ficiformis*. Questa specie può presentare esemplari tabulari con l'asse maggiore che può arrivare anche a 70 cm in ambienti molto esposti o esemplari sferici, di pochi centimetri di diametro, all'interno di grotte a fondo cieco. Tali fenomeni sono noti da tempo e sono ben descritti in diversi lavori (e.g. Bidder 1923; Warburton 1960; Sarà *et al.*, 1998).

Anche *Haliclona oculata*, una spugna arborescente tipica del nord Atlantico, presenta un'interessante plasticità evidenziabile soprattutto nelle porzioni apicali. Tramite l'utilizzo di spilli, inseriti sugli apici al fine di delimitare lo strato esterno, è stato possibile documentare le zone e le modalità di accrescimento, valutando lo spessore di tessuto depresso sopra gli spilli in un tempo determinato (Kaandorp e Kluijver, 1992).

E' noto che la disponibilità di silice influenza la spicologenesi modulando l'espressione del gene della silicateina, controllando quindi i processi di base coinvolti nella formazione dello scheletro delle demosponge. La silicateina infatti costituisce uno *scaffold* fondamentale per la deposizione della silice e la sua concentrazione è correlata alla crescita dello scheletro siliceo (Pozzolini *et al.*, 2004). Nel caso di *Haliclona oculata* si è provato a sviluppare un modello di accrescimento considerando la concentrazione di silice in prossimità della spugna e valutando quindi i pattern di crescita delle porzioni apicali. Il modello ha permesso di visualizzare e prevedere le modalità di crescita della specie in determinate condizioni ambientali, con maggiore o minore disponibilità di silice (Kaandorp *et al.*, 2008).

Le morie di massa che in questi ultimi anni stanno colpendo numerose specie in diverse parti del mondo (Garrabou *et al.*, 2009), coinvolgono spesso anche le spugne (Maldonado *et al.*, 2010; Di Camillo *et al.*, in stampa). In particolare in questi organismi, le forme di crescita e la taglia, possono compromettere nei ricercatori la percezione dell'importanza delle patologie, aspetto che non deve essere trascurato nei monitoraggi.

L'importanza delle malattie e delle morie nelle dinamiche di comunità sono difficilmente riconosciute e riconoscibili quando i monitoraggi sono condotti con scarsa frequenza. Nel caso dei Poriferi, il fenomeno può essere individuato solo mentre è in corso, prima che gli esemplari colpiti scompaiano. Aree tropicali monitorate per oltre dieci anni hanno evidenziato come questi fenomeni abbiano aumentato la frequenza percentuale delle forme arborescenti rispetto a quelle massive incrostanti, probabilmente in seguito alle diverse dinamiche di dispersione dell'infezione nelle

varie forme di crescita, rapide nelle forme massive, emisferiche e lente nelle forme arborescenti (Wulff, 2006). McMurray *et al.*, (2008) hanno evidenziato come nell'area caraibica sia preponderante il ruolo delle spugne rispetto a quello delle madrepora nella struttura delle comunità bentoniche coralline e valutato, tramite modelli di accrescimento, l'età di una vasta popolazione di *Xestospongia muta*, colpita con frequenza da fenomeni di necrosi. I dati hanno sottolineato ancora una volta l'importanza di monitoraggi a lungo termine per poter collocare le dinamiche di specie ad elevata longevità (oltre 2000 anni nel caso di *X. muta*) nel corretto quadro temporale che, per organismi che non presentano strutture scheletriche permanenti, possono essere dedotte solo grazie all'impiego di adeguati modelli di crescita.

**Cnidari** - Gli Cnidari presentano svariate strategie di crescita. Negli idroidi reptanti è tipica la distinzione tra “phalanx” e “guerrilla” (Ferrell, 2008), crescite utilizzate in relazione al diverso contesto ambientale, più compatta la prima, più adattabile ed insinuante la seconda. Ruolo di luce ed idrodinamismo sui processi di accrescimento sono però evidenti soprattutto nelle forme arborescenti, con un maggiore livello di complessità.

Nel caso degli Antozoi, nelle gorgonie in particolare, i pattern di ramificazione possono essere molto complessi (Sanchez e Lasker, 2003) e profondamente alterati da lesioni. Nelle gorgonie le lesioni sono frequenti in aree dove è presente un elevato impatto della pesca o in caso di fenomeni di necrosi, in genere legati alla presenza di anomalie termiche. I cambiamenti climatici, responsabili di morie descritte ormai per numerose aree del Mediterraneo, possono alterare la forma delle colonie portando probabilmente ad una minore resilienza della popolazione. In caso di lesioni ripetute le gorgonie possono perdere la tipica forma planare generalmente sviluppata al fine di ottimizzare la cattura del materiale sospeso. Quando le colonie perdono dei rami, i rami adiacenti crescono più rapidamente, cercando di andare a chiudere lo spazio liberatosi. Possono crescere con rami in sotto o sovrannumero, rispetto alla condizione pre-lesione, o con forma a cespuglio (Cerrano e Bavestrello, 2008), con probabile compromissione nelle attività trofiche e/o riproduttive. L'eterogeneità nei processi di crescita all'interno di una colonia è in parte dovuta a crescite di compensazione. Le crescite di compensazione suggeriscono una fine capacità di percezione da parte dei polipi delle colonie che sono in grado di rilevare i parametri ambientali circostanti e modulare la crescita verso una forma ottimale (Matsumoto, 2004).

Esperimenti condotti su gorgonie lesionate hanno evidenziato come sia possibile agevolarne il recupero eliminando i rami maggiormente compromessi. I rami lesionati sono rapidamente ricoperti da organismi del fouling come alghe, idrozoi, serpulidi, briozoi, che accrescendosi limitano o impediscono del tutto i processi di rigenerazione del cenenchima (Bavestrello *et al.*, 1997). In questo modo l'integrazione tra i moduli della colonia resta definitivamente compromessa e l'aumentata resistenza alle correnti può portare al distacco della colonia. Eliminare le parti lesionate impedisce che questo avvenga (Previati *et al.*, 2011).

*Eunicella singularis* presenta un basso livello di ramificazione rispetto alle altre gorgonie mediterranee (Fig. 1 A,C). Essendo l'unica gorgonia che ospita zooxanthellae simbionti, la sua forma sembra essere orientata verso un'ottimale captazione di luce più che verso un'ottimale superficie di filtrazione. Tale caratteristica è mantenuta però anche in profondità, dove l'effetto dei simbionti diventa scarso o nullo, suggerendo quindi un rigido controllo genetico del processo. Come avviene anche per *E. cavolinii*, le colonie possono tuttavia crescere in modo irregolare, con rami lunghi e cadenti, probabilmente in relazione al livello di idrodinamismo (Fig. 1 B,D). Le colonie di *Paramuricea clavata* ed *E. verrucosa* mantengono sempre un portamento eretto e rivelano in genere ramificazioni molto regolari anche in diverse condizioni luce e idrodinamismo.

Lo studio delle modalità di accrescimento condotto sullo zoantideo parassita *Savalia savaglia* ha messo in evidenza una efficiente strategia di colonizzazione. Le larve di questa specie si insediano generalmente su gorgonie o antipatari che uccidono e dei quali utilizzano lo scheletro come supporto per la crescita della colonia. A ricoprimento avvenuto inizia la deposizione di uno strato di nuovo scheletro corneo apposto su quello dell'ospite, che conferirà rigidità all'intera struttura (Cerrano *et al.*, 2010). *S. savaglia* è considerabile a tutti gli effetti un parassita e, come spesso avviene per i parassiti, la sua presenza non sembra essere percepita, poiché le colonie colpite non alterano i propri pattern di crescita come avviene invece in caso di lesioni, in cui si registrano dinamiche di accrescimento alterate. La colonia ospite continua a crescere regolarmente ma la velocità di crescita di *S. savaglia* è circa doppia rispetto a quella della colonia parassitata, che è quindi destinata a soccombere. Il genere *Savalia* presenta colonie che possono superare i 3000 anni di età.

Esposizione ed idrodinamismo influenzano le dinamiche di accrescimento anche nelle madrepore e diversi modelli sono stati sviluppati per alcune specie di coralli ermatipici.

Un idrodinamismo elevato determina, ad esempio, colonie di *Pocillopora damicornis* con ramificazioni più sottili (Veron e Pichon, 1976), e una elevata illuminazione

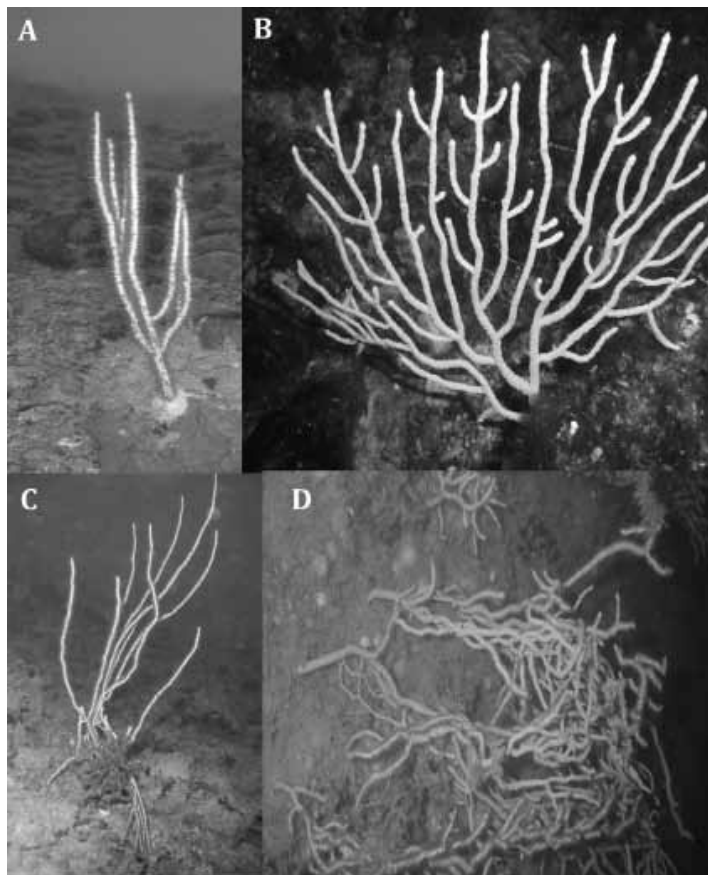


Fig. 1 - Colonie di *Eunicella singularis* ed *E. cavolinii* superficiali, a 20 m di profondità (A, B) e profonde, su un fondo a 50 m (C, D).

*Colonies of Eunicella singularis and E. cavolinii at two depth range, 20 m (A, B) and 50 m (C, D) deep.*

comporta un accrescimento verticale in *Montastrea annularis* (Graus e Macintyre, 1976) che cresce invece in forma tabulare in condizioni di scarsa luminosità, questo probabilmente, al fine di ottimizzare la captazione di luce aumentando la propria superficie. La riduzione di luce, influenzando i processi fotosintetici, può compromettere i processi di calcificazione. (Dennison e Barnes, 1988; Nakamura e Yamasaki, 2005). La luce, come l'idrodinamismo, non influenza solo la disposizione degli scheletri ma anche la loro compattezza.

Questi modelli prevedono una competizione intracoloniaie tra polipi per il raggiungimento delle risorse circostanti, permettendo di capire perché numerose specie siano programmate con una crescita ramificata, che porta ad una ottimizzazione della cattura del cibo o della captazione della luce. Resta da spiegare la presenza di madrepora concave, a coppa, come *Echinopora* e *Turbinaria* spp. e per questo servono ulteriori approfondimenti.

La dimostrata stretta relazione tra ambiente, forma e funzione, è spesso discussa in termini spaziali (dimensioni) ma più di rado in termini temporali (longevità). Specie di grandi dimensioni e longeve possono svolgere importanti ruoli strutturali e funzionali nella comunità, ma solo recentemente la loro reale importanza è stata presa in considerazione. Lo studio delle modalità di crescita degli organismi bentonici è cruciale per valutare il loro ruolo soprattutto all'interno di un'adeguata cornice temporale che, potendo essere spesso secolare o millenaria, sfugge all'interpretazione dei ricercatori, sottovalutando quindi l'importanza di una corretta protezione e conservazione di questi elementi stabilizzanti le comunità, e che spesso, modificando profondamente l'ambiente, promuovono e sostengono elevati livelli di biodiversità.

#### Bibliografia

- BAVESTRELLO G., CERRANO C., ZANZI D., CATTANEO-VIETTI R. (1997) - Damage by fishing activities to the gorgonian coral *Paramuricea clavata* in the Ligurian Sea. *Aquatic Conservation*, **7**: 253-262.
- BIDDER G.P. (1923) - The relation of the form of a sponge to its currents. *Quart. J. Microsc. Sci.*, **67**: 293-323.
- CERRANO C., BAVESTRELLO G. (2008) - Medium-term effects of die-off of rocky benthos in the Ligurian Sea. What can we learn from gorgonians? *Chem. Ecol.*, **24** (S1): 73-82.
- CERRANO C., DANOVARO R., GAMBI C., PUSCEDDU A., RIVA A., SCHIAPARELLI S. (2010) - Gold coral (*Savalia savaglia*) and gorgonian forests enhance benthic biodiversity and ecosystem functioning in the mesophotic zone. *Biodiversity and Conservation*, **19**: 153-167.
- DENNISON W.C., BARNES D.J. (1988) - Effect of water motion on coral photosynthesis and calcification. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, **115**: 67-77.
- DI CAMILLO C.G., BARTOLUCCI I., CERRANO C., BAVESTRELLO G. (in stampa) - Sponge disease in the Adriatic Sea. *Mar. Ecol. Evol. Perspect.*
- DI CAMILLO C.G., BO M., BARTOLUCCI I., COPPARI M., BERTOLINO M., BETTI F., CALCINAI B., CERRANO C., BAVESTRELLO G. (2011) - Temporal variation in growth and reproduction of *Tedania anhelans* and *Chondrosia reniformis* in the North Adriatic Sea. *Hydrobiologia*, doi 10.1007/s10750-011-0877-z.
- ERWIN D.H. (2008) - Macroevolution of ecosystem engineering, niche construction and diversity. *Trends Ecol. Evol.*, **23**: 304-310.
- FERRELL D.L. (2008) - Field fitness, phalanx-guerrilla morphological variation, and symmetry of colonial growth in the encrusting hydroid genus *Hydractinia*. *J. Mar. Biol. Assoc. U.K.*, **88**: 1577-1587.
- GARRABOU J., COMA R., BENSSOUSAN N., BALLY M., CHEVALDONNE P., CIGLIANO M., DIAZ D., HARMELIN J.G., GAMBI M.C., KERSTING D.K., LEDOUX J.B., LEJEUSNE C., LINARES C., MARSCHAL C., PEREZ T., RIBES M., ROMANO J.C., SERRANO E., TEIXIDO N., TORRENTS O., ZABALA M., ZUBERER F., CERRANO C. (2009) - Mass Mortality in NW Mediterranean rocky benthic communities: effects of the 2003 heat wave. *Global Ch. Biol.*, **15**: 1090-1103.

- GRAUS R.R., MACINTYRE I.G. (1976) - Control of growth form in colonial corals: computer simulation. *Science*, **193**: 895-897.
- HAGEMAN S.J. (2003) - Complexity Generated by Iteration of Hierarchical Modules in Bryozoa. *Integr. Comp. Biol.*, **43**: 87-98.
- HARPER J.L. (1977) - *Population biology of plants*. Academic Press, New York.
- HARPER J.L. (1980) - Plant demography and ecological theory. *Oikos*, **35**: 244-253.
- HARPER J.L., BELL A.D. (1979) - The population dynamics of growth form in organisms with modular construction. In: Anderson R.L., Turner B.D., Taylor L.R. (eds), *Population Dynamics*. Blackwell Science Publication, Oxford: 29-52.
- KAANDORP J.A., BLOM J.G., VERHOEF J., FILATOV M., POSTMA M., MULLER W.E.G. (2008) - Modelling genetic regulation of growth and form in a branching sponge. *Proc. R. Soc. B*, **275**: 2569-2575.
- KAANDORP J.A., KLUIJVER M.J. (1992) - Verification of fractal growth models of the sponge *Haliciona oculata* (Porifera) with transplantation experiments. *Mar. Biol.*, **113**: 133-143.
- MALDONADO M., SÁNCHEZ-TOCINO L., NAVARRO C. (2010) - Recurrent disease outbreaks in corneous demosponges of the genus *Ircinia*: epidemic incidence and defense mechanisms. *Mar. Biol.*, **157**: 1577-1590.
- MATSUMOTO A.K. (2004) - Heterogeneous and compensatory growth in *Melithaea flabellifera* (Octocorallia: Melithaeidae) in Japan. *Hydrobiologia*, **530/531** (1): 389-397.
- MCMURRAY S.E., BLUM J.E., PAWLIK J.R. (2008) - Redwood of the reef: growth and age of the giant barrel sponge *Xestospongia muta* in the Florida Keys. *Mar. Biol.*, **155**: 159-171.
- MULLER W.E.G., MULLER I.M. (2003) - Porifera: an enigmatic taxon disclosed by molecular biology/cell biology. In: Custódio M.R., Hajdu E., Lôbo-Hajdu G., Muricy G. (eds), *Porifera Research: Biodiversity, Innovation & Sustainability*: 89-106.
- NAKAMURA T., YAMASAKI H. (2005) - Requirement of water flow for sustainable growth of Pocilloporid corals during high temperature periods. *Mar. Pollut. Bull.*, **50**: 1115-1120.
- POZZOLINI M., STURLA L., CERRANO C., BAVESTRELLO G., CAMARDELLA L., PARODI A.M., RAHELI F., BENATTI U., MÜLLER W.E.G., GIOVINE M. (2004) - Molecular cloning of silicatein gene from the marine sponge *Petrosia ficiformis* (Porifera, Demospongiae) and development of primorphs as a model for biosilicification studies. *Mar. Biotechnol.*, **6**: 594-603.
- PREVIATI M., MAGLIOZZI C., PALMA M., NAVONE A., PANTALEO U., LANDI G., CERRANO C. (2011) - Sperimentazione di tecniche di recupero (pruning) su una popolazione di *Paramuricea clavata* colpita da eventi di moria. *Biol. Mar. Mediterr.*, **18** (1): 40-43.
- REISWIG H.M. (1973) - Population dynamics of three Jamaican Demospongiae. *Bull. Mar. Sci.*, **23**: 191-226.
- SANCHEZ J.A., LASKER H.R. (2003) - Patterns of morphological integration in marine modular organisms: supra-module organization in branching octocoral colonies. *Proc. R. Soc. Lond. B*, **270**: 2039-2044.
- SARÀ M., BAVESTRELLO G., CATTANEO-VIETTI R., CERRANO C. (1998) - Endosymbiosis in sponges: relevance for epigenesis and evolution. *Symbiosis*, **25**: 57-70.
- SEBENS K.P. (1987) - The ecology of indeterminate growth in animals. *Annu. Rev. Ecol. Syst.*, **18**: 371-407.
- VAN WINKLE D.H., BLACKSTONE N.W. (2002) - Variation in growth and competitive ability between sexually and clonally produced Hydroids. *Biol. Bull.*, **202**: 156-165.
- VERON J.E.N., PICHON M. (1976) - *Scleractinia of eastern Australia. Part I. Families: Thamasterudae, Astrocoenudae, Pocilloporidae*. Australian Government Publishing Service, Canberra: 86 pp.
- WARBURTON F.E. (1960) - Influence of currents on form of sponges. *Science*, **132**: 89.
- WHITE J. (1979) - The plant as a metapopulation. *Ann. Rev. Ecol. Syst.*, **10**: 109-145.
- WULFF J. (2006) - A simple model of growth form-dependent recovery from disease in coral reef sponges, and implications for monitoring. *Coral Reefs*, **25**: 419-426.

## **Tema 3**

LA CRESCITA DEGLI ORGANISMI MARINI:  
DALL'ANALISI SPERIMENTALE ALLA  
SINTESI MODELLISTICA

---

*Comunicazioni*

M. MEREU, D. STACCA, R. CANNAS, D. CUCCU

Dip. di Scienze della Vita e dell'Ambiente, Università di Cagliari,  
Via T. Fiorelli, 1 - 09126 Cagliari, Italia.  
cuccu@unica.it

## ON THE GROWTH RINGS ON *HISTIOTEUTHIS BONNELLII* (FÉRUSSAC, 1835) UPPER BEAKS

### *SUGLI ANELLI DI CRESCITA DEI BECCHI SUPERIORI* *DI HISTIOTEUTHIS BONNELLII (FÉRUSSAC, 1835)*

**Abstract** - The concentric rings present in the internal lateral wall of upper beaks of 109 *Histioteuthis bonnellii* (Cephalopoda: *Histioteuthidae*) caught in the south Sardinian waters were counted. From 142 to 409 and from 176 to 437 rings were counted in males and females, respectively. No difference was found between the number of rings among sexes ( $p > 0.05$ ). One year life-span was estimated in both sexes.

**Key-words:** *Histioteuthis*, growth rings, growth curves, lifecycle.

**Introduction** - The knowledge about the jewel squid *H. bonnellii* (Férussac, 1835) is scarce and based on a limited number of specimens analysed (Voss *et al.*, 1998) especially in the Mediterranean Sea (e.g. Capua *et al.*, 2009; Cuccu *et al.*, 2007). Within biological information, age and growth are critical to understand the life history of harvest species. Despite the difficulties raised by cephalopods age estimations, ageing methods based on the study of incremental growth structures are considered the most appropriate (Perales-Raya *et al.*, 2010). Statoliths are the hard structures most commonly used for age estimation, although also the beaks, for the presence of concentric rings in the internal lateral wall, are valid tools. Recently, this methodology has been applied on the common octopus *Octopus vulgaris* from the Atlantic Sea (Hernández-López *et al.*, 2001; Perales-Raya *et al.*, 2010; Raya and Hernández-González, 1998) and from Sardinian waters (Cuccu *et al.*, in press). The aim of this study was to establish the number of concentric rings of *H. bonnellii* beaks in order to estimate the life-span of this species.

**Materials and methods** - Dorsal mantle length (ML, Roper and Voss, 1983) and total weight (TW) were recorded on 59 males and 50 females of *H. bonnellii* collected from 2005 to 2010 in the south Sardinian waters. Maturity stages were established using a 4 stage maturity scale for both sexes (Immature, Maturing, Mature, Post-spawning). Female with at least some oocytes in the oviducts were considered mature. The beaks were removed and stored in 70% ethanol and, according to Hernández-López *et al.* (2001), the upper parts were sectioned sagittally and cleaned with water. The concentric rings daily deposited in the internal lateral wall were counted from the rostral tip area to the opposite end, by using a stereoscopic microscope. The count was performed at least five times by the same person. Data obtained from males and females were compared by the Anova analysis.

**Results** - Males ranged from 24.5 to 198.0 mm ML (TW: 11.6-2409.0 g) and females from 34.0 to 230.0 mm ML (TW: 20.6-3846.0 g). The internal lateral wall of each upper beak revealed a pattern of concentric rings as shown in Fig. 1. The number of concentric rings on male beaks varied from 142 to 222 (n: 10; mean:  $143 \pm 23$ ) and from 288 to 355 (n: 15; mean:  $272 \pm 49$ ) respectively in immature and maturing individuals. From 201 to 416 rings (n: 31; mean:  $334 \pm 60$ ) were observed in mature males and from 341 to 409 rings (n: 3; mean:  $371 \pm 35$ ) in post-spawning

specimens. In immature females, the number of rings ranged from 176 to 298 (n: 17; mean:  $242 \pm 38$ ) and in maturing specimens from 270 to 377 (n: 24; mean:  $326 \pm 29$ ). The number of rings varied instead from 355 to 437 (n: 9; mean:  $406 \pm 25$ ) in mature females (Tab. 1).

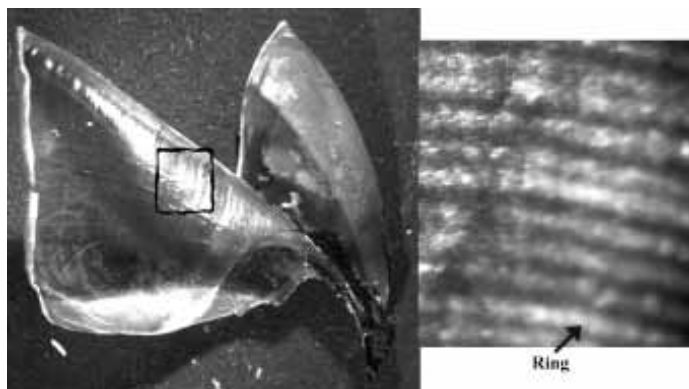


Fig. 1 - *Histiotteuthis bonnellii*: upper beak and detail of growth rings in the lateral wall.  
*Histiotteuthis bonnellii*: becco dorsale e dettaglio degli anelli di crescita della parete laterale.

Tab. 1 - *Histiotteuthis bonnellii*: parameters collected for males and females at different maturity stages. ML: dorsal mantle length, TW: total weight.

*Histiotteuthis bonnellii*: parametri rilevati nei maschi e nelle femmine nei diversi stadi maturativi.  
ML: lunghezza mantello dorsale, TW: peso totale.

	Males				Females		
	Immature	Maturing	Mature	Post-spawning	Immature	Maturing	Mature
N° of specimens	10	15	31	3	17	24	9
ML (mm)	24.5-50.0 [28.6±9.8]	50.0-107.5 [78.9±21.4]	60.0-198.0 [116.0±36.4]	135.0-150.0 [141.7±7.6]	34.0-88.0 [60.3±12.3]	67.0-146.0 [101.9±19.0]	155.0-230.0 [186.0±26.0]
TW (g)	11.6-95.0 [35.2±23.9]	83.5-629.0 [280.3±199.7]	113.5-2409.0 [730.9±542.4]	868.7-994.0 [930.2±62.7]	20.6-302.0 [140.2±73.9]	197.0-1165.0 [528.2±238.4]	1431.0-3846.0 [2260.6±695.3]
N° of concentric rings	142-222 [143±23]	288-355 [272±49]	201-416 [334±60]	341-409 [371±35]	176-298 [242±38]	270-377 [326±29]	355-437 [406±25]

In brackets mean  $\pm$  standard deviations

In both sexes the number of concentric rings is primarily size-dependent, with little relationship to sexual maturation (Fig. 2). The growth curves and equations obtained for males, females and the whole data set are plotted in Fig. 3.

No difference in the number of rings was found between sexes (Anova,  $F=1.92$ ;  $p=0.1691$ ).

Overall, if we assumed that each ring corresponds to one day, the age of the specimens analysed, ranged between 4.7 and 13.6 months (142-409 rings) and from 5.9 to 14.6 months (176-437 rings) in males and females, respectively.

**Conclusions** - Considering the present results, *Histiotteuthis bonnellii* seems to have a life cycle of about a year in agreement with the short life-span of the majority



of cephalopods species (Mangold Wirz, 1963). Therefore the differences recorded in size between males and females at the same conditions of maturity, are not due to different ages but to a sexual dimorphism that leads the females to have bigger sizes during the ontogenetic development.

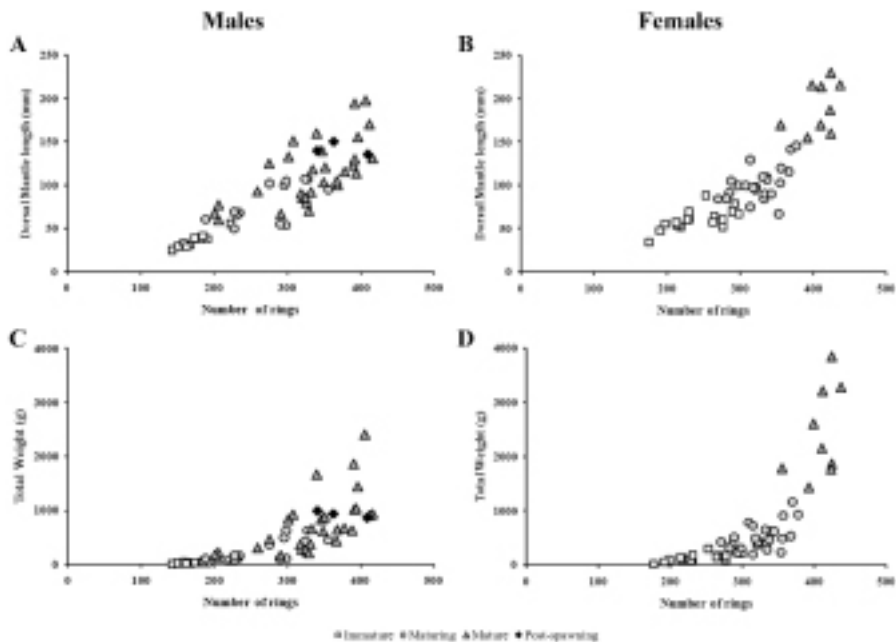


Fig. 2 - *Histioteuthis bonnellii*: plot of the number of concentric rings of the upper beak against dorsal mantle length (A, B) and total weight (C, D) for males and females at different maturity stages.

*Histioteuthis bonnellii*: correlazione tra il numero di anelli concentrici del becco dorsale e la lunghezza mantello dorsale (A, B) e il peso totale (C, D) nei maschi e nelle femmine in differenti stadi maturativi.

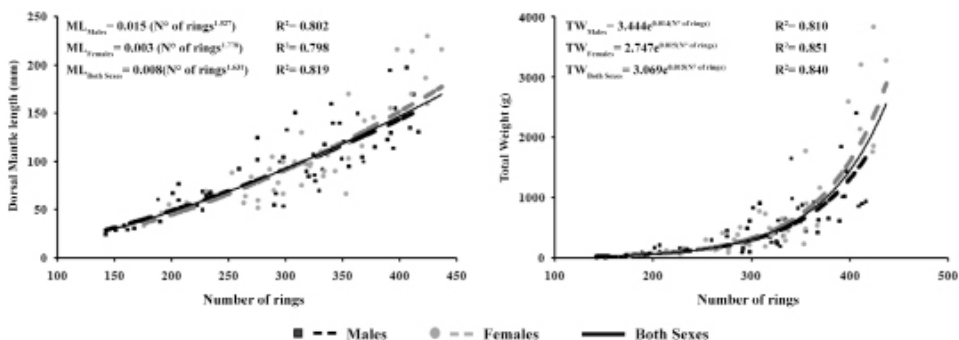


Fig. 3 - *Histioteuthis bonnellii*: growth curves and equations of males, females and both sexes obtained counting concentric rings in the upper beaks. ML: dorsal mantle length, TW: total weight.

*Histioteuthis bonnellii*: curve d'accrescimento ed equazioni ottenute attraverso il conteggio degli anelli concentrici del becco dorsale in maschi, femmine e intero campione. ML: lunghezza mantello dorsale, TW: peso totale.

As the number of rings found in the beak of the few mature and the maturing females is similar, we can deduce that the transition from the maturing stage to the full maturity could be very fast as already found in other species of cephalopods (Cuccu *et al.*, 2003). This could partly justify the lack of finding of fully mature females in the Mediterranean Sea (Cuccu *et al.*, 2007). To the best of the author's knowledge, the female of 330 mm ML from the Atlantic Sea was the only one reported with many oocytes in the oviducts (Voss *et al.*, 1998). Therefore, taking into account that our bigger specimens are so distant from that size, it would be interesting to make the same analysis performed in this study on the Atlantic specimens in order to understand if they have different growth patterns and life-spans.

## References

- CAPUA D., SARTOR P., SIRNA R., VOLIANI A. (2009) - On a large specimen of *Histioteuthis bonnellii* (Cephalopoda: Histioteuthidae) caught in the northern Tyrrhenian Sea, western Mediterranean. *Boll. Malacol.*, **45**: 23-26.
- CUCCU D., DAMELE F., FOLLESA M.C., MURENU M., CAU A. (2003) - Aspetti biologici di *E. cirrhosa* (Cephalopoda Octopoda) nei mari circostanti la Sardegna. *Biol. Mar. Mediterr.*, **10** (2): 119-126.
- CUCCU D., MEREU M., CAU AL., PESCI P., CAU A. (in press) - Reproductive development versus estimated age and size in a wild Mediterranean population of *Octopus vulgaris* (Cephalopoda: Octopodidae). *J. Mar. Biol. Assoc. U.K.*
- CUCCU D., MEREU M., LOI B., SANNA I., CAU A. (2007) - The squid family Histioteuthidae in the Sardinian waters. *Biol. Mar. Mediterr.*, **14** (2): 262-263.
- HERNÁNDEZ-LÓPEZ J.L., CASTRO-HERNÁNDEZ J.J., HERNÁNDEZ-GARCÍA V. (2001) - Age determined from the daily deposition of concentric rings on common octopus (*Octopus vulgaris*) beaks. *Fish. Bull.*, **99** (4): 679-684.
- MANGOLD WIRZ K. (1963) - Biologie des Céphalopodes benthiques et nectoniques de la Mer Catalane. *Vie et Milieu*, **13** (Suppl.): 1-285.
- PERALES-RAYA C., BARTOLOMÉ A., GARCÍA-SANTAMARÍA M.T., PASCUAL-ALAYÓN P., ALMANSA E. (2010) - Age estimation obtained from analysis of octopus (*Octopus vulgaris* Cuvier, 1797) beaks: improvements and comparisons. *Fish. Res.*, **106**: 171-176.
- RAYA C.P., HERNÁNDEZ-GONZÁLEZ C.L. (1998) - Growth lines within the beak microstructure of the octopus *Octopus vulgaris* Cuvier, 1797. *S. Afr. J. Mar. Sci.*, **20** (1): 135-142.
- ROPER C.F.E., VOSS G.L. (1983) - Guidelines for taxonomic descriptions of cephalopod species. *Mem. Nat. Mus. Vict.*, **44**: 49-63.
- VOSS N.A., NESIS K.N., RODHOUSE P.G. (1998) - The cephalopod family Histioteuthidae (Oegopsida): systematics, biology, and biogeography. In: Voss N.A., Vecchione M., Toll R.B., Sweeney M.J. (eds), Systematics and Biogeography of Cephalopods, *Smiths. Contr. Zool.*, **586** (2): 293-372.

L. ORSI RELINI, A. MANNINI

Centro di Biologia Marina del Mar Ligure, Università di Genova,  
Corso Europa, 26 - 16132 Genova, Italia.  
largepel@unige.it, biolmar@unige.it

## ACCRESIMENTO E CHIAVE TAGLIA/ETÀ DI *ARISTEUS ANTENNATUS* (RISSO, 1816). UN AGGIORNAMENTO

### ARISTEUS ANTENNATUS (RISSO, 1816) GROWTH AND AGE/LENGTH KEY. AN UPDATING

**Abstract** - Carapace length measures of *Aristeus antennatus* females obtained during 17 MEDITS and 13 GRUND trawl surveys in the Ligurian Sea were summed up to form a lfl distribution of more than eight thousands shrimps. The sequence of instars from 16 to 68 mm CL was indicated and converted in ages (1 to about 11 years) on the basis of previous studies (mainly serial lfl distributions regarding both juvenile and adult shrimps). The resulting age/length key and numbers of individual per age are useful to calculate growth functions as well as mortality and exploitation rates.

**Key-words:** *Aristeus antennatus*, growth, instars, moulting, longevity.

**Introduzione** - Il gambero viola *Aristeus antennatus* rappresenta una delle risorse demersali più preziose del Mediterraneo e, dal punto di vista degli studi bio-ecologici, un campo di lavoro in cui c'è ancora molto da fare. Dopo molti anni di osservazioni, la nostra interpretazione della storia vitale è quella di una specie molto longeva, capace di grandi spostamenti, sia verticali, sia soprattutto orizzontali: infatti nella nostra area di studio, caratterizzata dalla Northern Current, una vita planctonica larvale lunga cinque mesi (Mura *et al.*, 1997) significa la possibilità di coprire una grande estensione di fondi batiali e percorsi di ritorno di gamberi giovani ed adulti altrettanto importanti.

Nello studio dell'accrescimento della femmina di *A. antennatus* ci siamo convinti che è necessario prestare attenzione alla sequenza degli instars (Orsi Relini e Relini, 1998a), particolarmente a quelli finali, perché le grandi femmine non solo contano in termini di qualità e valore economico del pescato (Ragonese *et al.*, 1995) e potenziale riproduttivo, ma forse possono essere anche indicatrici di percorsi lungo la scarpata e quindi di unità gestionali (Orsi Relini *et al.*, submitted). Abbiamo descritto l'accrescimento evidenziando gli instars (N=22) che riguardano le età da 1 a circa 11 anni e le taglie da 16 a 68 mm di lunghezza del carapace (LC). In questa nota presentiamo un aggiornamento ottenuto con la banca dati dei trawl surveys nazionali ed internazionali condotti in Mar Ligure.

**Materiali e metodi** - Per descrivere la storia vitale di un crostaceo mediante la sequenza degli instars, occorrono alcune migliaia di misure accurate che possono anche essere raccolte in tempi diversi (Childress e Price, 1978; Ingram e Hessler, 1987). Per il lettore a cui non fosse familiare il termine "instar" ricordiamo, semplificando al massimo, alcune informazioni di base. È ben noto che gli Artropodi crescono per mute. Un ciclo di muta comprende una fase acuta e breve, l'ecdisi, in cui l'individuo abbandona il vecchio esoscheletro perché ne ha appena formato uno nuovo e una fase lunga in cui permane il nuovo esoscheletro: questa fase si chiama instar. Quasi tutte le misure che si rilevano sul campo rappresentano gli instars. Le campagne per lo studio delle risorse demersali nazionali GRUND (13 campagne autunnali) ed internazionali MEDITS (17 campagne a fine primavera-estate) hanno fornito l'abbondante materiale richiesto per la descrizione della sequenza degli instars (Fig. 1). Per le metodologie delle campagne e i fondi esplorati si rimanda a Relini (2000)

e Bertrand *et al.* (2002). In entrambe le campagne le maglie del sacco erano di 20 mm, mentre quelle della pesca commerciale nell'area di studio sono state di 40 mm, almeno fino alle restrizioni introdotte nel giugno 2010.

**Risultati** - L'istogramma l/f della Fig. 1 mostra una struttura del pescato diversa da quella degli sbarcati commerciali, per una maggiore abbondanza dei giovani e la collocazione delle taglie dominanti nell'intervallo 32-50 mm LC. Gli instars sono indicati da picchi o discontinuità della distribuzione e corrispondono alle seguenti lunghezze del carapace (Fig. 1):

16 19 22 24 26 29 32 34 36 38 40 42/43 45 48 50 52 54/55 57 59 62 64/65 67/68

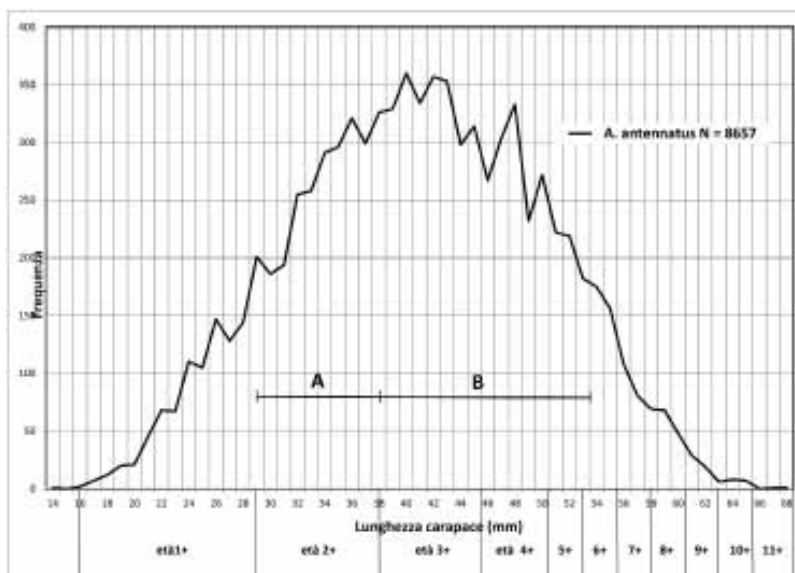


Fig. 1 - Distribuzione l/f cumulativa derivata da 13 campagne GRUND e 17 campagne MEDITS. Al centro sono riportati due segmenti di crescita A e B, derivati da osservazioni indipendenti, che hanno permesso di formulare la chiave taglia/età indicata in basso.

*Cumulative l/f distribution derived from 13 and 17 GRUND and MEDITS trawl surveys respectively. Two growth segments, A and B, derived by independent observations, were used to obtain the indicated agelength key.*

La sequenza sopraindicata può essere suddivisa in età mediante i seguenti riferimenti temporali:

- 1) i fondi a gamberi dell'estremità sud-occidentale della Sardegna talora ospitano grandi quantità di giovanissime reclute, a partire da 6.2 mm LC. Lo studio di questo materiale ha mostrato che un anno dopo il picco riproduttivo di maggio (avvio della stagione riproduttiva), *A. antennatus* raggiunge 16 mm LC (Mura *et al.*, 1997); così questo instar può essere assunto come punto di partenza dell'età 1+ (Fig. 1).
- 2) Una coorte molto abbondante comparsa in Liguria nel 1987, di 38 mm LC, è stata tracciata nelle distribuzioni l/f per tre anni, risultando alla fine nell'instar 53 mm LC (Orsi Relini e Relini, 1998a,b) (Fig. 1 segmento B).
- 3) Una femmina adulta, marcata a novembre e ricatturata ad agosto, è passata

dall'instar 29 mm LC a 38 mm LC in 9 mesi (Relini *et al.*, 2004) (Fig. 1 segmento A).

Le distribuzioni della Fig. 1 sono state divise in età a partire da 16 mm LC (riga in basso). Si può notare come gli incrementi in lunghezza per unità di tempo (anno) siano decrescenti, rispettando i requisiti per l'applicazione di un modello di von Bertalanffy.

La funzione di von Bertalanffy può essere calcolata introducendo o no una  $L_{\infty}$  obbligatoria (Fig. 2). Nel primo caso si prendono in considerazione i più grossi individui effettivamente misurati nell'area di studio. In Mar Ligure la femmina più grossa misurava 71 mm LC e rappresenta un caso raro, assente in Fig. 1. I parametri delle curve di crescita sono indicati in Fig. 2.

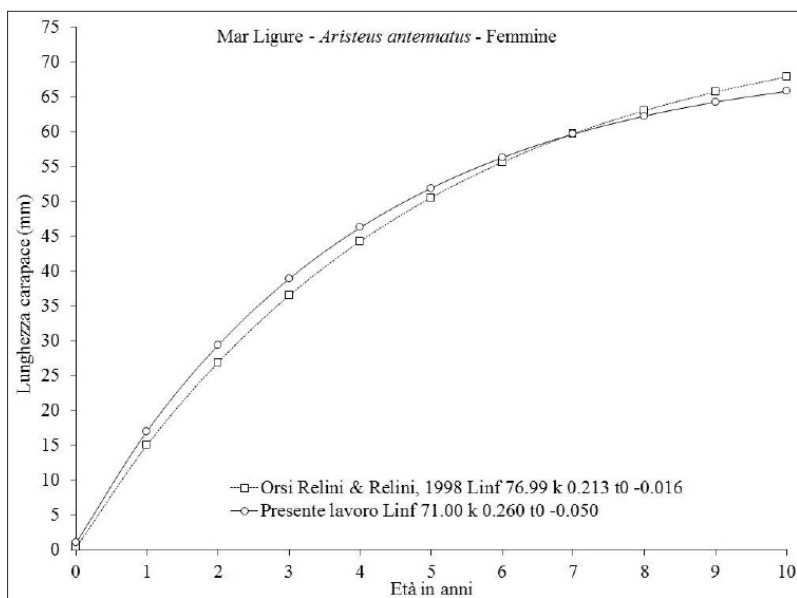


Fig. 2 - Curve di crescita calcolate per le femmine di *Aristeus antennatus* del Mar Ligure.  
 Growth curves for Ligurian *Aristeus antennatus* female.

**Conclusioni** - Generalmente nelle distribuzioni  $l/f$  si cercano gaussiane che corrispondano a coorti annuali; questo fatto è stato spesso causa di errori nell'interpretazione dell'accrescimento di *Aristeus antennatus*. Ponendo attenzione agli instars risulta evidente che questi sono numerosi all'inizio, poi la frequenza delle mute si riduce fino a coincidere con gli anni (cioè avviene una muta per anno, o anche fino ad una muta per multipli di anno nel caso dei decapodi molto grossi e longevi come gli astici). Nella serie di *Aristeus antennatus* si trova la fase corrispondente a una muta per anno a partire dall'età 5+, cioè pressappoco a metà della durata della vita ed è ancora da verificare se gli ultimi instars durino più di un anno. Le mute all'inizio si estendono per tutto l'anno; con la maturità diventano almeno in parte obbligate nella stagione primaverile perché devono precedere la maturazione ovarica che culmina a maggio. La trasmissione delle spermatofore è associata all'ecdisi (altrimenti forse la femmina potrebbe mangiare il maschio che è più piccolo anziché

essere inseminata). Per le applicazioni dei risultati esposti sinteticamente in Fig. 1 nel calcolo di tassi di mortalità e di sfruttamento si rimanda a Orsi Relini *et al.* (submitted).

### Bibliografia

- BERTRAND J., GIL DE SOLA L., PAPACOSTANTINO C., RELINI G., SOUPLLET A. (2002) - The general specifications of the MEDITS surveys. *Sci. Mar.*, **66** (Suppl. 2): 9-17.
- CHILDRESS J.J., PRICE M.H. (1978) - Growth rate of the bathypelagic crustacean *Gnathophausia ingens* (Mysidacea: Lophogastridae). I. Dimensional growth and population structure. *Mar. Biol.*, **50**: 47-62.
- INGRAM C.L., HESSLER R.R. (1987) - Population biology of the deep-sea amphipod *Eurythenes gryllus*. *Deep-Sea Res.*, **34A**: 1889-1910.
- MURA M., ORRÙ F., CAU A. (1997) - Osservazioni sull'accrescimento di individui in fase pre-riproduttiva di *Aristeus antennatus* e *Aristaeomorpha foliacea*. *Biol. Mar. Mediterr.*, **4** (1): 254-261.
- ORSI RELINI L., RELINI G. (1998a) - Seventeen instars of adult life in female *Aristeus antennatus* (Crustacea: Decapoda: Aristeidae). A new interpretation of life span and growth. *J. Nat. Hist.*, **32**: 1719-1734.
- ORSI RELINI L., RELINI G. (1998b) - Long term observations of *Aristeus antennatus*: size-structures of the fished stock and growth parameters, with some remarks about the "recruitment". In: Lleonart J. (ed), Marine Population Dynamics. *Cahiers Options Méditerranéennes*, **35**: 311-322.
- ORSI RELINI L., MANNINI A., RELINI G. (submitted) - Updating knowledge on growth, population dynamics, and ecology of the blue and red shrimp, *Aristeus antennatus* (Risso, 1816), on the basis of the study of its instars. *Mar. Ecol.*
- RAGONESE S., BIANCHINI M.L., BERTOLINO F., LEVI D. (1995) - La maglia del pozzale e la pesca del gambero rosso nel Canale di Sicilia. *NTR-ITPP, Serie divulgativa*, **10**: 19 pp.
- RELINI G. (2000) - La ricerca sulla pesca: le risorse demersali. *Biol. Mar. Mediterr.*, **7** (4): 13-45.
- RELINI M., MAIORANO P., D'ONGHIA G., ORSI RELINI L., TURSÌ A., PANZA M. (2004). - Recapture of tagged deep-sea shrimp *Aristeus antennatus* (Risso, 1816) in the Mediterranean Sea. *CIESM, Rapp. Comm. int. Mer Médit.*, **37**: 424.

F. PERINI, A. CASABIANCA, C. BATTOCCHI, C. TOTTI\*, S. ACCORONI\*, A. PENNA

Dipartimento di Scienze Biomolecolari, Università di Urbino, Viale Trieste, 296 - 61121 Pesaro, Italia.  
antonella.penna@uniurb.it

\*Dip. Scienze del Mare, Università Politecnica delle Marche, Via Brecce Bianche - 60131 Ancona, Italia.

## STUDIO DELLE DINAMICHE DI CRESCITA DI *OSTREOPSIS* CF. *OVATA* CON NUOVE METODOLOGIE MOLECOLARI DI QRT-PCR

### OSTREOPSIS CF. OVATA DYNAMIC POPULATION STUDY THROUGH NEW QRT-PCR MOLECULAR METHODOLOGIES

**Abstract** - A microalgal species proliferation was investigated through a molecular quantification modelling based on the SYBR GREEN I real-time PCR technology. This method uses a gold standard curve created with pooled environmental samples collected during a toxic bloom of *O. cf. ovata*. The same efficiency between gold and plasmid standard curves allowed to evaluate the rDNA copy number per cell of *O. cf. ovata*. This molecular parameter will allow to investigate the population dynamics of benthic toxic microalgal species in the marine ecosystems based only on the plasmid standard curve.

**Key-words:** blooms, Mediterranean Sea, *Ostreopsis cf. ovata*, quantitative real time PCR (qrt-PCR).

**Introduzione** - Il genere *Ostreopsis* include specie bentoniche e cosmopolite che sono distribuite dalle aree tropicali a quelle temperate e associate con la produzione di analoghi della palitossina (PLTX) (Ciminiello *et al.*, 2010). Nell'ultimo decennio nel Mar Mediterraneo si sono verificati diversi fenomeni HAB (Harmful Algal Bloom) causati prevalentemente da *Ostreopsis cf. ovata* che sono stati associati a episodi di intossicazione umana dovuti all'inalazione di aerosol contaminato a ridosso delle aree costiere, tra cui in particolare quelle italiane (Battocchi *et al.*, 2010; Totti *et al.*, 2010). Le specie di *Ostreopsis* possono produrre differenti tossine con effetti diversi sulla salute pubblica e sull'ecosistema, per cui risulta di fondamentale importanza il disporre di metodologie adeguate per lo studio delle dinamiche dei popolamenti durante le fioriture estive nelle aree costiere italiane interessate. Tecniche molecolari emergenti, grazie alla loro specificità e sensibilità, possono contribuire a definire con maggior precisione modelli di crescita di questi microrganismi marini (Galluzzi *et al.*, 2010). Lo scopo di questo studio è stato quello di analizzare la dinamica di una fioritura di *O. cf. ovata* nell'area del Conero (nord Adriatico) con l'utilizzo di un innovativo metodo molecolare basato sulla qrt-PCR per la quantificazione del numero di copie di DNA ribosomiale per cellula da utilizzare come parametro standard per lo studio delle dinamiche di crescita di popolazioni costiere di *Ostreopsis* in aree Mediterranee (Perini *et al.*, 2011).

**Materiali e metodi** - Primer specie-specifici sono stati disegnati sulle sequenze LSU dei geni ribosomiali di *O. cf. ovata* presenti in GenBank utilizzando OLIGO 6.0. L'allineamento delle sequenze è stato ottenuto per mezzo del programma CLUSTALX2. Tali primer, Ovata rt forward e Ovata rt reverse, producono un amplificato di 204 bp con Tm=81.8 °C (Perini *et al.*, 2011). La specificità dei primer è stata testata *in silico* usando BLAST, e in qrt-PCR su DNA genomico estratto da colture di *O. cf. ovata* e *O. cf. siamensis*, e da campioni (epifite di macrofite) contenenti popolazioni miste di microfitobenthos, in cui non erano presenti *Ostreopsis* spp.

**Sviluppo in vitro del metodo di qrt-PCR** - Il metodo di qrt-PCR si basa sull'utilizzo di una curva standard Gold ottenuta diluendo un estratto non purificato (contenente da 8 a 0.0008 cellule per reazione) di 4 campioni ambientali prelevati durante una fioritura monospecifica di *O. cf. ovata*. Tale curva ci ha permesso di ricavare le abbondanze di *O. cf. ovata* nei campioni ambientali che sono state poi confrontate

con quelle ottenute mediante l'analisi tradizionale di microscopia. Inoltre, la costruzione di una seconda curva standard ottenuta con diluizioni del numero di copie plasmidiche di un frammento di rRNA di 204 bp, avente la stessa efficienza (95-98%) dello standard *Gold*, ci ha permesso di calcolare il numero di copie medio del gene LSU per cellula di *O. cf. ovata* nei campioni ambientali.

**Applicazione del metodo di qrt-PCR in campioni ambientali** - Le analisi molecolari per l'identificazione e quantificazione di *O. cf. ovata* in qrt-PCR sono state effettuate su campioni di epifite della macroalga *Ulva rigida* e di acqua di mare superficiale raccolti a Portonovo, Riviera del Conero (N Adriatico), da marzo a novembre 2009. I campioni di *U. rigida* sono stati prelevati ad una profondità di 20–40 cm e processati come descritto in Totti *et al.* (2010). Tutti i campioni ambientali sono stati fissati in formalina (0.8%) e conservati a +4 °C. Le abbondanze di *Ostreopsis* spp. sono state anche analizzate al microscopio invertito con il metodo Utermöhl sull'intera camera di sedimentazione. Per le analisi statistiche sono stati utilizzati i test di correlazione non parametrici, con un valore di significatività  $p < 0.05$

**Risultati** - L'analisi *in silico* dei primer ha dimostrato elevata sensibilità e specificità del saggio. Le prove sperimentali sul DNA genomico purificato di *O. cf. ovata* e *O. cf. siamensis* hanno prodotto un amplificato del valore atteso di 204 bp solo in presenza del DNA di *O. cf. ovata*. Infine, gli esperimenti effettuati su campioni ambientali in cui era assente la specie target, ma con un background genomico del microfitobenthos misto, hanno dato esito negativo confermando così l'elevata specificità del saggio nel rilevare e quantificare esclusivamente *O. cf. ovata*. La curva standard plasmidica media ( $y = -3.44x + 34.04$ ,  $n = 8$  esperimenti) ha quantificato accuratamente da  $10^6$  a 2 copie di rDNA per reazione, con un'efficienza del 95% e un coefficiente di correlazione  $R^2 = 0.99$ . La curva standard *Gold* ( $y = -3.36x + 23.72$ ,  $n = 8$  esperimenti) con un'efficienza del 98% e un coefficiente di correlazione  $R^2 = 0.96$ , ha quantificato fino a 0.0008 cellule per reazione ( $C_t$  medio =  $34.35 \pm 1.06$ ). Dall'analisi comparativa delle due curve standard ( $\Delta s = 0.08$ , uguale efficienza delle due curve), è stato ricavato il numero medio di copie di LSU pari a  $1030 \pm 49$  per cellula di *O. cf. ovata* durante la fioritura. Questo valore è stato poi utilizzato per quantificare il numero di cellule in ogni campione ambientale.

La riproducibilità del metodo è stata valutata calcolando il coefficiente di variazione dei  $C_t$  ( $CV_{C_t}$ ) di entrambe le curve standard, e il coefficiente di variazione del numero di copie ( $CV_{C_n}$ ) di ogni curva standard plasmidica estrapolato dall'equazione media in giorni differenti. Il  $CV_{C_t}$  medio ottenuto dalle curve standard plasmidica e *Gold* era 1.7% (range  $10^6$ –2 copie) e 3.0% (range 8–0.0008 cellule) rispettivamente, e il  $CV_{C_n}$  medio era del 25%. Tale curva ci ha permesso di ricavare il numero di cellule target nei diversi campioni ambientali. Tali abbondanze di *O. cf. ovata* sono state confrontate con quelle ottenute dall'analisi microscopica. L'andamento temporale di *O. cf. ovata* durante tutta la fioritura è stato monitorato sia tramite microscopia sia in qrt-PCR, dimostrando l'elevata corrispondenza del numero di cellule di *O. cf. ovata* rilevate con entrambi i metodi. In particolare, questa correlazione era significativa durante il periodo della fioritura (Spearman  $r = 0.96$ ,  $p < 0.0002$ ) (Fig. 1 e 2) quando il numero di cellule era elevato, mentre non è stata osservata quando le abbondanze cellulari diminuivano fino ad arrivare vicino al limite di sensibilità del metodo di microscopia. La maggior sensibilità del metodo molecolare di qrt-PCR permette invece quantificazioni accurate anche in campioni a basso numero di cellule.

**Conclusioni** - In questo studio è stato sviluppato un modello molecolare di



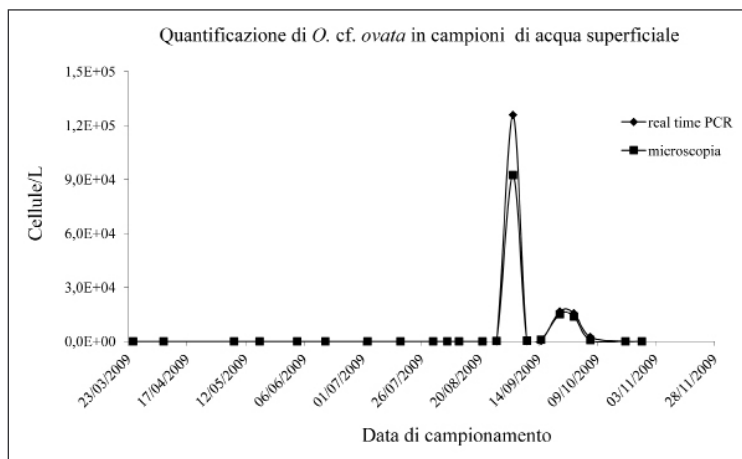


Fig. 1 - Abbondanza di *Ostreopsis cf. ovata* in campioni di acqua di mare.  
Abundance of *Ostreopsis cf. ovata* in surface seawater samples.

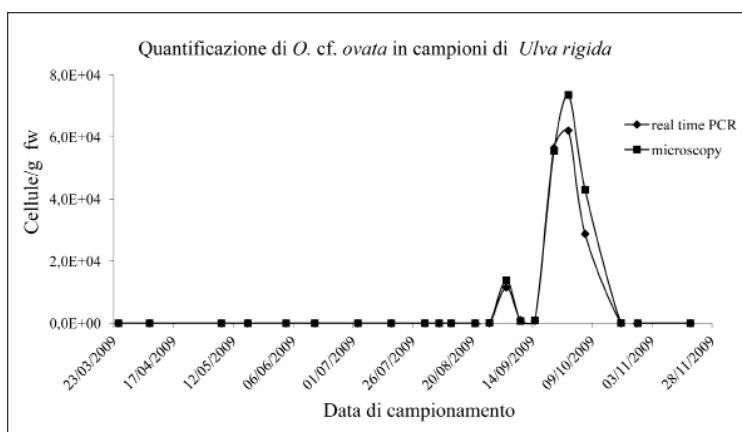


Fig. 2 - Abbondanza di *Ostreopsis cf. ovata* in campioni di *Ulva rigida*.  
Abundance of *Ostreopsis cf. ovata* in *Ulva rigida* samples.

quantificazione di cellule di *O. cf. ovata* durante una fioritura in un'area costiera dell'Adriatico settentrionale. Il nuovo approccio usato in questo saggio di qrt-PCR si basa sulla costruzione di una curva standard (*Gold standard*) ambientale che ha consentito di determinare le abbondanze di *O. cf. ovata* sia in campioni di epifite che di acqua superficiale. L'uguale efficienza delle curve standard *Gold* e plasmidica ha permesso di calcolare il numero di copie di DNA ribosomiale per cellula di *O. cf. ovata*. Tale parametro molecolare può essere utilizzato per determinare le abbondanze e quindi, monitorare gli eventi di fioriture di *O. cf. ovata* in aree costiere mediterranee utilizzando esclusivamente una curva standard plasmidica.

Il metodo di qrt-PCR grazie alla sua elevata sensibilità e specificità, si è dimostrato più utile della microscopia perché è in grado di individuare e quantificare

con maggior precisione le cellule target in un ampio range dinamico con un limite di sensibilità più elevato. Infatti, questo approccio molecolare può essere impiegato nello studio di modelli di crescita di specifici microrganismi sia in coltura che in ambiente marino in alternativa alle metodologie classiche. Inoltre, questo nuovo modello di analisi molecolare rappresenta un valido strumento per lo studio delle dinamiche dei popolamenti fitoplanctonici e lo sviluppo di modelli per la previsione degli eventi HAB, e può essere impiegato nei programmi di monitoraggio per l'identificazione certa e quantificazione di specie algali tossiche anche prima dello sviluppo di una fioritura.

### Bibliografia

- BATTOCCHI C., TOTTI C., VILA M., MASÓ M., CAPELLACCI S., ACCORONI S., REÑÉ, A., SCARDI M., PENNA A. (2010) - Monitoring toxic microalgae *Ostreopsis* (dinoflagellate) species in coastal waters of the Mediterranean Sea using molecular PCR-based assay combined with light microscopy. *Mar. Pollut. Bull.*, **60**: 1074-1084.
- CIMINIELLO P., DELL'AVERSANO C., IACOVO E.D., FATTORUSSO E., FORINO M., GRAUSO L., TARTAGLIONE L., GUERRINI F., PISTOCCHI R. (2010) - Complex palytoxin-like profile of *Ostreopsis ovata*. Identification of four new ovatoxins by high-resolution liquid chromatography/mass spectrometry. *Rapid Commun. Mass Spectrom.*, **24**: 2735-2744.
- GALLUZZI L., BERTOZZINI E., PERINI F., PENNA A., GARCES E., MAGNANI M. (2010) - Analysis of rRNA gene content in the Mediterranean dinoflagellate *Alexandrium catenella* and *Alexandrium taylori*: implications for the quantitative real-time PCR-based monitoring methods. *J. Appl. Phycol.*, **22**: 1-9.
- PENNA A., FRAGA S., BATTOCCHI C., CASABIANCA S., GIACOBBE M.G., RIOBÓ P., VERNESI C. (2010) - A phylogeographical study of the toxic benthic dinoflagellate genus *Ostreopsis* Schmidt. *J. Biogeogr.*, **37**: 830-841.
- PENNA A., VILA M., FRAGA S., GIACOBBE M.G., ANDREONI F., RIOBÓ P., VERNESI C. (2005) - Characterization of *Ostreopsis* and *Coolia* (Dinophyceae) isolates in the Western Mediterranean Sea based on morphology, toxicity and internal transcribed spacer 5.8S rDNA sequences. *J. Phycol.*, **41**: 212-225.
- PERINI F., CASABIANCA A., BATTOCCHI C., ACCORONI S., TOTTI C., PENNA A. (2011) - New approach using the real-time PCR method for estimation of the toxic marine dinoflagellate *Ostreopsis cf. ovata* in marine environment. *PLoS ONE*, **6** (3): e17699. doi:10.1371/journal.pone.0017699.
- TOTTI C., ACCORONI S., CERINO F., CUCCHIARI E., ROMAGNOLI T. (2010) - *Ostreopsis ovata* bloom along the Conero Riviera (northern Adriatic Sea): Relationships with environmental conditions and substrata. *Harmful Algae*, **9**: 233-239.



## **Tema 3**

LA CRESCITA DEGLI ORGANISMI MARINI:  
DALL'ANALISI SPERIMENTALE ALLA  
SINTESI MODELLISTICA

---

*Poster*

F. CACCIATORE, F. OSELLADORE, M.G. MARIN\*, R. BOSCOLO BRUSÀ

ISPRA - Istituto Superiore per la Protezione e Ricerca Ambientale,  
Loc. Brondolo - 30015 Chioggia (VE), Italia.  
federica.cacciatore@isprambiente.it

\*Dip. Biologia, Università di Padova, Italia.

## COME CRESCONO LE VONGOLE FILIPPINE IN LAGUNA DI VENEZIA

### *HOW MANILA CLAM GROWS IN VENICE LAGOON*

**Abstract** - Analysis of covariance was applied to compare the growth pattern of clams reared in different sites placed in the three different basins of Venice Lagoon. Equations of curves that describe the growth pattern in the different sites investigated were found.

**Key-words:** regression analysis, clam culture, growth curves, length-weight relationships.

**Introduzione** - La vongola filippina, *Ruditapes philippinarum*, è un mollusco bivalve ampiamente allevato in laguna di Venezia: viene raccolto come seme in zone di pesca libera per poi essere distribuito in aree di allevamento in concessione dove si svolge la fase di ingrasso (Pellizzato, 1990). Vista l'elevata importanza economica di questi bivalvi per la laguna di Venezia, si è voluto approfondire l'andamento della crescita di organismi allevati nei tre diversi bacini della laguna evidenziando le diverse capacità di accrescimento in funzione della zona di allevamento. I dati e i confronti statistici hanno permesso di elaborare le equazioni delle curve che meglio descrivono il modello di crescita delle vongole in laguna di Venezia in funzione dell'area di allevamento.

**Materiali e metodi** - I campionamenti sono stati effettuati con cadenza mensile da settembre 2003 ad agosto 2004, all'interno di nove allevamenti, dislocati tre nella parte nord della laguna, tre nella zona centrale e tre nella parte più meridionale. All'interno di ciascun vivaio sono stati prelevati casualmente esemplari di *R. philippinarum* con l'ausilio di una rasca manuale. Per ogni campione, costituito da 40 vongole, sono state misurate lunghezza (L) e peso umido totale dell'animale ( $PU_{tot}$ ). Negli allevamenti prescelti le vongole avevano all'inizio dello studio una taglia di 2,5-3 cm e provenivano dalla semina di primavera. Ai parametri corporei L e  $PU_{tot}$  è stata applicata l'analisi della regressione sia considerando i campioni per bacino di appartenenza, che per allevamento. Il numero dei casi indagati varia da 1.399 a 1.438 per i bacini (3) e da 440 a 480 per i singoli allevamenti (9). Per definire le equazioni di crescita più rappresentative, sono state confrontate le rette di regressione di ciascun bacino e quelle di ciascun allevamento raggruppate per bacino: le pendenze delle rette sono state valutate attraverso il test del parallelismo e l'analisi delle intercette è stata eseguita applicando il test dell'ANCOVA (analisi della covarianza).

**Risultati** - La relazione tra lunghezza totale della conchiglia (L) e peso umido totale delle vongole ( $PU_{tot}$ ) è risultata essere un'equazione allometrica di tipo esponenziale:  $PU_{tot} = a \cdot L^b$ , come riportato da diversi autori (Gould, 1996; Solidoro *et al.*, 2001; Pastres *et al.*, 2003). L'andamento esponenziale si mantiene sia considerando i singoli allevamenti, sia riferendosi ai singoli bacini. Per applicare il test dell'ANCOVA sono state linearizzate le equazioni esponenziali trasformandole in equazioni di tipo logaritmico secondo la formula  $\text{Log } PU_{tot} = \text{Log } a + b \text{ Log } L$ . I valori di pendenza delle rette (b) hanno un range di 2,75-3,18 per i bacini; 2,65-2,88 per gli allevamenti del bacino nord; 2,68-3,03 per quelli del bacino centrale e

2,95-3,25 per gli allevamenti del bacino sud. Il valore dell'intercetta (Log a) va da -0,50 a -0,73 per i bacini; da -0,44 a -0,57 per gli allevamenti del bacino nord; da -0,48 a -0,67 per gli allevamenti del bacino centrale e da -0,59 a -0,78 per quelli del bacino sud. Sia considerando le rette dei tre bacini, che le rette degli allevamenti confrontate per bacino, il test del parallelismo è risultato rispettivamente altamente significativo ( $p < 0,001$ ) e significativo ( $p < 0,01$ ). Per questo motivo non è stato scelto di elaborare un'unica equazione per spiegare la crescita delle vongole in laguna di Venezia. Considerando i valori di b delle rette dei diversi allevamenti si è osservato come per alcuni di questi situati a sud e al centro della laguna, le pendenze delle rette risultino molto simili tra loro (2,95; 2,92; 3,03). Analizzando la posizione dei suddetti allevamenti rispetto alle bocche di porto si può notare come i campioni con valori di b simili tra loro siano quelli raccolti negli allevamenti situati a distanze pressoché equivalenti rispetto alle bocche. Verificando la condizione di parallelismo le rette sono risultate parallele ( $p > 0,05$ ). Nonostante l'analisi del test dell'ANCOVA sui valori delle intercette, non abbia confermato anche la coincidenza ( $p < 0,001$ ), in considerazione del fatto che nei bacini centrale e meridionale le condizioni di crescita appaiono omogenee tra loro, è stato scelto di considerare un'unica equazione per gli allevamenti interni  $PU = 0,2179 \cdot L^{3,06}$  ( $R^2 = 0,82$ ; errore std. associato = 0,062). Anche per gli allevamenti in prossimità delle bocche di porto si potrebbe pensare di utilizzare un'unica equazione come pure per i siti localizzati nel bacino nord. In attesa di una validazione con dati pluriannuali è stato scelto di definire singole equazioni di accrescimento per questi siti.

**Conclusioni** - Da quanto emerso da questo studio si è osservato che per valutare l'accrescimento di *R. philippinarum* in laguna di Venezia non sia possibile utilizzare un'unica equazione, ma occorra considerare la localizzazione di allevamento in funzione della distanza dalla bocca di porto. L'equazione elaborata da Solidoro *et al.* (2001), per la relazione tra peso umido totale e lunghezza per vongole provenienti dalle lagune del Nord Adriatico, era  $PU = 0,00026 \cdot L^3$ , con una pendenza della retta simile solo all'equazione elaborata per le vongole di questo studio allevate in aree più interne della laguna di Venezia. Pellizzato (1990) riportava per vongole allevate nei bacini sud e centrale della laguna di Venezia, l'equazione di crescita  $PU = 0,00013 \cdot L^{3,16}$  con un valore di pendenza della retta leggermente differente rispetto a quello trovato in questo studio: inferiore rispetto gli allevamenti vicino alle bocche di porto e di poco superiore di quello ottenuto per gli allevamenti interni. Ulteriori approfondimenti come la validazione ripetuta su un numero di anni maggiore e l'utilizzo anche di organismi più giovani potranno fornire dei modelli generali di accrescimento della specie *Ruditapes philippinarum* in laguna di Venezia che tengano conto della forte variabilità interannuale che in generale caratterizza tutti gli ambienti estuarini e del ciclo vitale completo degli organismi.

#### Bibliografia

- GOULD S.J. (1996) - Allometric and size in ontogeny and phylogeny. *Biol. Review*, **41**: 587-640.
- PASTRES R., SOLIDORO C., COSSARINI G., MELAKU CANU D., DEJAK C. (2003) - Managing the rearing of *Tapes philippinarum* in the lagoon of Venice: a decision support system. *Ecological Modelling*, **138**: 231-245.
- PELLIZZATO M. (1990) - Venericoltura in laguna di Venezia. In: *Tapes philippinarum*, *Biologia e Sperimentazione*. E.S.A.V., Treviso: 21-46.
- SOLIDORO C., PASTRES R., MELAKU CANU D., PELLIZZATO M., ROSSI R. (2001) - Modelling the growth of *Tapes philippinarum* in Northern Adriatic lagoons. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **199**: 137-148.

F. DEL PRETE<sup>1</sup>, A.L. LANGELLOTTI<sup>1</sup>, V. VITIELLO<sup>1</sup>, F. SILVESTRI<sup>1,2</sup>, F. RINNA<sup>1</sup>,  
C.M.A. BARONE<sup>1</sup>, G. SANSONE<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup>CRIAcq (Centro interdipartimentale di ricerche per la gestione delle risorse idrobiologiche e per l'acquacoltura), Università degli Studi di Napoli Federico II,  
Via Università, 100 - 80055 Portici (NA), Italia.

<sup>2</sup>CAPES, Foundation-Ministry of Science and Technology of Brasil.

Setor Bancário Norte, Quadra 2, Bloco L, Lote 06, 3º andar CEP 70040-020 - Brasília, DF, Brazil.

<sup>3</sup>Dip. delle Scienze Biologiche, Sez. di Fisiologia ed Igiene, Università degli Studi di Napoli Federico II,  
Via Mezzocannone, 16 - 80134 Napoli, Italia.  
giovanni.sansone@unina.it

## ACCRESIMENTO DI *MYTILUS GALLOPROVINCIALIS* MEDIANTE ALIMENTAZIONE CON MICROALGHE GENERATE DA REFLUI

### *GROWTH OF MYTILUS GALLOPROVINCIALIS THROUGH FEEDING BASED ON WASTEWATER-CULTIVATED MICROALGAE*

**Abstract** - The aim of this study was to evaluate the growth of juvenile *Mytilus galloprovincialis* fed with microalgae produced by wastewater, as well as to validate the nutritional quality of this production. The microalgae (*Tetraselmis suecica* and *Isochrysis galbana*) were produced with a culture medium obtained by the outflow of a rotating biological contactor (RBC) installed in a pilot aquaculture wastewater plant. The RBC system allows a suitable wastewater treatment to transform waste in a medium for algae biomass production. The cultivated algae can be used as a valuable feed (additive or substitutive) for mussel growth in marine aquaculture. The molluscs growth did not show significant differences between control and experimental group fed with wastewater-cultivated microalgae.

**Key-words:** wastewater aquaculture, algae culture, growth, marine molluscs.

**Introduzione** - L'incidenza del rischio biologico dei sistemi di allevamento intensivo è più alta rispetto alle altre forme di allevamento, a causa dell'elevata quantità di reflui prodotti. I principali processi che causano effetti negativi sui corpi idrici recettori, derivanti dai reflui d'acquacoltura, sono l'eutrofizzazione e l'aumento della carica batterica. Specifici trattamenti di depurazione permettono di ottenere un effluente caratterizzato da un elevato potere eutrofizzante, che può essere utilizzato per la produzione di microalghe marine da reintrodurre nella filiera produttiva acquacolturale. L'importanza dei sistemi di produzione a ricircolazione idrica (RAS) e dei sistemi integrati multitrofici (IMTA), in grado di ridurre gli impatti ambientali generati dai classici sistemi di produzione acquacolturali, è ampiamente dimostrata dai recenti studi presenti nella bibliografia scientifica internazionale (Wik *et al.*, 2009; Schuenhoff *et al.*, 2003; Neori *et al.*, 2000). Lo scopo di questo lavoro è stato quello di valutare l'accrescimento di stadi giovanili di *Mytilus galloprovincialis* alimentati con microalghe prodotte da reflui, in modo da validare la qualità nutrizionale di tali produzioni.

**Materiali e metodi** - Il refluo, proveniente da un allevamento intensivo *land based* di teleostei marini, trattato e depurato mediante sistema a biodischi attivi, è stato filtrato (0.45 µm) e sterilizzato. Il refluo, addizionato con il complesso vitaminico, è stato utilizzato in prove di crescita di microalghe comunemente utilizzate in acquacoltura (*Tetraselmis suecica* e *Isochrysis galbana*). Il controllo in questo test era rappresentato da colture microalgali ottenute utilizzando terreno standard di Walne. Le microalghe prodotte sono state utilizzate come alimento per prove di crescita di stadi giovanili di *M. galloprovincialis*. La sperimentazione ha avuto una durata di dieci settimane ed è stata condotta con gruppi omogenei di 30 organismi ed effettuata

in triplicato. In considerazione delle capacità medie e costanti di produzione delle microalghe nel refluo trattato è stata adottata la seguente dieta sperimentale:  $1.0 \times 10^8$  cellule di *T. suecica* e  $3.0 \times 10^8$  di *I. galbana*/organismo/giorno. La crescita dei due gruppi di mitili è stata valutata mediante la determinazione del Tasso di Crescita Specifico (TCS%) secondo l'equazione:  $TCS\% = [(ln W_2 - ln W_1) / (t_2 - t_1)] * 100$  (Shpigel *et al.*, 1996), in cui  $W_2$  è il peso secco finale,  $W_1$  il peso secco iniziale,  $t_2 - t_1$  è il tempo espresso in giorni intercorso tra le due misure. I dati sono stati sottoposti ad analisi statistica mediante il test *T-Student* accettando come significativi valori di  $p < 0.05$ .

**Risultati** - Sia *T. suecica* che *I. galbana* coltivate nel refluo trattato hanno mostrato livelli di crescita di circa 10 volte inferiori allo standard ed un ritardo di circa una settimana nel raggiungimento del picco di massima crescita; i volumi algali somministrati sono stati quindi modulati al fine di equiparare le razioni alimentari somministrate ai due gruppi di mitili. In Tab. 1 sono espressi i valori ponderali degli organismi controllo (G1) e degli organismi test alimentati con microalghe prodotte nel refluo (G2). I valori del tasso di crescita specifico percentuale (TCS%) registrati non presentano differenze statisticamente significative tra i due gruppi di organismi.

Tab. 1 - Valori dimensionali/ponderali (al tempo 0 e dopo 70 giorni di sperimentazione) e Tasso di Crescita Specifico (TCS%) di mitili appartenenti ai 2 gruppi alimentati rispettivamente con microalghe cresciute su Walne medium (G1) e sul refluo (G2).

*Dimensional and weight values (at time 0 and after 70 days) and Specific Growth Rate (SGR%) of molluscs belonging to the 2 groups fed respectively with microalgae from Walne medium (G1) and from wastewater (G2).*

	Lunghezza (cm)	Altezza (mm)	Larghezza (mm)	Peso umido polpa (g)	Peso secco polpa (g)	TCS (%)
$T_0$	3.22±0.09	10.45±0.25	17.41±0.82	0.77±0.13	0.12±0.016	n.d.
G1 (70 gg)	4.13±0.21	14.74±0.98	22.68±5.93	2.39±0.34	0.39±0.07	1.68±0.7
G2 (70 gg)	4.0±0.08	14.30±0.66	22.57±0.5	1.38±0.11	0.31±0.08	1.36±0.35

**Conclusioni** - I mitili accresciuti con le microalghe prodotte nel refluo non hanno mostrato sostanziali differenze nella crescita rispetto a quelli alimentati con microalghe coltivate in terreni di coltura standard. Inoltre, la qualità in termini di valori nutrizionali delle microalghe prodotte da reflui è assimilabile a quella mostrata dalle microalghe prodotte in condizioni standard. La produzione di biomasse algali da reflui depurati può essere applicata per la riduzione degli impatti ambientali generati dalle produzioni acquacolturali intensive.

#### Bibliografia

- NEORI A., SHPIGEL M., BEN-EZRA D. (2000) - Sustainable integrated system for culture of fish, seaweed and abalone. *Aquaculture*, **186**: 279-291.
- SCHUENHOFF A., SHPIGEL M., LUPATSCH I., ASHKENAZI A., MSUYA F.E., NEORI A. (2003) - A semi-recirculating, integrated system for the culture of fish and seaweed. *Aquaculture*, **221**: 167-181.
- SHPIGEL M., NEORI A., MARSHALL A., LUPATSCH I. (1996) - Propagation of the abalone *Haliotis tuberculata* in land-based system in Eilat Israel. *J. World Aquac. Soc.*, **27**: 435-442.
- WIK T.E.I., LINDÉN B.T., WRAMNER P.I. (2009) - Integrated dynamic aquaculture and wastewater treatment modelling for recirculating aquaculture systems. *Aquaculture*, **287**: 361-370.



A. GIOVE, R. CARLUCCI, A. TURSI, G. D'ONGHIA, L. SION

Dipartimento di Biologia, Università di Bari, Via Orabona, 4 - 70125 Bari, Italia.  
agnese.giove@gmail.com

## EFFICACIA DEL MODELLO DI CRESCITA BIFASICO PER *ETMOPTERUS SPINAX* (LINNAEUS, 1758)

### EFFECTIVENESS OF TWO-PHASE GROWTH MODEL FOR *ETMOPTERUS SPINAX* (LINNAEUS, 1758)

**Abstract** - Adequacy in describing the growth of the elasmobranch *Etmopterus spinax* (Squaliformes, Etmopteridae) of the classical von Bertalanffy growth model in contrast with a two-phase growth model is discussed. Values computed for Akaike Information Criteria (AIC) and AIC weight testify that the best trade off between descriptive precision and complexity lies in the two-phase growth model.

**Key-words:** growth, models, *Etmopterus spinax*, Ionian Sea, Mediterranean Sea.

**Introduzione** - Il modello di accrescimento di von Bertalanffy (von Bertalanffy, 1938) è tra i più utilizzati per descrivere la crescita degli organismi marini. Analizzando gli andamenti dei dati di lunghezza per età di numerose specie di elasmobranchi si osserva, tuttavia, una riduzione del tasso di crescita corrispondente al raggiungimento dell'età di prima maturità (Araya e Cubillos, 2006). Pertanto, un modello in cui il tasso di crescita vari all'aumentare dell'età sarebbe più efficace per descriverne l'accrescimento. Soriano *et al.* (1992) propongono tre modelli di crescita bifasica come varianti della curva di crescita di von Bertalanffy; tra questi, il secondo risulta particolarmente adatto a descrivere l'accrescimento degli elasmobranchi, introducendo una modifica al parametro di curvatura che induce la transizione tra due fasi di crescita. Nel presente lavoro tale modello bifasico viene applicato per stimare i parametri di crescita di *Etmopterus spinax* (Linnaeus, 1758) nel Mar Ionio.

**Materiali e metodi** - Il modello bifasico è stato applicato ai dati di lunghezza per età stimati per *E. spinax* nel Mar Ionio da Sion *et al.* (2000) attraverso la lettura degli anelli di crescita presenti sulle sezioni della seconda spina dorsale. I parametri di crescita sono stati stimati mediante *fitting* del modello di accrescimento di von Bertalanffy e del modello di crescita bifasico, realizzati per mezzo di regressione non lineare con il metodo di Levenberg-Marquardt (Marquardt, 1963). Il modello di accrescimento bifasico prevede una variazione al modello classico di von Bertalanffy, in cui un fattore  $A_t$  modifica  $k$  all'aumentare dell'età, ovvero:

$$L_t = L_\infty(1 - e^{-kA_t(t-t_0)}) \quad \text{con} \quad A_t = 1 - \frac{h}{(t-t_h)^2+1}$$

in cui  $t_h$  è l'età alla quale avviene la transizione tra le due fasi di crescita ed  $h$  misura l'ampiezza della differenza massima tra il modello classico e quello bifasico. L'efficacia dei due modelli è valutata mediante la stima dell'indice AIC (Akaike Information Criterion) e del relativo AIC weight ( $w$ ) (Burnham e Anderson, 2002). In particolare, l'AIC è formulato in modo da penalizzare la complessità del modello (misurata dal numero di parametri) e valorizzarne la precisione descrittiva (misurata dai residui). Il corrispondente  $w$  rappresenta la probabilità di aver scelto il modello corretto selezionando quello bifasico.

**Risultati** - I parametri di crescita stimati mediante l'applicazione del modello di von Bertalanffy e del modello bifasico ed i relativi valori di AIC sono presentati in Tab. 1. L'andamento della curva di crescita bifasica stimata per *E. spinax* è mostrato in Fig. 1. Il valore dell'indice  $w$  è risultato pari a 71,4%.

Tab. 1 - Parametri di crescita e relativi valori di AIC stimati mediante l'applicazione del modello di von Bertalanffy e del modello bifasico ai dati di lunghezza per età di *E. spinax*.

*Growth parameters and relative AIC values estimated by fitting the von Bertalanffy model and the two-phase model to the length-at-age data of E. spinax.*

Modello	$L_{\infty}$	$k$	$t_0$	$t_h$	$h$	AIC
von Bertalanffy	868,7	0,066	- 2,341			22,59
bifasico	600,5	0,125	- 1,717	3,5	0,077	20,76

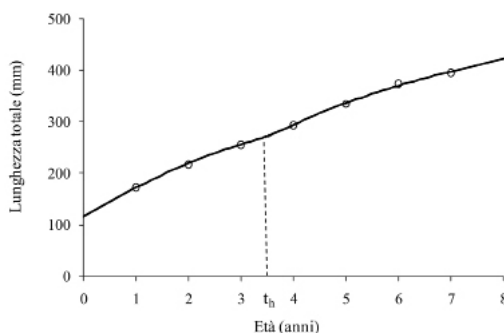


Fig. 1 - Curva di accrescimento bifasica adattata ai dati di lunghezza per età di *E. spinax*.

*Two-phase growth curve fitted to the length-at-age data of E. spinax.*

**Conclusioni** - L'indice AIC e  $w$  costituiscono un criterio appropriato per la scelta del modello con il miglior compromesso fra complessità e precisione descrittiva (Burnham e Anderson, 2002); i valori stimati per l'indice AIC e  $w$  attestano che il modello bifasico di crescita è più efficace rispetto a quello di von Bertalanffy per spiegare l'accrescimento di *E. spinax*. La stima dell'età di transizione tra le due fasi di crescita (3,5 anni) è coerente con l'età in cui la specie raggiunge la maturità sessuale. Infine, i valori di  $L_{\infty}$ ,  $k$  e  $t_0$  stimati mediante il modello bifasico risultano confrontabili con quelli pubblicati per la specie nel Mar Tirreno centrale (Gennari e Scacco, 2007).

## Bibliografia

- ARAYA M., CUBILLOS L.A. (2006) - Evidence of two-phase growth in elasmobranchs. *Environ. Biol. Fish.*, **77**: 293-300.
- BURNHAM K.P., ANDERSON D.R. (2002) - *Model selection and multimodel inference: a practical information-theoretic approach*. 2<sup>nd</sup> Ed. Springer-Verlag, New York, USA: 488 pp.
- GENNARI E., SCACCO U. (2007) - First age and growth estimates in the deep water shark *Etmopterus spinax* (Linnaeus., 1758), by deep coned vertebral analysis. *Mar. Biol.*, **152**: 1207-1214.
- MARQUARDT D. (1963) - An algorithm for least-squares estimation of nonlinear parameters. *SIAM J. Appl. Math.*, **11**: 431-441.
- SION L., D'ONGHIA G., CARLUCCI R. (2000) - A simple technique for ageing the velvet shark, *Etmopterus spinax* (Squalidae). In: Vacchi M., La Mesa G., Serena F., Séret B. (eds), *Proc. 4<sup>th</sup> Europ. Elasm. Assoc. Meet., Livorno (Italy)*. ICRAM, ARPAT-GEA & Soc. Fr. Ichthyol.: 135-139.
- SORIANO M., MOREAU J., HOENIG J.M., PAULY D. (1992) - New functions for the analysis of two-phase growth of juvenile and adult fishes, with application to Nile Perch. *Trans. Am. Fish. Soc.*, **121**: 486-493.
- von BERTALANFFY L. (1938) - A quantitative theory of organic growth (Inquiries on growth laws II). *Hum. Biol.*, **10**: 181-213.

M. MEREU, AL. CAU, C. PORCU, D. CUCCU

Dip. di Scienze della Vita e dell'Ambiente, Università di Cagliari, Via T. Fiorelli, 1 - 09126 Cagliari, Italia.  
cuccu@unica.it

## ON THE MORPHOMETRIC RELATIONSHIP BETWEEN BEAKS AND BODY SIZE IN *HISTIOTEUTHIS BONNELLII* (FÉRUSSAC, 1835)

### RELAZIONE MORFOMETRICA TRA I BECCHI E LE DIMENSIONI DEL CORPO IN *HISTIOTEUTHIS BONNELLII* (FÉRUSSAC, 1835)

**Abstract** - Six measurements of 109 beaks (59 males and 50 females) of *Histioteuthis bonnellii* (Cephalopoda: Histioteuthidae) caught in the south Sardinian waters were interrelated with the size (ML) of the specimens. In both sexes, respectively for upper and lower beaks, the lateral wall and the hood grew faster than other parts (e.g. the rostrum). The analysis of covariance showed different beaks in the two sexes ( $p < 0.05$ ).

**Key-words:** *Histioteuthis*, beaks, regression, Sardinian waters.

**Introduction** - The cephalopods beaks are characterized by a high resistance to erosion during the digestive process in predator stomachs and are important taxonomically (e.g. Hernández-García, 2003; Hernández-García *et al.*, 1998). Beaks found on the sea floor or in stomach contents of cephalopods predators give valuable information on cephalopods distribution and can be used to estimate size and biomass of the identified species, once the beak morphometrics are related to the size of those cephalopods (e.g. Hernández-García, 2003; Hernández-García *et al.*, 1998). This is particularly useful for “elusive species” such as those belonging to the *Histioteuthis* genus (Bello, 2000). Therefore, this study aims to provide preliminary information on the relationships between the growth of the beaks and the body sizes in *Histioteuthis bonnellii*.

**Materials and methods** - A total of 109 *H. bonnellii* were collected during commercial hauls, carried out in the south Sardinian waters from 2005 to 2010 at depth ranging from 400 to 700 m. The dorsal mantle length (ML, mm) (Roper and Voss, 1983) was measured and the sex was assigned on each specimen; the mandible (upper and lower beak) was removed and stored in 70% ethanol. On upper (UB) and lower beaks (LB), according to Hernández-García *et al.* (1998), six measurements were recorded and were interrelated to ML by a linear regression, with previous logarithmic transformation. To find possible differences between the mandibles of males and females, the variance of the beak morphometric data was studied by applying analysis of covariance ( $\alpha = 0.05$ ; Martín-Andrés and Luna del Castillo, 1990).

**Results and conclusions** - The size of males ( $n = 59$ ) and females ( $n = 50$ ) ranged from 24.5 to 198.0 mm and from 34.0 to 230.0 mm ML, respectively. The relationships of each mandible measurement to ML for males and females are shown in Tab. 1. In both sexes the hood length (Hl) in the lower beaks grew faster than all the other parts. In the upper beaks, the fastest growth was recorded in the lateral wall (LW<sub>a</sub>) in males, and in the distance between jaw angles (JAd) followed by LW<sub>a</sub> in females. The rostral length (Rl) showed low slope values in all regressions and JAd only in the upper beaks of males. These results are similar to those obtained for *Todarodes sagittatus* (Hernández-García *et al.*, 1998) and *Todaropsis eblanae* (Hernández-García, 2003) according to the fact that the growth of the hood and lateral wall can permit the ingestion of larger fragments of food whilst the rostrum is used for slicing and it suffers erosion. The analysis of covariance indicating that the upper and the lower beaks of males and females of *H. bonnellii* are significantly different (Tab. 2,

p-value <0.05), is in agreement with that already reported by Hernández-García *et al.* (1998) for *T. sagittatus*. These data could represent a useful tool within studies on teuthivorous predators.

Tab. 1 - Linear regression equations and statistics of beak characteristics of *Histioteuthis bonnellii*. Cl: crest length, Hl: hood length, Rl: rostral length, Wl: wing length, JAd: distance between the jaw angles, LWa: amplitude of the lateral wall in the upper beak, BL: length of the baseline in the lower beak, ML<sub>M</sub>: dorsal mantle length of males, ML<sub>F</sub>: dorsal mantle length of females, UB: upper beak, LB: lower beak.

*Equazioni e parametri statistici delle regressioni lineari tra alcune misure del becco dorsale (UB) e ventrale (LB) e la lunghezza mantello dorsale dei maschi (ML<sub>M</sub>) e delle femmine (ML<sub>F</sub>) di Histioteuthis bonnellii. Cl: lunghezza cresta, Hl: lunghezza cappuccio, Rl: lunghezza rostro, Wl: lunghezza ala, JAd: distanza tra gli angoli della mandibola, LWa: ampiezza della parete laterale del becco dorsale, BL: ampiezza alla base del becco ventrale.*

Regression equations	Number of specimens	Regression coefficient r	Standard error	r <sup>2</sup>	F	p-value
$\ln ML_M = 0.494150 + 0.490451 \ln Cl_{UB}$	59	0.954	0.068	0.909	576.88	0.0000
$\ln ML_F = 0.433877 + 0.508165 \ln Cl_{UB}$	47	0.976	0.044	0.951	892.59	0.0000
$\ln ML_M = 0.630488 + 0.492332 \ln Hl_{UB}$	57	0.951	0.070	0.903	522.71	0.0000
$\ln ML_F = 0.529571 + 0.524969 \ln Hl_{UB}$	47	0.973	0.047	0.945	794.53	0.0000
$\ln ML_M = 1.518499 + 0.476855 \ln Rl_{UB}$	58	0.942	0.076	0.885	441.62	0.0000
$\ln ML_F = 1.159016 + 0.478691 \ln Rl_{UB}$	47	0.965	0.053	0.929	600.45	0.0000
$\ln ML_M = 1.150835 + 0.479125 \ln Wl_{UB}$	57	0.916	0.089	0.836	287.06	0.0000
$\ln ML_F = 1.027307 + 0.510353 \ln Wl_{UB}$	46	0.933	0.070	0.867	294.77	0.0000
$\ln ML_M = 0.948436 + 0.510232 \ln LWa_{UB}$	59	0.944	0.075	0.889	467.16	0.0000
$\ln ML_F = 0.863032 + 0.542989 \ln LWa_{UB}$	47	0.958	0.058	0.916	505.76	0.0000
$\ln ML_M = 1.546848 + 0.474164 \ln JAd_{UB}$	50	0.904	0.077	0.814	215.88	0.0000
$\ln ML_F = 1.509224 + 0.547535 \ln JAd_{UB}$	46	0.950	0.060	0.899	403.14	0.0000
$\ln ML_M = 0.759207 + 0.511085 \ln Cl_{LB}$	58	0.954	0.068	0.909	570.50	0.0000
$\ln ML_F = 0.749137 + 0.516926 \ln Cl_{LB}$	46	0.975	0.044	0.949	837.10	0.0000
$\ln ML_M = 0.934717 + 0.609589 \ln Hl_{LB}$	59	0.937	0.079	0.876	412.05	0.0000
$\ln ML_F = 0.897958 + 0.630510 \ln Hl_{LB}$	45	0.932	0.071	0.866	285.73	0.0000
$\ln ML_M = 1.312406 + 0.444144 \ln Rl_{LB}$	59	0.928	0.085	0.858	351.30	0.0000
$\ln ML_F = 1.236424 + 0.443826 \ln Rl_{LB}$	46	0.942	0.066	0.888	348.25	0.0000
$\ln ML_M = 0.915100 + 0.478430 \ln Wl_{LB}$	57	0.938	0.080	0.878	404.08	0.0000
$\ln ML_F = 0.902170 + 0.484091 \ln Wl_{LB}$	46	0.969	0.049	0.937	668.34	0.0000
$\ln ML_M = 0.818604 + 0.488191 \ln Bl_{LB}$	58	0.961	0.063	0.922	673.01	0.0000
$\ln ML_F = 0.805924 + 0.481610 \ln Bl_{LB}$	46	0.972	0.046	0.944	762.95	0.0000
$\ln ML_M = 1.592953 + 0.450244 \ln JAd_{LB}$	57	0.916	0.084	0.835	285.42	0.0000
$\ln ML_F = 1.514110 + 0.453722 \ln JAd_{LB}$	45	0.914	0.077	0.831	217.37	0.0000

Tab. 2 - Analysis of covariance of sex effect on upper (UB) and lower (LB) beak measurements; df: degrees of freedom.

*Analisi della covarianza dell'effetto sesso sulle misure rilevate sul becco dorsale (UB) e ventrale (LB); df: gradi di libertà.*

Sample	Variable	Wilks' Lambda	df1	df2	F	p - value
Males and Females	Upper Beaks	0.7812939	6	86	4.012302	< 0.0014
Males and Females	Lower Beaks	0.6982757	6	90	6.481487	< 0.0000

## References

- BELLO G. (2000) - How rare is *Histioteuthis bonnellii* (Cephalopoda: Histioteuthidae) in the eastern Mediterranean Sea? *J. Moll. Stud.*, **66**: 575-577.
- HERNÁNDEZ-GARCÍA V. (2003) - Growth and pigmentation process of the beaks of *Todaropsis eblanae* (Cephalopoda: Ommastrephidae). *Berliner Paläobiol. Abh.*, **3**: 131-140.
- HERNÁNDEZ-GARCÍA V., PIATKOWSKI U., CLARKE M.R. (1998) - Development of the darkening of *Todarodes sagittatus* beaks and its relation to growth and reproduction. *S. Afr. J. Mar. Sci.*, **20**: 363-373.
- MARTÍN ANDRÉS A., LUNA DEL CASTILLO J.D. (1990) - *Bioestadística para las ciencias de la salud*. 3<sup>rd</sup> Ed. Ediciones Norma, Madrid: 622 pp.
- ROPER C.F.E., VOSS G.L. (1983) - Guidelines for taxonomic descriptions of cephalopod species. *Mem. Nat. Mus. Vict.*, **44**: 49-63.

C. PORCU, S. CABIDDU, A. MULAS, C. PEDONI, M.C. FOLLESA

Dipartimento di Scienze della Vita e dell'Ambiente (Macrosezione di Biologia Animale ed Ecologia),  
Università di Cagliari, Via T. Fiorelli, 1 - 09126 Cagliari, Italia.  
cporcu@unica.it

## GROWTH OF A BATHYAL SPECIES, *ALEPOCEPHALUS ROSTRATUS*, FROM THE SARDINIAN CHANNEL

### *ACCRESIMENTO DI UNA SPECIE BATHIALE, ALEPOCEPHALUS ROSTRATUS, NEL CANALE DI SARDEGNA*

**Abstract** - Data on age estimation and growth of *Alepocephalus rostratus* (Osteichthyes) (TL 9.7-45.7 cm) in the Sardinian Channel (Central-Western Mediterranean) are reported. High correlations between morphometric variables (TL, WT, OL, OW) were found. Considering the otolith rings as annual, this species was found to be very long-lived (maximum 21 yr) with a very slow growth rate.

**Key-words:** growth, otoliths, *Alepocephalus rostratus*, Sardinian Channel.

**Introduction** - Most of the Mediterranean deep-water species are relatively long-lived with moderate growth rates (Morales-Nin, 2001). Although crucial for stock assessment and fisheries management, data on the age structure of deep water fishes are still limited, and studies dealing with age and growth are scattered and usually incomplete (Bergstad, 1995). This contribution focused on the study about age estimation and growth of the smooth-head fish *Alepocephalus rostratus* Risso, 1820, the only representative of the Alepocephalidae family in the Mediterranean. The only data on growth reported in literature for the Mediterranean Sea derive from studies carried out in the Catalan Sea (Morales-Nin, 1990, 2001; Morales-Nin *et al.*, 1996).

**Materials and methods** - A total of 744 specimens of *A. rostratus* were caught between 946 m and 1420 m in the Sardinian Channel. Total length (TL  $\pm 0.1$  cm) and Total weight (TW  $\pm 0.01$  g) were recorded for each individual. Otoliths from 559 specimens were removed, measured using a caliper (OL  $\pm 0.01$  cm) and weighted (OW  $\pm 0.01$  g). A subsample of 97 sagittae (immersed in a 50% ethanol and 50% glycerin mixture) were read at least twice independently by two observers under transmitted light. The length-weight relationships for fish and otoliths, and the correlations between fish length and otolith size were calculated applying linear and exponential regression equations tested by *t*-test. Growth increments of otoliths were defined as structures that comprise an opaque zone and a translucent zone. An opaque and translucent zone deposition pattern was considered as an annual event (Massuti *et al.*, 1995) and the opaque zones were considered as *annuli*. The age-length relationship was calculated and the von Bertalanffy function was fitted (FISAT). To compare growth rates, the growth performance index  $\phi$  was employed.

**Results** - Fish showed a range in size between 9.7 and 45.7 cm TL. The highest correlations were found between the weight and the length of the fish (positive allometry). The *t*-test revealed significant differences ( $p < 0.05$ ) between the slopes regression coefficients (*b*) obtained. Negative allometry was found in the growth of otoliths and in the relationship between otolith length and fish length (linearly related) (Tab. 1). This could imply a relative decrease of otolith size with age.

Tab. 1 - Morphometric relationships for *Alepocephalus rostratus* from the Sardinian Channel.  
*Relazioni morfometriche per Alepocephalus rostratus nel Canale di Sardegna.*

Correlation	n	r <sup>2</sup>
TW=0.0024TL <sup>3.236</sup>	744	0.98
OW=2E-0.5TL <sup>1.9571</sup>	559	0.94
OW=0.076OL <sup>2.353</sup>	559	0.90
OL=0.0134TL+0.1172	559	0.98

Reading the opaque zones, the first few layers of organic material were visible starting from the specimens of 14 cm TL. *A. rostratus* reached a maximum age of 21 years in an individual of 45 cm in TL. Few individuals were older than 15-16 years, while most part of the specimens (more than 50%) presented ages between 2 and 17 years. VBGF parameters obtained were  $L_{\infty}=54.37$ ,  $k=0.07$ ,  $t_0=-4.157$  and  $\phi=2.32$ .

**Conclusions** - The morphometric relationships among variables were in agreement with those of most of teleosts. Generally, negative allometry ( $b < 3$ ), as showed in sagitta size in relation to the fish length, has also been found in other deep-water species such as those belonging to the family Macrouridae. In general it seems that this aspect is more pronounced in species living in very deep ecosystems (Massutí *et al.*, 1995). Considering the otolith rings as annual, *A. rostratus* was found to be very long-lived (maximum 21 yr) with a very slow growth rate, as showed for the same species in the Catalan Sea (Morales-Nin *et al.*, 1996). These features are common to other species distributed in these areas at the same depth ranges (Massutí *et al.*, 1995, D'Onghia *et al.*, 2004). Von Bertalanffy parameters were higher than those calculated for the Catalan Sea ( $L_{\infty}=45.46$ ;  $k=0.09$ ;  $t_0=-3.10$ ), but the index  $\phi$  was similar (2.269). Finally, the slow growth and longevity, together with all features as long period of spawning, the few and large eggs (Follesa *et al.*, 2007), are patterns that characterize this deep sea fish as K-strategist.

#### References

- BERGSTAD O.A. (1995) - Age determination of deep-water species: experiences, status and challenges for the future. In: Hopper A.G. (ed), *Deep-Water Fisheries of the north Atlantic oceanic Slope*. Kluwer Academic Publishers, Netherlands: 267-283.
- D'ONGHIA G., LLORIS D., SION L., CAPEZZUTO F., LABROPOULOU M. (2004) - Observation on the distribution, population structure and biology of *Bathypterois mediterraneus* Bauchot, 1962 in three areas of Mediterranean Sea. *Sci. Mar.*, **68**: 163-170.
- FOLLESA M.C., PORCU C., CABIDDU S., DAVINI M.A., SABATINI A., CAU A. (2007) - First observations on the reproduction of *Alepocephalus rostratus* Risso, 1820 (Osteichthyes, Alepocephalidae) from the Sardinian Channel (Central-Western Mediterranean). *Mar. Ecol.*, **28** (Suppl. 1): 75-81.
- MASSUTÍ E., MORALES-NIN B., STEFANESCU C. (1995) - Distribution and biology of five grenadier fish (Pisces: Macrouridae) from the upper and middle slope of the northwestern Mediterranean. *Deep-Sea Res. I*, **42**: 307-330.
- MORALES-NIN B. (1990) - A first attempt at determining growth patterns of some Mediterranean deep-sea fishes. *Sci. Mar.*, **54** (3): 241-248.
- MORALES-NIN B. (2001) - Mediterranean deep-water fish age determination and age validation: the state of the art. *Fish. Res.*, **51**: 377-383.
- MORALES-NIN B., MASSUTÍ E., STEFANESCU C. (1996) - Distribution and biology of *Alepocephalus rostratus* from the Mediterranean Sea. *J. Fish Biol.*, **48**: 1097-1112.

L. SION, R. CARLUCCI, D. BATTISTA, F. CAPEZZUTO, G. D'ONGHIA

Dipartimento di Biologia, Università di Bari,  
Via Orabona, 24 - 70125 Bari, Italia.  
l.sion@biologia.uniba.it

## ACCRESIMENTO DI *LAMPANYCTUS CROCODILUS* (RISSO, 1810) NEL MAR IONIO

### *GROWTH OF LAMPANYCTUS CROCODILUS* (*RISSO, 1810*) IN THE IONIAN SEA

**Abstract** - Age and growth of *L. crocodilus* (*Osteichthyes*, *Myctophidae*) were estimated using otoliths by direct and backcalculation methods. Data were collected in the Ionian Sea during nine seasonal trawl surveys carried out between 2000 and 2004. The maximum age identified was 8 years. The age-length keys obtained through the two different methods provided comparable results.

**Key-words:** age, growth, back-calculation, *Lampanyctus crocodilus*, Ionian Sea, Mediterranean Sea.

**Introduzione** - I mictofidi, comunemente indicati come pesci lanterna, compiono migrazioni nictemerali giocando un ruolo rilevante nei processi di funzionamento dell'ecosistema marino, soprattutto nel meccanismo di collegamento tra l'ambiente profondo e quello superficiale. Le conoscenze sulla bio-ecologia di *Lampanyctus crocodilus* sono alquanto scarse e le poche disponibili sono di tipo tassonomico (Tortonese, 1985) oppure riguardano aspetti trofici (Matallanas, 1982; Stefanescu e Cartes, 1992) o la sua distribuzione geografica e batimetrica (D'Onghia *et al.*, 2004; Mytilineou *et al.*, 2005). Il presente lavoro si propone di fornire un contributo alla conoscenza sull'accrescimento e la longevità di questo teleosteo batiale nel Mar Ionio.

**Materiali e metodi** - I campioni sono stati raccolti dal 2000 al 2004 nell'ambito di progetti di ricerca internazionali (MEDITS) e nazionali (GRUND) sulla valutazione delle risorse demersali (Bertrand *et al.*, 2000; Relini, 2000) realizzati nel Mar Ionio. I campioni derivanti dal primo progetto riguardano cinque campagne sperimentali di pesca a strascico realizzate in primavera dal 2000 al 2004 mentre quelli ottenuti nell'ambito del secondo progetto si riferiscono a quattro campagne autunnali effettuate dal 2000 al 2003. Su ogni esemplare campionato è stata misurata la lunghezza standard (LS in mm). La determinazione dell'età è stata effettuata, per sessi combinati, mediante un metodo diretto basato sulla lettura degli anelli di crescita presenti negli otoliti (sagitte) ed uno indiretto basato sul metodo della *backcalculation* attraverso l'equazione di Fraser-Lee (Francis, 1990). In particolare sono state prelevate 436 coppie di sagitte e la lettura è stata effettuata mediante uno stereoscopio binoculare a luce riflessa. Per verificare l'affidabilità dell'analisi è stato applicato il test statistico non parametrico di Mann-Whitney U-test per il confronto tra le lunghezze medie/età ottenute dalle osservazioni dirette e retrocalcolate.

**Risultati** - *L. crocodilus* è stato rinvenuto nel Mar Ionio tra 279 e 780 m di profondità. Le distribuzioni di taglia presentavano un andamento polimodale in un intervallo di taglia compreso tra 28 e 172 mm LS. Dalla lettura delle sagitte le classi di età più rappresentate sono state quelle appartenenti al 2°, 3° e 4° anno d'età. L'età massima osservata è stata pari a 8 anni. Le chiavi lunghezza-età ottenute dai due differenti metodi utilizzati sono mostrate in Tab. 1. Non sono state evidenziate differenze statisticamente significative ( $p > 0.05$ ) tra i valori delle classi d'età stimati con l'osservazione diretta e quelli ottenuti con la *backcalculation*.

Tab. 1 - Lunghezze standard medie per classe di età con relative deviazioni standard (d.s.), ricavate, mediante la lettura diretta degli otoliti e il metodo del retrocalcolo, per gli esemplari di *L. crocodilus* catturati nel Mar Ionio.

*The age-length keys, with standard deviation (s.d.), estimated by direct and backcalculation methods for individuals of L. crocodilus caught in the Ionian Sea.*

Classi di età	Lettura otoliti		Metodo retrocalcolo
	N. otoliti	LS media (mm) $\pm$ d. s.	LS media (mm) $\pm$ d. s.
0	2	36 $\pm$ 3,00	38 $\pm$ 2,62
1	4	55 $\pm$ 4,34	55 $\pm$ 5,07
2	56	74 $\pm$ 5,51	70 $\pm$ 6,15
3	44	91 $\pm$ 8,05	85 $\pm$ 6,61
4	77	106 $\pm$ 11,09	102 $\pm$ 7,93
5	29	120 $\pm$ 8,37	119 $\pm$ 9,56
6	16	130 $\pm$ 5,04	136 $\pm$ 7,71
7	33	140 $\pm$ 5,00	153 $\pm$ 11,77
8	23	154 $\pm$ 5,01	156

**Conclusioni** - Questo lavoro rappresenta il primo studio sull'accrescimento di *L. crocodilus* per cui non si dispone di una letteratura di riferimento. L'analisi del processo di crescita effettuato sugli otoliti di *L. crocodilus* ha evidenziato una chiara modalità di alternanza di anelli ialini e opachi probabilmente legata alla variabile disponibilità di cibo che nell'ambiente profondo è strettamente correlata al trasferimento di risorse trofiche dai livelli superficiali (Morales-Nin, 2001). La determinazione della chiave lunghezza-età, ottenuta attraverso i due differenti metodi, ha evidenziato una buona corrispondenza tra i valori della LS media per classe d'età.

### Bibliografia

- BERTRAND J.A., GIL DE SOLA L., PAPAConstantinou C., RELINI G., SOUplet A. (2000) - An international bottom trawl survey in the Mediterranean: the MEDITS programme. *Actes de Colloques IFREMER*, **26**: 76-93.
- D'ONGHIA G., POLITOU C.Y., BOZZANO A., LLORIS D., ROTLLANT G., SION L., MASTROTOTARO F. (2004) - Deep-water fish assemblages in the Mediterranean Sea. *Sci. Mar.*, **68** (Suppl. 3): 87-99.
- FRANCIS R.I.C.C. (1990) - Back-calculation of fish length: a critical review. *J. Fish. Biol.*, **36**: 883-902.
- MATALLANAS J. (1982) - Estudio del Régimen alimentario de *Lampanyctus crocodilus* (Risso, 1810) (Pisces, Myctophidae) en las costas catalanas (Mediterráneo occidental). *Tethys*, **10**: 254-260.
- MORALES-NIN B. (2001) - Mediterranean deep-water fish age determination and age validation: the state of the art. *Fish. Res.*, **51**: 377-383.
- MYTILINEOU C.H., POLITOU C.-Y., PAPAConstantinou C., KAVADAS S., D'ONGHIA G., SION L. (2005) - Deep-water fish fauna in the Eastern Ionian Sea. *Belgian J. Zool.*, **135** (2): 229-233.
- RELINI G. (2000) - La ricerca sulla pesca: le risorse demersali. *Biol. Mar. Mediterr.*, **7** (4): 13-45.
- STEFANESCU C., CARTES J.E. (1992) - Benthopelagic habits of adult specimens of *Lampanyctus crocodilus* (Risso, 1810) (Pisces, Myctophidae) in the western Mediterranean deep slope. *Sci. Mar.*, **56**: 69-74.
- TORTONESE E. (1985) - Distribution and ecology of endemic elements in the Mediterranean fauna (Fishes and Echinoderms). In: Moraitou-Apostolopoulou M., Kiortsis V. (eds), *Mediterranean marine ecosystems*. Plenum Press, New York: 57-83.



A. VOLIANI, A. LIGAS\*, M. RIA, R. SILVESTRI\*

A.R.P.A.T. - Risorse Ittiche e Biodiversità Marina, Via Marradi, 114 - 57126 Livorno, Italia.  
a.voliani@arpat.toscana.it

\*C.I.B.M., V.le N. Sauro, 4 - 57128 Livorno, Italia.

## ACCRESIMENTO DI *POMATOMUS SALTATRIX* NEL MAR LIGURE ORIENTALE

### *GROWTH OF POMATOMUS SALTATRIX FROM THE EASTERN LIGURIAN SEA*

**Abstract** - Age and growth of the bluefish, *Pomatomus saltatrix* (Linnaeus, 1766) (Osteichthyes, Pomatomidae), have been studied by means of both modal progression analysis and otoliths reading. Specimens have been collected from both commercial and recreational fishing. A relatively fast growth rate was observed. No significant differences were found between the two methods as well as between sexes.

**Key-words:** age determination, growth, *Pomatomus saltatrix*, Ligurian Sea.

**Introduzione** - Il pesce serra, *Pomatomus saltatrix* (Linnaeus, 1766), è una specie sub-cosmopolita, presente sia nei mari tropicali che in quelli temperati. Nel Mar Mediterraneo è presente ovunque, compreso il Mar Nero (Tortonese, 1986). Lungo le coste italiane centro-settentrionali la specie, piuttosto rara fino al 1945, ha manifestato importanti incrementi di biomassa verso la fine degli anni '40 (Tortonese, 1954) e, dopo una regressione durata quasi 40 anni, un nuovo sviluppo nei primi anni '90 (Voliani *et al.*, 2006). Tale fase di espansione nelle acque del Mar Tirreno e del Mar Ligure ha portato alla costituzione di popolazioni in grado di riprodursi e di essere stabilmente presenti lungo le coste toscane (Voliani *et al.*, 2006). Tuttavia, sono ancora scarse e frammentarie le informazioni sulla biologia ed ecologia di *P. saltatrix* lungo le coste italiane. In questo contesto, il presente lavoro cerca di gettare luce sugli aspetti legati all'accrescimento di questa specie, utilizzando sia metodi diretti che indiretti.

**Materiali e metodi** - Gli esemplari di pesce serra analizzati nel presente lavoro sono stati raccolti dal 1995 al 2010 nel Mar Ligure Orientale e provengono sia dalla pesca professionale (strascico ed attrezzi da posta), sia dalla pesca dilettantistica (prevalentemente traina da imbarcazione). La determinazione dell'età è stata effettuata su sezioni trasversali, di spessore 0,8 mm, degli otoliti. Le sezioni sono state lette sotto luce riflessa, usando uno stereo microscopio collegato ad un sistema di analisi di immagine (Optimas 6.2). L'età è stata stimata contando le bande ialine, o invernali (anelli di colore scuro, sotto luce riflessa), dal centro dell'otolite al margine ventrale.

Parallelamente sono state analizzate le distribuzioni di taglia (LT) di 632 esemplari, raccolte nel corso di tutti i mesi dell'anno. Le progressioni delle classi modali sono state analizzate con il programma Elefan contenuto nel pacchetto FiSAT II (versione 1.2.2). Sia i dati età-lunghezza ottenuti dalla lettura degli otoliti, che la progressione delle classi modali, sono stati utilizzati per la stima dei parametri di crescita del modello di Von Bertalanffy:  $L_{\infty}$  (lunghezza asintotica),  $k$  (tasso di crescita),  $t_0$  (età teorica in cui la lunghezza è zero).

**Risultati** - L'età attraverso la lettura degli otoliti è stata stimata per un totale di 93 esemplari di pesce serra, tra cui 52 femmine e 19 maschi, compresi tra 8,5 e 90,5 cm LT. Per le femmine l'età massima stimata è risultata 11 anni, corrispondente

ad un esemplare di 90,5 cm LT; per i maschi, 5 anni, per un esemplare di 58,5 cm LT. Le distribuzioni di taglia hanno riguardato 632 esemplari, di cui 266 femmine e 157 maschi, compresi tra 5,5 e 90,5 cm. Gli esemplari di maggiori dimensioni per entrambi i sessi sono risultati una femmina di 90,5 cm ed un maschio di 78,5 cm. I parametri di crescita ottenuti con entrambi i metodi sono riportati in Tab. 1. I due metodi hanno ottenuto risultati simili ( $t_1=3,686$ ;  $p>0,01$ ). Non sono state riscontrate differenze significative tra maschi e femmine ( $t_2=1,875$ ;  $p>0,01$ ).

Tab. 1 - Parametri di crescita, con le relative stime di variabilità, e valore di  $\Phi'$ ; M=maschi; F=femmine; I=indeterminati.

*Growth parameters with variability estimates and  $\Phi'$  value; M=males; F=females; I=unsexed.*

Progressione Modale	k		L <sub>∞</sub>		t <sub>0</sub>		R <sub>n</sub>	Φ'
M+F+I	0,22		95,2		-0,39		0,217	3,300
M	0,30		81,8		-0,28		0,243	3,303
F	0,23		91,6		-0,39		0,234	3,286
Otoliti	k	s.e.	L <sub>∞</sub>	s.e.	t <sub>0</sub>	s.e.		
M+F+I	0,20	±0,02	95,07	±6,38	-0,53	±0,12		3,257
M	0,25	±0,05	83,29	±8,52	-0,36	±0,13		3,239
F	0,22	±0,02	93,74	±6,09	-0,48	±0,12		3,286

**Conclusioni** - Questo studio rappresenta il primo tentativo di stimare ed analizzare l'accrescimento di *Pomatomus saltatrix* lungo le coste toscane. I risultati ottenuti con metodi indipendenti appaiono molto simili tra loro e mostrano un tasso di accrescimento della specie piuttosto elevato, confermando quanto ottenuto da studi precedenti, sebbene effettuati in altre aree (Salerno *et al.*, 2001; Robillard *et al.*, 2009), mentre contrastano con gli accrescimenti lenti proposti da Andaloro *et al.* (1998) nei mari siciliani, unico riferimento attualmente disponibile per i mari italiani. Non sono state osservate differenze significative nella dinamica di accrescimento tra maschi e femmine; tuttavia per le femmine è stata stimata, con entrambi i metodi, una lunghezza massima teorica superiore a quella dei maschi. Questa differenza potrebbe essere dovuta ad un rallentamento nel tasso di crescita dei maschi adulti, oppure ad una maggiore longevità delle femmine, che comporta, quindi, il raggiungimento di una L<sub>∞</sub> più grande.

#### Bibliografia

- ANDALORO F., VIVONA P., CAMPAGNOLO S., PIPITONE P., POTOSCHI A., MANDICH A., MARINO G. (1998) - Biologia e pesca del pesce serra *Pomatomus saltatrix*, (Linneo, 1776) nei mari siciliani. *Biol. Mar. Mediterr.*, **5** (3): 280-289.
- ROBILLARD E., REISS C.S., JONES C.M. (2009) - Age-validation and growth of bluefish (*Pomatomus saltatrix*) along the East Coast of the United States. *Fish. Res.*, **95**: 65-75.
- SALERNO D.J., BURNETT J., IBARRA R.M. (2001) - Age, growth, maturity, and spatial distribution of bluefish, *Pomatomus saltatrix* (Linnaeus, 1766), off the Northeast coast of the United States, 1985-96. *J. Northw. Atl. Fish. Sci.*, **29**: 31-39.
- TORTONESE E. (1954) - The recent numerical increase of the percoid fish *Pomatomus saltator* L. in the Tyrrhenian and Ligurian seas. *Rapp. Proc. Verb. CIESM*, **12**.
- TORTONESE E. (1986) - Pomatomidae. In: Whitehead P.J.P., Bauchot M.-L., Hureau J.-C., Nielsen J., Tortonese E. (eds), *Fishes of the North-eastern Atlantic and the Mediterranean*. Unesco, **2**: 812-813.
- VOLIANI A., TRIVELLA M., BANCHETTI R., CECCHI E., SILVESTRI R. (2006) - Nota sul progressivo incremento delle presenze di *Pomatomus saltator* (Linneo, 1766) lungo le coste toscane. *Biol. Mar. Mediterr.*, **13** (1): 932-936.



# **Progetto GIONHA**

---

*Comunicazioni*

G.A. DE LUCIA, G. MASSARO<sup>1</sup>, F. MAGNONE<sup>2</sup>, D. FRACASSI<sup>3</sup>, F. FRAU<sup>4</sup>, A. GAIO<sup>5</sup>,  
G. OLLANO<sup>6</sup>, L. PIREDDU<sup>7</sup>, E. SECCI<sup>8</sup>

IAMC-CNR di Oristano (CReS - Centro di Recupero del Sinis), Località Sa Mardini - 09072 Oristano, Italia.  
a.delucia@iamc.cnr.it

<sup>1</sup>AMP "Penisola del Sinis - Isola di Mal di Ventre" (CReS - Centro di Recupero del Sinis), Cabras, Italia.

<sup>2</sup>AMP di "Tavolara - Capo Coda Cavallo", Olbia, Italia.

<sup>3</sup>AMP "Capo Caccia - Isola Piana", Alghero, Italia.

<sup>4</sup>Area Marina Protetta "Capo Carbonara", Villasimius, Italia.

<sup>5</sup>PN dell'Arcipelago di La Maddalena, La Maddalena, Italia.

<sup>6</sup>Centro di Recupero Cetacei e Tartarughe Marine Laguna di Nora, Pula, Italia.

<sup>7</sup>PN - AMP Asinara (Centro Recupero di Asinara), Porto Torres, Italia.

<sup>8</sup>Regione Autonoma Sardegna, Assessorato Difesa Ambiente - Servizio Tutela della Natura, Cagliari, Italia.

## LA RETE REGIONALE DELLA SARDEGNA PER LA CONSERVAZIONE DELLA FAUNA MARINA (TARTARUGHE E MAMMIFERI MARINI)

### *THE MARINE SPECIES CONSERVATION NETWORK OF SARDINIA (MARINE TURTLES AND MAMMALS)*

**Abstract** - *The Marine Species Conservation Network of Sardinia is the regional group dedicated to protecting marine turtles and mammals. Together, Marine Protected Areas, National Parks, surveillance corps, and organizations work for monitoring and treatment these protected species. Every node involve in your specific area managing the actions of animal recovery in accord to the National Guidelines and the Regional operative framework.*

**Key-words:** *conservation, marine parks, marine turtles, marine mammals.*

**Introduzione** - A partire dal 2005 la Regione Autonoma della Sardegna ha attivato una Rete Regionale per il monitoraggio, la cura e la riabilitazione delle tartarughe e dei mammiferi marini in difficoltà. Questi organismi sono specie tutelate da numerose convenzioni e direttive internazionali (Convenzione di Washington 1973, di Berna 1979, di Bonn 1979, di Barcellona 1976 e Direttiva Habitat 1992, Red List IUCN). La presenza in Sardegna di Aree Marine Protette e Parchi Nazionali, importanti presidi operativi di conservazione lungo le coste, ha permesso la creazione di un network, a regia regionale, che ha come obiettivo quello di monitorare ed intervenire direttamente, ed in modo capillare, nei casi di ritrovamenti o segnalazioni (RAC/SPA, 2003). Allo stesso modo, da tempo, gruppi ed associazioni hanno operato a diverso titolo su tutto il territorio, tanto da portare ad una loro integrazione all'interno della Rete. La conservazione e la gestione delle risorse marine, oltre che di interesse nazionale, costituisce una finalità prioritaria per ogni riserva marina. Grazie all'istituzione della Rete Regionale per la Conservazione della Fauna Marina è stato possibile intervenire in moltissimi casi sia su tartarughe marine, in particolar modo su *Caretta caretta*, che su cetacei, contribuendo alla conservazione di queste specie (Demetropoulos e Hadjichristophorou, 1995; Margaritoulis *et al.*, 2003).

**Materiali e metodi** - La Rete Regionale nasce soprattutto da un'esigenza territoriale di alcuni soggetti per far fronte alle periodiche segnalazioni di esemplari di tartaruga e di delfini spiaggiati. La Regione Sardegna, in accordo con il MATTM, ha coinvolto tutte le Aree Marine e i Parchi Nazionali presenti (Convenzione del 31.12.2004). Nel corso delle attività, finalizzate alla conservazione delle specie protette, è stato necessario sviluppare ed ampliare le competenze della Rete, anche attraverso differenti forme di collaborazione. Ad oggi la Rete regionale è costituita da sette nodi: AMP di "Tavolara - Capo Coda Cavallo", AMP di "Capo Carbonara",

Centro di Recupero Cetacei e Tartarughe Marine “Laguna di Nora”, AMP “Penisola del Sinis - Isola di Mal di Ventre (CREs - Centro di Recupero del Sinis), AMP di “Capo Caccia - Isola Piana”, PN dell’Arcipelago di La Maddalena), PN/AMP Isola di Asinara. Tali soggetti sono organizzati in strutture di prima accoglienza e centri di recupero e riabilitazione. Sono inoltre firmatari del Protocollo d’Intesa stipulato con la Regione Sardegna, il Corpo Forestale e di Vigilanza Ambientale, le Direzioni Marittime della Capitaneria di Porto e la Stazione Zoologica Anton Dohrn di Napoli. Collaborano a diverso titolo associazioni, cliniche private, il Consiglio Nazionale delle Ricerche, le Università, le ASL, gli Istituti zooprofilattici e altri corpi di vigilanza a mare. Capitaneria di Porto e Corpo Forestale raccolgono le segnalazioni ai propri numeri di emergenza allertando successivamente i Referenti di Zona, suddivisi nei rispettivi ambiti di competenza e pronti ad intervenire per la ricognizione e il recupero dell’esemplare attivando di fatto tutta la procedura in accordo con le “Linee Guida Ministeriali per il recupero, soccorso, affidamento e gestione delle tartarughe marine ai fini della riabilitazione e per la manipolazione e rilascio a scopi scientifici” e altri protocolli internazionali (RAC/SPA 2004; Bluvias e Eckert, 2009).

**Risultati** - Nel corso di questi anni la Rete Regionale per la conservazione della fauna marina è intervenuta nel monitoraggio e nel recupero di numerose tartarughe marine e cetacei. Il risultato più importante è sicuramente quello di poter intervenire su tutti gli animali spiaggiati nelle coste della Sardegna e di farlo seguendo una procedura comune. La funzionalità e l’efficienza della Rete sono garantiti anche dalla collaborazione attiva dei frequentatori delle coste, dei pescatori sia professionali che sportivi, oltre che dall’attività dei corpi di vigilanza. L’organizzazione raggiunta dai nodi della Rete consente di intervenire in modo coordinato su ogni singolo caso, valorizzando le capacità acquisite nel tempo e mettendo sempre a disposizione l’esperienza dell’intero network.

**Conclusioni** - La Rete attivata in Sardegna risulta funzionale e composta da soggetti che hanno come obiettivo primario quello del monitoraggio e della conservazione delle specie marine. Il coordinamento delle attività e delle azioni consente di affrontare in maniera sinergica le problematiche riscontrate nelle differenti fasi del recupero.

#### **Bibliografia**

- BLUVIAS J., ECKERT K.L. (2009) - *Marine Turtle trauma response procedures: a husbandry manual. Wider Caribbean Sea Turtle Conservation Network (WIDECAST)*. Tech. Rep., **10**: 69 pp.
- DEMETROPOULOS A., HADJICHRISTOPHOROU M. (1995) - *Manual on Marine Turtle Conservation in the Mediterranean*. UNEP(MAP)SPA/IUCN/CWS/Fisheries Department, Cyprus: 24 pp.
- MARGARITOULIS D., ARGANO R., BARAN I., BENTIVEGNA F., BRADAI M.N., CAMINAS J.A., CASALE P., DE METRIO G., DEMETROPOULOS A., GEROSA G., GODLEY B., HOUGHTON J., LAURENT L., LAZAR B. (2003) - *Loggerhead turtles in the Mediterranean Sea: present knowledge and conservation perspectives*. In: Bolten A.B., Witherington B. (eds), *Loggerhead Sea Turtles*. Smithsonian Institution Press: 175-198.
- RAC/SPA (2003) - *Guidelines to design legislations and regulations to the conservation and management of marine turtles population and their habitats*. RAC/SPA, Tunis: 65 pp.
- RAC/SPA (2004) - *Guidelines to improve the involvement of marine rescue centres for marine turtles*. RAC/SPA, Tunis: 49 pp.

G. GNONE, M. BELLINGERI, N. BONEL, G. CASSINA<sup>1</sup>, I. FASCE<sup>2</sup>

Acquario di Genova, Area Porto Antico, Ponte Spinola - 16128 Genova, Italia.

ggnone@acquariodigenova.it

<sup>1</sup>Pentex srl, Torino, Italia.

<sup>2</sup>Regione Liguria, Dipartimento Ambiente, Settore Ecosistema Costiero, Genova, Italia.

## INTERCET-GIONHA: UNA PIATTAFORMA GIS SU WEB PER LO STUDIO DEI CETACEI E DELLE TARTARUGHE MARINE

### *INTERCET-GIONHA: A WEB-GIS PLATFORM TO STUDY CETACEANS AND SEA TURTLES*

**Abstract** - *GIONHA (Governance and Integrated Observation of marine Natural Habitat) is a project funded by the Cross Border Cooperation Programme Italy-France "Maritime", involving Italian and French regions facing the Pelagos Sanctuary Marine Protected Area (Tuscany, Liguria, Sardinia and Corsica). The main aims of GIONHA are to exploit the natural resources of the Pelagos Sanctuary, to awaken public opinion to marine habitat protection and to monitor the status of cetaceans and sea turtles in the Pelagos area. INTERCET fits into GIONHA as a tool to support scientists engaged in cetacean and sea turtle research. INTERCET is a WEB-GIS application platform, thought to support data collection, aggregation, visualization and integrated analysis between various institutions connected to the web.*

**Key-words:** *cetology, monitoring systems, marine parks.*

**Introduzione** - GIONHA (Governance and Integrated Observation of marine Natural Habitat) è un progetto finanziato dal Programma di Cooperazione Transfrontaliera Italia-Francia "Marittimo". Obiettivo di GIONHA è la tutela e la valorizzazione della risorsa marina e degli habitat di particolare pregio naturalistico dell'Alto Tirreno. Partecipano al progetto l'ARPAT (Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente della Toscana, capofila), la Regione Liguria (Dipartimento Ambiente), la Regione Sardegna (Servizio Tutela della Natura), la Provincia di Livorno (U.S. Pianificazione e Tutela del Suolo) e la Regione Corsica (OEC, Office de Environnement de la Corse). INTERCET è uno strumento applicativo del Progetto GIONHA, ideato per favorire la cooperazione tra ricercatori impegnati nello studio di cetacei e tartarughe marine nell'Alto Tirreno.

La piattaforma INTERCET mette assieme la tecnologia dei sistemi informativi territoriali o GIS (*Geographic Information System*) con la logica di condivisione di informazioni tipica del Web. I GIS sono sistemi informativi computerizzati che permettono l'acquisizione, la registrazione, l'analisi e la visualizzazione di informazioni derivanti da dati spazialmente riferiti alla superficie terrestre (georiferiti).

Il Web (WWW, *World Wide Web*) è un servizio di Internet che permette la condivisione e il libero accesso agli utenti (o a una selezione di utenti) di informazioni e servizi (Burrough e McDonnell, 1998). Sviluppato dalla Regione Liguria con la consulenza tecnico-scientifica dell'Acquario di Genova, INTERCET è una piattaforma GIS su Web che permette la condivisione e l'analisi integrata di dati geo-riferiti e fotografici relativi alle specie target sotto osservazione.

**Materiali e metodi** - Per la realizzazione di INTERCET è stato utilizzato il software ArcGIS Server, prodotto e distribuito dalla ESRI. Si tratta di un GIS completo basato su tecnologia Web (Fu e Sun, 2010). ArcGIS Server fornisce una piattaforma che permette di pubblicare e rendere disponibili informazioni geografiche

a una comunità di utenti. I dati vengono caricati su un database comune a cui ciascun utente può accedere per interrogazioni e aggiornamenti.

INTERCET è sviluppato per gestire 3 categorie di dati fondamentali:

1. tracciati di rilevamento;
2. tracciati di avvistamento associati al tracciato di rilevamento;
3. immagini fotografiche associate al tracciato di avvistamento.

Ciascun dato viene archiviato con un codice identificativo progressivo, che permette di riconoscere il tipo di dato e risalire all'ente di ricerca che lo ha prodotto.

Esempio:



Il codice d'esempio fa riferimento al tracciato di rilevamento TGR128, effettuato utilizzando come piattaforma di rilevamento il Gommone Rosso il 13 maggio 2008 dal gruppo di ricerca Delfini Metropolitani.

Durante la fase di caricamento, assieme ai dati fondamentali vengono registrati i dati associati: condizioni del mare, numero di osservatori a bordo, tipologia del tracciato (visivo o acustico), specie target avvistata, eventuali specie associate, numero totale di individui presenti, numero di piccoli, eventuale associazione con attività antropica. Per il caricamento e l'interrogazione dei dati sono state sviluppate delle maschere di interfaccia che rendono le procedure estremamente semplici e intuitive. Il sistema permette inoltre di associare un'immagine fotografica a un individuo identificato per creare e gestire dei cataloghi di foto-identificazione (Wursig e Jefferson, 1990). È possibile confrontare i cataloghi elaborati da diversi partner collegati alla piattaforma per individuare la presenza di animali condivisi. Nel caso venga identificato uno stesso individuo all'interno di due o più cataloghi, il sistema assegna allo stesso individuo un codice superiore (codice INTERCET) che collega e identifica i codici originali e permette di seguire lo spostamento dell'animale in aree di studio coperte da diversi enti di ricerca.

**Risultati** - INTERCET è in grado di restituire tutte le informazioni caricate sulla piattaforma a qualunque utente registrato; il sistema dei codici permette di fare interrogazioni incrociate sui dati archiviati nel database condiviso. In seguito al lavoro di foto-identificazione, la piattaforma è inoltre in grado di fornire informazioni relative ai punti di avvistamento di un individuo o alla presenza di individui identificati all'interno di un avvistamento. L'analisi integrata dei dati condivisi sulla piattaforma INTERCET permette di ottenere informazioni sulla distribuzione, l'*home range* e l'abbondanza delle specie target all'interno delle aree di studio coperte dagli enti di ricerca collegati. La piattaforma consente inoltre all'utente comune di Internet di accedere liberamente a una cartografia pubblica, che presenta una sintesi dei dati georeferenziati caricati dai partner scientifici (posizione degli avvistamenti, specie avvistata, numero di individui, ente proprietario del dato).



**Conclusioni** - INTERCET è uno strumento ideato per favorire lo sviluppo di una rete di ricerca capace di produrre informazioni sulla presenza di cetacei e tartarughe marine a un livello inaccessibile ai singoli partner. La logica fondamentale che ha guidato lo sviluppo della piattaforma è quella della massima condivisione e valorizzazione del dato scientifico. Potranno allacciarsi alla piattaforma INTERCET un numero di partner pressoché illimitato e la rete di collaborazione potrà estendersi a livello geografico, includendo nuove aree di studio. La piattaforma potrà includere altri temi di ricerca, allargando la rete di monitoraggio a nuove specie e integrandosi con piattaforme analoghe già esistenti. Attraverso la piattaforma INTERCET ci si propone inoltre di favorire una maggiore uniformità nei sistemi di raccolta dati, individuando un terreno comune nelle attività di ricerca dei diversi soggetti coinvolti. INTERCET potrà essere utilizzato come strumento di monitoraggio per gli enti deputati alla gestione della fauna marina, con particolare riferimento a cetacei e tartarughe marine.

#### **Bibliografia**

- BURROUGH P., MCDONNELL R. (1998) - *Principles of geographical information systems*. Oxford University Press, New York: 333 pp.
- FU P., SUN J. (2010) - *Web GIS: Principles and Applications*. Esri Press, Redlands: 312 pp.
- WURSIG B., JEFFERSON T.A. (1990) - Methods of photo-identification for small cetaceans. *Report International Whaling Commission*, **12** (Special Issue): 43-52.

E. RICEVUTO, M. TOGNOTTI, C. TROMBETTI\*

Provincia di Livorno, Via Galilei, 40 - Livorno, Italia.  
parco3@provincia.livorno.it

\*Cooperativa Pelagos

**PROGRAMMA DI ATTIVITÀ SCIENTIFICA:  
MONITORAGGIO DELLE SPECIE E INDAGINI  
DEGLI IMPATTI ANTROPICI SUGLI HABITAT MARINO-COSTIERI**

*SCIENTIFIC ACTIVITIES' PROGRAMME,  
MONITORING SPECIES AND SURVEYS ON ANTHROPOGENIC  
IMPACTS ON MARINE-COASTAL HABITATS*

*Abstract - The Provincial Administration of Livorno, Tuscany, as committed partner of GIONHA, Governance and Integrated Observation of Marine Natural Habitat, is in charge of some scientific activities concerning the preservation and monitoring of cetaceans in the study area of northern Mediterranean and more specifically of the coast of Tuscany and its archipelago including seven very differentiated islands. These activities are operated by "Soc. Coop. Pelagos", with monthly surveys and reports.*

**Key-words:** *Mediterranean Sea, coast of Tuscany, cetaceans, GIONHA.*

**Introduzione** - Tra le attività previste dal progetto comunitario GIONHA, al quale la Provincia di Livorno partecipa come partner, sono state delineate alcune azioni a carattere scientifico, che bene si integrano nel contesto della salvaguardia e del monitoraggio delle popolazioni dei cetacei e delle tartarughe presenti nell'area di mare dell'alto Mediterraneo compresa tra la penisola di Giens in Francia, la costa settentrionale della Sardegna e la costa continentale italiana fino al confine toscolaziale. In particolare, la Provincia di Livorno ha affidato alla Soc. Cooperativa Pelagos i servizi riguardanti le attività scientifiche di ricerca storico-bibliografica e di monitoraggio e indagine in mare. In tale prospettiva, il progetto di "monitoraggio della specie e indagini degli impatti antropici sugli habitat marino - costieri", attualmente in corso di svolgimento, si pone come obiettivo principale quello di approfondire e aumentare le attuali conoscenze sulle popolazioni di cetacei stanziali e di transito nelle acque toscane, indagando sui seguenti punti:

- stato e tendenza delle popolazioni di cetacei nella Regione Toscana;
- impatto sulle popolazioni oggetto di studio di attività antropiche (pesca professionale e navigazione commerciale e/o sportiva);
- stato dell'habitat di interesse, in particolare riguardo l'integrità dei fondali e la presenza di rifiuti antropici.

**Materiali e metodi** - Secondo tale schema il progetto si articola in cinque fasi distinte ma temporalmente sovrapposte.

1. Ricerca bibliografica
2. Monitoraggio in mare delle popolazioni dei cetacei e foto-identificazione
3. Analisi della distribuzione geografica
4. Indagine degli impatti antropici derivanti dalla pesca professionale e dalla navigazione commerciale o sportiva
5. Indagine sull'integrità ambientale dei fondali della fascia marino-costiera e del mare aperto

L'area di studio, caratterizzata da un insieme di ambienti molto diversificati, comprende il litorale toscano e tutte le isole del suo Arcipelago. Si estende nella zona

di mare compresa tra la batimetrica dei 200 m e la costa toscana delimitata dalla bocca del fiume Magra e dal promontorio del monte Argentario. L'arcipelago toscano include sette isole, molto diverse tra loro per formazione geologica, conformazione e caratteristiche dei fondali. Le zone in prossimità dell'Elba, Capraia e Pianosa, all'interno della batimetrica dei 100 metri, disegnano un dedalo di ambienti di bassi fondali e secche, mentre le aree nei margini a ovest e a sud dell'area di studio includono fondali di scarpata, fino a raggiungere – fra la Corsica e l'isola d'Elba - batimetrie di oltre 500 metri di profondità. L'area è suddivisa in 4 zone, due disposte a nord dell'Isola dell'Elba, nelle acque del Mar Ligure, le quali risentono dell'influsso della corrente più fredda proveniente dalla zona nord-occidentale della Corsica, e due a sud dell'Isola d'Elba, nel Mar Tirreno settentrionale, caratterizzato da una temperatura superiore e da minor profondità rispetto al bacino ligure.

Il censimento delle specie con foto-identificazione include survey mensili, una per ciascuna sub-area di campionamento, che termineranno a novembre 2011. Compatibilmente con le condizioni meteo-marine (le uscite possono avvenire con stato del mare inferiore a Beaufort 3, con visibilità buona/discreta) sono garantite circa 48 uscite, effettuate a bordo di una imbarcazione a vela, con altezza all'avvistamento del ponte di 1.5-2 metri e con velocità media di crociera durante le fasi di avvistamento di 4 nodi. Il campionamento sarà condotto in modo da coprire l'area di studio sistematicamente e con rotte prestabilite, secondo un disegno di campionamento che consenta di campionare nel corso del tempo le 4 zone di studio in modo uniforme. Pelagos ha proposto un disegno a zig zag delle rotte, in modo da ampliare l'area coperta e coprendo minimo 30 Km<sup>2</sup> giornalieri, consentire l'utilizzo della tecnica di foto-identificazione, rimanere entro la batimetrica dei 200 metri, tagliare perpendicolarmente i profili batimetrici in modo da consentire di monitorare il più possibile habitat diversi. L'analisi geospaziale è un altro obiettivo del programma, con lo scopo di applicare tecniche GIS per integrare le diverse tipologie di dati (comportamentali, di identificazione individuale...) collezionati durante i surveys in mare. Verranno considerati i diversi impatti antropici, con particolare attenzione alle popolazioni costiere di tursiope.

**Risultati** - I risultati sperimentali ottenuti sono in via di elaborazione e costituiranno, al termine del progetto, un'indagine completa sull'analisi della distribuzione geografica, necessariamente consecutiva alle campagne di monitoraggio. I dati sugli avvistamenti inoltre verranno inseriti periodicamente nella banca dati Intercet, condivisa dai partner del progetto GIONHA.

**Conclusioni** - In ultimo, per quanto riguarda l'indagine sull'integrità ambientale dei fondali e la mappatura georeferenziata dei rifiuti antropici, verrà effettuata l'analisi di dati bibliografici, prodotti da istituzioni pubbliche che operano nell'area di studio; verranno raccolte informazioni sulla presenza di rifiuti sui fondali attraverso questionari, rivolti ai pescatori che utilizzano la pesca strascico e verrà quindi creato un database sui dati raccolti con lo scopo di creare una mappa accurata della distribuzione dei rifiuti nell'area di studio.

F. SERENA, A.J. ABELLA, R.T. BAINO, E. CECCHI, M. RIA,  
R. SILVESTRI, A. VOLIANI

Environmental Protection Agency - Tuscany Region  
Via Marradi, 114 - 57100 Livorno, Italy.  
f.serena@arpat.toscana.it

## ANTHROPOGENIC WASTE IN THE MARINE ECOSYSTEM *RIFIUTI ANTROPICI NELL'ECOSISTEMA MARINO*

**Abstract** - Debris and various macroscopic wastes of human origin have been surveyed in a 10,000 squared kilometres area in the Northern Tyrrhenian Sea by means of trawl fishing scientific campaigns. The abundance, distribution and nature of the discarded material well reflect the path of merchant ships and ferries and consequently show the need for further effort in reducing this kind of pollution. Furthermore, new critical and dangerous situations have emerged in recent two years in connection with the voluntary sinking of a container in the continental shelf area (127 metres of depth) in the middle of Tuscany ground fishing. Residuals of the Second World War weapons have been also found.

**Key-words:** debris, Mediterranean Sea, trawl survey.

**Introduction** - GFCM (1972) states that over 6 million tons of solid and dangerous materials of human origin are discharged each year in the world seas: most of them are pollutants of industrial origin but a large part of plastics and persistent debris arises from ship-generated litter and single dumping actions. Recently we also learned the news about the voluntary sinking of ships and containers suspected in the Tyrrhenian Sea. Moreover, the high Tyrrhenian area is still today interested from the remnants of the Second World War. Information about the quality and quantity of waste materials lying on the sea beds is in general scarce or limited to very restricted areas used for specific kinds of dumping (Pruter, 1987). This is due to the high sampling cost, especially when this occurs at greater depth. A way to bypass this problem is to collect the data by spending a small additional effort while carrying on sea-bed surveys with other goals.

**Materials and methods** - From 1985 to 2010, on behalf of MiPAAF of Italy and UE, 50 fishing surveys with a trawl net were carried out in the Northern Tyrrhenian and Ligurian seas with the aim to evaluate the abundance and exploitation level of groundfish stocks. By means of a traditional Italian trawler (60 ton GRT, 600 KW, 25 m TL) and the common commercial fishing gear (but with a 20 mm mesh size in the cod end), more than 900 tows were carried out on a 10,000 km<sup>2</sup> surface, between the coast and the 800 m depth-line. Each tow sweeps in 1 hour a length of about 3 miles. Tows were located according to a random-stratified statistical design, and covered the whole Northern area of the Tuscany Archipelago. Since the average horizontal opening of the net is of about 20 m, the swept area of each tow is approximately 0.1 squared kilometres (Relini, 1998). In relation to marine pollution and the anthropogenic effects on the sea, the most important by-product of this research is the detailed data on the abundance and nature of the human wastes found in each sampling site: in practice, the human waste of every tow has been weighted as a whole and the major components recorded. These items has been discussed also during the GCM Working Group on anthropogenic effects and fishing technology held in Tunis in 2003. The abundance patterns have been mapped with the IDW algorithms of Arcview GIS. Moreover, data also proceed from a specific cruise aimed at the finding of a container thrown out at sea from a ship two years ago. Such research was coordinated by the Coast Guard of the Tuscany Maritime Direction.

**Results** - The total amount of the collected waste in the 951 tows resulted to be more than 4 tons and it is interesting to note that this quantity represents in weight approximately 7% of the fish caught in the same tows. The swept area method gave a mean abundance of waste in the area of 67,5 kg/km<sup>2</sup>. Low occurrence of large and heavy waste (tyres, mines, mattresses with a weight over 50 kg) have been excluded from the spatial analyses since their location can be fixed (e.g. in a dumping area) or to much erratic. By excluding these data the average abundance of waste in the area is still high and averaged 14,7 kg/km<sup>2</sup>. The UNEP (2009) final report "Marine Litter: A Global Challenge", result of a research lasted five years, identifies the plastic as one of the most pervasive waste (80%) of the seas and oceans. This is in agreement with our study. Indeed, the higher frequencies are recorded for plastic shopping bags (73% of the sites), bottles (57%), drink-cans (30%), food-cans (25%) and various synthetical manufactures (20%). Similar results were obtained by Bianchini and Ragonese (1999) in the Sicily Straits. Other categories like shoes, fishing nets or rags have frequencies lower than 10%. Among the curiosities can be cited an old bicycle, a fire hose, a photo camera and roman amphorae. Excluding the many ships on the sea bottom of the Tuscany area, sunk during storms or war events, there is concern about the remnants of Second World War that some times fishermen still collect with their trawl nets. Air bombs, mines, ogives, etc. are the remnants of last war that occur incidentally in the fishing nets, while more frequently are the "carts" to transport the mines. Beyond the great environmental hazard that they represent, they constitute a serious technical problem for their normal fishing activities. Recently, a very serious problem occurred when a ship was sailing about 15 miles north of the Elba island sink a container that now lies at 127 meters of depth. After a complex research coordinated by the Coast Guard we were able to locate the container. Fortunately, an inspection with a video camera did not show any dangerous substance inside. No evident correlation between debris density and depth was observed. All the bottoms, independently of depth, are more or less polluted with slightly higher values in the 50-150 m depth interval, especially within the Islands of Gorgona, Capraia and Elba. Neither a relation has been found with the proximity to river mouths. This last phenomenon was observed by Relini *et al.* (1987) in the Ligurian Sea. The analysis of data suggests influence that the major presence of debris shows a spatial overlapping with the merchant-ship and ferry more frequent courses, as shown in Fig. 1; the waste abundance is also related to the ship courses or it is near the coastline where the frequency of recreational boats is higher. The main part of the sea bottom gets the waste of ships and ferries on a stripe of approximately 3-5 miles wide. A further consideration, that may support this point of view, arises from the detailed comparison of the spatial distribution of plastic bags, bottles and cans. While the plastic shoppers float nearly everywhere carried by waves, streams, etc., bottles and cans sink approximately in the same place of dumping, and they result less frequently along the coastal band.

**Conclusions** - Several thousands yearly trips of merchant-ships and ferries connect Livorno with the surrounding islands, Elba, Corsica and Sardinia and other harbours in the Western and Southern Mediterranean Sea. Such activity can be seen as the most important cause of the presence of anthropical waste on the sea bottom, even if the recreational sailors may have an important effect along the coast. The environmental hazard of this sort of pollutant is still discussed (Ragonese *et al.*, 1994), even if their dangerous effects have been described for turtles (Carr, 1987), birds (Schrey and Vauk, 1987), mammals (Stewart and Yochem, 1987) and several endangered species (Fowler, 1987). The purpose of this note is to warn public opinion on the importance of the problem at local scale and to discourage the frequent

undesired practices that consider the sea as a container of our waste for the mere fact it hides everything. Legal and governmental attention are needed to involve not only the general public but also the coastal authorities and development technicians to provide, for example, more efficient harbour storing facilities for the debris.

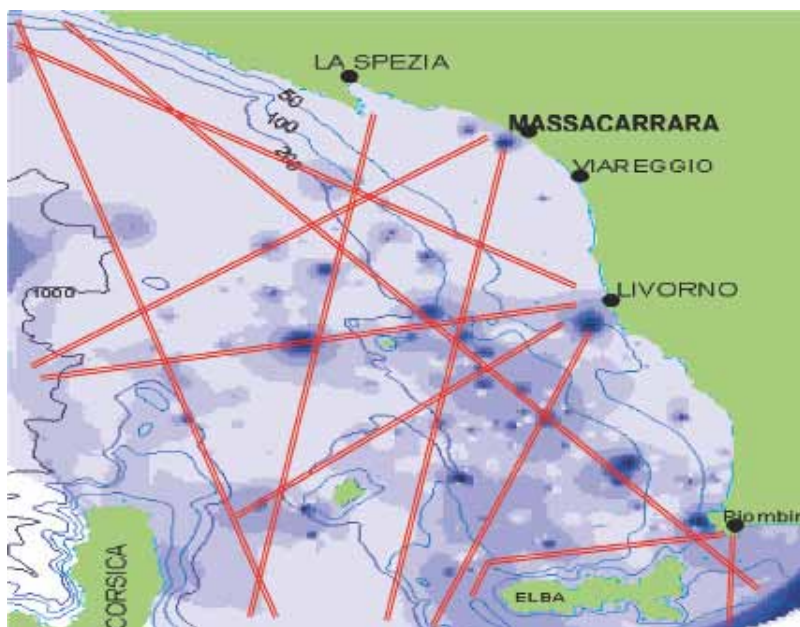


Fig. 1 - GIS interpolation of the waste and main ship and ferry courses.

*Correlazione georeferenziata tra la presenza di rifiuti antropici e le principali rotte di navigazione.*

**Acknowledgments** - Thanks to the MiPAAF granted research programmes, involved in the stock assessments of the demersal resources, it was possible to collect also this ancillary information. We are very grateful to the Guard Coast of Livorno to have allowed us the use of the information about the container sunk in the Tyrrhenian Sea.

#### References

- BIANCHINI M.L., RAGONESE S. (1999) - Anthropogenic waste on deep fishing grounds in the strait of Sicily. MEDCOAST99 – EMECS99 Joint Conf.: 727-733.
- CARR A. (1987) - Impact of Nondegradable Marine Debris on the Ecology and Survival Outlook of Sea Turtles. *Mar. Pollut. Bull.*, **18** (6B): 352-356.
- FOWLER C.W. (1987) - Marine Debris and Northern Fur Seals: Case Study. *Mar. Pollut. Bull.*, **18** (6B): 326-335.
- GFCM (1972) - Etat de la pollution marine en Méditerranéen et réglementation. *Etud. Rev. Cons. Gen: Pesches Mediterr.*, **51**: 70 pp.
- GFCM (2003) - General Fisheries Commission for the Mediterranean. Scientific Advisory Committee. Sub-Committee on Environment and Marine Ecosystems. Working-Group 2, Anthropogenic Effects and Fishing Tecnology. INSTM, Salammbò (TUNISIA), 27-28 March 2003. Final report.
- LAISTE D.W. (1987) - Overview of the Biological Effects of Lost and Discarded Plastic Debris in the Marine Environment. *Mar. Pollut. Bull.*, **18** (6B): 319-326.
- PRUTER A.T. (1987) - Sources, Quantities and Distribution of Persistent Plastic in the Marine Environment. *Mar. Pollut. Bull.*, **18** (6B): 305-310.

- RAGONESE S., RIZZO P., GIUSTO G.B. (1994) - Rifiuti antropici e pesca dello scampo *Nephrops norvegicus* (L., 1758) (Crustacea – Nephropidae) nello stretto di Sicilia. *Biol. Mar. Mediterr.*, **1** (1): 309-310.
- RELINI G. (1998) - Evaluation of demersal resources. *Biol. Mar. Mediterr.*, **5** (3): 3-19.
- RELINI G., PEIRANO A., TUNESI L., ORSI RELINI L. (1987) - L'incidenza dei rifiuti nella pesca a strascico nel Mar Ligure Centro-Orientale. *Oebalia*, **15** (2NS): 819-822.
- SCHREY E., VAUK G.J.M. (1987) - Records of Entangled Gannets (*Sula bassana*) at Helgoland, German Bight. *Mar. Pollut. Bull.*, **18** (6B): 350-352.
- STEWART B.S., YOCHER P.K. (1987) - Entanglement of Pinnipedes in Synthetic Debris and Fishing Net And Line Fragments at San Nicolas and San Miguel Islands, California, 1978-1986. *Mar. Pollut. Bull.*, **18** (6B): 336-339.
- UNEP (2009) - *Marine Litter: A Global Challenge*. Nairobi UNEP: 232 pp.

# Progetto GIONHA

---

*Poster*



G. GORELLI, D. BEDOCCHI<sup>1</sup>, F. CANCELLI<sup>2</sup>, C. MANCUSI, L. MARSILI<sup>3</sup>, S. NUTI<sup>1</sup>,  
S. MAZZARIOL<sup>4</sup>, T. RENIERI<sup>2</sup>, S. VENTRELLA<sup>5</sup>

ARPAT, Area Mare, Via Marradi, 114 - 57126 Livorno, Italia.

giulia.gorelli@gmail.com

<sup>1</sup>CETUS, Viareggio, Italia.

<sup>2</sup>Museo dei Fisiocritici, Siena, Italia.

<sup>3</sup>Dip. di Biologia, Università di Siena, Italia.

<sup>4</sup>Dip. di Sanità Pubblica, Patologia Comparata e Igiene Veterinaria, Università di Padova, Italia.

<sup>5</sup>Osservatorio Toscano Cetacei, Firenze, Italia.

## RESOCONTO DEGLI SPIAGGIAMENTI DI CETACEI IN TOSCANA: L'ATTIVITÀ DELL'OSSERVATORIO TOSCANO DEI CETACEI E DEL PROGETTO GIONHA DAL 2008 AL 2010

### *REPORT OF CETACEAN STRANDINGS EVENTS IN TUSCANY: THE ACTIVITY OF THE TUSCAN OBSERVATORY FOR CETACEAN AND GIONHA PROJECT IN THE LAST YEARS*

*Abstract - The report of the strandings of cetacean along Tuscany coasts for 2008-2010 is reported. Data are collected thanks to the monitoring activity of the regional network, that has been working in Tuscany region from about twenty years, now implemented by the Tuscan observatory for cetacean and Gionha project. A total of 50 specimens were registered.*

*Key-words: strandings, cetacean, north-western Mediterranean Sea, regional network.*

**Introduzione** - In Italia, e di conseguenza in Toscana, gli spiaggiamenti dei cetacei sono stati segnalati con buona regolarità fin dal 1986 su iniziativa di una coalizione di istituzioni e organismi pubblici e privati che diede vita, nel 1985, al Centro Studi Cetacei. Negli ultimi anni il tessuto coesivo del CSC, al termine di due decenni di attività, si è sciolto con un conseguente danno scientifico. Nel 2007 è nato l'Osservatorio Toscano per i cetacei con lo scopo di riunire in una rete di collaborazione i vari enti, dislocati su tutto il territorio regionale, che già da tempo si occupavano del censimento ed il recupero degli esemplari di cetacei spiaggiati sulle coste della Toscana (AA.VV., 2008). Nel 2008 questo strumento di monitoraggio è stato inglobato nell'ambito del progetto transfrontaliero Gionha (Fase3, azione3), che ha intrapreso un'azione di consolidamento e ampliamento della rete regionale di collaborazione. All'interno di questo contesto ARPAT si identifica come soggetto coordinatore degli interventi di campo a carico dei diversi enti aderenti al progetto. In particolare, in Toscana il recupero degli esemplari è stato possibile grazie all'operatività delle seguenti strutture: il Museo di Storia Naturale dei Fisiocritici ed il Dip. di Scienze Ambientali dell'Università di Siena, l'Istituto Zooprofilattico del Lazio e Toscana, l'Associazione CE.TU.S. di Viareggio, con la collaborazione delle Capitanerie di Porto, Vigili del Fuoco e Corpo Forestale dello Stato. Inoltre la collaborazione con l'Università di Padova assicura l'intervento di veterinari e tecnici specializzati soprattutto in caso di spiaggiamenti di grandi cetacei e l'espletamento di analisi di laboratorio ai fini di accertare la presenza di patologie spontanee e trasmissibili (Mazzariol *et al.*, 2009). Il progetto Gionha ha dunque contribuito allo sviluppo di un network riconosciuto a livello regionale, cui la Guardia Costiera, i pescatori o chiunque altro può immediatamente rivolgersi in caso di avvistamento di cetacei spiaggiati o in difficoltà. Inoltre, la collaborazione fra i vari enti permette la divisione del lavoro sul territorio, in modo da garantire un intervento tempestivo, specialmente nei casi in cui l'animale sia ancora vivo, la possibilità di effettuare esami di diverso tipo, a seconda delle specializzazioni dei vari enti, e infine la costituzione

di un database unico e integrato, con lo scopo non solo di censire gli spiaggiamenti, ma anche di fornire indicazioni sulla causa degli stessi e stabilire delle eventuali misure preventive.

**Materiali e metodi** - Alle segnalazioni pervenute un team di operatori veniva inviato sul campo e procedeva alla identificazione tassonomica, alla misurazione della lunghezza totale e dello stato di decomposizione della carcassa, la determinazione del sesso e all'acquisizione di foto. Per ogni caso analizzato è stata inoltre compilata ed inviata alla Banca Dati Spiaggiamenti presso il CIBRA dell'Università di Pavia la scheda standard. Tutti gli esemplari venivano poi rimossi dalla spiaggia ed inviati allo smaltimento in tempi brevi (come richiesto dalla Capitaneria di Porto in accordo con le normative igienico-sanitarie). Dove possibile, in accordo con lo stato di decomposizione, è stato possibile procedere con una dissezione accurata e con prelievo di organi e tessuti per le analisi tossicologiche e virologiche previste effettuate dalle Università di Siena e di Padova (Pretti *et al.*, 2010). Spesso gli scheletri sono stati recuperati da vari musei, tra cui il Museo di Storia Naturale dei Fisiocritici di Siena, per motivi di studio e ostensione al pubblico. L'attività della rete toscana si colloca nell'ambito del lavoro di creazione di una Rete Nazionale di Monitoraggio degli Spiaggiamenti rilanciato dagli 'IZS, le Università di Padova e Pavia, il Museo di Storia Naturale di Milano, sostenuti dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare e dal Ministero della Salute.

**Risultati** - Nel periodo 2008-2010, il risultato dell'attività di recupero sulle coste della Toscana ha visto l'intervento su 56 cetacei, di cui 36 stenelle striate (*Stenella coeruleoalba*), 13 tursiopi (*Tursiops truncatus*), 2 balenottere comuni (*Balaenoptera physalus*), 1 capodoglio (*Physeter macrocephalus*) e 4 cetacei non meglio identificati a causa dell'avanzato stato di decomposizione. In particolare, nel 2008 si sono registrati 10 eventi di spiaggiamento, tre di questi hanno riguardato cetacei di grosse dimensioni, un capodoglio e due balenottere. Nel 2009 si sono verificati 16 spiaggiamenti. Il 2010 si è invece concluso con lo spiaggiamento di 30 animali.

**Conclusioni** - Risalire alle cause di morte dei delfini spiaggiati in Toscana è molto difficile, poiché spesso non possiamo disporre di tutte le informazioni necessarie. Il numero di spiaggiamenti del 2010 si colloca ben al di sopra della media annuale per la Toscana, che è di 14 eventi ed è calcolata sulla base di dati raccolti a partire dal 1986.

#### **Bibliografia**

- AA.VV. (2008) - L'osservatorio Toscano dei Cetacei. Primo report aprile 2007-maggio 2008: 18 pp.
- MAZZARIOL S., PALMISANO G., GIURISATO M., MARCER F., COZZI B. (2009) - Attività dell'unità per le necroscopie dei grandi cetacei nel periodo 2006-2008. 8° convegno Nazionale sui Cetacei e sulle Tartarughe, Pescara 29-30 ottobre 2009.
- PRETTI C., MANCIANTI F., NARDONI S., ARITI G., MONNI G., DI BELLO D., MARSILI L., PAPINI R. (2010) - Detection of *Toxoplasma gondii* infection in dolphins stranded along the Tuscan coast, Italy. *Revue Méd. Vét.*, **10**: 428-431.

G. LICITRA, A. IACOPONI, D. TABURNI\*

ARPAT, Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale della Toscana  
Dipartimento Provinciale di Livorno, Via Marradi, 116 - 57126 Livorno, Italia.  
g.licitra@arpat.toscana.it

\*Istituto di Acustica e Sensoristica "Orso Mario Corbino" IDASC  
Area della Ricerca di Roma "Tor Vergata", Via del Fosso del Cavaliere, 100 - 00133 Roma, Italia.

## RUMORE ANTROPICO NEGLI AMBIENTI MARINI: IL "TRAFFICO NAVALE" NEL SANTUARIO DEI CETACEI *PELAGOS*

### *ANTHROPIC NOISE IN MARINE ENVIRONMENT: THE "VESSEL TRAFFIC" IN PELAGOS CETACEAN SANCTUARY*

**Abstract** - *Life in the marine environment is threatened by habitat degradation as a result of the growing impact of human activities such as vessel traffic, sonar, geoseismic survey, etc. The relationship between noise and health of marine mammals is under investigation within the project GIONHA, where the area of the Pelagos Sanctuary was characterized by an acoustic point of view. Noise maps, created dynamically, changing the parameters of interest (density of vessels, time of year, frequencies, etc.), will be overlapped with the available information on abundance and distribution of cetaceans in the Sanctuary, in order to assess, in the presence of areas where vessel traffic affects biologically sensitive areas (e.g. for mating or reproduction), the level of human pressure on their quality of life.*

**Key-words:** *underwater noise, AIS, marine mammals, Pelagos Sanctuary.*

**Introduzione** - La vita negli ambienti marini è minacciata dalla degradazione degli habitat come conseguenza del crescente impatto delle attività antropiche quali il traffico navale, l'impiego di sonar durante esercitazioni navali, le indagini geosismiche dei fondali, le perforazioni per lo sfruttamento di giacimenti di olio e gas, ecc. (Richardson *et al.*, 1995). L'inquinamento acustico può portare i mammiferi marini ad abbandonare i loro habitat, a modificare le loro abitudini comportamentali per evitare aree particolarmente rumorose, a mascherare i loro segnali acustici all'interno di aree molto vaste (Payne e Webb, 1971; Hildebrand, 2005); senza considerare che il rilascio rapido di energia sonora può indebolire e danneggiare, anche in maniera permanente, il loro sistema uditivo (Richardson *et al.*, 1995; Gordon *et al.*, 2004).

La relazione tra inquinamento acustico e salute dei mammiferi marini è oggetto di indagine all'interno del progetto GIONHA (Governance and Integrated Observation of marine Natural Habitat), dove la caratterizzazione acustica dell'area del Santuario *Pelagos* costituisce uno strumento quanto mai necessario per valutare l'impatto delle attività antropiche sulle popolazioni dei mammiferi marini e per proporre opportune misure di mitigazione qualora fossero evidenziate situazioni particolarmente critiche.

**Materiali e metodi** - La descrizione acustica del Santuario è stata realizzata in due fasi: 1) analisi delle caratteristiche della sorgente "traffico navale", 2) propagazione delle onde sonore nell'area di studio.

La sorgente navale, tra le varie tipologie di sorgenti acustiche, è stata oggetto di un'analisi più dettagliata, poiché, data la vasta area interessata (l'intero Santuario), rappresenta una condizione persistente in grado di determinare condizioni di variazione permanente degli ambienti di vita dei mammiferi marini. Peraltro, a differenza di altre forme di inquinamento acustico, quella prodotta dal traffico navale risulta attualmente priva di strumenti normativi orientati ad una limitazione e mitigazione degli effetti sugli ambienti di vita marini.

Nella prima fase le informazioni sulle rotte delle imbarcazioni (per l'anno 2009), estratte dai dati AIS (*Automatic Identification System*) forniti dal centro NURC di La

Spezia, sono state elaborate con strumenti GIS per differenziare i volumi di traffico in funzione dei parametri acusticamente significativi (tipologia di imbarcazione, velocità, tonnellaggio, ecc.) e per produrre mappe di densità. Questi dati sono stati in seguito integrati con gli spettri di emissione sonora dei vari natanti, acquisiti utilizzando una specifica strumentazione (idrofono digitale) al termine di una serie di campagne di misure.

La propagazione delle onde sonore è stata determinata numericamente in funzione dei parametri caratteristici reali dell'ambiente, ovvero la batimetria, i profili di velocità del suono e le proprietà geoacustiche del fondale marino (attenuazione e velocità del suono, densità del sedimento). Tramite l'impiego di un modello di tipo *ray-tracing* (Bellhop) è stata quantificata l'attenuazione delle onde sonore nell'area di interesse.

**Risultati** - L'area marina del Santuario *Pelagos* risulta caratterizzata da una forte pressione antropica per quanto riguarda la componente “traffico navale”, con aree nelle quali la densità navale (le classi navali passeggeri e commerciale (cargo e tanker) rappresentano la maggior parte del naviglio che insiste nell'area di studio) raggiunge valori significativi concentrandosi lungo rotte ben definite.

La fase di modellistica ha evidenziato, tramite simulazioni di test, come le modalità di propagazione delle onde acustiche siano fortemente influenzate dalla stagionalità dei parametri oceanografici (temperatura, salinità e profondità), dai profili batimetrici che vengono considerati e dalla tipologia di fondale presente.

**Conclusioni** - Lo studio condotto sulla sorgente di rumore “traffico navale” ha messo in risalto come questa sia ampiamente diffusa all'interno dei confini del Santuario, rappresentando, di fatto, una fonte potenzialmente impattante per i cetacei.

Mappe di rumore, realizzate variando dinamicamente i parametri di interesse (densità dei natanti, periodo dell'anno, frequenze, ecc.), verranno incrociate con le informazioni disponibili sull'abbondanza e la distribuzione dei cetacei nell'area del Santuario, così da poter valutare, in presenza di zone in cui il traffico navale va ad interessare aree biologicamente delicate (ad es. per accoppiamento e/o riproduzione), il grado di interferenza antropica sulla loro qualità di vita.

#### Bibliografia

- GORDON J.C.D., GILLESPIE D., POTTER J., FRANTZIS A., SIMMONDS M., SWIFT R., THOMPSON D. (2004) - A review of the effects of Seismic Survey on Marine Mammals. *Marine Technology Society Journal*, **37** (4): 14-34.
- HILDEBRAND J. (2005) - Impacts of anthropogenic sound. In: Reynolds J.E. III, Perrin W.F., Reeves R.R., Montgomery S., Ragen T.J. (eds), *Marine mammal research: conservation beyond crisis*. Johns Hopkins University Press, Baltimore, Maryland.
- PAYNE R., WEBB D. (1971) - Orientation by means of long range acoustic signalling in baleen whales. *Ann. N.Y. Acad. Sci.*, **188**: 110-141.
- RICHARDSON W.J., GREENE C.R.Jr., MALME C.I., THOMSON D.H. (1995) - *Marine Mammals and Noise*. Academic Press.



# **Workshop “Cetacei ed Attività Antropiche”**

---

*Comunicazioni*

M. AZZOLIN<sup>1, 2</sup>, A. GALLI<sup>1, 2</sup>, C. GIACOMA<sup>1</sup>, A. GIOVANNINI<sup>1</sup>, F. RONCHETTI<sup>1</sup>, E. PAPALE<sup>1, 2</sup>

<sup>1</sup>Dip. di Biologia Animale e dell'Uomo, Università di Torino,  
Via Accademia Albertina, 13 - 10133 Torino, Italia.

<sup>2</sup>Gaia Research Institute onlus, Corso Moncalieri, 68b - 10133 Torino, Italia

## VALUTAZIONE DELL'INFLUENZA DELLE VARIABILI AMBIENTALI ED ANTROPICHE SULLA DISTRIBUZIONE DI TURSOIPE E STENELLA IN GRECIA IONICA

### *ASSESSING THE INFLUENCE OF ENVIRONMENTAL AND ANTHROPOGENIC FACTORS ON DISTRIBUTION OF BOTTLENOSE AND STRIPED DOLPHIN IN IONIAN GREECE*

**Abstract** - Bottlenose and striped dolphin distribution was investigated in relation to environmental and anthropogenic variables in an area of the Ionian waters (Greece) interested by intense boat traffic especially in the summer period. The analysis of data elaborated with ArcGIS 9.3 and Maxent allowed to highlight significant relationships with environmental variables and to elaborate prediction models of distribution for the species. In the study area a high overlapping was highlighted between the presence of *Tursiops truncatus* and boat traffic. Behavioural analysis showed a high percentage of positive interaction with boats. Overlapping with *Stenella coeruleoalba* instead is not significantly relevant because the pelagic areas in which the species is more distributed are less interested by commercial and tourist traffic.

**Key-words:** bottlenose dolphin, striped dolphin, habitat use, interaction with boat traffic.

**Introduzione** - I fattori che influenzano la presenza dei cetacei possono essere categorizzati come ambientali, biotici e di origine antropica (Bocard *et al.*, 1992). Secondo Azzellino *et al.* (2008) e Panigada *et al.* (2008) sono le caratteristiche fisiografiche che giocano un ruolo fondamentale nell'utilizzo dell'habitat e nella sua partizione tra le diverse specie. Nel presente progetto di ricerca è stata analizzata la distribuzione di tursiope e stenella in relazione alle caratteristiche fisiche dell'area di studio e alla presenza di imbarcazioni. Le probabilità di distribuzione potenziale all'interno dell'area di studio sono state quindi indagate attraverso l'utilizzo di modelli previsionali. A seguito dei risultati relativi alla distribuzione di tursiope e alla sua marcata sovrapposizione con la presenza di imbarcazioni a motore, si è analizzato il comportamento della specie in relazione alla presenza/assenza di queste ultime.

**Materiali e metodi** - L'attività di ricerca è stata condotta nel triennio 2008-2010. L'area di studio, tra il nord dell'isola di Corfù e il sud dell'isola di Lefkada, si estende per circa 2600 km<sup>2</sup>. Il monitoraggio è stato effettuato a bordo di un'imbarcazione a vela di 12 metri, nelle ore diurne, in condizioni meteo-marine e di visibilità standard. Ad intervalli regolari di 15 minuti sono state registrate posizione geografica, variabili ambientali e presenza di imbarcazioni. Il comportamento degli animali è stato raccolto *in continuum*, valutando la reazione (positiva/negativa/nulla) in relazione alle imbarcazioni presenti. L'area di studio è stata suddivisa in celle di 2x2 km al fine di elaborare con ArcGIS 9.3 (Esri) le tracce delle rotte percorse, i valori delle tre variabili fisiografiche considerate (pendenza del fondale, profondità, distanza da costa) e la presenza di imbarcazioni. Il programma Maxent ha permesso di sviluppare un modello di previsione della distribuzione degli animali basato sui dati ambientali dell'area di studio e sui soli dati di presenza. Per il tursiope è stata condotta un'analisi del comportamento in relazione a presenza-assenza di imbarcazioni.

**Risultati** - Sono stati percorsi circa 6500 Km, condotte 480 ore di monitoraggio e realizzati 30 avvistamenti (21 di tursiope e 9 di stenella). L'encounter rate (ER) medio

(n° avvistamenti/Km di monitoraggio) è risultato 0,003 per tursiope e 0,001 per stenella. Considerando i parametri ambientali e confrontando le celle monitorate con presenza e assenza delle specie (Mann-Whitney) si è evidenziato come il parametro pendenza abbia un'influenza significativa sulla distribuzione di tursiope (N=659; Z=3,224; P<0,005), mentre per stenella risulta determinante il parametro profondità (N=659; Z=1,671; P<0,050). Confrontando le celle con gli avvistamenti delle due specie (Test Mann-Whitney), si osserva come nelle celle in cui sono stati avvistati i tursiopi sia presente un numero più elevato di barche a motore rispetto a quelle con gli avvistamenti di stenella (N=29; Z=-2,986; P<0,05). La funzione "jackknife" di Maxent ha permesso di analizzare l'importanza delle variabili utilizzate nel processo di modellizzazione. Per tursiope, il contributo più importante al modello (AUC=0,880) è dato dal parametro pendenza; per stenella invece da distanza da costa (AUC=0,772). L'analisi delle interazioni tra tursiope ed imbarcazioni a motore mostra come inizialmente gli animali tendano ad avvicinarsi alle stesse nel 68% dei casi con i comportamenti: *inspecting boat*, *bowriding* e *surfing*. All'aumentare del numero di barche o al loro permanere nell'area, la reazione si modifica con l'allontanamento degli animali o l'emergere di comportamenti indicativi di stress (*tail slap*).

**Conclusioni** - Dai risultati ottenuti emerge come nell'area di studio la distribuzione dei tursiopi sia influenzata dalla pendenza del fondale, mentre quella di stenella dalla distanza da costa. In letteratura tursiope viene descritto come una specie costiera, per cui sia la profondità che la pendenza del fondale, risultano fattori determinanti nella scelta del habitat (Canadas *et al.*, 2002). Per stenella, invece, le tre variabili batimetriche (distanza da costa, profondità e pendenza) vengono indicate come i fattori predittivi più importanti (Panigada *et al.*, 2008). La distribuzione di tursiope porta a una forte sovrapposizione tra la presenza degli animali e il traffico nautico, intenso soprattutto nel periodo estivo. L'analisi dell'interazione con le imbarcazioni evidenzia un'iniziale risposta comportamentale di tipo positivo, come evidenziato anche da David (2002), e un successivo allontanamento. Risulta necessario approfondire lo studio del comportamento, al fine di verificare se l'avvicinamento iniziale alle imbarcazioni provochi la non ripresa dell'attività precedente alla presenza della barca con un conseguente potenziale disturbo degli individui coinvolti nell'interazione.

#### Bibliografia

- AZZELLINO A., AIROLDI S., GASPARI S., NANI B. (2008) - Habitat use of Cetaceans along the continental slope and adjacent waters in the Western Ligurian Sea. *Deep Sea Research Part I*, **55**: 296-323.
- BOCARD D., LEGENDRE P., DRAPEAU P. (1992) - Partialling out the spatial components of ecological variation. *Ecology*, **73**: 1045-1055.
- CANADAS A., SAGARMINAGA R., GARCIA-TISCARA S. (2002) - Cetacean distribution related with depth and slope in the Mediterranean waters off southern Spain. *Deep Sea Research Part I*, **49**: 2053-2073.
- DAVID L. (2002) - Disturbance to Mediterranean cetaceans caused by vessel traffic. In: Notarbartolo di Sciarra G. (ed), *Cetaceans of the Mediterranean and Black Seas: state of knowledge and conservation strategies*. A report to the ACCOBAMS Secretariat, Monaco, February 2002. Section 11: 21 pp.
- PANIGADA S., ZANARDELLI M., MACKENZIE M., DONOVAN C., MELIN F., HAMMOND P.S. (2008) - Modelling habitat preferences for fin whales and striped dolphins in the Pelagos Sanctuary (Western Mediterranean Sea) with physiographic and remote sensing variables. *Remote Sensing of Environment*, **112**: 3400-3412.



M. BELLINGERI, F. FOSSA, G. GNONE

Acquario di Genova, Area Porto Antico, Ponte Spinola - 16128 Genova, Italia.  
mbellingeri@acquariodigenova.it

## INTERAZIONE TRA *TURSIOPS TRUNCATUS* E PESCA A STRASCICO: DIFFERENTE COMPORTAMENTO IN DUE AREE LIMITROFE LUNGO LA COSTA LIGURE DI LEVANTE

### *INTERACTION BETWEEN TURSIOPS TRUNCATUS AND TRAWLERS: DIFFERENT BEHAVIOUR IN TWO NEIGHBOURING AREAS ALONG THE EASTERN LIGURIAN SEA*

**Abstract** - *Delfini Metropolitani* is a long term project to study the ecology of bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*, Montagu 1821, Delphinidae) in the Eastern Ligurian Sea. One of the main goal is to analyse the relationships between animals and anthropic activities. The area considered for this study includes the coastal waters between Genoa and La Spezia where trawlers are present all around the year; 3 sub-areas were identified in relation with different bathymetry and extension of the continental shelf: zone A (Genoa), B (Rapallo) and C (La Spezia). Data were collected between April 2001 and December 2009 during 495 boat-based surveys. A GIS software was used to manage and analyze the geographically referred data. A strong association between dolphins and trawlers was observed only in the zone C.

**Key-words:** cetology, trawl nets, *Tursiops truncatus*, Ligurian Sea.

**Introduzione** - A causa della sua distribuzione costiera il tursiope (*Tursiops truncatus*) si trova spesso a interagire con le attività antropiche e date le sue abitudini alimentari opportuniste (Barros e Odell, 1990), l'interazione con la pesca e in particolare con quella a strascico è conosciuta e osservata in molte parti del mondo (Corkeron *et al.*, 1990; Pace *et al.*, 2003). L'associazione tra tursiopi e pesca a strascico è l'obiettivo principale del presente lavoro che fa parte di una ricerca a lungo termine, denominata Delfini Metropolitani, sull'ecologia del tursiope lungo la costa ligure di levante.

**Materiali e metodi** - I dati sono stati raccolti tra aprile 2001 e dicembre 2009 nello specchio d'acqua costiero compreso tra Genova e La Spezia attraverso uscite a bordo di gommone. Per questioni logistiche l'area di studio è stata suddivisa in 3 zone: A, con approdo a Genova; B, con approdo a Rapallo; C, con approdo a Lerici (Fig. 1). Le 3 zone presentano fondali con caratteristiche morfologiche diverse, con progressiva espansione della piattaforma continentale da ponente a levante. L'attività di pesca a strascico risulta scarsa nella zona A e più rilevante in B e C. Tramite GPS sono stati registrati i tracciati percorsi e i punti di incontro con la specie target; su apposite schede sono stati quindi riportati i dati relativi all'avvistamento ed in particolare l'eventuale associazione con l'attività di pesca a strascico (i tursiopi si intendono associati allo strascico quando seguono il peschereccio a una distanza pressoché costante, compiendo ripetute immersioni prolungate, presumibilmente sul sacco della rete). E' stato inoltre raccolto materiale fotografico per la foto-identificazione. I dati georiferiti sono stati visualizzati ed elaborati tramite software GIS (ArcGis 9.3), mentre la gestione del dato fotografico è stata effettuata con software di visualizzazione e organizzazione delle immagini (Picasa 3 e ACDsee 9). A partire dai risultati della foto-identificazione è stata effettuata un'analisi sulla composizione dei gruppi di tursiopi incontrati, considerando gli individui "catturati" almeno 5 volte, attraverso il software SOCPROG 2.3.

**Risultati** - Sono stati effettuati 495 rilevamenti per un totale di 1688 ore. Gli avvistamenti di tursiope sono stati 118: 31 nella zona A, 24 in B e 63 in C. Abbiamo

incontrato 366 pescherecci impegnati in attività di pesca a strascico (33 in A, 100 in B, 233 in C). Gli avvistamenti di tursiopi associati allo strascico sono stati 38 (32,2% del totale degli avvistamenti): 1 in A, 1 in B e 36 in C (Fig. 1). Dall'analisi del grado di associazione tra gli individui con almeno 5 "catture" (Fig. 2) si può notare una suddivisione piuttosto netta in 2 gruppi: un gruppo denominato "alfa", costituito da individui, definiti "residenti", avvistati prevalentemente nella zona C, che si spostano occasionalmente nelle zone A e B e che presentano tutti l'associazione con i pescherecci; un gruppo denominato "beta", costituito perlopiù da individui avvistati solo periodicamente e prevalentemente nella zona B e che non interagiscono con l'attività di pesca a strascico. L'unica associazione rilevata nella zona A fa riferimento a un solo individuo appartenente al gruppo alfa, mentre l'associazione osservata nella zona B fa riferimento a un gruppo di 4 delfini composto da 1 individuo del gruppo alfa, 1 del gruppo beta e 2 individui con meno di 5 catture.

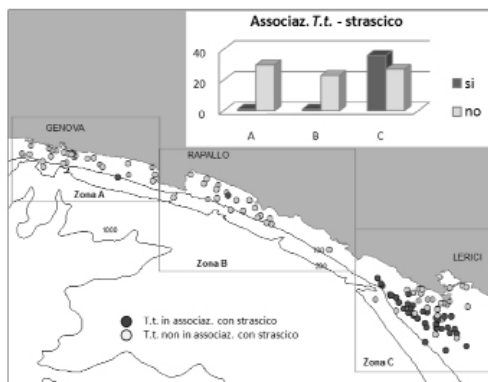


Fig. 1 - Associazione tra tursiopi e pesca a strascico.  
*Association between bottlenose dolphins and trawlers.*

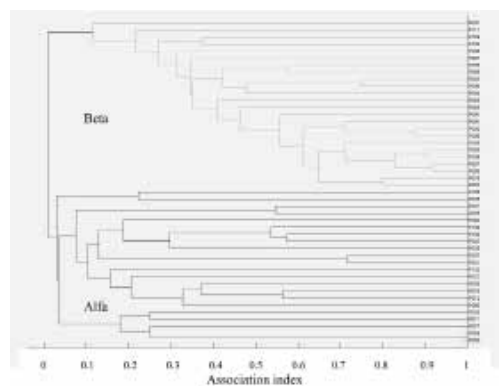


Fig. 2 - Indice di associazione tra individui.  
*Association index between individuals.*

**Conclusioni** - Nonostante l'attività di pesca a strascico sia presente sia nella zona B che nella zona C, solo in quest'ultima si registra una regolare associazione tra tursiopi e pescherecci ad opera degli individui residenti. Gli individui del gruppo beta sembrerebbero non essere specializzati in questo tipo di alimentazione opportunistica, mentre gli individui del gruppo alfa sembrerebbero avere una preferenza di sito.

La specializzazione nell'attività alimentare e in particolar modo la specializzazione nello sfruttamento della pesca a strascico, potrebbe avere quindi un ruolo importante nel delimitare l'*home range* delle (sotto)popolazioni sotto osservazione.

### Bibliografia

- BARROS N.B., ODELL D.K. (1990) - Food habits of bottlenose dolphins in the southeastern United States. In: Laetherwood S., Reeves R.R. (eds), *The Bottlenose Dolphin*. Academic Press, San Diego, CA: 309-328.
- CORKERON P.J., BRYDEN M.M., HEDSTROM K.E. (1990) - Feeding by Bottlenose Dolphins in Association with Trawling Operations in Moreton Bay, Australia. In: Laetherwood S., Reeves R.R. (eds), *The Bottlenose Dolphin*. Academic Press, San Diego, CA: 329-336.
- PACE D.S., PULCINI M., TRIOSSI F. (2003) - Interactions with fisheries: modalities of opportunistic feeding for bottlenose dolphins at Lampedusa Island (Italy). *European Research on Cetaceans*, 17: 110-114.

G. CHESSA<sup>1</sup>, A. ROTTA<sup>2</sup>, G. LEDDA<sup>1</sup>, G.G. LEONI<sup>3</sup>, V. SATTA<sup>2</sup>,  
F. BERLINGUER<sup>2</sup>, S. NAITANA<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Lab. Chimica Ambientale e Tossicologia, IZS-Sardegna, Italia.

<sup>2</sup>Dipartimento di Biologia Animale, Università di Sassari, Via Vienna, 2 - 07100 Sassari, Italia.  
rotta\_andrea@yahoo.it

<sup>3</sup>Dip. di Scienze Fisiologiche, Biochimiche e Cellulari, Univ. di Sassari,  
Via Vienna, 2 - 07100 Sassari, Italia.

## LIVELLI DI INQUINANTI ORGANICI PERSISTENTI IN STENELLE (*STENELLA COERULEOALBA*) SPIAGGIATE NEL NORD SARDEGNA

### CONCENTRATION OF PERSISTENT ORGANIC POLLUTANTS IN STRIPED DOLPHIN (*STENELLA COERULEOALBA*) STRANDED IN NORTH SARDINIA

**Abstract** - Long-lived apex predators, such as marine mammals, are particularly at risk from effects of persistent organic pollutants (POPs), e.g. polychlorinated biphenyls (PCBs) and dichlorodiphenylethanes (e.g. DDT), due to bioaccumulation and biomagnification. POPs are lipophilic compounds that tend to accumulate in the lipid-rich blubber. In marine mammals, POPs enter the body almost exclusively through the diet. In the present study, the levels of PCBs and DDTs in the blubber of striped dolphin stranded in North Sardinia were determined. Our results showed that pollutant concentration are related to age and sex of the individuals. Considering the well known harmful consequences of bioaccumulation of POPs in marine mammals, further studies are needed to determine which POPs might be linked to effects on health.

**Key-words:** persistent organic pollutants, striped dolphin, Sardinia, stranding.

**Introduzione** - I PCB e i pesticidi organo-clorurati, comunemente riuniti nella categoria di contaminanti organici clorurati (OC), sono composti xenobiotici il cui utilizzo è stato vietato già da diversi decenni ma la cui presenza risulta ubiquitaria nell'intero pianeta. Per i mammiferi, terrestri e marini, così come per gli organismi viventi, i livelli di concentrazione aumentano in funzione del livello trofico occupato dalla specie (Fossi *et al.*, 2007). Le quantità riscontrabili rispecchiano generalmente il livello di contaminazione presente nell'ambiente in cui l'organismo ha vissuto (Storelli *et al.*, 2003; Hansen *et al.*, 2004). In questo studio vengono presentati i dati preliminari del progetto di ricerca stilato dalla Facoltà di Veterinaria e dall'IZS della Sardegna finalizzato allo stabilire il livello di contaminazione da OC in stenelle striate (*Stenella coeruleoalba*) spiaggiate nelle coste del nord Sardegna. Lo studio prevedeva la determinazione dei livelli di concentrazione di 8 pesticidi organoclorurati e 18 PCB nel tessuto adiposo.

**Materiali e metodi** - Nel periodo tra settembre 2006 e agosto 2008 sono stati prelevati campioni di tessuto adiposo da 17 esemplari di *Stenella coeruleoalba* ritrovati spiaggiati in buono stato di conservazione. Per ogni esemplare è stata compilata una scheda identificativa dove sono stati raccolti i dati biometrici e il sesso. Il metodo analitico utilizzato ha previsto l'estrazione dei contaminanti con solvente (esano:acetone) in condizioni di pressione e temperatura controllata (sistema ASE) e la determinazione quantitativa dei livelli di concentrazione tramite gascromatografia capillare associata alla spettrometria di massa. Su tutti i campioni analizzati sono stati determinati i livelli di HCB, dei composti appartenenti alla famiglia del DDT (4,4'-DDE, 4,4'-DDD, 2,4'-DDT, 4,4'-DDT; e 18 PCB IUPAC:28, 52, 95, 99, 101, 110, 151, 146, 153, 138, 105, 118, 149, 170, 177, 180, 183, 187). Le concentrazioni trovate sono state espresse in mg/kg su base lipidica. Per i composti appartenenti alla famiglia del

DDT e per i 18 PCB sono state determinate le concentrazioni dei singoli composti e della loro somma ( $DDT_{tot}$ ,  $PCB_{tot}$ ).

**Risultati** - Tutti i campioni analizzati mostrano la presenza di residui di DDT (isomeri e metaboliti) e PCB. Le quantità riscontrate seguono il seguente ordine  $PCB_{tot} \geq DDT_{tot} \geq HCB$ . Al fine di analizzare i dati, gli animali sono stati suddivisi in base all'età stimata, classificando come giovani gli esemplari di lunghezza inferiore a 140 cm, subadulti lunghezza inferiore a 200 cm ed adulti lunghezza superiore a 200 cm (Marsili *et al.*, 2004). Le concentrazioni di DDT e PCB nel tessuto adiposo non mostravano differenze significative tra i sessi negli animali giovani e subadulti. In particolare, sono state rilevate le seguenti concentrazioni di OC espresse in mg/kg su base lipidica: femmine giovani (n=3)  $DDT_{tot}$   $4 \pm 2,5$ ,  $PCB_{tot}$   $3,9 \pm 2,4$ ; maschi giovani (n=4)  $DDT_{tot}$   $11,8 \pm 2,2$ ,  $PCB_{tot}$   $10,2 \pm 2,1$ ; femmine subadulte (n=1)  $DDT_{tot}$   $32,2$ ,  $PCB_{tot}$   $74,3$ ; maschi subadulti (n=2)  $DDT_{tot}$   $50,4 \pm 29,2$ ,  $PCB_{tot}$   $45,2 \pm 30,7$ . Tutti gli individui adulti ritrovati erano di sesso femminile (n=7;  $DDT_{tot}$   $11,5 \pm 5,3$ ;  $PCB_{tot}$   $10,3 \pm 5,5$ ). Comparando le concentrazioni di OC tra le classi di età, è stata rilevata una concentrazione maggiore di inquinanti nei subadulti ( $DDT_{tot}$   $44,3 \pm 8$ ;  $PCB_{tot}$   $54,9 \pm 8,5$ ), rispetto ai giovani ( $DDT_{tot}$   $8,5 \pm 5,3$ ;  $PCB_{tot}$   $7,5 \pm 5,5$ ) ed agli adulti ( $DDT_{tot}$   $11,5 \pm 5,3$ ;  $PCB_{tot}$   $10,3 \pm 5,5$ ).

**Conclusioni** - I risultati ottenuti mostrano come le concentrazioni di OC nel tessuto adiposo siano uniformi, all'interno delle singole classi di età considerate, tra gli animali spiaggianti lungo le coste del nord Sardegna. Le più elevate concentrazioni rilevate nei subadulti possono essere giustificate tenendo conto delle vie di eliminazione fisiologiche di questi composti. Infatti, il normale meccanismo d'esposizione alle sostanze contaminanti tramite la dieta viene nel caso della femmina in età fertile, e nelle fasi quindi di gestazione e lattazione, contrastato da un processo di trasferimento dalla madre al piccolo di una parte consistente di sostanze accumulate nei tessuti (Tanabe *et al.*, 1981).

#### Bibliografia

- FOSSI M.C., CASINI S., MARSILI L. (2007) - Potential toxicological hazard due to endocrine-disrupting chemicals on Mediterranean top predators: state of art, gender differences and methodological tools. *Environ. Res.*, **104**: 174-182.
- HANSEN L.J., SCHWACKE L.H., MITCHUM G.B., HOHN A.A., WELLS R.S., ZOLMAN E.S., FAIR P.A. (2004) - Geographic variation in polychlorinated biphenyl and organochlorine pesticide concentrations in the blubber of bottlenose dolphins from the US Atlantic coast. *The Science of the Total Environment*, **319**: 147-172.
- MARSILI L., D'AGOSTINO A., BUCALOSSO D., MALATESTA T., FOSSI M.C. (2004) - Theoretical models to evaluate hazard due to organochlorine compounds (OCs) in Mediterranean striped dolphin (*Stenella coeruleoalba*). *Chemosphere*, **56** (8): 791-801.
- STORELLI M.M., MARCOTRIGIANO G.O. (2003) - Levels and congener pattern of polychlorinated biphenyls in the blubber of the Mediterranean bottlenose dolphins *Tursiops truncatus*. *Environment International*, **28**: 559-565.
- TANABE S., TANAKA H., MARUYAMA K., TATSUKAWA R. (1981) - Ecology and bioaccumulation of *Stenella coeruleoalba*. Elimination of chlorinated hydrocarbons from mother striped dolphins (*Stenella coeruleoalba*) through parturition and lactation. In: Fujiyama T. (ed), *Studies on the levels of organochlorine compounds and heavy metals in marine organisms*. Ryukyus University, Okinawa: 115-121.

R. CROSTI<sup>2</sup>, A. ARCANGELI<sup>1</sup>, A. MOULINS<sup>3</sup>, P. TEPSICH<sup>3</sup>, M. TRINGALI<sup>4</sup>

<sup>1</sup>ISPRA, Dipartimento Difesa della Natura Servizio Tutela della Biodiversità  
Via Curtatone, 3 - 00185 Roma, Italia.  
antonella.arcangeli@isprambiente.it

<sup>2</sup>c/o ISPRA

<sup>3</sup>Fondazione CIMA

<sup>4</sup>Ass. Scientifica KETOS

## CETACEI E TRAFFICO MARITTIMO IN ALTO MARE, UNA RELAZIONE DA EVITARE?

### *CETACEAN AND MARITIME TRAFFIC IN DEEP SEA WATERS, A RELATION TO AVOID?*

**Abstract** - This study tries to quantify and to compare the relation between cetacean and maritime traffic in pelagic waters (off continental shelf). Results showed that during cetacean sightings (n=753) nautical traffic (through seascape scan sampling) is reduced by 45,3% (P=0,0000) compared to control (n=985).

**Key-words:** maritime traffic, motorways of the sea, Pelagos Sanctuary, cetacean behaviour, ship strike.

**Introduzione** - Il Mediterraneo è una regione ad elevata densità di natanti e diversi trattati internazionali quali Accobams, Santuario Pelagos, Convenzione di Barcellona (SPA) prevedono anche la valutazione e la gestione dell'interazione tra cetacei e traffico marittimo. Gli effetti del movimento dei natanti sui cetacei possono riguardare modifiche nei tempi d'immersione, nell'uso dell'habitat e nei comportamenti. Nello specifico del Mediterraneo le relazioni fra natanti e cetacei sono state per lo più analizzate in aree confinate in prossimità delle coste e quindi principalmente per il tursiopo. Mancano osservazioni a larga scala in mare alto, fondamentali anche in vista dell'inevitabile aumento del traffico marittimo con l'avvio delle previste autostrade del mare. Tra gli scopi del network di monitoraggio cetacei da transetti fissi trans-regionali, istituito a partire dal 2007 e coordinato da ISPRA (Arcangeli *et al.*, 2010), c'è anche quello di verificare le possibili interazioni con il traffico marittimo.

**Materiali e metodi** - Lungo le 5 tratte monitorate dal network, osservatori esperti (MMO) posizionati sul ponte comando di traghetti di linea compiono le osservazioni secondo il protocollo del *distance sampling* e, in corrispondenza di ogni avvistamento, realizzano uno *scan sampling* dell'orizzonte per quantificare il numero di natanti maggiori di 5 m avvistati (trattamento). Lo *scan sampling* sui natanti viene anche realizzato in maniera random in assenza di avvistamenti ogni 10 MN o 45 minuti circa (controllo). I due campioni di dati (controllo *vs* trattamento) raccolti *off continental shelf* sono comparati sia percentualmente sia con i test Mann-Whitney e Kolmorov-Smirnov per testare rispettivamente la probabilità (P) che i due campioni e le due distribuzioni di dati siano simili. E' stato inoltre quantificato, utilizzando anche i dati raccolti tra il 1989 ed il 1992 lungo il Tirreno centrale da uno dei partner del network (Marini *et al.*, 1997), il numero di MN percorse dai traghetti con MMO a bordo senza che siano stati registrati episodi di collisione con cetacei.

**Risultati** - Su tutte le tratte, il numero di natanti in presenza di avvistamenti è stato sempre percentualmente minore rispetto a quello registrato in assenza di avvistamento (Tab. 1); inoltre, entrambi i test evidenziano come sia i valori, sia la distribuzione di frequenza delle due popolazioni di dati siano statisticamente dissimili per la maggior parte delle tratte. Differenziando il dato per specie risulta che zifio e stenella sono le specie che registrano il massimo scostamento dei valori di natanti presenti durante gli avvistamenti rispetto al controllo. Solo per il tursiopo

non si sono registrate differenze. Il network ha percorso 75.233 MN senza episodi di collisione e registrando un solo episodio riconducibile ad una “near collision”.

**Conclusioni** - Nonostante la ricerca sulle relazioni fra traffico marittimo e cetacei da parte del network sia ancora nella sua fase iniziale di sperimentazione, i risultati preliminari dimostrano, pur in assenza di un disegno sperimentale causa-effetto, che gli avvistamenti avvengono in coincidenza con un numero minore d'imbarcazioni. Questo risulta particolarmente vero per specie elusive come lo zifio o la stenella. Quest'ultima pur essendo la specie più frequente e maggiormente distribuita lungo tutti i transetti, forse anche grazie alle sue caratteristiche di estrema mobilità, viene avvistata principalmente in aree a minore presenza di natanti. Diverso invece il risultato per il tursiopo unica specie a non mostrare differenze, quando avvistato in alto mare, rispetto al numero di natanti utilizzato come controllo. Il numero di MN percorse senza collisioni può essere un utile parametro di base per studi di 'risk assessment' che oltre ad intensità di traffico navale, distribuzione delle specie (in particolare lungo le rotte marittime) e comportamento prendano in considerazione il totale di MN percorse dal traffico marittimo al fine di meglio valutare e gestire in maniera sostenibile il previsto incremento di trasporto per nave.

Tab. 1 - Numero di *scan sampling* di natanti in alto mare lungo i diversi transetti e per specie divisi per trattamento e controllo.

*Number of vessel scan sampling in deep sea waters along the different transects and for species (treatment vs control).*

Transect	year/(Runs)	N	mean	median	compared to control	Mann	Kolgorov
<u>Catania-Civitavecchia</u>							
treatment	2010 (26)	13	1,385	1			
control		88	1,761	1	-21,6%	0,65	0,002
<u>Civitavecchia-G Aranci</u>							
treatment	2008-	281	0,890	1			
control	2010 (88)	324	1,340	1	-33,6%	0,0001	0,0000
<u>Livorno-Bastia</u>							
treatment	2009-	34	1,147	1			
control	2010 (86)	141	1,383	1	-17,1%	0,39	0,001
<u>Savona-Bastia</u>							
treatment	2009-	138	1	1			
control	2010 (44)	197	2,411	2	-58,6%	0,0000	0,0000
<u>Nizza-Calvi</u>							
treatment	2009-	287	0,822	0			
control	2010 (46)	235	1,579	1	-47,9%	0,0005	0,01
<u>All</u>							
treatment	2008-	753	0,904±0,042	1			
control	2010 (290)	985	1,654±0,066	1	-45,3%	0,0000	0,0000
<i>S. coeruleoalba</i>		371	0,822	0	-50,3%		
<i>Balaenoptera</i> spp.		228	0,912	1	-44,9%		
<i>T. truncatus</i>		27	1,704	1	+2,5%		
<i>P. macrocephalus</i>		19	0,947	1	-42,7%		
<i>Z. cavirostris</i>		15	0,6	0	-68%		
others		93	1,022	1	-38,2%		

## Bibliografia

- ARCANGELI A., MUZI E., TEPsICH P., CARCASSI S., CASTELLI A., CROSTI R., DIVINCENZO M., MAGLIOZZI C., MARINI L., POGGI A., POLDI A., PULCINI M., RICCI S., SAFONTAS C., SDRINGOLA S., UKMAR E. (2010) - Large scale cetacean monitoring from passenger ferries in Italy, networking summer 2008 surveys. In: Pierce & Lick (eds), *Proceedings ECS*, **23**: 1-6.
- MARINI L., CONSIGLIO C., ANGRADI A.M., CATALANO B., SANNA A., VALENTINI T., FINOIA M., VILLETTI G. (1997) - Distribution, abundance and seasonality of cetaceans sighted during scheduled ferry crossings in the central Tyrrhenian Sea: 1989-1992. *It. J. Zool.*, **63**: 381-388.

F. FOSSA, M.O. LAMMERS\*, L. ORSI RELINI

Dipartimento per lo Studio del Territorio e delle sue Risorse (Dip.Te.Ris.), Università di Genova,  
Corso Europa, 26 - 16132 Genova, Italia.

fulviofossa@hotmail.com

\*Hawaii Institute of Marine Biology, P.O. Box 1346, Kaneohe, HI 96744, USA.

## MEASURING INTERACTIONS BETWEEN COMMON BOTTLENOSE DOLPHIN (*TURSIOPS TRUNCATUS*) AND ARTISANAL FISHERIES IN THE LIGURIAN SEA: 1) PASSIVE ACOUSTIC MONITORING ON BOTTOM SET NETS

### *MISURANDO LE INTERAZIONI DEL TURSIOPE (TURSIOPS TRUNCATUS) CON LA PESCA ARTIGIANALE IN MAR LIGURE: 1) MONITORAGGIO ACUSTICO PASSIVO DI RETI DA POSTA*

**Abstract** - Interactions between common bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) and artisanal fisheries were studied a) monitoring dolphin presence at night by means of an Ecological Acoustic Recorder (ad hoc modified EAR) and b) identifying depredation by specific net damage. Dolphin presence was recorded during 21 of 34 fishing operations; only in 3 cases did dolphin presence in proximity of the net coincide with specific net damage.

**Key-words:** artisanal fishing, acoustic detection, *Tursiops truncatus*, Ligurian Sea.

**Introduction** - Despite the fact that possible interactions between common bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus* Montagu, 1821) feeding strategies and artisanal fisheries are widely reported, it is not entirely clear what “interaction” really means and which damage is definitely due to dolphin depredation. First observations carried out for an on-going study in the Ligurian Sea are described here: the study includes on board monitoring of net conditions before and after each fishing operation and the collection of acoustic data during the night. While a Mod EAR replaces cetacean observation from the boat, depredation is documented by specific damage observed on the net. In this note passive acoustic monitoring results are presented.

**Materials and methods** - An ecological acoustic recorder (EAR) prototype (Lammers *et al.*, 2008), adapted to be easily located and removed on a set net, was applied first on a trammel net and later on a gill net, following a fisherman fishing schedule. Fishing operations occurred between April and September 2010 in an inshore area in the proximity of Chiavari harbour. The acoustic device, named Mod EAR, was programmed to record 30 seconds every 3 minutes at 50 kHz sample rate for 12 hours, from 7 pm to 7 am, based on a previous study carried out with EAR in front of La Spezia (Fossa *et al.*, 2010). Data were analyzed with Adobe Audition™ 1.5. Details of the catch composition and damage to the nets can be found in Fossa *et al.*, 2011.

**Results** - 4217 different sounds were recorded and classified in four classes: sounds produced by vessel engines (64% of the total amount); sound produced by marine organisms other than cetaceans (28%); dolphin sounds, including all vocalization types produced by dolphins (5%) and other (3%). Among dolphins sounds, “click trains” were the most frequent category (64%), followed by “whistles” (19%) and “whistles and clicks” (17%). Dividing the whole time recorded per night into 3 hour intervals, dolphins seem to be more present in the first two fractions: 7.00 pm – 10.00 pm and 10.00 pm – 1.00 am, a result similar to previous observations derived from a 24 hour acoustic monitoring (Fossa *et al.*, 2010) (Fig. 1). Dolphins resulted in proximity of the nets during 21 of 34 fishing operations (Fig. 2) with a 37.5 minutes

mean time (5.2% of the net immersion time). Damage was found in 4 cases, marked with an asterisk in Fig. 2, corresponding to 11.8% of all fishing operations. In 3 of these 4 events, dolphin presence was recorded also acoustically (2/7, 20/7 e 17/8), whereas during the 6/5 session, there were no acoustic detections.

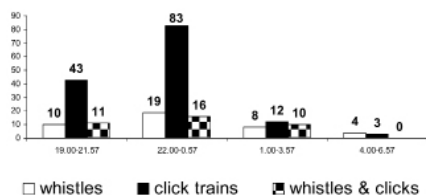


Fig. 1 - Number of dolphin acoustic detections per 3 hour intervals.

Numero di contatti acustici dei delfini per intervalli di 3 ore.

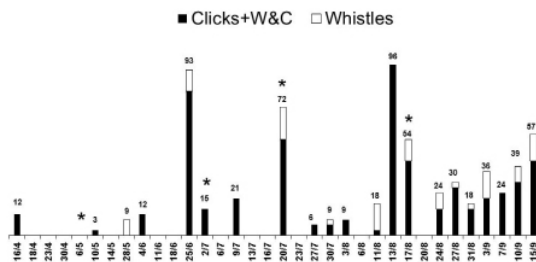


Fig. 2 - Minutes of dolphin presence (hunting dolphins = black segments) per fishing operation. \* = presence of net damage.

Minuti di presenza dei delfini (in caccia quelli in nero) per operazione di pesca. \* = presenza di danni alla rete.

**Results and conclusions** - Sometimes interaction is established on the basis of dolphin presence near the nets (to a distance of 400 meters, according to Lauriano *et al.*, 2004), in other cases on the basis of behavioral patterns; neither of these criteria can be applied during the night. Acoustic monitoring resulted extremely effective and seems to lead to a better understanding of the dolphins behavior around the nets, allowing distinction between explorative and communicative sounds (Fig. 2). Nevertheless, even a prolonged dolphin presence around the nets does not always mean interaction which must be noticed and measured directly on the net. The small amount of damage observed on 6/5 session, when dolphins were not detected acoustically, could be due to a single dolphin action and to the click train directionality.

## References

- FOSSA F., LAMMERS M.O., GNONE G. (2010) - Preliminary study of bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) coastal patterns using an ecological acoustic recorder (EAR). *Proceedings 38<sup>th</sup> European Association of Aquatic Mammals Symposium*, **40**.
- FOSSA F., LAMMERS M.O., ORSI RELINI L. (2011) - Measuring interactions between common bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) and artisanal fisheries in the Ligurian Sea: 2) net damage and catch variations. *Biol. Mar. Mediterr.*, **18** (1): 182-183.
- LAMMERS M.O., BRAINARD R.E., AU W.W.L., MOONEY A.T., WONG K.B. (2008) - An ecological acoustic recorder (EAR) for long-term monitoring of biological and anthropogenic sounds on coral reefs and other marine habitats. *J. Acoust. Soc. Am.*, **123** (3): 1720-1728.
- LAURIANO G., FORTUNA C.M., MOLTEDO G., NOTARBARTOLO DI SCIARA G. (2004) - Interactions between common bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) and the artisanal fishery in Asinara Island National Park (Sardinia): assessment of catch damage and economic loss. *J. Cetacean Res. Manage.*, **6** (2):165-173.



F. FOSSA, M.O. LAMMERS\*, L. ORSI RELINI

Dipartimento per lo Studio del Territorio e delle sue Risorse (Dip.Te.Ris.), Università di Genova,  
Corso Europa, 26 - 16132 Genova, Italia.

fulviofossa@hotmail.com

\*Hawaii Institute of Marine Biology, P.O. Box 1346, Kaneohe, HI 96744, USA.

## MEASURING INTERACTIONS BETWEEN COMMON BOTTLENOSE DOLPHIN (*TURSIOPS TRUNCATUS*) AND ARTISANAL FISHERIES IN THE LIGURIAN SEA: 2) NET DAMAGE AND CATCH VARIATIONS

### *MISURANDO LE INTERAZIONI DEL TURSIOPE (TURSIOPS TRUNCATUS) CON LA PESCA ARTIGIANALE IN MAR LIGURE: 2) DANNI DOCUMENTATI ALLE RETI VARIAZIONE DELLE CATTURE*

**Abstract** - Interactions between common bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) and artisanal fisheries were studied a) monitoring dolphin presence at night by means of an Ecological Acoustic Recorder (ad hoc modified EAR) and b) identifying depredation by specific net damage. Damage resulted in 4 of 34 fishing operations with both loss and increments of single fished species. The overall effect of depredation was 14% loss of the commercial catch.

**Key-words:** artisanal fishing, *Tursiops truncatus*, Ligurian Sea.

**Introduction** - Despite the fact that possible interactions between common bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus* Montagu, 1821) feeding strategies and artisanal fisheries are widely reported, it is not completely clear what “interaction” really means and which damage is definitely due to dolphin depredation. First observations carried out for an on-going study in the Ligurian Sea are here described: the study includes on board monitoring of the net conditions before and after each fishing operation and the collection of acoustic data during the night. While a Mod EAR replaces cetacean observation from the boat, depredations are documented by specific damage observed on the net. In this note fishing results are presented.

**Materials and methods** - 34 fishing operations carried out between 16/04 and 15/09 2010 in the coastal waters near Chiavari were studied: 7 were carried out using trammel nets on a muddy bottom at 10-30 meters depth, and 27 using gill nets on a muddy bottom at 30-50 meters depth. The nets were equipped with Mod EAR and were immersed for approximately 12 hours, from 7 pm to 7 am (Fossa *et al.*, 2011). Catch was sorted per species and counted as number of individuals. Interactions were recorded by specific net damage consisting in holes with a hanging strip of net: this kind of damage is assigned to dolphins by local fishermen (cfr. Zahri *et al.*, 2004). Total catches in presence and absence of depredation are shown in terms of mean number of fish species per fishing operation (Net features: mesh N°10, length = approx. 700 meters, height = 3 meters). The fisherman used more than 1 net per night, but only the first fishing operation could be monitored. Economic loss calculations were not included in this note.

**Results and conclusions** - Over 34 fishing operations, net damage was observed in 4 cases (11.8% of the total). Trammel net catch composition in spring on a 15-25 meters deep muddy bottom was made up of (in decreasing number of individuals): *Mullus* spp., *Aspitrigla cuculus*, *Oblada melanura*, *Boops boops*, *Diplodus* spp., *Sepia officinalis*, *Eledone moschata*, *Octopus vulgaris* and a group of less frequent species. In one fishing operation, among those described above, little damage was observed

(2 holes in one end of the net); catch composition was similar to the previous one. On 28/05 gill net fishing started: during 24 operations no interactions were observed, while during 3 operations net damage appeared (Tab. 1). In the first case catches were made up of (in decreasing number of individuals) *Scomber scombrus*, *B. boops*, *Mullus* spp., *Diplodus* spp., *Merluccius merluccius*, *O. melanura*, *Sparus aurata*, *Dicentrarchus labrax*, *A. cuculus*. When damages were observed *Mullus* spp. and *A. cuculus* were missing; *M. merluccius*, *Diplodus* spp., *O. melanura* and *S. scombrus*, appeared with decreased numbers, while *B. boops*, *D. labrax* and *S. aurata* with increased numbers. In total a mean decreasing of 4 individuals was observed, i.e. 14% reduction of catch. In more details, the mean catch during 9 days without hunting dolphins around the net was 31.78 (see Fossa *et al.*, 2011, Fig. 2); during 15 days with presence of hunting dolphins, but without net damages was 31.13; during 3 days with presence of hunting dolphins (for a total of 111 minutes) and net damage was 27. Asterisks in Tab. 1 indicate fish species definitely connected with bottlenose dolphin feeding habits in the study area, on the basis of stomach contents recorded by specimens which had come to a violent end (Voliani and Volpi, 1990; Orsi Relini *et al.*, 1994). True interactions resulted in all less numerous than expected on the basis of dolphin presence and/or hunting activities.

Tab. 1 - Gill net: average composition of the commercial product, in absence (24 days) and presence (3 days) of dolphins interactions.

*Rete a imbrocco: composizione media del prodotto commerciale in assenza (24 giorni) e presenza (3 giorni) di interazioni.*

dates	<i>Scomber scombrus</i> *	<i>Boops boops</i> *	<i>Mullus</i> spp.	<i>Diplodus</i> spp.	<i>Merluccius merluccius</i> *	<i>Oblada melanura</i> *	<i>Sparus aurata</i> *	<i>Dicentrarchus labrax</i> *	<i>Aspitrigla cuculus</i>	Other	total
28/5-15/9	120	113	107	86	80	66	55	46	29	51	753
<b>mean number</b>	<b>5.00</b>	<b>4.71</b>	<b>4.46</b>	<b>3.58</b>	<b>3.33</b>	<b>2.75</b>	<b>2.29</b>	<b>1.92</b>	<b>1.21</b>	<b>2.13</b>	<b>31.38</b>
<b>st. dev.</b>	<b>7.22</b>	<b>4.53</b>	<b>6.28</b>	<b>2.92</b>	<b>2.71</b>	<b>2.49</b>	<b>1.71</b>	<b>1.41</b>	<b>2.13</b>	<b>1.75</b>	<b>-</b>
02/07/10	0	22	0	2	3	0	4	2	0	3	36
20/07/10	14	0	0	2	0	7	2	5	0	2	32
17/08/10	0	3	0	0	5	0	5	0	0	0	13
<b>total</b>	<b>14</b>	<b>25</b>	<b>0</b>	<b>4</b>	<b>8</b>	<b>7</b>	<b>11</b>	<b>7</b>	<b>0</b>	<b>5</b>	<b>81</b>
<b>mean number</b>	<b>4.67</b>	<b>8.33</b>	<b>-</b>	<b>1.33</b>	<b>2.67</b>	<b>2.33</b>	<b>3.67</b>	<b>2.33</b>	<b>-</b>	<b>1.67</b>	<b>27</b>
<b>st. dev.</b>	<b>8.08</b>	<b>11.93</b>	<b>-</b>	<b>1.16</b>	<b>2.52</b>	<b>4.04</b>	<b>1.53</b>	<b>2.52</b>	<b>-</b>	<b>1.53</b>	<b>-</b>

**Acknowledgements** - We are grateful to Mr Francesco Muzio who hosted aboard the first author.

## References

- FOSSA F., LAMMERS M.O., ORSI RELINI L. (2011) - Measuring interactions between common bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) and artisanal fisheries in the Ligurian Sea: 1) passive acoustic monitoring on bottom set net. *Biol. Mar. Mediterr.*, **18** (1): 180-181.
- ORSI RELINI L., CAPPELLO M., POGGI R. (1994) - The stomach content of some bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) from the Ligurian Sea. *European Research on Cetaceans*, **8**: 192-195.
- VOLIANI A., VOLPI C. (1990) - Stomach content analysis of a stranded specimen of *Tursiops truncatus*. *Rapp. Comm. Int. Mer Mediterr.*, **32** (1): 238.
- ZAHRI Y., ABID N., ELOUAMARI N., ABDELLAOUI B. (2004) - *Étude de l'interaction entre le grand dauphin et la pêche à la senne coulissante en Méditerranée marocaine*. Institut National de Recherche Halieutique Report, Casablanca: 52 pp.

F. MAGNONE, A. FOZZI, V. PICOLLO, A. DE LAZZARI, E. TRAINITO

Associazione C.Ri.M.M. onlus (Centro Ricerca Mammiferi Marini),  
Via Molara, snc - 07020 Porto San Paolo (OT), Italia.  
fra.magnone@crimm.org

## STRUTTURA E DIMENSIONE DEI GRUPPI DI TURSIOPE (*TURSIOPS TRUNCATUS*) IN AREE COSTIERE FORTEMENTE ANTROPIZZATE DELLA SARDEGNA NORD ORIENTALE

### GROUP SIZE AND COMPOSITION OF COMMON BOTTLENOSE DOLPHINS (*TURSIOPS TRUNCATUS*) IN HIGH ANTHROPIC COASTAL AREAS IN NORTH EASTERN SARDINIA

**Abstract** - This study shows the influence of anthropic activities on the group sizes, the composition and the affiliation of individuals of common bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) in North Eastern Sardinia – Italy. Data were collected from dedicated boat-based surveys, using photo-identification methodologies. The results show how the different anthropogenic impact such as fishing activities, fish farm, vessel traffic, coastal development, are considered to shape the behaviour of this species in this coastal area. The implications of this study may be particularly significant to management proposals currently aimed at this important common bottlenose dolphin population for Protected Areas.

**Key-words:** ecology, behaviour, coastal environment, *Tursiops truncatus*, Sardinia.

**Introduzione** - Il tursiope (*Tursiops truncatus*) nel Mediterraneo è la specie di cetaceo più comune nella piattaforma continentale con una distribuzione discontinua e frammentata in piccole unità (Notarbartolo di Sciarra, 2002). La popolazione in esame è oggetto di una ricerca pluriennale nata dall'importanza delle zone costiere come aree di alimentazione e di *nursery* (Reeves e Notarbartolo di Sciarra, 2006). Essa appare fortemente condizionata dalla pressione antropica, sia dalla presenza di un impianto di acquacoltura in relazione alla dieta opportunistica ed alla flessibilità alimentare tipica di questa specie, sia dall'incremento del traffico nautico nell'area. Si rende quindi necessaria la costante raccolta dei dati sulla composizione e sul comportamento dei gruppi osservati per l'istituzione e l'attuazione di adeguate misure di conservazione.

**Materiali e metodi** - La ricerca è effettuata con l'ausilio di un gommone equipaggiato con un motore 4 tempi a basso impatto. Per la realizzazione delle immagini sono utilizzate macchine fotografiche digitali con obiettivi stabilizzati. L'area di ricerca si estende sulla piattaforma continentale con limite Nord l'Isola di Mortorio, limite Est l'isobata dei 100 m, limite Sud le coordinate 40°45,84'N-009°48,26'E, limite Ovest la linea di costa. Le informazioni sulle rotte, le condizioni meteo e le coordinate degli avvistamenti registrati con un GPS vengono annotate su schede predisposte ed inserite in un data base per l'analisi. La ricerca viene svolta tramite uscite di monitoraggio in mare, svolte durante tutto l'anno in relazione alle migliori condizioni meteo. Lo studio dei singoli esemplari viene condotto con l'utilizzo della tecnica della fotoidentificazione, fotografando ed analizzando le particolarità della pinna dorsale, la parte meglio visibile dell'animale durante l'emersione (Hammond *et al.*, 1990). I dati relativi alla pressione antropica comprendono: il traffico nautico, l'attività da diporto di porti turistici, porti commerciali e marine private, l'interazione con l'impianto di acquacoltura (nelle acque prospicienti Golfo Aranci) e con la flotta peschereccia.

**Risultati** - Nel periodo 2006-2010 sono state effettuate 249 uscite suddivise in 220 giornate, per un totale di 765 ore. Sono stati registrati 181 avvistamenti, ripartiti in

142 giornate, con totale di 908 osservazioni. Il numero dei fotoidentificati dall'inizio della ricerca (1999) al mese di dicembre 2010 nell'area della Sardegna Nord-Orientale è pari a 152 esemplari di cui 79 sono stati riosservati almeno una volta nel periodo in esame. La media di esemplari per gruppo è pari a 5,3, con un minimo pari ad 1 ed un massimo pari a 25. Il 28% è rappresentato da piccoli in associazione con la madre e subadulti. Tra i comportamenti alimentari osservati (pari al 50% del totale), il 30% rappresenta l'attività in prossimità dell'impianto di acquacoltura, il 10% in acque costiere a meno di 0,5 miglia dalla costa; il 6% in associazione a pescherecci a strascico e l'1% in acque pelagiche, oltre 0,5 miglia dalla costa. Le corse di traghetti dai porti di Olbia e Golfo Aranci sono pari a 46.616, con una media annua di 9.323. Trimestralmente i valori medi sono pari a 2.564 (I trimestre), 4.214 (II trimestre), 6.293 (III trimestre) e 2.468 (IV trimestre). Sono presenti 5 porti turistici; 3 marine private e 2 porti commerciali, compresi nei comuni di Arzachena, Golfo Aranci, Olbia e San Teodoro. Di questi 5 sono attrezzati per l'ormeggio di imbarcazioni di lunghezza superiore o pari a 24 m; 4 per l'ormeggio di imbarcazioni di lunghezza compresa tra 10 e 24 metri e uno per imbarcazioni inferiori o pari a 10 metri per un totale di 3.354 posti barca.

**Conclusioni** - Nonostante lo sviluppo di attività antropiche, il cui impatto è prevalente sulle aree costiere soprattutto durante i mesi estivi, come dimostrato dai dati raccolti sul traffico nautico e sull'attività da diporto, le coste della Sardegna costituiscono ancora un habitat compatibile per la specie in esame. Lo studio della struttura e della composizione dei gruppi mostra un'alta percentuale di esemplari giovani che confermano l'utilizzo dell'area come *nursery*; inoltre la popolazione è caratterizzata da piccoli gruppi distribuiti nell'area prevalentemente per scopi alimentari soprattutto in associazione con l'impianto di acquacoltura che rappresenta una facile fonte di approvvigionamento. La bassa percentuale in associazione ai pescherecci a strascico è determinata dalla presenza di una esigua flotta. Alcune misure di conservazione già in vigore nell'Area Marina Protetta di Tavolara e la regolamentazione delle attività di pesca stanno producendo un notevole incremento della biomassa con maggiori possibilità per il futuro reperimento di specie preda anche nelle acque non prospicienti l'impianto di acquacoltura. Per la conservazione di questa specie appare imprescindibile continuare ad effettuare il monitoraggio della popolazione, poiché solo uno studio a lungo termine sarà in grado di fornire le basi per istituire adeguate misure di gestione delle aree costiere sempre più soggette all'incremento della pressione antropica.

#### **Bibliografia**

- HAMMOND P.S., MIZROCH D., DONOVAN G.P. (1990) - Individual recognition of cetaceans: use of photo identification and other techniques to estimate population parameters. *Report of the International Whaling Commission*, Special Issue **12**: 53-55.
- NOTARBARTOLO DI SCIARA G. (2002) - Summary. In: Notarbartolo di Sciarra G. (ed), *Cetaceans of the Mediterranean and Black Seas: State of Knowledge and Conservation Strategies*. A Report to the ACCOBAMS Secretariat, Monaco, February 2002. Section 1: 5 p.
- REEVES R., NOTARBARTOLO DI SCIARA G. (2006) - *The status and distribution of cetaceans in the Black Sea and Mediterranean Sea*. IUCN Centre for Mediterranean Cooperation, Malaga, Spain: 137 pp.

F. MAGNONE, E. TRAINITO, V. PICOLLO, A. DE LAZZARI,  
A. FOZZI, E. NAPOLITANO, S. VITALE\*

Associazione C.Ri.M.M. onlus (Centro Ricerca Mammiferi Marini),  
Via Molara, snc - 07020 Porto San Paolo (OT), Italia.  
fra.magnone@crimm.org

\*Area Marina Protetta di Tavolara Punta Coda Cavallo (OT), Italia.

## OSSERVAZIONE DEL COMPORTAMENTO ALIMENTARE DI BALENOTTERA COMUNE (*BALAENOPTERA PHYSALUS*) LUNGO LA COSTA NORD-ORIENTALE DELLA SARDEGNA

### *OBSERVATION OF THE FEEDING BEHAVIOUR OF FIN WHALES (BALAENOPTERA PHYSALUS) ALONG THE NORTH-EASTERN COAST OF SARDINIA, MEDITERRANEAN SEA*

**Abstract** - *The presence of fin whales (*Balaenoptera physalus*), in the Mediterranean Sea has been documented since ancient times, but the information about distribution and the feeding activities is limited to the north-western part. From January 2005 to February 2011 in north-eastern Sardinian coastal waters surface feeding activity has been recorded. The information obtained suggests that this area may be an important winter feeding ground for fin whales. The results offer significant new informations on fin whale ecology in the Mediterranean, with associated conservation and management implications.*

**Key-words:** *feeding behaviour, conservation, coastal zone management, *Balaenoptera physalus*, Sardinia.*

**Introduzione** - La presenza di Mysticeti, in particolare di balenottera comune (*Balaenoptera physalus*), nelle acque pelagiche è documentata da molto tempo nella parte nord occidentale del bacino Mediterraneo con particolare riferimento al periodo estivo (Notarbartolo di Sciara *et al.*, 2003; Forcada *et al.*, 1996). Nel Mediterraneo centro-meridionale è stata descritta un'area di alimentazione invernale nei pressi dell'Isola di Lampedusa (Canese *et al.*, 2006), mentre la presenza di questi Cetacei nelle acque costiere del Tirreno centrale è ancora poco conosciuta. La raccolta delle informazioni sulla presenza di questa specie lungo le coste nord orientali della Sardegna potrà portare, con studi protratti su lunghi periodi, alla scoperta di importanti nuove informazioni sull'ecologia di questi Cetacei con implicazioni di conservazione e gestione delle aree costiere, sempre più soggette alla pressione antropica.

**Materiali e metodi** - Durante il periodo compreso tra gennaio 2005 e febbraio 2011 sono stati raccolti i dati relativi alla presenza di balenottera comune (*Balaenoptera physalus*) nell'area della Sardegna Nord-Orientale. Lo studio dei singoli esemplari è stato condotto con l'utilizzo della tecnica della fotoidentificazione, fotografando ed analizzando l'immagine della pinna dorsale (Hammond *et al.*, 1990). Per la realizzazione delle immagini sono state utilizzate macchine fotografiche digitali con obiettivi stabilizzati. È stato inoltre registrato il comportamento degli animali nel corso dell'avvistamento.

**Risultati** - Nel periodo di campionamento sono stati registrati 12 avvistamenti di balenottera comune (*Balaenoptera physalus*), ripartiti in 12 differenti giornate, per un totale di 22 esemplari. Degli esemplari fotoidentificati solo uno è stato riosservato successivamente a tre anni di distanza. In particolare 8 degli avvistamenti sono stati effettuati nei mesi compresi tra dicembre e marzo. Relativamente a questo campione, 5 degli avvistamenti sono caratterizzati dall'attività di spostamento (*travelling*), mentre 3 dall'attività di alimentazione tutti osservati nell'area circostante l'Isola di Molarotto

(area di riserva integrale dell'Area Marina Protetta di Tavolara Punta Coda Cavallo). Tale attività è svolta con la cooperazione degli esemplari (2 nella fattispecie) nella cattura delle prede, attraverso l'alternanza di fasi di nuoto veloce con tendenza a circoscrivere un tratto di mare per concentrare il plancton, frequenti immersioni con rilascio di bolle, l'avvicinamento alla superficie in corrispondenza della massa di plancton concentrata, all'interno della quale avviene dapprima l'emersione del muso con rotazione sul fianco destro e apertura della bocca svolta in perfetta sincronia e in stretta vicinanza l'uno con l'altro, lasciando esposto alla superficie il lato sinistro del corpo di cui è possibile osservare l'emersione della pinna pettorale e del lobo sinistro della pinna caudale durante la fase di immersione che avviene lentamente dopo la chiusura della bocca. L'attività di alimentazione si è svolta su un tratto di mare con profondità variabili tra 15 e 60 m.

**Conclusioni** - Il comportamento di alimentazione osservato presenta analogie con quello registrato nelle acque prospicienti l'isola di Lampedusa (Canese *et al.*, 2006) e nel Golfo della California (Tershy *et al.*, 1992). Tale comportamento non è stato osservato nella zona Nord dell'area di studio, caratterizzata da una maggior pressione antropica anche durante i mesi invernali dovuta al traffico nautico per la presenza di traghetti in arrivo e partenza dai porti di Palau, Olbia e Golfo Aranci. L'area in cui è stata osservata l'attività di alimentazione risulta essere invece particolarmente tranquilla nel medesimo periodo, nonostante la vicinanza alla costa. Parte di essa infatti è compresa in una zona di protezione integrale dell'Area Marina Protetta di Tavolara Punta Coda Cavallo, soggetta al divieto di transito e delle attività di pesca che sta producendo un notevole incremento della biomassa, documentato da specifiche ricerche. La registrazione di avvistamenti di squali elefante (*Cetorhinus maximus*) e di un raro esemplare di balenottera minore (*Balaenoptera acutorostrata*) nel periodo in esame avvalorava questa ipotesi. Il proseguimento del monitoraggio, affiancato all'analisi della composizione del plancton e della temperatura superficiale potrà portare a nuovi ed importanti risultati che incrementeranno le informazioni sull'ecologia di questa specie sull'utilizzo degli habitat costieri e potranno consentire l'attuazione di nuove proposte di gestione e conservazione nelle Aree Protette presenti nell'area di studio.

#### Bibliografia

- CANESE S., CARDINALI A., FORTUNA C.M., GIUSTI M., LAURIANO G., SALVATI E., GRECO S. (2006) - The first identified winter ground of fin whales (*Balaenoptera physalus*) in the Mediterranean Sea. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.*, **86** (5119): 1-5.
- FORCADA J., AGUILAR A., HAMMOND P., PASTOR X., AGUILAR R. (1996) - Distribution and abundance of Fin Whales (*Balaenoptera physalus*) in the western Mediterranean Sea during the summer. *Journal of Zoology*, **238**: 23-34.
- HAMMOND P.S., MIZROCH D., DONOVAN G.P. (1990) - Individual recognition of cetaceans: use of photo identification and other techniques to estimate population parameters. *Report of the International Whaling Commission*, Special Issue **12**: 53-55.
- NOTARBARTOLO DI SCIARA G., ZANARDELLI M., JAHODA M., PANIGADA S., AIROLDI S. (2003) - The Fin whale (*Balaenoptera physalus*) (L.1758) in the Mediterranean Sea. *Mammal Review*, **33**: 105-150.
- TERSHY B.R., WILEY D.N. (1992) - Asymmetrical pigmentation in the fin whale: a test of two feeding related hypotheses. *Marine Mammal Science*, **8**: 315-318.

L. MARSILI, S. MALTESE, D. COPPOLA, L. CARLETTI, M.C. FOSSI

Dipartimento di Scienze Ambientali, Università di Siena,  
Via P.A. Mattioli, 4 - 53100 Siena, Italia.  
marsilil@unisi.it

TREND TEMPORALE DELLA CONTAMINAZIONE DA  
ORGANOCLORURATI IN ESEMPLARI DI STENELLA STRIATA  
(*STENELLA COERULEOALBA*) SPIAGGIATI E FREE-RANGING  
DEL MAR MEDITERRANEO

TEMPORAL TREND OF ORGANOCHLORINE CONTAMINATION  
IN STRANDED AND FREE-RANGING STRIPED DOLPHIN  
(*STENELLA COERULEOALBA*) SPECIMENS IN THE  
MEDITERRANEAN SEA

**Abstract** - Mediterranean cetaceans are known to accumulate very high levels of xenobiotic contaminants, such as organochlorines (OCs). In 1990-1992, many striped dolphins (*Stenella coeruleoalba*) were affected by a severe Morbillivirus infection epidemic along the Mediterranean coasts. In that period, the OC levels in blubber of stranded striped dolphin specimens resulted statistically higher than those found in specimens of all periods. Here we show that in blubber of stranded and in biopsies of free-ranging striped dolphins sampled in the Mediterranean Sea in the last years, the levels of some OCs (PCBs and DDTs) are very similar to the levels found in the 1991-1993 period, despite regulatory control on their production and use in Mediterranean area.

**Key-words:** Mediterranean cetaceans, *Stenella coeruleoalba*, pollution, organochlorine contaminants.

**Introduzione** - Alcuni ecosistemi risultano particolarmente vulnerabili dalla presenza di tutte quelle sostanze chimiche che sono state sintetizzate dall'uomo dalla seconda metà del Novecento. Tra questi va sicuramente annoverato il Mar Mediterraneo, il più grande mare semi-chiuso del mondo, circondato a nord da Paesi con un forte tasso di industrializzazione e, lungo tutto il suo bacino, da Paesi ad elevato sviluppo agricolo. Molti studi documentano lo stress chimico delle specie marine residenti in quest'area causato da composti xenobiotici come gli organoclorurati (OC) (Marsili, 2000). In questo particolare contesto ambientale, i consumatori terminali della catena trofica marina, quali molte specie di Cetacei, sono particolarmente a "rischio", accumulando nei loro organi e tessuti elevati livelli di composti lipoaffini quali gli OC (Fossi *et al.*, 2007). La stenella striata (*Stenella coeruleoalba*) è il Cetaceo presente con il maggior numero di esemplari in questo bacino ed, essendo un Odontocete, quindi all'apice della catena alimentare marina, è fortemente soggetto alla biomagnificazione dei contaminanti persistenti (Marsili e Focardi, 1996, 1997). Scopo di questo lavoro è quello di studiare il trend temporale dei livelli di alcuni xenobiotici organoclorurati: diclorodifeniltricloroetano (DDT) con i suoi metaboliti e policlorobifenili (PCB), nell'adipe sottocutaneo di esemplari di stenella striata campionati in Mediterraneo sia come spiaggiati che come *free-ranging* dal 1988 al 2010.

**Materiali e metodi** - Tutti i campionamenti sugli esemplari di stenella striata sono avvenuti con permesso CITES (IT02515 / IT007). Gli esemplari spiaggiatisi lungo le coste italiane dal 1988 al 2010 sono stati dissezionati per il campionamento dei diversi materiali biologici, tra cui l'adipe sottocutaneo. Gli esemplari *free-ranging* sono stati campionati negli anni dal 1991 al 2009 mediante l'utilizzo della biopsia cutanea. La stenella striata, che ha fra i suoi comportamenti tipici il "bow riding", viene campionata dalla prua dell'imbarcazione utilizzando un palo lungo

2,5 m con punta modificata in modo da fungere da raccogliatore di tessuto. Il grasso sottocutaneo è stato estratto per le analisi dei DDT e dei PCB secondo la metodica di Marsili e Focardi (1996).

**Risultati** - I livelli di contaminanti organoclorurati, sia DDT che PCB, risultano sempre staticamente più elevati negli esemplari spiaggiati rispetto ai *free-ranging* (Marsili *et al.*, 2004). I trend temporali per i DDT e per i PCB sia degli spiaggiati che delle biopsie cutanee di stenella striata evidenziano che il supposto decremento di questi xenobiotici, aspettato in seguito alla proibizione del DDT dalla fine degli anni '70 ed alla regolamentazione dei PCB, non è rilevabile dai nostri risultati. Infatti ad un decremento negli anni dal 1996 al 2003 segue un aumento di questi xenobiotici con picchi di accumulo negli esemplari campionati dal 2005. Il 1990-91 è da ricordare come il periodo degli spiaggiamenti di massa delle stenelle striate a causa di un'epidemia da *Morbillivirus* che era arrivata nei nostri mari in questo periodo (Podestà *et al.*, 1992). Gli esemplari spiaggiati analizzati per la determinazione qualitativa e quantitativa di alcuni xenobiotici clorurati, avevano mostrato livelli sia di DDT che PCB significativamente diversi da quelli ritrovati negli esemplari spiaggiati negli anni precedenti e successivi (Marsili e Focardi, 1997; Marsili *et al.*, 2004). Il riferimento a questa epidemia viene fatto perché nella seconda metà del 2006 il *Morbillivirus* si è riaffacciato nel Mediterraneo con i primi casi diagnosticati a Gibilterra in alcuni globicefali, quindi in alcune stenelle striate del Mare di Alboran ed infine in una stenella striata dei nostri mari in Sardegna. Sembra quindi che l'epidemia sia di nuovo un'importante problematica per questi Mammiferi marini anche se non sappiamo se possa essere correlata con il nuovo aumento di DDT e PCB.

**Conclusioni** - In conclusione, nonostante la regolamentazione dei *Persistent Organic Pollutants* (POP) a livello Europeo, queste sostanze sono sempre da considerare prioritarie nella valutazione dello stato ecotossicologico dei Cetacei del Mar Mediterraneo. Quindi in futuro, insieme agli studi che dovranno essere condotti per valutare la presenza e la tossicità dei contaminanti di nuova generazione, come i ritardanti di fiamma, in questi Mammiferi marini, non dovranno essere trascurate le indagini su questi "dinosauro" della contaminazione ambientale di origine xenobiotica.

#### Bibliografia

- FOSSI M.C., CASINI S., MARSILI L. (2007) - Potential toxicological hazard due to endocrine-disrupting chemicals on Mediterranean top predators: State of art, gender differences and methodological tools. *Environ. Res.*, **104**: 174-182.
- MARSILI L. (2000) - Lipophilic contaminants in marine mammals: review of the results of ten years work at the Department of Environmental Biology, Siena University (Italy). *IJEP*, **13**: 416-452.
- MARSILI L., D'AGOSTINO A., BUCALOSSO D., MALATESTA T., FOSSI M.C (2004) - Theoretical models to evaluate hazard due to organochlorine compounds (OCs) in Mediterranean striped dolphin (*Stenella coeruleoalba*). *Chemosphere*, **56** (8): 791-801.
- MARSILI L., FOCARDI S. (1996) - Organochlorine levels in subcutaneous blubber biopsies of fin whales (*Balaenoptera physalus*) and striped dolphin (*Stenella coeruleoalba*) from the Mediterranean Sea. *Envir. Poll.*, **91** (1): 1-9.
- MARSILI L., FOCARDI S. (1997) - Chlorinated hydrocarbon (HCB, DDTs and PCBs) levels in cetaceans stranded along the Italian coasts: and overview. *Environ. Monit. Assess.*, **45**: 129-180.
- PODESTÀ M., MARSILI L., FOCARDI S., MANFREDI M.T., MIGNONE W., GENCHI C. (1992) - Ricerche patologiche, parassitologiche e sulla presenza di xenobiotici in *Stenella coeruleoalba* (Meyen 1833) (Mammalia, Cetacea). *Atti del Museo Civico di Storia Naturale*, **133** (9): 101-112.



A. ROTTA<sup>1,4</sup>, S. APPINO<sup>2</sup>, S. FARIGU<sup>2</sup>, N. NÈGRE<sup>5</sup>, A. FLORIS<sup>3</sup>, P. MERELLA<sup>1</sup>, A. PIRA<sup>4</sup>,  
F. BERLINGUER<sup>1</sup>, S. NAITANA<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Dipartimento di Biologia Animale, Università di Sassari, Via Vienna, 2 - 07100 Sassari, Italia.  
rotta\_andrea@yahoo.it

<sup>2</sup>Dipartimento di Patologia e Clinica Veterinaria, Università di Sassari, Via Vienna, 2 - 07100 Sassari, Italia.

<sup>3</sup>SSGG Facoltà di Medicina Veterinaria, Università di Sassari, Via Vienna, 2 - 07100 Sassari, Italia.

<sup>4</sup>Associazione 41 Nord, Via Generale Zicavo, 22 - 07024 La Maddalena (OT), Italia.

<sup>5</sup>Office de l'Environnement de la Corse, Avenue Jean Nicoli - 20250 Corte, Francia.

## ALIMENTAZIONE SU TREMAGLIO NEL TURSIOPE (*TURSIOPS TRUNCATUS*): UNA STRATEGIA ALIMENTARE RISCHIOSA?

### *TRAMMEL FEEDING IN BOTTLENOSE DOLPHINS (TURSIOPS TRUNCATUS): A RISKY FEEDING STRATEGY?*

**Abstract** - Stranded marine mammals do not constitute an ideal sentinel system for population health as they do not represent the entire population. In addition, samples from stranded animals are infrequently age and sex structured. Biological data such as life history, reproductive success, feeding habits, and disease progression are not typically available. The present study reports two cases of stranded bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) whose biological data and population dynamics have been previously investigated on the filed by photo identification. The integration of in vivo and post-mortem information provide new insight on dolphin behavior and on the effective threat represented by trammel feeding.

**Key-words:** *Tursiops truncatus*, stranding, by catch, population dynamics.

**Introduzione** - I cetacei spiaggiati non costituiscono un sistema di monitoraggio ideale per la valutazione della salute animale perché non rappresentano l'intera popolazione (Aguilar e Borrell, 1994). Inoltre, i campioni ottenuti da animali spiaggiati sono raramente strutturati in base all'età ed al sesso. Dati biologici, quali l'utilizzo dell'habitat, il successo riproduttivo, le abitudini alimentari, la progressione delle patologie non sono solitamente disponibili. Nel presente studio, all'interno di un progetto più ampio che prevede sia lo studio della dinamica di popolazione del tursiope (*Tursiops truncatus*) nelle Bocche di Bonifacio, che il monitoraggio degli spiaggiamenti nella fascia costiera del Nord Sardegna, sono descritti due casi di tursiopi fotoidentificati e catalogati come A2 e D69, ed in seguito rinvenuti spiaggiati e sottoposti ad analisi necroscopica. Questo approccio ha permesso di ottenere informazioni sia sulla vita dell'animale che sulle cause del suo decesso.

**Materiali e metodi** - La ricerca si è svolta tra luglio 2006 e settembre 2010. Gli esemplari A2 e D69 sono stati catalogati tramite fotoidentificazione (Würsig e Würsig, 1977). Nel corso della campagna a mare, che prevedeva osservazioni giornaliere della durata di tre ore percorrendo rotte casuali all'interno dell'area di studio, per ogni avvistamento sono stati raccolti i seguenti dati (Lauriano *et al.*, 2004): coordinate geografiche, ora del contatto, numero di individui, struttura del gruppo, comportamento osservato in superficie, interazione con le attività di pesca su reti fisse. In seguito allo spiaggiamento dei due soggetti, l'analisi anatomico-patologica, il campionamento e la raccolta dei dati sono stati eseguiti seguendo il protocollo fornito dalla European Cetacean Society (Kuiken e Hartmann, 1991).

**Risultati** - L'individuo A2 è stato fotoidentificato nel giugno 2006 ed è stato ricatturato 11 volte. Nel 50% dei casi è stato avvistato nella zona NW dell'Arcipelago di La Maddalena (OT), una volta in Corsica a largo dell'Isola di Cavallo e nel resto dei casi nelle acque interne tra l'isola madre e la costa sarda. La composizione dei

gruppi all'interno dei quali veniva avvistato era sia di tipo misto con piccoli (58.4% dei casi) che con maschi o femmine adulti noti (41.6%). I comportamenti registrati erano rappresentati da "travelling" (16.7%) e "feeding" (83.3% di cui il 60% su reti fisse). D69 è stato fotoidentificato a largo dell'isolotto del Perduto nel sud della Corsica nel settembre 2009 e successivamente ricatturato nel giugno 2010 a largo dell'Isola di Razzoli (Arcipelago di La Maddalena). In entrambi i casi è stato avvistato alimentandosi, e nel secondo avvistamento su reti a strascico. A2 è stato ritrovato spiaggiato il 19 marzo 2010 in buono stato di conservazione nella scogliera di Capo d'Orso (Palau, OT). Misurava 3,10 metri e l'esame dell'apparato genitale confermava il sesso maschile. L'esame esterno evidenziava diversi ematomi e la presenza di un corpo estraneo (tremaglio) nella cavità buccale. L'esame interno evidenziava emopericardio, emoperitoneo ed aree di fibrosi nel parenchima polmonare associate ad aree enfisematose periferiche, compatibili con una broncopolmonite. Nello stomaco erano presenti abbondanti quantità di cibo (in prevalenza pesci osteitti). La causa di morte è compatibile con by-catch e conseguente annegamento. D69 è stato ritrovato morto il 13 luglio 2010 a largo dell'isolotto di Barrettini (Arcipelago di La Maddalena). L'animale era in buono stato di conservazione, misurava 3 metri ed era di sesso maschile. L'esame esterno evidenziava marcata usura della dentatura superiore ed inferiore e presenza di sangue nella cavità buccale. L'animale si trovava in ottimo stato nutrizionale. Nello stomaco erano presenti cefalopodi appartenenti al genere *Octopus* e *Loligo* frammisti a conchiglie e alghe coralligene. L'esame interno evidenziava emopericardio ed assenza di lesioni macroscopiche negli organi interni. La causa di morte è compatibile con by-catch, annegamento e rottura di un vaso cardiaco.

**Conclusioni** - L'integrazione di differenti metodiche di indagine ha permesso di affermare che la morte di cetacei su reti fisse non è sempre un fenomeno occasionale che colpisce animali inesperti, in quanto dai comportamenti osservati e dall'utilizzo dell'habitat si evince che per A2 il tremaglio rappresentava una frequente fonte di approvvigionamento alimentare. Allo stesso modo, il comportamento osservato sul campo, l'analisi del contenuto stomacale e l'usura dei denti, suggeriscono che D69 si alimentasse frequentemente su reti. È evidente che l'alimentazione su rete è un comportamento opportunistico ben consolidato nella popolazione di tursiopi delle Bocche di Bonifacio, che può rappresentare un pericolo ma anche una risorsa importante soprattutto per animali già debilitati da altre patologie in atto (come nel caso di A2).

#### Bibliografia

- AGUILAR A., BORRELL A. (1994) - Assessment of organochlorine pollutants in cetaceans by means of skin and hypodermic biopsies. In: Fossi M.C., Leonzio C. (eds), *Non-destructive biomarkers in vertebrates*. Lewis Publishers, Boca Raton, Florida: 245-267.
- KUIKEN T., HARTMANN M.G. (1991) - Cetacean pathology: dissection techniques and tissue sampling. *Proceedings of the First Ecs Workshop*. In: Kuiken T., Hartmann M.G. (eds), *Ecs Newslett*, **17**: 15-19.
- LAURIANO G., FORTUNA C.M., NOTARBARTOLO DI SCIARA G. (2004) - Interaction between common bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) and the artigianal fishery in Asinara island National Park (Sardinia): assessment of catch damage and economic loss. *J. Cetacean Res. Manage.*, **6**: 165-173.
- WÜRSIG B., WÜRSIG M. (1977) - The photographic determination of group size, composition and stability of coastal porpoises (*Tursiops truncatus*). *Science*, **198**: 755-756.



**SESSIONE SPECIALE “IL CONTRIBUTO  
DI EUGENIO FRESI AL PROGRESSO  
DELLA BIOLOGIA MARINA ITALIANA,  
ATTRAVERSO LE TESTIMONIANZE DEI  
SUOI COLLABORATORI”**

---

*Comunicazioni*

A. BALDUZZI, F. BOERO\*, M. PANSINI, R. PRONZATO

Dip. per lo studio del Territorio e delle sue Risorse (Dip.Te.Ris.), Università di Genova,  
Corso Europa, 26 - 16132 Genova, Italia.

balduzzi@dipteris.unige.it, mpansini@dipteris.unige.it, pronzato@dipteris.unige.it

\*Lab. di Zoologia e Biologia Marina, DiSTeBA, Univ. del Salento, Lecce, Italia. CoNISMa, CNR-ISMAR  
boero@unisalento.it

## EUGENIO FRESI E LA BIOLOGIA MARINA SPERIMENTALE

**Abstract** - *Eugenio Fresi played a pivotal role in the development of Italian marine biology, promoting research aimed at testing hypotheses on the zonation of hard bottom benthic organisms through SCUBA diving techniques associated to rigorous analyses of experimental data. The studies on marine caves, Posidonia meadows, and on submerged cliffs, in particular, showed that the zonation of sessile benthos is highly correlated to the extinction of both light and water movement, with the proposal of integrating the model by Pérès and Picard (that gave a prominent role to light) with that of Riedl (that gave a prominent role to water movement). These studies mark the shift, in Italy, from purely descriptive to experimental approaches, while giving great credit to natural history to the understanding of ecological problems.*

**Key-words:** *biodiversity, hard bottom benthos, light, water movement, subtidal, experimental marine biology.*

Mentre nel resto del mondo la biologia del benthos marino si occupava principalmente di intertidale o di grande profondità, nel Mediterraneo, negli anni '50 e '60, iniziò lo sviluppo di due grandi scuole di pensiero che, nel sistema litorale, si erano poste il problema di spiegare perché gli organismi marini, soprattutto di substrato duro, si distribuivano in un certo modo. La scuola francese di Endoume portò Pérès e Picard a pubblicare, nel 1958, il famoso Manuale di Bionomia Bentonica, nel quale si spiegava la distribuzione verticale degli organismi in base alla penetrazione della luce. Le varie fasce di profondità, o zone, o piani, erano principalmente legate alle comunità algali che venivano diversamente favorite dalla disponibilità di luce. L'altra scuola, quella austriaca di Rupert Riedl, vedeva nell'idrodinamismo il fattore principale nel determinare la distribuzione degli organismi e aveva identificato le profondità critiche, in corrispondenza delle quali le modalità di movimento dell'acqua cambiano, determinando assetti differenti nelle comunità bentoniche.

I francesi pubblicavano principalmente in francese, e gli austriaci pubblicavano in tedesco, ma nel manuale di Kinne, *Marine Ecology*, furono pubblicate, in inglese, entrambe le visioni che diventarono, così, accessibili a tutti (Riedl, 1971; Pérès, 1982). La scuola di Riedl utilizzava in modo massiccio la Stazione Zoologica di Napoli, e molte sue intuizioni derivarono proprio dalle sue ricerche nel Golfo di Napoli. Negli anni '70, a Ischia, iniziò a lavorare Eugenio Fresi che, assieme a Francesco Cinelli, diede un grande impulso allo sviluppo della biologia marina con l'uso dell'immersione subacquea. Fresi cercava regole generali e voleva testare le due ipotesi su "cosa determina" la distribuzione degli organismi (Boudouresque e Fresi, 1976). A quell'epoca la biologia marina era soprattutto naturalistica, si facevano osservazioni e si generalizzava il caso particolare, facendolo diventare una regola. Fresi, invece, aveva imparato le tecniche dell'analisi statistica dei dati e aveva gli strumenti formali per confrontare ipotesi a partire da un disegno sperimentale.

Il sodalizio tra il gruppo di ricercatori genovesi, facente capo a Michele Sarà, e quello dell' 'Acquario di Ischia' risale alla prima metà degli anni '70, quando Maurizio Pansini e Roberto Pronzato approdarono ad Ischia per iniziare una proficua e duratura collaborazione.

Lo staff scientifico ischitano di allora era composto da Lucia Mazzella, Francesco Cinelli ed Eugenio Fresi. La prima collaborazione scientifica riguardò la grotta del

Mago (Cinelli *et al.*, 1977; Pansini *et al.*, 1977; Chimenz-Gusso *et al.*, 1978; Mazzella *et al.*, 1979): si trattava di uno dei primi tentativi di correlare le variazioni strutturali delle comunità bentoniche marine (animali e vegetali) a gradienti “puri” di fattori abiotici quali, nel caso specifico, il decremento della luce all’interno di una grotta.

A seguito di questo primo gruppo di lavori scientifici si decise di indagare un altro fattore abiotico importante: l'idrodinamismo. Nel novembre 1976 Francesco ed Eugenio parteciparono personalmente alla raccolta, con il metodo del grattaggio completo su superfici di 400 cmq, di 24 campioni lungo la falesia sommersa del promontorio di Portofino, tra 0 e 20 m di profondità, in località “Aurora” (Sarà *et al.*, 1978; Boero e Fresi, 1986).

Si misurò la correlazione tra la distribuzione degli organismi e la distribuzione delle variabili di riferimento (luce e idrodinamismo) per vedere quale di esse spiegasse maggiormente le variazioni nella distribuzione lungo il gradiente. Il risultato finale, dopo anni di lavoro e di analisi dei campioni e di elaborazioni, fu che gli schemi di estinzione delle due variabili sono praticamente sovrapposti e che le comunità si modificano seguendoli, ma che non è chiaro se uno dei due prevale sull'altro. In effetti, come sempre in biologia, dipende da quali organismi vengono considerati. Le alghe sono più influenzate dall'estinzione della luce, gli animali sono più influenzati dall'estinzione dell'idrodinamismo. Ma anche questa è solo una parte della storia. La “fotografia” del transetto Aurora, eseguito a novembre, non era sufficiente a descrivere quella parete. Il benthos sessile di substrato duro cambia nel tempo. Lo si sapeva da tempo, da quando Salvatore Lo Bianco aveva seguito gli animali del Golfo di Napoli per stabilirne i periodi di disponibilità alla sperimentazione in laboratorio. Ci sono organismi perenni (come le grandi spugne, o le gorgonie) ma molti hanno presenze stagionali e sono disponibili solo in alcuni mesi dell'anno. Il che significa che la fisionomia delle biocenosi bentoniche di substrato duro cambia con le stagioni. In primavera-estate, per esempio, dominano le alghe erette (a Portofino, in quell'epoca, c'era *Dictyopteria membranacea*) mentre in autunno-inverno dominano i grandi idroidi (a Portofino c'era *Eudendrium glomeratum*). La distribuzione verticale e le sue variazioni stagionali furono studiate per gli idroidi (Boero e Fresi, 1986) e fu una delle prime volte, se non la prima, in cui si evidenziò in modo sistematico che la stagionalità è estremamente importante e che non basta effettuare un singolo campionamento per capire la fisionomia di una biocenosi bentonica.

Allo studio delle biocenosi marine di substrato duro ha fatto seguito lo studio delle comunità epifitiche di *Posidonia oceanica*, prima ad Ischia, poi in Sardegna (Balduzzi *et al.*, 1981, 1983; Boero, 1981; Pronzato e Belloni, 1981; Pansini e Pronzato, 1982; Boero *et al.*, 1985). Idrodinamismo, sedimentazione, penetrazione della luce ed orientamento del substrato vennero correlati alla distribuzione di alcuni taxa animali.

Dopo questi lavori, Eugenio Fresi cambiò strada e si occupò di molti altri aspetti dell'ecologia marina, passando ai fondi mobili e anche alla pesca. Il sodalizio, formatosi e rafforzatosi nell'ambito del programma finalizzato del CNR “Oceanografia e fondi marini”, non diede seguito ad altri progetti scientifici in comune. Restarono, comunque, la frequentazione personale ed il costante scambio reciproco di idee e suggerimenti sino a tempi recenti.

### Bibliografia

- BALDUZZI A., BARBIERI M., GOBETTO F. (1983) - Distribution des Bryozoaires Gymnolèmes en deux herbiers de posidonies italiens. Analyse des correspondances. *Rapp. Comm. int. Mer Médit.*, **28** (3): 137-138.
- BALDUZZI A., BOERO F., PANSINI M., PRONZATO R. (1981) - A method for semiquantitative sampling of the sessile epifauna on the *Posidonia oceanica* beds. *Rapp. Comm. int. Mer Médit.*, **27** (9): 247-248.

- BOERO F. (1981) - Systematics and ecology of the hydroid population of two *Posidonia oceanica* meadows. *Marine Ecology*, **2** (3): 181-197.
- BOERO F., CHESSA L., CHIMENZ C., FRESI E. (1985) - The zonation of epiphytic hydroids on the leaves of some *Posidonia oceanica* (L.) Delile beds in the Central Mediterranean. *Marine Ecology*, **6**: 27-33.
- BOERO F., FRESI E. (1986) - Zonation and evolution of a rocky bottom hydroid community. *Marine Ecology*, **7**: 123-150.
- BOUDOURESQUE C.F., FRESI E. (1976) - Modelli di zonazione del benthos fitale in Mediterraneo. *Bollettino di Pesca e Piscicoltura Idrobiologia*, **3** (1/2): 129-143.
- CHIMENZ-GUSSO C., FRESI E., CINELLI F., MAZZELLA L., PANSINI M., PRONZATO R. (1978) - Evoluzione delle biocenosi bentoniche di substrato duro contro un gradiente di luce in una grotta marina superficiale. II Pantopodi. *Mem. Biol. Marina e Oceanogr.*, **8** (4): 91-103.
- CINELLI F., BOUDOURESQUE C.F., FRESI E., MARCOT J., MAZZELLA L. (1977) - L'aire minima du phytobenthos dans le port de Sant d'Angelo (Ischia; Italie). *Rapp. Comm. int. Mer Medit.*, **24**: 149-152.
- CINELLI F., FRESI E., MAZZELLA L., PANSINI M., PRONZATO R., SVOBODA A. (1977) - Distribution of benthic phyto- and zoocoenoses along a light gradient in a superficial marine cave. In: Keegan B.F., Ceidigh P.O., Boaden P.J.S. (eds), *Biology of benthic organisms*. Pergamon Press, London: 173-183.
- MAZZELLA L., CINELLI F., FRESI E., PANSINI M., PONTICELLI M.P., PRONZATO R. (1979) - Distribution of benthic phyto- and zoocoenoses along a light gradient in a superficial marine cave: Diatoms. *Rapp. Comm. int. Mer Medit.*, **25/26** (4): 153-155.
- PANSINI M., PRONZATO R. (1982) - Distribuzione dell'epifauna di una prateria di *Posidonia* dell'Isola d'Ischia (Napoli): Poriferi. *Naturalista sicil.*, **416** (Suppl. 3): 517-522.
- PANSINI M., PRONZATO R., FRESI E., CINELLI F., MAZZELLA L., PONTICELLI M.P. (1977) - Evoluzione delle biocenosi bentoniche di substrato duro lungo un gradiente di luce in una grotta marina superficiale: Poriferi. In: Fresi E., Cinelli F. (eds), *Atti IX Congr. Naz. S.I.B.M., Lacco Ameno d'Ischia*. La Seppia, Firenze: 315-330.
- PÉRÈS J.M. (1982) - Zonations. In: Kinne O. (ed), *Marine ecology: a comprehensive, integrated treatise on life in oceans and coastal waters: 5. Ocean management*, **1**: 9-45.
- PÉRÈS J.M., PICARD J. (1958) - Manuel de bionomie benthique de la mer Méditerranée. *Recueil des Travaux de la Station Marine d'Endoume*, **23** (14): 5-122.
- PRONZATO R., BELLONI S. (1981) - Insediamenti zoobentonici su rizomi di *Posidonia* a diverse profondità. *Boll. Mus. Ist. Biol. Univ. Genova*, **48**: 47-54.
- RIEDL R. (1971) - Water movement: 3. Animals. In: Kinne O. (ed), *Marine ecology: a comprehensive, integrated treatise on life in oceans and coastal waters: 1. Environmental factors*, **2**: 1123-1149.
- SARÀ M., BALDUZZI A., BOERO F., PANSINI M., PESSANI D., PRONZATO R. (1978) - Analisi di un popolamento bentonico di falesia del promontorio di Portofino: dati preliminari. *Boll. Mus. Ist. Biol. Univ. Genova*, **46**: 119-137.

C.V. (CP) A. CALIGIORE

Accademia Navale di Livorno  
caligiore\_aurelio@hotmail.com

## L'ESPERIENZA DIDATTICA DI EUGENIO FRESI PRESSO L'ACCADEMIA NAVALE E LA COLLABORAZIONE CON IL CORPO DELLE CAPITANERIE DI PORTO

Con l'entrata in vigore del nuovo ordinamento degli studi del Corso di Scienze del Governo e delle Amministrazione del mare per gli Ufficiali della Marina Militare del Corpo delle Capitanerie di Porto, avvenuta nel 2005, è stato sviluppato un modulo di specifico interesse settoriale legato all'insegnamento di materie quali, "Ecologia Marina" e "Tutela e Gestione delle risorse del Mare", inerenti la tutela del mare, che hanno rappresentato il primo tassello di quello che poi in seguito verrà denominato "*Progetto Ambiente*", di cui l'Accademia Navale di Livorno costituisce il primo e più importante livello.

L'insegnamento delle materie a carattere scientifico, inserite nei nuovi piani di studi, venne affidata al Prof. Eugenio FRESI, che sposando tale iniziativa mise incondizionatamente a disposizione dell'Accademia Navale la Sua professionalità, contribuendo in modo significativo ed efficace alla definizione degli ulteriori segmenti didattici costituenti il "*Progetto Ambiente*" medesimo.

Infatti, con la collaborazione del Prof. FRESI, vennero realizzate, nell'ambito dell'Istituto, importanti strutture avanzate per la realizzazione di un percorso didattico che comprendesse anche la conoscenza diretta di tutte le componenti che formano l'ambiente marino; in particolare, piace sottolineare, la componente laboratoristica che comprende sia il laboratorio destinato all'elaborazione di immagini telerilevate ed alla modellistica marina sia quello dedicato allo svolgimento di analisi ambientali.

Fu proprio del Prof. FRESI l'idea di trasformare una motovedetta d'altura della Guardia Costiera in Unità scientifica, in grado di svolgere una pluralità di attività di monitoraggio e misurazione di parametri d'interesse per lo studio e l'osservazione degli ecosistemi marini. A seguito dell'esame di tale proposta la "A. Scialoja" MV CP 406 venne dotata di strumenti per la ricerca oceanografica e destinata a Livorno per svolgere anche il ruolo di "Unità Scientifica", a bordo della quale gli Allievi dell'Accademia, al termine del corso triennale, apprendono i primi rudimenti della ricerca ambientale marina. In particolar modo durante tali campagne di istruzione, i futuri Ufficiali hanno la possibilità di operare direttamente con la strumentazione di bordo, che comprende un R.O.V., una sonda multiparametrica, vari sistemi di campionamento di matrici solide e liquidi, nonché della componente planctonica, profilatori di corrente, un side Scan Sonar etc...



G.C. CARRADA

Dipartimento di Zoologia, Università di Napoli 'Federico II', Via Mezzocannone, 8 - 80134 Napoli, Italia.  
giancarlo.carrada@unina.it

## UN RICORDO DI EUGENIO FRESI

Ho accettato molto volentieri di raccontare di Eugenio, ma, accingendomi a scrivere, mi accorgo che il compito non è così facile. Mi condiziona soprattutto il senso dell'ironia che caratterizzava Eugenio, che sicuramente avrebbe trovato da ridire ed ironizzato su un discorso improntato alla formalità canonica delle commemorazioni.

Comprenderete perciò se mi limiterò a ricordare l'amico più che il collega, a darvi qualche breve flash su un percorso comune, che io ricordo come una esperienza ricca, con l'intento e la speranza che questi frammenti di memoria siano, pur nella loro essenzialità, sufficienti a spiegare un successo nel campo della ricerca che aveva le sue radici essenzialmente in una personalità forte e multiforme.

Ho conosciuto Eugenio subito dopo la sua laurea alla Sapienza, quando arrivò alla Stazione Zoologica di Napoli inviatovi dal suo professore a respirare un po' dell'aria stimolante di un'atmosfera ancora largamente improntata al modello dohrniano dell'"albergo scientifico". Il prof. Montalenti, che allora dirigeva il Centro di Biologia del CNR presso la Stazione, mi affidò Eugenio perché lo introducessi nella vita dell'istituto e lo avviassi all'attività di ricerca.

Cominciò così un'amicizia che si consolidò per una sintonia di interessi che non furono mai limitati al campo della ricerca, ma che si allargavano a molti degli aspetti del contesto culturale in cui eravamo immersi, in questo favoriti dalla già solida cultura di base di Eugenio e dal suo instancabile interesse per il mondo che lo circondava.

La vita dei primi tempi di Eugenio a Napoli si svolgeva essenzialmente in mare: ogni giorno si usciva con le imbarcazioni addette alla raccolta di materiale biologico per le ricerche dello staff e degli ospiti della Stazione. Era un'attività formativa essenziale per un giovane, obbligatoria per chi si prefigurava un percorso di lavoro nell'ambito della Stazione. Eugenio si dedicò con interesse crescente a questa attività di campo, cui si accompagnava un legame sempre più profondo col mare come elemento da vivere a tutto campo.

Inizia così un'intensa attività subacquea, dedicata non solo al perseguimento degli interessi settoriali della ricerca, ma anche al piacere di familiarizzare con un mondo che solo da pochi anni era stato reso disponibile all'osservazione diretta. Erano quelli anche i tempi in cui Eugenio volgeva la sua attenzione alla documentazione fotografica della vita nel mare ed iniziava la sua collaborazione con i due grandi fotografi naturalisti Raniero Maltini e Piero Solaini, fornendo loro la guida necessaria per la raccolta di una documentazione scientificamente adeguata e gettando le basi per lo sviluppo di un settore documentario che continua a svolgere un ruolo essenziale nella ricerca marina.

Eugenio era nel mentre diventato un'autorità nel campo della tassonomia e dell'ecologia degli Isopodi, gruppo che del quale aveva deciso di occuparsi fin dall'inizio della sua attività presso la Stazione e che lo avrebbe poi portato ad allargare i suoi interessi a problemi e temi più generali di ecologia marina.

Intanto, il suo rapporto col mare si faceva sempre più stretto ed informava la sua vita quotidiana. Praticava un'appassionata attività velica: quasi ogni estate lasciava il Golfo di Napoli per raggiungere con la sua imbarcazione la Sardegna, una terra alla quale lo legava un solido rapporto affettivo. Eugenio era infatti di origini galluresi

ed in Gallura sentiva le sue radici e tornava ogni volta che ne aveva la possibilità.

Il periodo della vita di Eugenio che ho delineato, essenzialmente la seconda metà degli Anni '60 e la prima dei '70, vide Eugenio già attestato su livelli di rilevanza, non solo nazionale. Il suo percorso proseguirà lasciando tracce profonde anche in campo accademico. Altri colleghi illustreranno queste fasi successive.

Tenendo fede alla premessa, queste poche righe sull'amico Eugenio vogliono solo sottolineare, quasi sottovoce per non suscitare sue reazioni ironiche, della fervida intelligenza, dei multiformi e mai superficiali interessi, di un carisma intellettuale che, insieme, spiegano la caratura di una figura che ha dato lustro alla ricerca marina.

S. CATAUDELLA

Dipartimento di Biologia, Università di Roma Tor Vergata,  
Via della Ricerca Scientifica - 00133 Roma, Italia.  
cataudel@uniroma2.it

## EUGENIO FRESI: CONSIDERAZIONI SUL PERIODO UNIVERSITARIO

Nello scrivere le brevi considerazioni che seguono sono consapevole che si tratti di alcuni pensieri che riguardano un amico, recentemente scomparso, con cui ho condiviso un pezzo di vita. Dunque questo breve testo più che un contributo scientifico va considerato come un ulteriore testimonianza per conoscere e commemorare la figura di Eugenio Fresi in occasione del Congresso della SIBM.

Ho conosciuto Eugenio alla fine degli anni settanta. Fin dal primo incontro mi ha colpito la sua vivacità, la sua intelligenza lucida e creativa.

Fui anche affascinato dal fatto che lui veniva dalla Stazione Zoologica di Napoli e portava con sé una visione internazionale delle scienze del mare, modellata anche grazie al contatto ed allo scambio quotidiano di idee con tante autorità scientifiche, che passavano in quel contesto internazionale.

Mi sembra proprio di vedere Eugenio aprire un discorso con un autorevole ospite della Stazione, suscitando l'interesse dell'interlocutore. Lo vedo anche rincontrare la stessa persona, dopo anni. Riprendere il filo dello stesso discorso, come se fosse passato un minuto, mostrando una straordinaria capacità di ricordare, che non era semplicemente memoria. Eugenio infatti assorbiva tutto quello che gli interessava, si informava, elaborava la sua visione, restituiva al mittente una versione riveduta e corretta. Una vera opportunità per le persone intelligenti, che rispettano teste diverse dalla propria, capaci anche di riconoscere negli altri delle capacità speciali. Da quello che ho potuto osservare, in molti abbiamo beneficiato della capacità di Eugenio di dare supporto nella identificazione e formalizzazione di un problema legato all'ecologia del mare, sia nella prospettiva di base, sia in quella delle corrette applicazioni.

Fin dai primi incontri Lui si dimostrò interessato, non tanto alla mia attività di ricerca con le varie sfaccettature ittologiche, ma piuttosto voleva sapere delle mie esperienze pratiche, voleva parlare di gestione di lagune, di allevamenti in stagni salmastri, di pesca. Si faceva raccontare, ascoltava con interesse.

La sua forte base teorica ricercava costantemente riscontri pratici, era fortemente interessato al "traditional knowledge" *sensu Code of Conduct for Responsible Fisheries* (FAO 1995), voleva applicare le sue conoscenze a casi di studio concreti.

Per farla breve Eugenio Fresi si trovò coinvolto nel progetto del Laboratorio di Ecologia Sperimentale ed Acquacoltura della Università di Roma Tor Vergata, già avviato nel Dipartimento di Biologia.

Eugenio Fresi era entrato nell'Università di Napoli nel 1987 come Professore di Zoologia e venne chiamato nel 1991 come professore di Ecologia presso l'Università di Roma di Tor Vergata.

L'arrivo di Eugenio per noi fu una festa, proprio per la sua capacità di trasferire agli altri un metodo, una visione sistemica dei problemi del mare. Condivisi con lui spazi e mobili.

Oggi alcuni approcci possono apparire scontati, ma allora la capacità di Eugenio di integrare correttamente mondo fisico e mondo biologico, con opportune scelte metodologiche, per le scienze del mare rappresentava un aspetto del tutto originale.

L'evoluzione da una biologia marina descrittiva e naturalistica, ancor oggi di fondamentale importanza, verso una moderna ecologia ha visto sicuramente Eugenio

Fresi tra gli animatori più vivaci nel panorama scientifico italiano e non solo.

Non sottolineo tutto questo pensando che gli farebbe piacere sentirselo dire, ma perché c'è una percezione diffusa del ruolo riconosciuto del "messaggio culturale e scientifico di Fresi per l'ecologia marina".

Credo che questo impegno della SIBM nel commemorare Eugenio sia una dimostrazione diretta del riconoscimento di un ruolo "conquistato sul campo".

Come didatta Fresi ha cercato di trasferire lo stesso messaggio ai giovani, stimolandoli verso una visione olistica dell'ecologia, molti dei suoi allievi testimoniano nel lavoro il messaggio di una visione moderna delle scienze del mare.

Arrivato a Tor Vergata Fresi ha dato il meglio. La sua azione era orientata su tre punti fissi: il rapporto con le Istituzioni (MATTM e Capitanerie di Porto), il rapporto con i privati per lo svolgimento di servizi che richiedevano specializzazione, il rapporto con il mondo della ricerca / gli studenti / la gente del mare / il Conisma.

Di questi assi negli ultimi anni Eugenio aveva privilegiato proprio il rapporto con il mondo delle Capitanerie, il Mondo della Accademia della Marina Militare. Per questo si era trasferito a Livorno. Aveva identificato una missione più vicina alla sua visione. Si sentiva più sicuro. Mi disse che era un contesto che aiutava lui e gli altri a non sbagliare.

Il modo in cui quel mondo l'ha salutato è la dimostrazione che Eugenio non aveva sbagliato. Quella fiducia era anche una risposta ad emozioni infantili, a ricordi della figura paterna, all'attraente combinazione tra autorevolezza e fascino delle divise della gente di mare.

Non mancarono i conflitti con Eugenio. Lui era un professionista che operava trasparentemente sul mercato, aveva grinta e questo gli generò certamente avversari.

Io stesso, per ragioni accademiche, ebbi alcune dispute con Lui. Ancor oggi non saprei dire chi aveva ragione. Mi resta comunque la certezza che se avessi avuto un atteggiamento più critico verso il sistema universitario, gli avrei risparmiato la delusione di considerarmi un conservatore.

Negli ultimi mesi Eugenio comunque non aveva perso la grinta, dimostrando un coraggio senza pari. Come al solito si era informato, aveva assorbito, memorizzato, sapeva tutto sulla sua malattia, era diventato "consulente" di altri nella materia. Entrare e ragionare sui meccanismi biologici lo portava a guardare il suo caso dall'esterno. Il Suo approccio, il suo modello relazionale, era coerente, anche nelle condizioni estreme, in cui spesso molti cambiano.

Spero di non essere troppo criticabile per il fatto di avere privilegiato, in questa sede, alcuni aspetti della dimensione umana di Eugenio, riferendo solo pochi aspetti della dimensione di ecologo marino. Su questo posso testimoniare che il supporto metodologico di Eugenio ha modificato il nostro modo di lavorare, aiutandoci a capire meglio cosa stessimo facendo e perché. Ho voluto sottolineare questo proprio perché la letteratura in questo caso specifico è solo un testimone minore.

#### **Bibliografia**

FAO (1995) - *Code of Conduct for Responsible Fisheries*. FAO: 41 pp.

L.A. CHESSA

Dipartimento di Protezione delle Piante - Ecologia, Facoltà di Agraria, Università di Sassari,  
Via De Nicola, 9 - 07100 Sassari, Italia.  
chessa@uniss.it

IL CONTRIBUTO SCIENTIFICO DEL PROF. EUGENIO FRESI  
IN SARDEGNA E LA SUA COLLABORAZIONE  
COL CONSORZIO RICERCHE SARDEGNA (CO.RI.SA.)

*THE SCIENTIFIC CONTRIBUTION OF PROF. EUGENIO FRESI  
IN SARDINIA AND HIS COLLABORATION  
WITH "CONSORZIO RICERCHE SARDEGNA" (CO.RI.SA.)*

**Abstract** - *This paper shortly describes Prof. Eugenio Fresi's scientific contribution related to a period during the which he often came to Sardinia. The main purposes and conclusions of his research are emphasized. Moreover, his activity as Scientific Director of "Consorzio Ricerche Sardegna" is exposed. It consisted in the development of a complex project called "Mariculture Project".*

**Key-words:** *Sardinia, marine biology research.*

Incontrai per la prima volta Eugenio Fresi in occasione del IX Congresso SIBM di Ischia (1977) e ricordo bene che la sua relazione: "Una ricerca sul concetto di Biocenosi" mi impressionò molto. Fu allora che decisi di conoscerlo sperando di poter condividere con lui almeno una parte della mia futura carriera di ricercatore. L'occasione si presentò con la mia ammissione al "III International Course in Advanced Marine Biology: *Ecology of Posidonia oceanica* beds", svoltosi ad Ischia nel 1978. Fu grazie ad alcuni colleghi che seguirono quello stesso corso e che già frequentavano il Laboratorio di Ecologia del Benthos che fui accolto nel gruppo dei suoi collaboratori. Il mio compito era quello di condurre ricerche, in siti della Sardegna settentrionale. A tale scopo venni inserito, in qualità di collaboratore esterno, nel P.F. del CNR "Oceanografia e Fondi Marini". I dati che raccoglievo in Sardegna venivano elaborati ad Ischia dove c'era tutto quanto la tecnologia di allora metteva a disposizione, ma soprattutto c'era Fresi che aveva padronanza delle tecniche di calcolo ed era sempre disponibile a dare chiarimenti. Tra un'immersione in mare ed un'altra "nei libri" c'era sempre la possibilità di interloquire con Fresi ed il suo gruppo ed anche con i numerosi ospiti che da tutto il mondo frequentavano "l'Acquario". Tutto ciò rappresentò per me l'occasione per un arricchimento intellettuale di non poco conto. Di quel periodo ricordo in particolare alcuni lavori fatti insieme di cui farò un breve richiamo:

Innanzitutto "Un metodo biologico per la valutazione dell'esposizione di aree costiere" (Chessa *et al.*, 1983-84). Si trattò di mettere a punto un metodo che consentiva, attraverso semplici misurazioni della zonazione verticale di organismi del benthos (in quel caso vennero utilizzate 2 specie di Crostacei Cirripedi Chthamalidae), di valutare l'esposizione di un ampio tratto costiero. In particolare si ottennero stime molto buone della frequenza dei venti e dell'elevazione modale del livello del mare corretta in base al profilo del fondo. In altre parole una stima dell'intensità prevalente del moto ondoso su un intervallo temporale assai lungo. Quel lavoro fu per me indimenticabile non solo per l'impegno richiesto dalle moltissime misurazioni di diversi parametri biologici in un arco di costa di 120 km ma soprattutto perché, grazie a Fresi, mi resi conto che non occorreva disporre di strumenti sofisticati e costosi per ottenere buoni risultati da una ricerca.

Il secondo lavoro: "The trophic role of four Crustaceans in a *Posidonia oceanica*

meadow of Sardinia, Italy” costituì la sintesi di un lungo periodo di studi sulle reti trofiche di *Posidonia oceanica*. Esso fu svolto analizzando i contenuti stomacali di 4 specie di crostacei. I dati furono elaborati da Fresi con tecniche innovative quali il Multidimensional Scaling (Analisi delle Corrispondenze). Fu così possibile definire, molto chiaramente, il ruolo di ciascuna specie nella complessa rete trofica di *Posidonia*. Dal modello emersero alcuni dettagli sulle preferenze alimentari: *Galathea squamifera* ad es. preferiva decisamente cibarsi della componente vegetale mentre *Liocarcinus arcuatus*, si orientava prevalentemente verso il detrito mostrando un comportamento più opportunistico. Ricordo le lunghe discussioni con Fresi che a volte si protravevano fino a tarda notte nello sforzo di interpretare modelli grafici ricostruiti con matita e squadretta. Tali modelli erano il prodotto di un'intera giornata di elaborazioni (allora i computer erano piuttosto lenti). Ma alla fine grande era la soddisfazione quando si riusciva a definire con una certa chiarezza il modello ecologico e quando la cosiddetta “varianza spiegata” era alta.

Nella sue venute in Sardegna Fresi si è spesso occupato della Baia di Porto Conte (Alghero). Usò proprio la per primo il S.S.S. per la mappatura delle praterie di *Posidonia*. nell'ambito di un progetto 40% del Ministero dell'Università (oggi PRIN) di cui ero referente. Nell'ambito di un altro progetto (MEDSPA) promosso dalla C.E.E. e da lui coordinato si occupò di determinare le unità costitutive a livello strutturale della prateria di *Posidonia* e di definire le caratteristiche idrodinamiche e dispersive della baia attraverso l'impiego di modelli numerici.

Partecipai a tutte le campagne imparando molte cose sulla caratterizzazione fisiografica di quei fondali ed in particolari sulla struttura delle praterie di *Posidonia* in rapporto agli effetti dell'idrodinamismo. Proprio nella Baia di Porto Conte con Fresi, Scardi ed alcuni collaboratori dell'Università di Sassari, più di recente, abbiamo realizzato il terzo lavoro dal titolo: “Optimizing interpolation of shoot density data from a *Posidonia oceanica* seagrass bed”. Si tratta di un *case study* per il quale siamo partiti da un data set di 36 stazioni di campionamento. Ottimizzando la scala spaziale (dimensione di Hausdorff), è stato possibile ottenere una stima molto accurata della densità della prateria mettendo anche a confronto diverse tecniche di interpolazione.

La presenza di Fresi in Sardegna negli anni '80 ha coinciso con la nascita del Consorzio Ricerche Sardegna (CO.RI.SA.), ente presieduto dall'allora Rettore dell'Università di Sassari Prof. Antonio Milella. La responsabilità scientifica del CO.RI.SA. per la parte “maricoltura”, era stata affidata a Fresi. Egli scrisse di suo pugno il “progetto esecutivo per la realizzazione di un centro di ricerca applicata alla maricoltura” che doveva sorgere ad Alghero-Tramariglio ed a Palau. Per la sezione di Palau Fresi aveva previsto due impianti satellite di cui uno a Porto Palma (Caprera) e l'altro a Porto Pozzo. Alla sezione di Tramariglio dovevano essere invece affidati compiti di ricerca di base sul sistema costiero e sulle aree salmastre. Tali studi furono in parte effettivamente svolti prima che il CO.RI.SA. scomparisse definitivamente. L'impegno di Fresi nella direzione scientifica di questo Ente fu enorme. Passava da riunioni fiume con ingegneri e tecnici impegnati nella progettazione delle infrastrutture a riunioni scientifiche con ricercatori dell'Università del CNR ed altre sedute con le amministratori pubblici. Altrettanto numerose furono le conferenze tenute a Sassari e dintorni incentrate sia sulle caratteristiche degli ecosistemi marini costieri dell'Isola, sia sulle finalità del CO.RI.SA. Non bisogna infine dimenticare l'importante ruolo in ambito formativo svolto da Fresi a Sassari. Iniziò con un corso di Biologia marina tenuto presso la Facoltà di Agraria dell'Università di Sassari come professore a contratto e proseguì intensificando l'attività formativa dei ricercatori CO.RI.SA. sia in laboratorio che in campo. In quel periodo frequentò l'Istituto di Zoologia dell'Università di Sassari ove strinse fraterna amicizia con l'allora direttore

Prof. Nullo Glauco Lepori. A lui confidò l'intenzione di voler lasciare la Stazione Zoologica di Napoli per intraprendere una nuova esperienza all'Università. Il fatto si concretizzò nel 1987 quando divenne professore ordinario di Zoologia presso l'Università Federico II di Napoli.

Eugenio Fresi si è sempre reso disponibile ad affrontare problematiche legate a aspetti del territorio. Anche qui in Sardegna insieme abbiamo lavorato su molti fronti, cito per brevità solo la collaborazione col Comune di Alghero, nel 1999, sui problemi legati agli spiaggiamenti di *Posidonia* e l'aggiornamento, nel 2000, del Piano Socio economico della 4° Comunità Montana "Riviera di Gallura" (Olbia) relativamente al sistema marino costiero.

Questa è solo una sintesi di un periodo di lavoro molto intenso svolto con Fresi. Di lui mi restano moltissimi piacevoli ricordi, ne ho citato alcuni scientifici ma non posso dimenticare il suo buonumore, quel clima di amicizia che sapeva creare intorno a chi lo frequentava, le sue intuizioni e soluzioni a problemi dei generi più diversi. La sua profonda conoscenza del mondo e delle sue culture, il suo spirito dinamico e sportivo. Credo che le sarò sempre debitore per quanto mi ha insegnato e per i piacevoli momenti trascorsi insieme.

### Bibliografia

- BOERO F., CHESSA L.A., CHIMENZ C., FRESI E. (1985) - The zonation of the epiphytic Hydroids on the leaves of some *Posidonia oceanica* (L.) Delile beds of the central Mediterranean. *Marine Ecology*, **6** (1): 27-33.
- BRESCIANINO M., TROISI F., CHESSA L.A., FRESI E. (1986) - A new compact minisubmarine for ecological research in the Continental Shelf. *Rapp. Comm. int. Mer Médit.*, **30** (2).
- CHESSA L.A., FRESI E. (1994) - Conservation and Management of Seagrass Meadow. In: *Environmental Management of Mediterranean Islands and Coasts*. Manual edited by Medmaravis. Saint Maximin, France.
- CHESSA L.A., FRESI E., SCARDI M., SAISI S. (1983-84) - Un metodo biologico per la valutazione dell'esposizione di aree costiere. *Nova Thalassia*, **6** (Suppl.): 611-618.
- CHESSA L.A., FRESI E., SOGGIU L. (1982) - Primi dati sulla rete trofica dei consumatori in una prateria di *Posidonia oceanica* (L.) Delile. *Boll. Mus. Ist. Biol. Univ. Genova*, **50** (Suppl.): 156-161.
- CHESSA L.A., FRESI E., SOGGIU L. (1983) - Preliminary data on consumers food web in a *Posidonia oceanica* (L.) Delile beds. *Rapp. Comm. int. Mer Médit.*, **28** (3).
- CHESSA L.A., FRESI E., WITTMANN K., FRESI-ANGIONI P. (1982) - La comunità epifitica delle foglie di *Posidonia oceanica* (L.) Delile: Analisi del ricoprimento lungo un gradiente batimetrico. *Naturalista Siciliano, Ser. IV, VI* (Suppl.), Fasc. 3: 523-530.
- CHESSA L.A., SCARDI M., FRESI E., RUSSU P. (1989) - Consumers in *Posidonia oceanica* beds: 1 *Processa edulis* (Risso), (Decapoda Caridea). In: Boudouresque C.F., Meinesz A., Fresi E., Gravez V. (eds), *International Workshop on Posidonia Beds*. Gis Posidonie publ., Fr., **2**: 243-249.
- CHESSA L.A., SCARDI M., FRESI E., SABA S. (1989) - Consumers in *Posidonia oceanica* beds: 2. *Galathea squamifera* Leach (Decapoda Anomura). In: Boudouresque C.F., Meinesz A., Fresi E., Gravez V. (eds), *International Workshop on Posidonia Beds*. Gis Posidonie publ., Fr., **2**: 251-255.
- CHESSA L.A., SCARDI M., RUSSU P., FRESI E. (1990) - The trophic role of four Crustaceans in a *Posidonia oceanica* meadow of Sardinia, Italy. In: Barnes M., Gibson R.N. (eds), *Trophic Relationships in the Marine Environment. Proc. 24<sup>th</sup> Europ. Mar. Biol. Symp.* Aberdeen University Press: 347-355.
- CHESSA L.A., SCARDI M., SABA S., FRESI E. (1989) - Consumatori nelle praterie di *Posidonia oceanica* (L.) Delile. 4. *Liocarcinus arcuatus* (Leach, 1814) (Decapoda Brachyura). *Oebalia*, **15** (1 N.S.): 109-118.
- COLOGNOLA R., CHESSA L.A., FRESI E., RUSSO G.F., PETRINI L. (1983-84) - Zoobenthos della Rada di Palau (Sardegna): I. Syllidae (Polychaeta). *Nova Thalassia*, **6** (Suppl.): 569-574.
- COLOGNOLA R., LABANCHI L., FRESI E., CHESSA L.A. (1983-84) - Distribuzione degli Echinodermi nei fondi mobili dragabili del Golfo di Salerno: aspetto invernale. *Nova Thalassia*, **6** (Suppl.): 637-644.

- FRESI E., CHESSA L.A., SCARDI M., IMPAGLIAZZO C. (1984) - Feeding ecology of *Palaemon xiphias* Risso, from a *Posidonia oceanica* meadow near Alghero (Sardinia). In: Boudouresque C.F., Jeudy de Grissac A., Olivier J. (eds), *International workshop Posidonia oceanica Beds*. Gis Posidonie publ., Fr., 1: 331-334.
- RUSSO G.F., CHESSA L.A., FRESI E., SPANU G.M. (1985) - Zoobenthos della Rada di Palau (Sardegna Nord Orientale): II Molluschi. *Oebalia*, 11 (N.S.): 311-318.
- RUSSO G.F., CHESSA L.A., VINCI D., FRESI E. (1991) - Molluscs of *Posidonia oceanica* beds in the bay of Porto Conte (North-Western Sardinia): Zonation pattern, seasonal variability and geographical comparison. *Posidonia Newsletter*, 4 (1): 5-14.
- RUSSO G.F., FRESI E., VINCI D., CHESSA L.A. (1983-84) - Malacofauna di strato fogliare delle praterie di *Posidonia oceanica* (L.) Delile intorno all'isola d'Ischia (Golfo di Napoli): analisi strutturale del popolamento estivo in rapporto alla profondità ed alla esposizione. *Nova Thalassia*, 6 (Suppl.): 655-661.
- RUSSO G.F., FRESI E., VINCI D., CHESSA L.A. (1984a) - Mollusk syntaxon of foliar stratum along a depth gradient in a *Posidonia oceanica* (L.) Delile meadow: Diel variability. In: Boudouresque C.F., Jeudy de Grissac A., Olivier J. (eds), *International Workshop Posidonia oceanica Beds*. Gis Posidonie publ., Fr., 1: 303-310.
- RUSSO G.F., FRESI E., VINCI D., CHESSA L.A. (1984b) - Mollusk syntaxon of foliar stratum along a depth gradient in a *Posidonia oceanica* (L.) Delile meadow: Seasonal variability. In: Boudouresque C.F., Jeudy de Grissac A., Olivier J. (eds), *International Workshop Posidonia oceanica Beds*. Gis Posidonie publ., Fr., 1: 311-318.
- SCARDI M., CHESSA L.A., FRESI E., PAIS A., SERRA S. (2006) - Optimizing interpolation of shoot density data from a *Posidonia oceanica* seagrass bed. *Marine Ecology*, 27: 1-11
- SCARDI M., FRESI E., CHESSA L.A. (1987) - Analisi dei trends spaziali di variabili ecologiche: una proposta metodologica integrata. Atti 3° Congresso S.I.T.E., Siena, Ottobre 1987 (Abstract).



F. CINELLI

Dipartimento di Biologia, Università di Pisa, Via Derna, 1 - 56126 Pisa, Italia.  
fcinelli@biologia.unipi.it

## FRESI E LE PRIME ESPERIENZE ISCHITANE

**Abstract** - *Ten years of my scientific life with Eugenio Fresi at the "Laboratorio di Ecologia del Benthos" at Ischia Island. 1971-1981.*

**Key-words:** *Ischia laboratory, benthos, environmental gradients, underwater research, Posidonia, Gulf of Naples, marine caves, hard bottom biocoenoses, infralittoral photophilic.*

Anno 1969. Ero arrivato alla Stazione Zoologica "A. Dorn" qualche mese prima come uno dei nuovi "virgulti" e avevo cominciato a farmi "le ossa" con Kurt Beth, il botanico tedesco di turno. Però la vita di Laboratorio mi era un po' stretta, avevo bisogno di "più mare" ed un giorno, nel lungo corridoio che separava la Segreteria dalla sala degli Affreschi, incontrai Eugenio e Bruno Scotto di Carlo. Loro erano già da tempo ad Ischia ed ogni tanto, per rinfrescarsi la letteratura, venivano a Napoli a passare qualche ora in Biblioteca. Fu una specie di colpo di fulmine. Eugenio, saputo che mi occupavo di alghe e che andavo sott'acqua, mi disse: perché non vieni ad Ischia? Detto fatto. Presi i pochi bagagli, mi misi su un aliscafo che partiva da Mergellina e dopo un'ora ero a Punta S. Pietro. Di lì non mi mossi più fino al 1981. I primi tempi li passai, come tutti i neofiti e gli ospiti che venivano ad Ischia, dal "Calabrese", una pensioncina di poche pretese ma anche di poca spesa sulla riva destra del Porto d'Ischia. Tutte le mattine andavo al Laboratorio e di lì cominciai il sodalizio con Eugenio che non si interruppe mai definitivamente nonostante la successiva separazione che ci vide io all'Università di Pisa ed Eugenio prima a quella di Napoli e poi a Roma. Ci fu all'inizio del nostro rapporto, in realtà, un intervallo di quasi un anno sia perché io me ne tornai a Firenze dove abitava ancora mia moglie ed Eugenio dovette adempiere ai suoi obblighi di naia. Comunque, anche per l'insistenza del Prof. Bacci, allora Commissario della Stazione Zoologica e che mi aveva spinto a Napoli fin dalla Laurea, decisi di rientrare ad Ischia. Eugenio nel frattempo aveva finito il suo obbligo militare e decidemmo di continuare la nostra avventura ischitana. Era il 1971, mia moglie aspettava nostra figlia ed aveva deciso di seguirmi lasciando un lavoro sicuro a Firenze. Ci sistemammo in una casa di fronte al Castello Aragonese, già abitata dal vecchio direttore del Laboratorio che se n'era ritornato a Francoforte. Eugenio viveva in una casa sulla collina sopra Porto d'Ischia, inquilino del Signor Cenatiempo, uno dei vinai più rinomati di Porto d'Ischia che aveva la sua cantina proprio sul porto. Porto che allora aveva acque cristalline ad cui il Signor Cenatiempo attingeva per rinfrescare le sue botti. Il Laboratorio era così composto: Fresi e Cinelli, come staff scientifico, Antonio Rando come pescatore (o meglio come comandante del gozzo S. Gennaro dotato di motore diesel Bouduin da 15 HP), Franz come tecnico di laboratorio e la Signora Rando come addetta alle pulizie. C'era anche il cane lupo Pippo che ci accoglieva abbaiando tutte le mattine. Il Laboratorio era stato costruito utilizzando la Villa a mare della famiglia Dorn, era dotato delle più moderne tecnologie di circolazione e condizionamento dell'acqua di mare, aveva laboratori umidi e secchi, una biblioteca, una piccola cucina, un parco secolare tutto attorno, ma quello che ci faceva più gola, a me ed Eugenio, era la cosiddetta "casina a mare" dove il Direttore tedesco aveva messo un bel compressore Bauer a quattro posti ed una serie di attrezzature subacquee allora all'avanguardia. Oltre al gozzo S. Gennaro c'era poi un Boston

Waler di 5 metri con fuoribordo (la Phylliroe) che ci poteva portare in poco tempo nei punti più belli di tutta l'isola. C'era però un grosso ostacolo: il Laboratorio costava troppo per le scarse finanze di allora della Stazione Zoologica e se ne ventilava la chiusura. Intanto tutti gli impianti erano stati fermati e non avevamo neppure il riscaldamento. L'inverno 1971 fu uno dei più rigidi di quel periodo ed io ed Eugenio ci barricammo in un Laboratorio scaldandoci con una stufa a gas acquistata a Pozzuoli durante uno dei tanti viaggi fatti a Napoli per perorare la nostra causa. Non volevamo che il laboratorio chiudesse e cercavamo di inventarci di tutto per evitarlo. Ed infine ci riuscimmo nonostante le contrarietà della direzione napoletana e qui cominciò l'idea di dare origine al quello che poi sarebbe divenuto il "Laboratorio di Ecologia del Benthos" della Stazione Zoologica "A. Dorhn" ad Ischia. Una delle prime iniziative fu un viaggio a Marsiglia a trovare il famoso Prof. Peres ed il suo collega Prof. Picard. Li conoscevamo di fama soprattutto per il loro "Nouveau Manuel de Bionomie Benthique de la Mer Mediterranée" uscito nel 1964, e che aveva aperto un mondo nuovo per quanto riguardava la bionomia marina. Rientrammo pieni di nuove idee e fu così che cominciammo la nostra comune avventura scientifica. Io come "algologo" Eugenio come "isopodologo". Ma Eugenio non era solo un profondo conoscitore della fauna isopodologica ma era soprattutto un vulcano d'idee innovative e poi gli piaceva e gli continuerà a piacere per tutta la vita, l'elaborazione statistica dei dati. Tanto fece e tanto disse che mi convinse ad acquistare il primo PC, un P 6060 Olivetti che occupava mezzo laboratorio, pesava un quintale e, per risolvere una matrice quadrata, impiegava un giorno intero! Ma Eugenio aveva trovato in Maria Pia Ponticelli un supporto informatico formidabile e poteva, assieme a lei, colloquiare con la "macchina" (che parlava solo il "suo linguaggio") ed elaborare tutti i dati che andavamo raccogliendo lungo le coste ischitane ed anche al di fuori. La mattina di solito la passavamo sott'acqua con il fido Antonio al timone del S. Gennaro a farci da guardiano quando eravamo sotto. Andavamo a Punta S. Pancrazio o a Punta S. Angelo o alla Secca della Catena o a quella di Forio o alle Formiche di Vivara o a Lacco Ameno o alla Secca d'Ischia. Tutti luoghi che diventeranno famosi in molte delle pubblicazioni uscite dal Laboratorio di Ischia. Il pomeriggio a determinare i campioni, a scrivere i risultati e a darli in pasto alla "macchina". Poi arrivò al Laboratorio Beatrice Scipione e successivamente Lucia Mazzella. La prima zoologa, Lucia invece con l'animo verde. Sono di quegli anni i primi contatti con la scuola di Riedl a Vienna (che si protrassero a lungo) dopo aver organizzato a Villa Malaparte a Capri, con la Fondazione Ronchi, il primo simposio sulle grotte marine. Poi cominciarono le collaborazioni con Marsiglia (Boudouresque), con Genova (Sarà ed i suoi allievi), con Venezia e Padova (Battaglia) e con il Laboratorio di Geologia Marina del CNR di Bologna (Colantoni). Gli anni '70 furono fecondi di iniziative e di ricerche e di spedizioni internazionali sponsorizzate dal G.R.S.T.S. di Firenze (Mar Rosso, Galapagos, Antartide) di pubblicazioni scientifiche ma anche di divulgazione a tutti i livelli sia scolastici che sulle riviste del settore. Una rubrica fissa di Biologia Marina dal primo numero della rivista il "Il Subacqueo" (1973) vide me ed Eugenio impegnati ogni mese per diversi anni. Ma la divulgazione era nel sangue di Eugenio che volle diffonderla in maniera compiuta nel suo libro per l'infanzia "Primo incontro con il mare" edito da Giunti Nardini (1980). Ad Ischia era approdata, nel frattempo anche Cristina Gambi e fu con lei e con Piero Solaini (che ci fornì le foto) che scrivemmo per l'Editore "La Cuba" di Roma la "Vita del Mediterraneo: enciclopedia fotografica a colori della fauna e della flora sottomarina" (1981). Inventammo per la casa editrice "La Scala" di Firenze nuovi moduli audiovisivi per la descrizione delle biocenosi marine. Si stava già accendendo, in quegli anni, la controversia tra chi diceva che la pesca subacquea era l'unica responsabile del depauperamento della fauna ittica e chi diceva

che erano responsabili tutti gli altri sistemi, più o meno legali, di pesca. Eugenio con le sue elaborazioni statistiche riuscì a dimostrare che, almeno allora, la pesca subacquea era assolutamente innocente. (Cinelli e Fresi, 1979). La Grotta del Mago, l'unica presente lungo le coste d'Ischia, fu oggetto di ricerche intense (Cinelli *et al.*, 1977; Pansini *et al.*, 1977; Chimenz-Gusso *et al.*, 1978) che videro per la prima volta mettere in evidenza l'importanza delle variazioni dei fattori abiotici (la luce e l'idrodinamismo) nel determinare la distribuzione spaziale degli organismi bentonici. Sono di quegli anni gli studi sul l'effetto del gradiente batimetrico sulla distribuzione degli organismi bentonici nel Porto d'Ischia. Dalle Macrofite agli Isopodi liberi (Cinelli *et al.*, 1975, 1976), ai Briozoi (Chimenz *et al.*, 1981), agli Anfipodi (Scipione *et al.*, 1981), ai Molluschi (Idato *et al.*, 1981), ai Cirripedi opercolati (Chimenz *et al.*, 1981). Tutte queste ricerche diedero origine al famoso transetto "Aurora" (dal nome della moglie di Fresi) a Portofino che è stato per anni la palestra di tanti ricercatori dell'Università di Genova e non solo. Ricerche che continuarono anche negli anni successivi con un lavoro sugli Ascidiacei (Chimenz *et al.*, 1985). Un pietra miliare fu poi la pubblicazione di "Approcci allo studio dell'inquinamento marino: il benthos" (Fresi *et al.*, 1976) in cui si diceva: "Viene proposto un metodo di lavoro (metodo dei "gradienti puri") che, con il sostegno di moderne tecnologie statistiche e dell'elaborazione elettronica dei dati, possa servire a separare l'impatto reale dell'inquinamento, pervenendo eventualmente alla creazione di *standards biologici* utili in fase di monitoraggio e prevenzione". Ad Ischia capitavano anche molti "ospiti" stranieri che vedevano nel Laboratorio di Ecologia del Benthos un luogo ideale per la sperimentazione: dal Prof. Mauro della New York University che studiava l'assone gigante dei calamari, al Prof Riedl che tornava spesso con il suo gruppo e tanti altri. Eugenio era capace di impossessarsi sempre di nuove idee nel contatto con gli altri e di sperimentarle e migliorarle. Sia per quanto riguarda la strumentazione da impiegare sott'acqua (famosi diventarono i suoi approcci al rilevamento dei microparametri abiotici utilizzando strumenti appositamente costruiti da posizionare "in situ") che per le nuove metodologie di elaborazione statistica dei dati (Cinelli *et al.*, 1979) che per l'approccio innovativo allo studio del benthos (Cinelli *et al.*, 1977a). Nell'ambito del programma internazionale (*Posidonia project*) fu iniziato lo studio sistematico delle caratteristiche delle praterie di *Posidonia* attorno all'isola d'Ischia con la collaborazione dell'Istituto di Biologia Marina del CNR di Bologna (Colantoni) e fu realizzata con metodi innovativi elettroacustici la prima cartografia delle praterie ischitane (Colantoni *et al.*, 1978, 1982). Un giorno, durante uno dei profili fatti dalla NO "Bannock" con il Side Scan Sonar di fronte all'imboccatura del Porto d'Ischia, il "pesce" s'infilò sotto una "matte" a circa 5 metri e si staccò dal cavo. Io ed Eugenio passammo quasi un'ora schiacciati sul fondo per recuperare il pesce mentre traghetti e aliscafi ci passavano continuamente sopra la testa. Ebbero inizio in quegli anni anche i primi tentativi di "riforestazione" della praterie di *Posidonia* che sia io che Eugenio abbiamo continuato a "coltivare" fino agli anni recenti. Un'ultima fatica fatta ancora con Fresi, quando io ero già a Pisa, fu un nuovo approccio all'interpretazione del benthos mediterraneo: la discontinuità superficiale (Fresi e Cinelli, 1982).

Poi ci siamo rivisti spesso, sia in momenti lieti che meno lieti, ma il ricordo degli anni passati insieme al "gatto" (così ormai lo conoscevano gli amici, così come io ero il "civettino e Carrada era l'ammiraglio") ad Ischia non si potranno mai cancellare.

#### Bibliografia

- CHIMENZ C., FRESI E., CINELLI F., MAZZELLA L., DI COSTANZO S. (1981a) - Ricerche sui popolamenti bentonici di substrato duro del Porto d'Ischia. Briozoi. *Mem. Biol. Mar. Ocean.*, 4: 187-206.

- CHIMENZ C., FRESE E., PEPE R., CINELLI F., MAZZELLA L., SCIPIONE M.B. (1981b) - Ricerche sui popolamenti bentonici di substrato duro del Porto d'Ischia: Cirripedi opercolati. *Quad. Lab. Tecnol. Pesca*, **3** (1 Suppl.): 493-504.
- CINELLI F., FRESE E. (1979) - Contributo alla valutazione dell'effettiva incidenza della pesca subacquea sul patrimonio biologico delle acque costiere italiane. *Atti Soc. Tosc. Sci. Nat., Mem., ser. B*, **86** (Suppl.): 330-338.
- CINELLI F., FRESE E., GAMBI M.C., SOLAINI P. (1981) - *La vita del Mediterraneo: enciclopedia fotografica a colori della flora e della fauna sottomarina*. La Cuba Ed.
- CINELLI F., FRESE E., IDATO E., MAZZELLA L. (1977a) - L'aire minima du phytobenthos dans un peuplement a *Cystoseira mediterranea* de l'île d'Ischia (Golfe de Naples). *Rapp. Comm. int. Mer Médit.*, **24** (4): 113-115.
- CINELLI F., FRESE E., MAZZELLA L. (1975) - Note preliminare sur les biocenoses superficielles du port d'Ischia (Golfe de Naples) avec quelques données chimico-physiques. *Rapp. Comm. int. Mer Médit.*, **23** (2): 95-97.
- CINELLI F., FRESE E., MAZZELLA L. (1976) - Ricerche sui popolamenti bentonici di substrato duro del Porto d'Ischia. I. Infralitorale Fotofilo (Macrofite e Isopodi liberi). *Archo. Oceanogr. Limnol.*, **18** (Suppl. 3): 169-188.
- CINELLI F., FRESE E., MAZZELLA L., PANSINI M., PRONZATO R., SVOBODA A. (1977b) - Distribution of benthic phyto-and zoocoenoses along a light gradient in a superficial marine cave. In: Keegan B.F., Ceidigh P.O., Boaden P.J.S. (eds), *Biology of benthic organisms*. Pergamon Press, Oxford: 173-183.
- CINELLI F., FRESE E., MAZZELLA L., PONTICELLI M.P. (1979) - Deep algal vegetation of the western Mediterranean. *Giorn Bot. Ital.*, **113**: 173-188.
- COLANTONI P., GALLIGNANI P., CINELLI F., FRESE E. (1978) - Premiers donnés sur la sédimentologie et la distribution de *Posidonia oceanica* autour del l'île d'Ischia – Golfe de Naples (Italie). *XXVIe Congrès-Assemblée plénière de la C.I.E.S.M.*, Antalya.
- COLANTONI P., GALLIGNANI P., FRESE E., CINELLI F. (1982) - Patterns of *Posidonia oceanica* (L.) Delile Beds around the Island of Ischia (Gulf of Naples) and in Adjacent Waters. *Marine Ecology*, **3** (1): 53-74.
- FRESE E. (1980) - *Primo incontro con il mare*. Giunti-Nardini Ed.
- FRESE E., CINELLI F. (1982) - La discontinuità superficiale: appunti per una nuova interpretazione del Benthos mediterraneo. *Boll. Mus. Ist. Biol. Univ. Genova*, **50** (Suppl.): 194.
- FRESE E., MAZZELLA L., CINELLI F. (1976) - Approcci allo studio dell'inquinamento marino: il benthos. *Mem. Biol. Marina e Oceanografia*.
- MAZZELLA L., CINELLI F., FRESE E., PONTICELLI M.P. (1978) - Ricerche sui popolamenti bentonici di substrato duro del Porto d'Ischia. Infralitorale fotofilo: II. Microflora a Diatomee. *Giorn. Bot. Ital.*, **112** (1-2): 13-27.
- PANSINI M., PRONZATO R., FRESE E., CINELLI F., MAZZELLA L., PONTICELLI M.P. (1977) - Evoluzione delle biocenosi bentoniche di substrato duro lungo un gradiente di luce in una grotta marina superficiale: Poriferi. *Atti IX Congresso della S.I.B.M. Lacco Ameno d'Ischia*.
- SCIPIONE M.B., CARNEVALE G., CINELLI F., FRESE E., MAZZELLA L., PONTICELLI M.P. TARAMELLI E. (1981) - Ricerche sui popolamenti bentonici di substrato duro del Porto d'Ischia. Infralitorale fotofilo: III. Anfipodi. *Quad. Lab. Tecnol. Pesca*, **2** (1 Suppl.): 505-517.

M.C. GAMBI<sup>1</sup>, G.F. RUSSO<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Stazione Zoologica Anton Dohrn di Napoli, Villa Comunale - 80121 Napoli, Italia.  
gambimc@szn.it

<sup>2</sup>Dipartimento di Scienze per l'Ambiente, Università di Napoli "Parthenope", Napoli, Italia.  
giovanni.russo@uniparthenope.it

## RUOLO DI EUGENIO FRESI NEL LABORATORIO DI ECOLOGIA DEL BENTHOS DI ISCHIA E SUA EREDITÀ SCIENTIFICA

I due autori, per brevità riportati di seguito nel testo con gli acronimi MCG e GFR, intendono contribuire al ricordo di Eugenio Fresi, loro mentore intellettuale ed amico, attraverso il ricordo di un periodo che fu per lui particolarmente fecondo di idee e contributi scientifici alla biologia marina Italiana e mediterranea in genere, durante il quale entrambi ebbero con Eugenio un rapporto di collaborazione molto stretto, che considerano fondante per la loro vita scientifica, poiché riguarda gli inizi della loro attività di ricerca, ad Ischia, presso il Laboratorio di Ecologia del Benthos della Stazione Zoologica "Anton Dohrn" di Napoli, negli anni tra il 1979 ed il 1987. Dopo il 1987, Eugenio lasciò la Stazione Zoologica dapprima per la cattedra di Zoologia presso l'Università Federico II di Napoli e poi per quella di Ecologia presso l'Università di Roma Tor Vergata. MCG incontrò per la prima volta Eugenio Fresi in modo un po' traumatico, sebbene assolutamente normale a ben conoscerlo, durante il Congresso della SIBM del 1979 ad Ancona, dove, con l'incoscienza della giovane neo-laureata presso l'Università di Siena, presentò a nome del gruppo una comunicazione sul benthos dei fondi mobili dell'area antistante alla foce dell'Ombrone (Castagnolo *et al.*, 1981). Si trattava di un lavoro impostato con la logica e con l'approccio più ortodossi della bionomia bentonica di Pérès e Picard (1964), alla base anche della sua tesi di laurea, relativa al benthos alla foce del Tevere. Durante la discussione, Eugenio espresse critiche durissime sull'utilizzo acritico e pedissequo dell'approccio bionomico applicato; fu per lei un battesimo di...lacrime, ma anche l'inizio di un percorso che avrebbe cambiato radicalmente la sua vita ed il suo futuro professionale. Terminata la sessione, infatti, Eugenio, avvicinandosi a lei ed al suo professore di allora, Silvano Focardi, formulò un giudizio molto positivo sulla qualità dei dati raccolti, visto che in ogni stazione insieme all'analisi delle biocenosi era stata effettuata anche una puntuale analisi dei sedimenti, e propose loro di ri-analizzarli con tecniche statistiche più moderne ed oggettive, che avrebbero permesso di "visualizzare" meglio i gradienti ambientali presenti nell'area di studio e di individuare i fattori ambientali soggiacenti alle distribuzioni delle specie (nello spazio e nel tempo), consentendo di generare ipotesi sulla dinamica delle comunità stesse. Si trattava di applicare ai dati le allora modernissime tecniche di analisi statistica multivariata, ...ostrogoto all'epoca per gran parte dei biologi marini. Eugenio, quindi, invitò ad Ischia, presso il Laboratorio di Ecologia del Benthos della Stazione Zoologica di Napoli, allora coordinato da Francesco Cinelli, MCG con la sua matrice dei dati e lei, che vi arrivò nell'estate del 1980, non se ne è più andata. Il primo incarico "a contratto" che le consentì di rimanere presso il Laboratorio consistette nella preparazione di schede di organismi marini per la rivista "*Il Subacqueo*", poi utilizzate per il libro-guida "*La Vita nel Mediterraneo*" (Cinelli *et al.*, 1981), e per MCG rappresentò una vera e propria "palestra" di scrittura scientifica e divulgativa, sotto l'attenta supervisione di Eugenio, che fustigava sia l'italiano che il contenuto dei testi. Per MCG, si trattò dei veri e propri inizi della sua formazione indirizzata all'attività di ricerca in biologia marina, il suo indelebile *imprinting* scientifico, del quale Eugenio è stato il maggiore artefice. Il lavoro sui fondi mobili

con il gruppo di Siena, di cui MCG va particolarmente fiera, fu pubblicato sulla rivista della Stazione Zoologica, *Marine Ecology* (Fresi *et al.*, 1983b), che Eugenio stesso aveva contribuito a fondare nel 1980, con Rupert Riedl e Joerg Ott, e di cui è stato Associate Editor fino al 1988. Il titolo del lavoro era emblematico della qualità dei dati: “*Benthic communities and sediment types: a structural analysis*”, poiché allora la correlazione tra le caratteristiche dei sedimenti, l’ecologia degli organismi e le comunità che andavano a formare non era ancora molto chiara e scontata; basti ricordare che solo da qualche anno era stato pubblicato il fondamentale libro sull’ecologia dei fondi mobili di J.S. Gray (1981). Il lavoro rappresentò per MCG anche un’altra grande lezione, cioè che i propri dati, se vengono inseriti in un contesto concettuale più ampio e generalizzabile, non hanno più solo una valenza...locale; è così che i fondi mobili alla foce dell’Ombrone divennero un modello generale di struttura della zonazione del benthos, che ha ispirato anche il lavoro di gruppo che fu svolto dallo staff del Laboratorio di Ischia, su finanziamento dell’allora Cassa per il Mezzogiorno (CASMEZ), sui fondi mobili del Golfo di Salerno. Questo lavoro di gruppo non solo ha prodotto diversi articoli scientifici sui singoli gruppi tassonomici (“taxoceni” come venivano definiti allora) presenti nell’area (Colognola *et al.*, 1983-84; Gambi *et al.*, 1983-84; Maggiore *et al.*, 1983-84; Minervini *et al.*, 1983-84; Russo e Fresi, 1983-84), ma trovò un ulteriore sviluppo concettuale in un lavoro sui “descrittori efficaci” (Gambi *et al.*, 1982a), nel quale la partecipazione di GFR venne riportata come quella di “un malacologo estraneo allo studio”. L’attività scientifica nel laboratorio di Ischia durante la permanenza di Eugenio, per alcuni dei suoi collaboratori ebbe ad oggetto anche materiale “storico” derivante da uno studio antesignano e paradigmatico sulle analisi dei gradienti biocenotici in mare, relativo al benthos di fondo duro del porto di Ischia (Fresi *et al.*, 1983, 1984). Questo studio, insieme ad un altro relativo al benthos della Grotta del Mago di Ischia (Cinelli *et al.*, 1977), costituì un punto di riferimento nel panorama della biologia marina Italiana di quegli anni ed entrambi tuttora rappresentano contributi di ampio respiro internazionale (Gambi e Buia, 2003), in quanto vengono verificate ipotesi ecologiche sul ruolo dell’idrodinamismo nella zonazione delle comunità bentoniche, così come proposto nel modello di Riedl (1971). Parallelamente ai lavori sui fondi mobili e sui fondi duri del porto d’Ischia, nel Laboratorio venivano portate avanti, anche con la partecipazione di Lucia Mazzella e M. Beatrice Scipione, le prime ricerche interdisciplinari sul sistema *Posidonia* (il progetto internazionale noto come *Posidonia project*) (Giraud *et al.*, 1979), che vedevano GFR, vincitore di una borsa di studio del CNR presso il mitico gruppo di Rupert Riedl e del suo allievo Joerg Ott dell’Università di Vienna, impegnato in un vasto piano di campionamento, a cadenza nictemerale e mensile, lungo gradienti batimetrici e di esposizione, in varie praterie intorno all’isola d’Ischia (Russo *et al.*, 1983-84; 1984a,b, 1989, 1991). Il piano di campionamento (svolto nel biennio 1981-82) è stato il frutto di lunghe discussioni di carattere teorico e pratico, svolte da GFR sia a Vienna con Rupert Riedl, sia a Ischia con Eugenio, che hanno anche consentito la standardizzazione del metodo diretto, tuttora utilizzato, per il campionamento della fauna vagile delle praterie (Russo *et al.*, 1985b; 1986; Idato *et al.*, 1983; Russo e Vinci, 1991). Ancora oggi quella delle praterie di Ischia resta una delle più intense serie di campionamento spaziale e temporale sulla fauna vagile dei posidonieti ed ha rappresentato negli anni una *baseline* importante per studi successivi e per le comparazioni a lungo termine, ispirando lavori simili condotti in altre zone delle coste italiane, come in Sicilia (Russo *et al.*, 1985c; Accardo-Palumbo *et al.*, 1992a,b), Lazio (Chimenz *et al.*, 1989) e Sardegna (Russo *et al.*, 1985d; Gambi *et al.*, 1989). Sin dai primi colloqui con Eugenio, GFR rimase affascinato dalla sua non comune capacità sia di spaziare con la mente in ambiti concettuali vastissimi per poi approdare a sintesi semplici ed icastiche, sia, al

contrario, di esprimere concetti semplici in maniera volutamente criptica, divertendosi a stimolare le facoltà di comprensione dell'interlocutore; tale cripticismo, anziché scoraggiare il giovane allievo, aveva l'effetto di spronarlo ad approfondire l'argomento per decrittare quanto detto da Eugenio. A tale proposito, per GFR resta indelebile ed emblematica la volta che, discutendo su come effettuare misure di produzione primaria, Eugenio con fare sornione gli consigliò di utilizzare dei "microcosmi adiabatici confinati", che all'esito della decrittazione scoprì trattarsi...dei contenitori chiari e scuri, normalmente utilizzati per tali misure! In definitiva, la sfida teorica che si perseguiva in quegli anni era quella di coniugare l'approccio bionomico, messo a punto dal gruppo di Endoume (Pèrès e Picard, 1964) e basato sulle analisi fitosociologiche delle comunità condotte con i metodi della scuola olista di Zurigo-Montpellier (Molinier e Picard, 1953), con l'approccio continuista, messo a punto dalla scuola fitosociologia individualista nord-americana di Whittaker (1975) e basato sull'analisi dei gradienti di comunità (cenoclini), presenti anche all'interno di entità naturali ritenute "omogenee" nella classificazione olista, approccio che proprio in quegli anni stava avendo grande impulso e che sembrava avere nel modello di Riedl (1971) e nelle sue discontinuità alle "profondità critiche" un ottimo riscontro nel benthos marino mediterraneo. Si desidera sottolineare che, in questo contesto teorico, chiaro manifesto, al contempo programmatico e di sintesi, sono da considerarsi due lavori Boudouresque e Fresi (1976) e Fresi *et al.* (1977), poco conosciuti per la loro collocazione editoriale e sottovalutati nella loro innovativa portata concettuale. In essi, da un lato viene proposto un *excursus* critico sullo sviluppo storico della concezione di biocenosi e sugli approcci metodologici più moderni per definirla e caratterizzarla, dall'altro viene rivalutato il modello bionomico di Feldman, in base al quale in un primo tempo Molinier e Picard avevano considerato il Coralligeno come una facies sciafila del piano Infralitorale, piuttosto che una biocenosi caratterizzante un piano climatico a sé stante, qual'è il Circalitorale; in un piano Infralitorale così "espanso", viene altresì discussa la coerenza dell'inserimento del modello di Riedl. Per chi scrive, quanto esposto nel lavoro resta ancora una concettualizzazione teorica molto attuale, che non ha trovato ulteriori riscontri ed approfondimenti nella bentonologia mediterranea, poiché negli ultimi trent'anni l'attenzione dell'attività di ricerca di Eugenio e degli altri è stata rivolta verso aspetti più applicativi. Va infine ricordato un altro approccio scientifico originale, sul quale Eugenio sollecitò il nostro impegno di giovani specialisti di gruppi zoologici, e che vide coinvolta anche Adriana Giangrande (per alcuni anni "rifugiata" ischitana); si tratta dell'utilizzo delle "gilde", o "gruppi morfo-funzionali" di specie, per lo studio degli aspetti eco-etologici soggiacenti alle zonazioni del benthos, soprattutto quelli riguardanti i diversi adattamenti trofici ed i rapporti col substrato (Gambi *et al.*, 1982b; Russo *et al.*, 1985; Russo, 1989). Per i policheti, la "bibbia" di questo approccio era rappresentata dal mitico lavoro di Fauchald e Jumars (1979), che anche Eugenio considerava uno dei *seminal paper* della sua pur vasta cultura e conoscenza bibliografica, visto che i policheti un po' gli piacevano e li conosceva. Con l'approccio morfo-funzionale Eugenio lavorò molto pure con altri colleghi del laboratorio di Ischia, specialisti di gruppi zoologici diversi, come Valerio Zupo per i decapodi (Zupi e Fresi, 1984, 1985; Zupo *et al.*, 1989), M. Beatrice Scipione per gli anfipodi (Scipione *et al.*, 1983; Scipione e Fresi, 1984) e Maurizio Lorenti per gli isopodi, gruppo quest'ultimo particolarmente caro ad Eugenio, che lo conosceva bene e del quale aveva descritto alcune specie nuove (Lorenti e Fresi, 1983a,b). Eugenio Fresi, diventato responsabile del Laboratorio di Ecologia del Benthos nel 1982, quando Francesco Cinelli conseguì la cattedra di Ecologia all'Università di Pisa, ha lasciato il Laboratorio nell'autunno del 1987, anch'egli a seguito del conseguimento di una cattedra universitaria, quella di Zoologia all'Università di Napoli Federico II. Poiché

in quel periodo MCG era negli Stati Uniti con una borsa post-doc “Fullbright”, non ha vissuto l’ultimo anno di Eugenio al Laboratorio, che poi le fu riferito essere stato un anno un po’ critico, come spesso succede per i periodi di transizione e per i commiati da contesti in cui sono state condivise intensissime esperienze di lavoro e costruite carriere scientifiche. Di quell’anno MCG ricorda solo che Eugenio se ne andò poco dopo il suo ritorno dagli USA, lasciandola un po’ spiazzata e confusa, anche perché era reduce da una esperienza che per molti aspetti l’aveva cambiata ed “aperta” a nuove prospettive di ricerca, per cui il confronto con Eugenio le sarebbe stato davvero utile ed illuminante, come sempre; quindi, la sua presenza gli mancò moltissimo. Per GFR, Eugenio, suo “testimone” di nozze, continuò ad essere un affettuoso e irrinunciabile riferimento culturale e fu tra coloro che più lo sostennero quando, circa dieci anni dopo, anch’egli salpò dai lidi ischitani per approdare ad una cattedra universitaria. Gli insegnamenti di quegli anni di intensissima collaborazione con Eugenio, quasi di simbiosi (“parassitica” più che “mutualistica”, dato che eravamo soprattutto noi, allora giovani ricercatori, ad attingere alle sue immense riserve intellettuali), potrebbero essere sintetizzati nei tratti distintivi della sua eredità scientifica e culturale qui di seguito elencati:

- lo stimolo, il continuo incoraggiamento alla conoscenza sempre più approfondita della tassonomia e della biologia di un determinato gruppo di organismi; in altre parole l’acquisizione della ferma consapevolezza che lo “strumento” tassonomico è fondamentale per gli studi ecologici, anche di tipo ecosistemico o modellistico;

- la capacità di generare ipotesi scientifiche corrette, di tipo sia induttivo sia deduttivo (utilizzando “il buon senso ecologico”, come soleva dire); in altre parole, Eugenio sollecitava sempre domande ecologiche non banali e rigorose, per ricevere risposte altrettanto non banali e rigorose (“a domande banali...risposte banali”, era un’altra sua espressione tipica, che ci è rimasta indelebilmente impressa e che da allora ci accompagna in tutte le nostre esperienze scientifiche);

- l’inserimento dei propri dati locali in problematiche ecologiche e contesti più ampi, per trovare relazioni con altri sistemi/contexti/aree/gruppi tassonomici, e per poter formulare modelli concettuali più generali;

- l’apertura a tutti gli argomenti più innovativi, anche apparentemente distanti, per il loro utilizzo in approcci multipli allo studio delle distribuzioni delle comunità bentoniche e delle relazioni tra le specie, che includessero anche aspetti morfo-funzionali, etologici e riproduttivi degli organismi bentonici (ad es. fu il primo a interessarsi anche di “frattali” di “interpolazioni su mappa” e di “reti neurali”).

- l’utilizzo della statistica, anche la più sofisticata, solo come strumento di rigore formale ed oggettivante, e non come fine o come escamotage risolutivo di un “cattivo” campionamento o di un debole approccio concettuale.

Negli anni che sono seguiti alla partenza di Eugenio da Ischia, nonostante i contatti con i suoi ex-allievi fossero alquanto diminuiti (per impegni reciproci sempre più intensi e pressanti), quegli approcci concettuali da lui intrapresi e sviluppati continuano ad essere principi ispiratori dell’attività di ricerca del gruppo di Ischia. Per MCG, il riscontro più importante dei suoi insegnamenti lo ha avuto in occasione della grande opportunità di partecipare alle ricerche in Antartide, nell’ambito del PNRA. Ricorderà sempre la sua prima spedizione, nell’estate australe del 1989-90, quando arrivò alla Base Italiana di Baia Terra Nova, in un contesto ambientale imprevedibile ed estremo e con una logistica complessa, fortunatamente insieme a Riccardo Cattaneo-Vietti con cui potersi confrontare; ma, quando durante la seconda parte della spedizione rimase da sola, ciò che costantemente le martellava la mente erano gli interrogativi...quali sono le domande ecologiche “non banali”?, quali le ipotesi e le possibili risposte?, questo disegno di campionamento consente di rispondere



a queste domande? ...cosa farebbe Eugenio? Questo interrogativo ricorre sempre e ancora in tutti noi che lo abbiamo avuto per stimatissimo e indimenticabile Maestro...  
Grazie Eugenio!

**Ringraziamenti** - Ringraziamo la SIBM, ed in particolare il Prof. R. Pronzato, per averci dato l'opportunità di ricordare la figura di Eugenio Fresi ed il ruolo fondamentale che ha svolto per noi e per il Laboratorio di Ecologia del Benthos di Ischia.

### Bibliografia

- ACCARDO-PALUMBO M.T., CHEMELLO R., RUSSO G.F. (1992a) - Prosobranch community from the *Posidonia oceanica* "reefs" in the Stagnone lagoon (Marsala, Sicily). *Rapp. Comm. int. Mer Médit.*, **33**: 26.
- ACCARDO-PALUMBO M.T., CHEMELLO R., RUSSO G.F. (1992b) - Malacofauna di strato foliare di una prateria di *Posidonia oceanica* dell'isola di Lampedusa (Canale di Sicilia). *Oebalia*, **17** (Suppl.): 315-319.
- BOUDOURESQUE C.F., FRESI E. (1976) - Modelli di zonazione del benthos fitale in Mediterraneo. *Boll. Pesca. Piscicult. Idrobiol.*, **31** (1-2):129-143.
- CASTAGNOLO L., FALCIAI L., FOCARDI S., GAMBI M.C., SPADINI V., (1981) - Dati preliminari sulle biocenosi dei fondi mobili dragabili di fronte al fiume Ombrone. *Quaderni del Laboratorio di Tecnologia della Pesca*, Ancona, **3** (Suppl. 1): 551-561.
- CHIMENZ C., TARAMELLI E., CIRONI R., CONTESSINI A., GRAVINA F., MAGGIORE F.R., MAJ R.L.C., MOTTA M.G., SOMASCHINI A. (1989) - Studies on animal populations of the leaves and rhizomes of *Posidonia oceanica* (L.) Delile on the rocky bottom of Torvaldaliga. In: Boudouresque C.-F., Meinesz A., Fresi E., Gravez V. (eds), *2<sup>nd</sup> International Workshop on Posidonia oceanica Beds*. GIS Posidonie publ., Fr., **2**: 145-156.
- CINELLI F., FRESI E., GAMBI M.C., SOLAINI P. (1981) - *La vita nel Mediterraneo*. Ed. La Cuba, Roma: 600 pp.
- CINELLI F., FRESI E., MAZZELLA L., PANSINI M., PRONZATO R., SVOBODA A. (1977) - Distribution of benthic phyto and zooecoenoses along a light gradient in a superficial marine cave. In: Keegan B.F., Ceidigh P.O., Boaden P.J.S. (eds), *Biology of benthic organism*. Pergamon Press, Oxford: 173-183.
- COLOGNOLA R., LABANCHI E., FRESI E., CHESSA L.A. (1983-84) - Distribuzione degli Echinodermi nei fondi mobili del Golfo di Salerno: aspetto invernale. *Nova Thalassia*, **6** (Suppl.): 637-644.
- FAUCHALD K., JUMARS P.A. (1979) - The diet of worms: a study of polychaete feeding guilds. *Oceanogr. Mar. Biol. Annual. Rev.*, **17**: 193-284.
- FOCARDI S., FRESI E., GAMBI M.C. (1982) - Analisi della distribuzione degli Echinodermi nei fondi mobili di due aree del Mar Tirreno: un'applicazione di tecniche multidimensionali. *Naturalista Siciliano*, Ser. IV, **VI**, (Suppl.), Fasc. 3: 531-540.
- FRESI E., MAZZELLA L., PONTICELLI M.P. (1977) - Una ricerca sul concetto di biocenosi. *Atti del IX Congresso della Società Italiana di Biologia Marina*: 235-244.
- FRESI E., COLOGNOLA R., GAMBI M.C., GIANGRANDE A., SCARDI M. (1983a) - Ricerche sui popolamenti bentonici di substrato duro del Porto d'Ischia. Infralitorale fotofilo: Policheti, prima nota. *Cah. Biol. Mar.*, **24**: 1-19.
- FRESI E., GAMBI M.C., FOCARDI S., BARGAGLI R., BALDI F., FALCIAI L. (1983b) - Benthic communities and sediment type: a structural analysis. *Mar. Ecol.*, **4** (2): 101-121.
- FRESI E., COLOGNOLA R., GAMBI M.C., GIANGRANDE A., SCARDI M. (1984) - Ricerche sui popolamenti di substrato duro del Porto d'Ischia. Infralitorale fotofilo. Policheti (seconda nota). *Cah. Biol. Mar.*, **25** (1): 33-47.
- GAMBI M.C., FRESI E., GIANGRANDE A. (1982a) - Descrittori efficaci di comunità bentoniche. *Naturalista Siciliano*, Ser. IV, **VI** (Suppl.), Fasc. 3: 489-497.
- GAMBI M.C., GIANGRANDE A., FRESI E. (1982b) - Gruppi trofici dei Policheti di fondo mobile: un esempio alla foce del Tevere. *Boll. Mus. Ist. Biol. Univ. Genova*, **50** (Suppl.): 202-207.
- GAMBI M.C., GIANGRANDE A., FRESI E. (1983) - I Policheti dei fondi mobili del Golfo di Salerno: ipotesi di un modello di distribuzione generale. *Nova Thalassia*, **6** (83/84 Suppl.): 575-583.
- GAMBI M.C., GIANGRANDE A., CHESSA L.A., MANCONI R., SCARDI M. (1989) - Spatial and temporal distribution of Polychaetes in the foliar stratum of a *Posidonia oceanica* bed in

- the bay of Porto Conte (N.W. Sardinia). In: Boudouresque C.F., Meinesz A., Fresi E., Gravez V. (eds), *2<sup>nd</sup> International Workshop on Posidonia oceanica Beds*. GIS Posidonie publ., Fr. 2: 175-188.
- GAMBI M.C., BUIA M.C. (2003) - *Sintesi delle conoscenze floro-faunistiche ed ecologiche sui popolamenti marini delle isole flegree (Ischia, Procida e Vivara – Golfo di Napoli)*. In: Gambi M.C., De Lauro M., Jannuzzi F. (a cura di), *Ambiente Marino costiero e territorio delle isole flegree (Ischia, Procida, Vivara – Golfo di Napoli)*. Risultati di uno studio multidisciplinare. *Mem. Acc. Sc. Fis. e Mat.*, **5**, Liguori Ed., Napoli: 111-132.
- GIRAUD G., BOUDOURESQUE C.F., CINELLI F., FRESI E., MAZZELLA L. (1979) - Observations sur l'herbier de *Posidonia oceanica* (L.) Delile autour de l'île d'Ischia (Italie). *Giorn. Bot. Ital.*, **113**: 261-274.
- GRAY J.S. (1981) - *The ecology of marine sediments: an introduction to the structure and function of marine communities*. Cambridge University Press.
- IDATO E., FRESI E., RUSSO G.F. (1983) - Zonazione verticale della fauna vagile di strato foliare in una prateria di *Posidonia oceanica* Delile: I - Molluschi. *Boll. Malacologico*, **19** (5-8): 109-120.
- LORENTI M., FRESI E. (1983a) - Vertical zonation of vagile fauna from the foliar stratum of a *Posidonia oceanica* bed. Isopoda. *Rapp. Comm. int. Mer Médit.*, **28** (3): 143-145.
- LORENTI M., FRESI E. (1983b) - Grazing of *Idotea baltica* basteri on *Posidonia oceanica*: preliminary observations. *Rapp. Comm. int. Mer Médit.*, **28** (3): 147-148.
- MAGGIORE F., LORENTI M., FRESI E. (1983-84) - Distribuzione di alcuni Peracaridi (Cumacei, Tanaidacei e Isopodi) di fondo mobile del Golfo di Salerno. *Nova Thalassia*, **6** (Suppl.): 555-561.
- MINERVINI R., FRESI E., MANCONI R. (1983-84) - Distribuzione dei Crostacei Decapodi nei fondi mobili del Golfo di Salerno. *Nova Thalassia*, **6** (Suppl.): 539-545.
- MOLINIER, PICARD J. (1953) - Recherches analytiques sur les peuplements littoraux méditerranéens se développant sur substrat solide. *Rec. Trav. Sta. Mar. Endoume*, **9**: 1-18.
- PÉRÈS J.M., PICARD J. (1964) - Nouveau manuel de bionomie benthique. *Rec. Trav. Sta. Mar. Endoume*, **31** (47), 5-137.
- RIEDL R. (1971) - Water movement: General introduction. In: Kinne O. (ed), *Marine Ecology*. London, Wiley: 1086-1088.
- RUSSO G.F., FRESI E. (1983-84) - Analisi strutturale del popolamento a molluschi nei fondi mobili del Golfo di Salerno: aspetto invernale. *Nova Thalassia*, **6** (Suppl): 645-653.
- RUSSO G.F., FRESI E., VINCI D., CHESSA L.A. (1983-84) - Malacofauna di strato foliare delle praterie di *Posidonia oceanica* (L.) Delile intorno all'Isola d'Ischia (Golfo di Napoli): analisi strutturale del popolamento estivo in rapporto alla profondità ed alla esposizione. *Nova Thalassia*, **6** (Suppl.): 655-661.
- RUSSO G.F., FRESI E., VINCI D., CHESSA L.A. (1984a) - Mollusk syntaxon of foliar stratum along a depth gradient in a *Posidonia oceanica* (L.) Delile meadow: diel variability. In: Boudouresque C.-F., Jeudy de Grissac A., Olivier J. (eds), *1<sup>st</sup> International Workshop on Posidonia oceanica Beds*. GIS Posidonie publ., Fr., **1**: 303-310.
- RUSSO G.F., FRESI E., VINCI D., CHESSA L.A. (1984b) - Mollusk syntaxon of foliar stratum along a depth gradient in a *Posidonia oceanica* (L.) Delile meadow: seasonal variability. In: Boudouresque C.-F., Jeudy de Grissac A., Olivier J. (eds), *1<sup>st</sup> International Workshop on Posidonia oceanica Beds*. GIS Posidonie publ., Fr., **1**: 311-318.
- RUSSO G.F., FRESI E., SCARDI M. (1985a) - Il popolamento a Molluschi dei fondi mobili del Golfo di Salerno: analisi strutturale in rapporto al trofismo. *Oebalia*, **11**, (1-2-3 N.S.): 339-348.
- RUSSO G.F., FRESI E., VINCI D. (1985b) - The hand-towed net method for direct sampling in *Posidonia oceanica* beds. *Rapp. Comm. int. Mer Médit.*, **29** (6): 175-177.
- RUSSO G.F., FRESI E., BUIA M.C., VINCI D. (1985c) - Malacofauna delle praterie a *Posidonia oceanica* della zona di Capo Passero (Sicilia Sud-Orientale): analisi comparativa con i popolamenti dell'isola di Ischia. *Oebalia*, **11** (1 N.S.): 319-324.
- RUSSO G.F., CHESSA L.A., FRESI E., SPANU M.G. (1985d) - Zoobenthos della Rada di Palau (Sardegna Nord-Orientale): II. Molluschi. *Oebalia*, **11** (1 N.S.): 311-318.
- 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**: 7-14.
- RUSSO G.F. (1989) - La scelta dei descrittori morfo-funzionali nell'analisi dei sistemi bentonici: un approccio con la componente malacologica di una prateria a *Posidonia oceanica*. *Oebalia*, **15** (1 N.S.): 213-228.

- RUSSO G.F., TAVIANI M., FRESI E., TAVIANI N. (1989) - *Posidonia oceanica* - associated gastropod assemblages from the upper quaternary of the Island of Ischia (Naples, Italy): an exercise in palaeobathymetric reconstruction. In: Boudouresque C.-F., Meinesz A., Fresi E., Gravez V. (eds), *2<sup>nd</sup> International Workshop on Posidonia oceanica Beds*. GIS Posidonie publ., Fr., **2**: 189-197.
- RUSSO G.F., VINCI D., SCARDI M., FRESI E. (1991) - Mollusc syntaxon of foliar stratum along a depth gradient in a *Posidonia oceanica* bed: 3. A year's cycle at Ischia Island. *Posidonia Newsletter*, **4** (1): 15-25.
- RUSSO G.F., VINCI D. (1991) - The hand-towed net method in *Posidonia oceanica* beds: 1. A preliminary study on the sample size for Gastropod taxocene in a shallow stand. *Posidonia Newsletter*, **4** (1): 27-31.
- SCIPIONE M.B., FRESI E., WITTMANN K.J. (1983) - The vagile fauna of *Posidonia oceanica* (L.) Delile foliar stratum: a community approach. *Rapp. Comm. int. Mer Médit.*, **28** (3): 141-142.
- SCIPIONE M.B., FRESI E. (1984) - Distribution of amphipod crustaceans in *Posidonia oceanica* (L.) Delile foliar stratum. In: Boudouresque C.-F., Jeudy de Grissac A., Olivier J. (eds), *1<sup>st</sup> International Workshop on Posidonia oceanica Beds*. GIS Posidonie publ., Fr., **1**: 319-329.
- WHITTAKER R.H. (1975) - *Communities and Ecosystems*, Macmillan.
- ZUPI V., FRESI E. (1984) - A study on the food web of the *Posidonia oceanica* ecosystem: analysis of the gut contents of echinoderms. In: Boudouresque C.-F., Jeudy de Grissac A., Olivier J. (eds), *1<sup>st</sup> International Workshop on Posidonia oceanica Beds*. GIS Posidonie publ., Fr., **1**: 373-379.
- ZUPI V., FRESI E. (1985) - A study on the food web of the *Posidonia oceanica* (L.) Delile ecosystem: analysis of the gut contents of Decapod Crustaceans. *Rapp. Comm. int. Mer Médit.*, **29** (5): 189-192.
- ZUPO V., RUSSO G.F., FRESI E., SCARDI M. (1989) - Hermit crabs of a *Posidonia oceanica* bed: zonal patterns and shell selection. In: Boudouresque C.-F., Meinesz A., Fresi E., Gravez V. (eds), *2<sup>nd</sup> International Workshop on Posidonia oceanica Beds*. GIS Posidonie publ., Fr., **2**: 207-218.



Fig. 1 - Gli Autori assieme ad Eugenio Fresi al convegno del progetto Antartico ROSSMIZE a Taormina (ME) nel 1996.

M. SCARDI

Dipartimento di Biologia, Università di Roma Tor Vergata,  
Via della Ricerca Scientifica - 00133 Roma, Italia.  
mscardi@mclink.it

EUGENIO FRESI:  
UN AMICO, UN MAESTRO, UN ECOLOGO A 360 GRADI

*EUGENIO FRESI:  
A TRUE FRIEND, A MENTOR, AN ALL ROUND ECOLOGIST*

*Abstract - Eugenio Fresi has been an all round ecologist, perfectly at ease in his scientific work as well as in professional, commercial and institutional activities. As a scientist, he did not care about indices measuring his productivity, but played a unique role in stimulating new projects and ideas, and fostering young ecologists. He favored the start up of SMEs in the environmental business and actively supported them. He also played a central role in most of the activities that the Italian Ministry of the Environment and the Coast Guard have been carrying out at sea during the last 20 years. His friends and students mourn his loss, but are also fully committed to passing what he left to a new generation of ecologists.*

Sono passati, al momento di scrivere queste righe, quasi sei mesi da quando Eugenio ci ha lasciato. Ricordarlo adesso è dunque più facile, perché la vita ha stemperato le emozioni, e al tempo stesso più difficile, perché guardando indietro mi rendo conto di quanto profonde siano state le interazioni con lui e quanto complesse siano state le sue interazioni non soltanto con il mondo della ricerca istituzionale, ma anche con tanti altri soggetti che pure operano nella gestione dell'ambiente e del mare in particolare.

Eugenio, infatti, non si è rapportato soltanto con il mondo della ricerca, ma anche con quello professionale e delle imprese, ed ha sempre dialogato con amministrazioni pubbliche e stakeholders: insomma, è stato un professionista dell'ecologia a tutto tondo e non soltanto un ricercatore. La sua forza, in questo, è stata quella di essere sempre prodigo con tutti di spunti e di idee. Idee a volte anche polemiche, ma mai - in nessun caso - banali.

In un contesto prettamente scientifico sapeva prendere la scena in ogni momento, non perché fosse il più autorevole sempre e comunque, su ogni argomento, ma perché aveva sempre le opinioni più interessanti e meno scontate da mettere sul tavolo della discussione. È così che lo ricordano quelli che l'hanno conosciuto fra gli anni '70 e l'inizio degli anni '80, ed è così che l'ho conosciuto anch'io, quando, ad esempio, cercava di spiegarmi cosa mai facesse di magico ai miei dati un'Analisi delle Componenti Principali. Io annuivo come se già avessi capito tutto, anche se in realtà ci avrei messo ancora dieci anni, ma mi sentivo attratto dalla quantità di cose da capire, di problemi da affrontare, di libri e di lavori da leggere e da scrivere. Da quelle prime esperienze con Eugenio, soprattutto in merito allo studio del macrozoobenthos dei porti (Fresi *et al.*, 1983, 1984) ho imparato tantissimo, ma soprattutto ho imparato che un ecologo non è solo uno che conosce la tassonomia di questo o di quel gruppo o che passa la sua vita in un laboratorio, ma qualcuno che aspira - un giorno - a dirigere l'orchestra, come il nostro amava ripetere. Ed è proprio il ruolo generalista dell'ecologo, la possibilità, anzi, la necessità di agire orizzontalmente in diversi ambiti disciplinari, l'insegnamento di Eugenio a cui tengo di più.

Con me come con tanti altri, però, Eugenio è stato soprattutto un dispensatore di idee, di materiale da leggere, di piccole e grandi sfide da affrontare insieme. Molti ricordano il mitico Olivetti P6060 a cui si davano in pasto i dati ricavati da tanto lavoro di campo e di microscopio, sperando che dalle sue elettroniche viscere e dalla

matita di Eugenio (sì, a quell'epoca non si stampava, si scriveva e si disegnava) emergesse una visione interpretabile di cenoclini e gradienti complessi. Qualcuno ha subito il fascino della cosa, ma se ne è tenuto a rispettosa distanza, altri – me compreso – si sono fatti irretire e davanti a quel P6060 hanno trascorso mesi ed anni di noviziato, cercando di penetrare i segreti dei riti che davanti ad esso si celebravano. Con l'aiuto e la guida di Eugenio, dopo qualche anno di pratica quei 'riti' sono diventati meno oscuri (Field *et al.*, 1987) ed hanno poi indirizzato molto di quanto ho fatto da allora.

Malgrado il suo interesse per la ricerca, Eugenio non è mai stato il tipo di persona che corresse appresso all'*h-index* o ai suoi precursori, mentre ciò che lo affascinava realmente era la possibilità di agire in senso 'orizzontale', coniugando intorno ad un problema le istanze e le competenze più diverse. Eugenio è stato uno dei primi a credere nella possibilità di fare ricerca e al tempo stesso impresa, stimolando la nascita di realtà che ancora operano con successo, dopo un quarto di secolo, nel mondo della ricerca cooperativa. Realtà che non sono nate e cresciute come subalterne alla ricerca pubblica, ma piuttosto come complementari e parallele ad essa. Grazie all'azione di stimolo e di garanzia che Eugenio ha sempre svolto, il volume di lavoro sviluppato dalla ricerca cooperativa è stato enorme, così come alti sono sempre stati gli standard qualitativi che Eugenio esigeva. Grazie alla sua azione in questo ambito, molti giovani ricercatori si sono formati ed hanno potuto trovare uno sbocco lavorativo, pur nelle difficoltà imposte da un sistema-ricerca che diventava sempre meno recettivo nei confronti delle nuove generazioni.

Col suo trasferimento dalla Stazione Zoologica Anton Dohrn all'università, prima a Sassari e poi a Roma, passando per Napoli, Eugenio ha fatto della didattica e della formazione la sua attività principale, ma senza mai perdere la capacità di instaurare con i suoi studenti quel ruolo di guida, di stimolo, ma anche di complicità, che esercitava più come un fratello maggiore che come un docente. È così che lo ricordo io stesso, ed è così che lo ricordano i tanti che hanno lavorato con lui alla loro tesi di laurea o di dottorato e che oggi portano la sua piccola grande eredità umana e culturale negli istituti, nelle società o nelle amministrazioni in cui lavorano. Questa atmosfera l'ho vissuta da studente, da amico e da collega senza soluzione di continuità, ed in questa atmosfera, spero, potranno continuare a vivere anche i miei studenti, che - mi piace pensare - saranno sempre e comunque un po' anche gli studenti di Eugenio.

Con un sempre maggior impegno verso la didattica, ma anche verso l'attività professionale e la collaborazione con le Istituzioni, la produzione scientifica di Eugenio si è via via diradata, ma non si sono diradate, per mia fortuna, le chiacchierate con lui sui temi della mia attività di ricerca. Se c'era un'idea o un progetto da sviluppare, anche senza che Eugenio ne fosse parte attiva, era certamente lui la prima persona con cui mi sono sempre confrontato, ed era sempre lui la persona più contenta di qualsiasi sviluppo positivo ne potesse derivare. In quanti casi è capitato che lo volessi fra gli autori di un lavoro per il suo contributo in termini di idee o di brainstorming e che lui non ne volesse sapere, dicendo che non aveva fatto niente di concreto? Io non li conto, ma per fortuna qualche volta – anche agendo d'arbitrio – ci sono riuscito (Di Dato *et al.*, 2001; Scardi *et al.*, 2006, 2008).

Già dall'inizio degli anni '90 Eugenio ha interagito costantemente con il Ministero dell'Ambiente nell'ambito delle azioni che quest'ultimo ha svolto in mare o per il mare. Ad esempio, ha contribuito in maniera non marginale all'organizzazione ed al lancio del programma di Monitoraggio Costiero, che - con tutti i suoi limiti - è ancora uno dei pochissimi fiori all'occhiello delle politiche ambientali del nostro Paese. Nell'alveo della collaborazione di Eugenio con le Istituzioni che hanno competenze sul mare si era recentemente inserita anche la sua sempre più intensa

attività presso l'Accademia Navale di Livorno e, in particolare, quella a supporto del Corpo delle Capitanerie di Porto, per il quale Eugenio aveva iniziato tracciare un percorso che avrebbe dovuto portare, nel medio termine, allo sviluppo di capacità operative autonome in campo scientifico e tecnico.

Lo studio delle praterie di *Posidonia oceanica* è stato un tema centrale nel lavoro di Eugenio, prima da ricercatore, poi in un contesto più ampio, ma sempre nel segno dello sviluppo 'orizzontale' che caratterizzava le sue azioni. In quest'ambito, dopo anni di sperimentazione su scala più ridotta, nel 2004 Eugenio è riuscito a realizzare a Santa Marinella il più grande progetto di trapianto di *Posidonia* mai eseguito. Il trapianto fu prescritto del Ministero dell'Ambiente, come misura compensativa della distruzione di una vasta area della prateria della Mattonara, poco a nord di Civitavecchia, resasi necessaria per l'ampliamento dell'area portuale. I risultati ottenuti, pur tra lo scetticismo di alcuni e le molte difficoltà di una prima assoluta su scala così grande, sono andati molto al di là delle aspettative, con una sopravvivenza complessiva che dopo 4 anni ha superato il 100%, raddoppiando l'obiettivo di qualità del progetto. Tutto ciò pur a fronte della perdita di circa il 30% delle superfici trapiantate, causata da mareggiate di eccezionale intensità, che hanno causato danni anche alla prateria naturale.

In questo contesto, Eugenio si è molto dispiaciuto per la posizione assunta da Greenpeace, che ha sostenuto, con un'eco garantita dalla consueta piaggeria mediatica, che il trapianto era fallito, adducendo come prova proprio l'esistenza delle zone danneggiate, malgrado tutto ciò fosse solo marginale e comunque puntualmente segnalato agli organi di controllo preposti. Le smentite, come sempre succede in questi casi, non hanno poi avuto un'eco comparabile a quella della 'notizia'. Malgrado ciò, le esperienze di trapianto sono tutt'altro che finite ed i risultati, con l'affinamento della tecnica impiegata, vanno sempre migliorando. Di questo, Eugenio sarebbe orgoglioso.

Negli ultimi due decenni Eugenio ha avuto rapporti a volte apparentemente distaccati nei confronti della comunità scientifica nazionale nel campo della biologia marina ed anche, come conseguenza, della Società scientifica che la rappresenta. Essendo stato sempre a stretto contatto con lui, posso però affermare che, se ciò è avvenuto, non è stato mai per disaffezione, quanto piuttosto per la sua tendenza a guardare sempre oltre, ad allargare il giro delle relazioni, a voltare pagina. In realtà, so che poche cose gli facevano più piacere che ritrovare colleghi ed amici che conosceva da così tanto tempo, e ciò che mi ha raccontato dopo una sua visita al recente congresso SIBM di Livorno me lo ha confermato ancora una volta.

Dopo aver condiviso con Eugenio 35 anni di lavoro e di vita quotidiana, potrei dire di aver perso molto con la sua scomparsa, tanto prematura quanto inaspettata. Potrei pensare a quanto ancora Eugenio avrebbe potuto dare a me e a tanti altri, nel costante confronto sulle piccole cose e sui grandi progetti. Potrei pensare a quante volte, ancora adesso, mi viene l'impulso di prendere il telefono e chiamarlo per discutere di qualche problema. Potrei pensare, insomma, a quanto è viva e vera la sua mancanza. Però, pensandoci ancora una volta, mi sembra più giusto considerare invece quanto ho avuto da lui e quanto tutto ciò ha arricchito il bagaglio che a mia volta cercherò di passare ad altri. In fondo, Eugenio ha sempre guardato avanti nella vita, anche quando sapeva che non gliene rimaneva molta, e sono sicuro che è questa la prospettiva che più avrebbe apprezzato.

### Bibliografia

- DI DATO P., FRESI E., SCARDI M. (2001) - A new analysis of the A. Vatova's Adriatic Sea data set (1934-36): classification of the macrozoobenthic communities. In: Faranda F.M., Guglielmo L., Spezie G. (eds), *Mediterranean Ecosystems: Structures and Processes*. Springer-Verlag Italia, 35: 271-275.

- FIELD J.G., GREEN R.H., DE L. ANDRADE F.A., FRESI E., GROS P., MCARDLE B.H., SCARDI M., WARTENBERG D. (1987) - Numerical Ecology: developments for studying the benthos. In: Legendre P., Legendre L. (eds), *Developments in Numerical Ecology*. NATO ASI Series vol. G14, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg: 485-494.
- FRESI E., COLOGNOLA R., GAMBI M.C., GIANGRANDE A., SCARDI M. (1983) - Ricerche sui popolamenti bentonici del Porto d'Ischia. Infralitorale fotofilo: Policheti (1). *Cahiers Biol. Mar.*, **24**: 1-19.
- FRESI E., COLOGNOLA R., GAMBI M.C., GIANGRANDE A., SCARDI M. (1984) - Ricerche sui popolamenti bentonici del Porto d'Ischia. Infralitorale fotofilo: Policheti (2). *Cahiers Biol. Mar.*, **25**: 33-47.
- SCARDI M., CATAUDELLA S., DI DATO P., FRESI E., TANCIONI L. (2008) - An expert system based on fish assemblages for evaluating the ecological quality of streams and rivers. *Ecological Informatics*, **3**: 55-63.
- SCARDI M., CHESSA L.A., FRESI E., PAIS A., SERRA S. (2006) - Optimizing interpolation of shoot density data from a *Posidonia oceanica* seagrass bed. *Marine Ecology*, **27**: 339-349.

# Comitato Acquacoltura

---

*Poster*



A. FABBROCINI, M.A. MASELLI, R. D'ADAMO

Consiglio Nazionale delle Ricerche, Ist. di Scienze Marine, UOS Lesina,  
Via Pola, 4 - 71010 Lesina (FG), Italia.  
adele.fabbrocini@fg.ismar.cnr.it

EFFETTO DELLA STABULAZIONE PROLUNGATA  
SULLA QUALITÀ DEI GAMETI DI  
*PARACENTROTUS LIVIDUS* (LMK, 1816)

*EFFECTS OF THE LONG TERM REARING  
ON PARACENTROTUS LIVIDUS (LMK, 1816) GAMETE QUALITY*

**Abstract** - *Paracentrotus lividus* (Echinodermata: Echinoidea) adult specimens were reared in a recirculating aquarium under controlled conditions up to 32 weeks to evaluate the effect of the prolonged rearing time on fertilization ability and on the sperm motility pattern. At the end of the trial all the evaluated parameters showed levels comparable to the field-matured specimens.

**Key-words:** sea urchin, *Paracentrotus lividus*, computer assisted sperm motility analysis, fertilization.

**Introduzione** - Il riccio di mare *Paracentrotus lividus* (Lmk, 1816) oltre ad essere una specie di elevato valore commerciale, riveste una notevole importanza anche come organismo modello in molti campi della ricerca scientifica, dagli studi di base sulla fecondazione, lo sviluppo embrionale ed il differenziamento cellulare fino alle applicazioni in campo ecotossicologico (Paredes e Bellas, 2009). La produzione in continuo di gameti con elevati standard di qualità ed omogeneità può limitare le problematiche connesse al prelievo degli esemplari dall'ambiente naturale (Schipper *et al.*, 2008). Obiettivo di questo studio è stato la sperimentazione di un protocollo per la stabulazione prolungata di ricci di mare *P. lividus* al termine della procedura di condizionamento in un sistema a circuito chiuso, valutando il mantenimento delle condizioni di maturità delle gonadi attraverso l'analisi della qualità dei gameti e della capacità di fecondazione e sviluppo embrionale.

**Materiali e metodi** - Venti esemplari di *P. lividus* (diametro 35-45 mm) maturati in un acquario a circuito chiuso (14 settimane), nelle condizioni descritte in Fabbrocini e D'Adamo (2010) sono stati stabulati nello stesso acquario ( $18 \pm 1$  °C,  $36 \pm 1$  psu, fotoperiodo naturale, alimentazione con Classic K<sup>®</sup>, hendrix SpA, 1.5% biomassa/die) per ulteriori 18 settimane. Dopo 14 settimane ed al termine della prova (18 settimane) 10 esemplari sono stati prelevati per l'analisi dei gameti. L'emissione dei gameti e le prove di fecondazione e sviluppo larvale sono state condotte come descritto in Fabbrocini e D'Adamo (2010). La motilità spermatica dopo 2 min e 60 min dall'attivazione mediante diluizione in acqua di mare filtrata è stata valutata mediante Sperm Class Analyzer<sup>®</sup>; i parametri analizzati sono stati: % spermatozoi rapidi ( $>100 \mu\text{m sec}^{-1}$ ); velocità curvilinea (VCL), velocità lineare (VSL), velocità angolare (VAP;  $\mu\text{m sec}^{-1}$ ). Come controlli sono stati utilizzati esemplari prelevati in campo durante la stagione riproduttiva. Le differenze nei parametri di motilità e nelle percentuali di uova fecondate e di plutei normoformati tra esemplari stabulati e controlli sono state analizzate mediante ANOVA ad una via; quando non erano verificati gli assunti di normalità ed omogeneità delle varianze è stato condotto il test di Kruskal-Wallis; le differenze nei parametri di motilità valutati a 2 min e 60 min dall'attivazione sono state valutate mediante ANOVA a misure ripetute.

**Risultati** - Le percentuali di uova fecondate e di plutei normoformati sono risultate essere sempre intorno all'80%, senza alcuna significativa differenza in relazione alla

provenienza dei riproduttori. Anche nei parametri di motilità spermatica (Fig. 1A,B) nessuna significativa differenza è stata riscontrata tra gli esemplari stabulati e quelli prelevati in campo. I parametri di motilità spermatica si sono mantenuti costanti anche dopo 60 min dall'attivazione, ancora una volta senza differenze in relazione alla provenienza dei riproduttori.

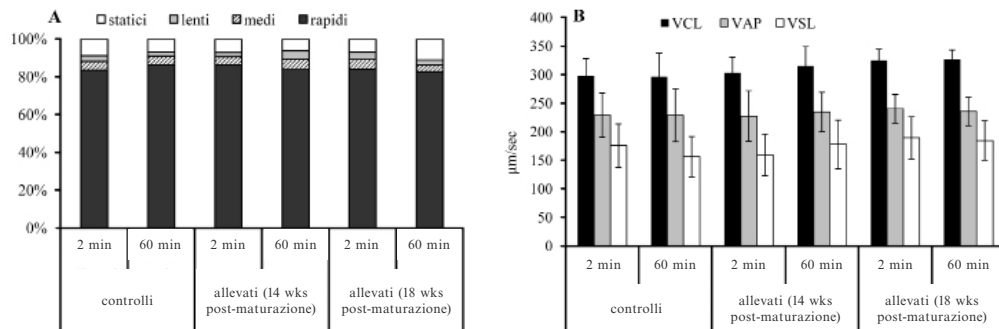


Fig. 1 - Parametri di motilità spermatica (A: classi di motilità; B: VCL = velocità curvilinea; VAP = velocità angolare; VSL = velocità lineare,  $\mu\text{m sec}^{-1}$ ) all'attivazione (2 min) e dopo 60 min a 18 °C.

*Sperm motility parameters (A: motility classes, %; B: VCL=curvilinear, VAP=average path and VSL= straight-line velocities,  $\mu\text{m sec}^{-1}$ ) on activation (2 min) and after 60 min at 18 °C.*

**Conclusioni** - Gli esemplari di *P. lividus* allevati presentano, anche dopo 18 settimane di stabulazione post-maturazione, gonadi mature e gameti caratterizzati da motilità e capacità fecondante comparabili sia a quelli degli esemplari maturati in ambiente naturale che a quelli riportati in letteratura (Au *et al.*, 2002). Data la capacità del *P. lividus* di regolare la crescita delle gonadi in funzione della disponibilità di cibo (Spirlet *et al.*, 1998), e dal momento che la qualità della dieta dei riproduttori è un fattore fondamentale per la produzione di gameti di buona qualità (de Jong-Westman *et al.*, 1995), è possibile ipotizzare che queste condizioni di stabulazione, elevato contenuto proteico del mangime e temperatura costante, riescono a sostenere la continua produzione di gameti, anche per tempi di allevamento prolungati.

## Bibliografia

- AU D.W.T., CHIANG M.W.L., TANG J.Y.M., YUEN B.B.H., WANG Y.L., WU R.S.S. (2002) - Impairment of sea urchin sperm quality by UV-B radiation: predicting fertilization success from sperm motility. *Mar. Pollut. Bull.*, **44**: 583-589.
- DE JONG-WESTMAN M., MARCH B.E., CAREFOOT T.H. (1995) - Artificial diets in sea urchin culture: effects of dietary protein level and other additives on egg quality, larval morphometrics and larval survival, in the green sea urchin *S. droebachiensis*. *Can. J. Zool.*, **73**: 2080-2090.
- FABBROCINI A., D'ADAMO R. (2010) - Gamete maturation and gonad growth in fed and starved sea urchin *Paracentrotus lividus* (Lmk, 1816). *J. Shellfish Res.*, **29** (4): 1-9.
- PAREDES E., BELLAS J. (2009) - Cryopreservation of sea urchin embryos (*Paracentrotus lividus*) applied to marine ecotoxicological studies. *Cryobiology*, **59**: 344-350.
- SCHIPPER A., DUBBELDAM M., FEIST S.W., RIETJENS I.M., TINKA MURK A. (2008) - Cultivation of the heart urchin *E. cordatum* and validation of its use in marine toxicity testing for environmental risk assessment *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, **364**: 11-18.
- SPIRLET C., GROSJEAN P., JANGOUX M. (1998) - Optimizing food distribution in closed-circuit cultivation of edible sea urchins (*P. lividus*). *Aquat. Liv. Res.*, **11**: 273-277.

G. MARICCHIOLO, G. CARUSO, S. MIRTO, L. GENOVESE

Istituto per l'Ambiente Marino Costiero (IAMC), U.O.T. Messina, CNR,  
Spianata S. Raineri, 86 - 98122 Messina, Italia.  
giulia.maricchiolo@iamc.cnr.it

## EFFETTI DELLA DENSITÀ DI ALLEVAMENTO IN GABBIA SUL WELFARE DI *SPARUS AURATA*

### *EFFECTS OF CAGE STOCKING DENSITY ON THE WELFARE OF GILTHEAD SEABREAM (SPARUS AURATA)*

**Abstract** - The present study assesses how stocking density affected the physiological response of cage farmed *Sparus aurata* (Teleostei, Sparidae). Overall, the results of biochemical and immunological parameters indicated a higher welfare level in gilthead seabream reared at lower density.

**Key-words:** welfare, stocking density, sea-cage, *Sparus aurata*.

**Introduzione** - La densità è uno dei fattori più importanti negli allevamenti ittici poiché è in grado di influire sulla crescita, il welfare e la salute dei pesci (Salas-Leiton *et al.*, 2010). L'eccessiva densità interferisce sulla fisiologia dello stress (Barton, 2002), alterando le risposte immunologiche ed i processi fisiologici correlati al metabolismo ed al comportamento. Una delle risposte più immediate è l'innalzamento del cortisolo da cui dipende la scarsa efficienza immunologica che si osserva in condizioni di densità elevata (Mommsen *et al.*, 1999; Di Marco *et al.*, 2008). Scopo del lavoro è stato quello di osservare l'influenza della densità sul welfare di esemplari di *Sparus aurata* allevati in gabbia, utilizzando indicatori ematologici, biochimici ed immunologici.

**Materiali e metodi** - La ricerca è stata effettuata su orate adulte (p.m.  $196,54 \pm 54,41$  g) allevate in gabbia a due differenti densità: 3 e 12 kg/m<sup>3</sup>. Il prelievo ed il pre-trattamento dei campioni è stato effettuato a bordo dell'imbarcazione utilizzata per raggiungere le gabbie, facendo attenzione a ridurre al minimo la manipolazione degli esemplari (accortezze indispensabili per evitare che fattori diversi dalla densità possano influenzare i valori dei parametri stimati). Dopo la cattura, le orate (30 per gabbia) sono state immediatamente anestetizzate (MS222, 0,1 g/l) ed il sangue è stato prelevato dalla vena caudale. I parametri biochimici sono stati determinati per mezzo di kit commerciali: cortisolo (metodo ELISA, *Diagnostic Biochem Canada Inc.*), glucosio e proteine totali (metodo GOD-POD e biureto-tartrato, *Sclavo Diagnostics*). L'ematocrito è stato valutato con il metodo del microematocrito mediante centrifugazione (1000 g × 5 min). Il lisozima è stato misurato su campioni di muco, plasma e rene secondo il metodo di diffusione radiale di Ossermann e Lawlor (1966) utilizzando piastre di agarosio contenenti una sospensione allo 0,05% di *Micrococcus lysodeikticus* come substrato. L'attività emolitica non specifica del siero è stata determinata per mezzo di una sospensione di globuli rossi di montone al 2,5% in tampone fosfato (Ortuño *et al.*, 2001). I valori sono stati espressi come unità SH50, pari alla concentrazione del siero capace di produrre emolisi nel 50% dei globuli rossi.

**Risultati e conclusioni** - I risultati ottenuti indicano una chiara relazione tra i cambiamenti osservati nei parametri fisiologici e la densità di allevamento. Nelle gabbie a minore densità le orate hanno mostrato un grado di benessere maggiore come evidenziato dai livelli di cortisolo, glucosio e dalle proteine totali, che sono risultati significativamente più bassi rispetto agli esemplari allevati a maggiore densità (Tab. 1). Viceversa, i parametri dell'immunità aspecifica (lisozima nel rene, attività emolitica

ed emoagglutinante) sono apparsi significativamente più bassi nelle orate mantenute ad elevata densità (Tab. 1). Questi dati sono coerenti con la letteratura in cui si evidenzia che l'attivazione dell'asse ipotalamo-ipofisi-interrenale ed il conseguente innalzamento dei livelli di cortisolo inducono immunosoppressione (Weyts *et al.*, 1999). Maricchiolo *et al.* (2011) riportano un analogo effetto immunosoppressivo dell'attività emolitica di spigole allevate in gabbia, in cui la cortisolemia risultava elevata.

Tab. 1 - Risposta fisiologica (media±D.S.) di orate allevate a differenti densità. Gli asterischi indicano la significatività del test di Student (\* $p < 0,05$ , \*\* $p < 0,01$ ).

*Physiological responses (mean±S.D.) of gilthead seabream subjected to different stocking densities. Asterisks indicate the results of Student's t-test (\* $p < 0,05$ , \*\* $p < 0,01$ ).*

Parametro fisiologico	Alta densità	Bassa densità
Lisozima muco (U/ml)	0,91±0,06	0,95±0,06
Lisozima plasma (U/ml)	0,91±0,06	0,95±0,06
Lisozima rene (U/ml)	1,26±0,12**	1,48±0,15
Attività emolitica (SH50)	0,11±0,005**	0,150±0,003
Titolo emoagglutinante	2,00±0,01*	5,00±2,79
Valore ematocrito (%)	44,03±8,53	41,31±8,29
Cortisolemia (ng/ml)	185,46±161,79**	37,20±63,32
Glicemia (mg/dl)	87,04±41,79*	67,31±21,27
Proteinemia (g/dl)	4,83±0,81**	3,59±0,90

## Bibliografia

- BARTON B.A. (2002) - Stress in fish: a diversity of response with particular reference to changes in circulating corticosteroids. *Integr. Comp. Biol.*, **42**: 517-525.
- DI MARCO P., PRIORI A., FINOIA M.G., MASSARI A., MANDICH A., MARINO G. (2008) - Physiological responses of European sea bass *Dicentrarchus labrax* to different stocking densities and acute stress challenge. *Aquaculture*, **275**: 319-328.
- MARICCHIOLO G., MIRTO S., CARUSO G., CARUSO T., BONAVENTURA R., CELI M., MATRANGA V., GENOVESE L. (2011) - Welfare of cage farmed European sea bass (*Dicentrarchus labrax*): A comparison between submerged and surface cages. *Aquaculture*, **314**: 173-181.
- MOMMSEN T.P., VIJAYAN M.M., MOON T.W. (1999) - Cortisol in teleosts: dynamics, mechanisms of action, and metabolic regulation. *Rev. Fish Biol. Fish.*, **9**: 211-268.
- ORTUÑO J., ESTEBAN M.A., MESEGUER J. (2001) - Effects of short-term crowding stress on the gilthead seabream (*Sparus aurata*) innate immune response. *Fish Shellfish Immunol.*, **11**: 187-197.
- OSSERMANN E.F., LAWLOR D.P. (1966) - Serum and urinary lysozyme (Muramidase) in monocytic and monomyelocytic leukaemia. *J. Exper. Med.*, **124**: 921-951.
- SALAS-LEITON E., ANGUIS V., MARTÍN-ANTONIO B., CRESPO D., PLANAS J.V., INFANTE C., CAÑAVATE J.P., MANCHADO M. (2010) - Effects of stocking density and feed ration on growth and gene expression in the Senegalese sole (*Solea senegalensis*): potential effects on the immune response. *Fish Shellfish Immunol.*, **28**: 296-302.
- WEYTS F.A.A., COHEN N., FLIK G., VERBURG-VAN KEMENADE B. (1999) - Interaction between the immune system and the hypothalamo-pituitary-interrenal axis in fish. *Fish Shellfish Immunol.*, **9**: 1-20.

E. PRATO, G. PORTACCI, F. BIANDOLINO

C.N.R. - Istituto per l'Ambiente Marino Costiero (IAMC), U.O.S. Taranto  
Via Roma, 3 - 74100 Taranto, Italia.  
linda.prato@iamc.cnr.it

## INFLUENCE OF DIET ON NUTRITIONAL QUALITY OF *OCTOPUS VULGARIS*: FATTY ACIDS COMPOSITION

### *INFLUENZA DELLA DIETA SULLE QUALITÀ NUTRIZIONALI DI OCTOPUS VULGARIS: COMPOSIZIONE DEGLI ACIDI GRASSI*

**Abstract** - The fatty acid compositions of cultured and wild *Octopus vulgaris* were determined. The lipids of octopuses, both wild and cultured, contained high proportions of n-3 PUFAs, with significantly ( $P<0.05$ ) higher proportions recorded in animals fed *Maja crispata* + *Diplodus vulgaris*, followed by those fed monodiets based on *Boops boops* and *M. crispata*.

**Key-words:** *Octopus vulgaris*, cultured, diet, fatty acids.

**Introduction** - Cephalopods represent an important seafood supply for human consumption worldwide. Among them, the common *Octopus vulgaris* is an economically important species in the Mediterranean coastal waters. The goal of this work was to evaluate the influence of diet on nutritional value of *O. vulgaris* based on the essential fatty acids profile.

**Materials and methods** - *Octopus vulgaris* were captured in Mar Grande. Octopuses (of  $548\pm 56.47$  g) were divided in five experimental groups, each group consisted of ten animals, each animal was kept individually in a experimental tanks ( $2.5\text{ m}^3$ ) for 30 days. Food was supplied once a day *ad libitum* and all specimens were weighed once a week. The experimental diets were: Group 1 - fed on a mixed diet of 80% crab *Carcinus mediterraneus*, 15% bogue fish *Boops boops* and 5% mussels *Mytilus galloprovincialis*; Group 2 - fed exclusively on *B. boops* over the whole feeding; Group 3 - fed exclusively on *M. galloprovincialis*; Group 4 - fed exclusively on crab *Maja crispata*; Group 5 - fed on a mixed diet composed by 50% *M. crispata* and 50% *Diplodus vulgaris* (the latter as discards by commercial fisheries). The fatty acids (FAs) were obtained following Allinger *et al.* (1986) method and analyzed by gas-chromatography. The effect of the different diets on FAs composition was analyzed by one way ANOVA, followed by post-hoc Tukey's test.

**Results** - The maximum weight increase was found in the *M. crispata* based diet group (20.10 g/day) followed by octopuses fed the diets based on *M. crispata* + *D. vulgaris* and *B. boops* (19.32 and 18.44 g/day respectively). Octopuses fed the mussel diet had the lowest increases in weight.

The FAs profile of total lipids obtained in cultured and wild octopuses is shown in Tab. 1. The FAs composition ranged from 46.05–57.41% saturated (SAFAs), 11.41–27.24% monounsaturated (MUFAs) and 25.94–38.02% polyunsaturated fatty acids (PUFAs). The highest PUFA/SAFA ratio was obtained from animals fed *B. boops* followed by those fed *M. crispata* + *D. vulgaris*.

**Conclusions** - The highest values of palmitic acid (16:0), palmitoleic acid (16:1), eicosapentaenoic (EPA) and docosahexaenoic (DHA) acids, in all cultured octopuses was reported also by Sinanoglou & Miniadis-Meimaroglou (1998). The n-3 PUFAs, DHA (C22:6n-3) and EPA (C20:5n-3), which have a vital role in human nutrition, predominated in all samples and accounted for over 65% of the total n-3 PUFAs in

octopuses fed *M. crispata* + *D. vulgaris*. Therefore the diets based on *M. crispata* + *D. vulgaris*, and exclusively on *M. crispata* better meet the nutritional requirements of the octopuses since showing highest values of these FAs. The results of this study indicated that the utilize of these prey of low market price should be taken into account when formulating feeds promoting a sustainable production.

Tab. 1 - Fatty acids of *O. vulgaris* (% of total FAs, mean of  $n=10$  animals) wild and cultured with different diets.

*Acidi grassi di O. vulgaris (% FAs totali, valore medio di n=10 animali) selvatici ed allevati con diverse diete.*

Fatty acids	Wild		<i>C. med. + B. boops + M. gallopr.</i>		<i>B. boops</i>		<i>M. gallopr.</i>		<i>M. crispata</i>		<i>M. crispata + D. vulgaris</i>	
	mean	±sd	mean	±sd	mean	±sd	mean	±sd	mean	±sd	mean	±sd
C12:0	0.17 <sup>a</sup>	0.03	0.22 <sup>a</sup>	0.06	0.72 <sup>b</sup>	0.05	0.11 <sup>c</sup>	0.01	0.74 <sup>b</sup>	0.25	0.41 <sup>c</sup>	0.07
C14:0	2.41 <sup>a</sup>	0.46	2.23 <sup>a</sup>	0.22	2.13 <sup>a</sup>	0.07	1.84 <sup>a</sup>	0.05	5.95 <sup>b</sup>	0.19	6.50 <sup>b</sup>	1.03
C15:0	nd <sup>c</sup>		0.36 <sup>a</sup>	0.03	0.41 <sup>a</sup>	0.03	0.35 <sup>a</sup>	0.02	nd		nd	
C16:0	36.42 <sup>a</sup>	0.95	32.40 <sup>b</sup>	1.47	27.25 <sup>c</sup>	1.27	29.13 <sup>c</sup>	1.22	28.93 <sup>c</sup>	1.65	30.15 <sup>c</sup>	2.80
C17:0	0.51 <sup>a</sup>	0.05	0.18 <sup>b</sup>	0.05	0.75 <sup>c</sup>	0.10	1.77 <sup>d</sup>	0.07	2.18 <sup>d</sup>	0.14	nd	
C18:0	16.22 <sup>a</sup>	0.72	16.35 <sup>a</sup>	0.76	12.97 <sup>b</sup>	0.49	13.41 <sup>b</sup>	0.37	12.85 <sup>b</sup>	0.95	12.66 <sup>b</sup>	0.07
C21:0	1.68 <sup>a</sup>	0.06	2.33 <sup>c</sup>	0.41	1.82 <sup>a</sup>	0.18	0.21 <sup>b</sup>	0.02	nd		0.24 <sup>b</sup>	0.15
S SAFAs	<b>57.41</b>		<b>54.07</b>		<b>46.05</b>		<b>46.82</b>		<b>50.66</b>		<b>49.96</b>	
C14:1	1.76 <sup>a</sup>	0.06	2.13 <sup>b</sup>	0.05	1.72 <sup>a</sup>	0.03	3.91 <sup>c</sup>	0.11	2.59 <sup>d</sup>	0.41	3.03 <sup>c</sup>	0.13
C16:1	5.3 <sup>a</sup>	0.31	8.05 <sup>b</sup>	0.34	8.31 <sup>b</sup>	0.50	14.61 <sup>c</sup>	0.37	11.38 <sup>d</sup>	0.44	8.17 <sup>b</sup>	0.64
C17:1	0.11 <sup>a</sup>	0.01	0.25 <sup>a</sup>	0.01	nd		nd		0.40 <sup>b</sup>	0.03	nd	
C18:1n9t	0.89 <sup>a</sup>	0.18	3.27 <sup>b</sup>	0.81	1.81 <sup>c</sup>	0.11	2.73 <sup>b</sup>	0.14	0.20 <sup>a</sup>	0.08	1.63 <sup>c</sup>	0.32
C18:1n9c	1.75 <sup>a</sup>	0.05	0.92 <sup>b</sup>	0.12	1.67 <sup>a</sup>	0.17	3.74 <sup>c</sup>	0.15	2.13 <sup>d</sup>	0.09	0.32 <sup>c</sup>	0.11
C20:1n9	1.51 <sup>a</sup>	0.06	0.73 <sup>b</sup>	0.18	1.61 <sup>a</sup>	0.07	1.43 <sup>a</sup>	0.04	nd	0	0.42 <sup>c</sup>	0.12
C24:1n9	0.09 <sup>a</sup>	0.02	0.41 <sup>b</sup>	0.10	0.81 <sup>c</sup>	0.08	0.82 <sup>c</sup>	0.20	0.67 <sup>c</sup>	0.17	1.08 <sup>d</sup>	0.05
S MUFAs	<b>11.41</b>		<b>15.76</b>		<b>15.93</b>		<b>27.24</b>		<b>17.36</b>		<b>14.64</b>	
C18:2n6t	1.22 <sup>a</sup>	0.01	2.32 <sup>b</sup>	0.43	7.58 <sup>c</sup>	0.37	5.38 <sup>d</sup>	0.70	0.75 <sup>e</sup>	0.15	0.22 <sup>f</sup>	0.01
C18:2n6c	4.18 <sup>a</sup>	0.11	3.73 <sup>a</sup>	0.53	1.81 <sup>b</sup>	0.11	1.95 <sup>b</sup>	0.06	1.66 <sup>c</sup>	0.02	1.65 <sup>c</sup>	0.47
C18:3n6	3.21 <sup>a</sup>	0.21	2.18 <sup>b</sup>	0.24	1.61 <sup>c</sup>	0.09	1.77 <sup>c</sup>	0.05	1.32 <sup>d</sup>	0.02	1.72 <sup>c</sup>	0.04
C18:3n3	1.59 <sup>a</sup>	0.02	3.23 <sup>b</sup>	0.44	2.31 <sup>c</sup>	0.08	2.13 <sup>d</sup>	0.08	2.27 <sup>c</sup>	0.37	1.84 <sup>d</sup>	0.03
C20:2	nd		nd		0.23 <sup>a</sup>	0.01	0.73 <sup>b</sup>	0.03	2.02 <sup>c</sup>	0.28	0.18 <sup>a</sup>	0.05
C22:0 + 20:3n6	1.01 <sup>a</sup>	0.08	1.39 <sup>b</sup>	0.05	0.13 <sup>c</sup>	0.00	0.37 <sup>d</sup>	0.06	nd		nd	
C20:3n3 + 22:1	0.92 <sup>a</sup>	0.02	nd		4.79 <sup>b</sup>	0.43	1.88 <sup>c</sup>	0.12	5.95 <sup>d</sup>	0.03	3.78 <sup>c</sup>	0.41
C20:4n6	1.89 <sup>bc</sup>	0.05	1.35 <sup>b</sup>	0.30	1.11 <sup>b</sup>	0.03	1.47 <sup>ab</sup>	0.04	2.28 <sup>c</sup>	0.52	2.13 <sup>c</sup>	0.14
C22:2	0.35 <sup>a</sup>	0.02	0.17 <sup>b</sup>	0.06	0.92 <sup>c</sup>	0.02	1.26 <sup>d</sup>	0.03	nd	0.00	nd	0.00
C20:5n3	6.28 <sup>a</sup>	0.25	5.93 <sup>a</sup>	0.48	7.07 <sup>b</sup>	0.34	4.02 <sup>c</sup>	0.07	6.17 <sup>a</sup>	0.70	9.56 <sup>d</sup>	0.50
C22:6n3	10.53 <sup>a</sup>	0.35	9.87 <sup>b</sup>	0.10	10.46 <sup>a</sup>	0.16	4.98 <sup>c</sup>	0.22	9.55 <sup>b</sup>	0.19	14.31 <sup>d</sup>	0.52
S PUFAs	<b>31.18</b>		<b>30.17</b>		<b>38.02</b>		<b>25.94</b>		<b>31.98</b>		<b>35.40</b>	
Σ ω3	19.32		19.03		24.63		13.01		23.94		29.50	
Σ ω6	11.51		10.97		12.24		10.94		6.01		5.72	
ω3/ω6	1.68		1.73		2.01		1.19		3.98		5.15	
DHA/EPA	1.68		1.66		1.48		1.24		1.55		1.50	
PUFA/SAFA	0.54		0.56		0.82		0.55		0.63		0.71	

Values for each sample with different superscript letters in the same row are significant different ( $p<0.05$ ).

## References

- ALLINGER N.L., CAVA M.P., DE JOUGH D.C., JOHNSON C.R., LABEL N.A., STEVENS C.L. (1986) - *Chimica Organica*. Zanichelli, Bologna.
- SINANOGLOU V.J., MINIADIS-MEIMAROGLOU S. (1998) - Fatty acid of neutral and polar lipids of (edible) Mediterranean cephalopods. *Food Res. Int.*, **31**: 467-473.

M. SECCI, I. LOCCI, P. ADDIS

Dipartimento di Scienze della Vita e dell'Ambiente, Università di Cagliari,  
Via Ing. T. Fiorelli, 1 - 09126 Cagliari, Italia.  
addisp@unica.it

**RISPOSTE FISIOLOGICHE NEL TONNO ROSSO *THUNNUS THYNNUS* PESCATO NELLE TONNARE DELLA SARDEGNA**

***PHYSIOLOGICAL RESPONSES IN THE ATLANTIC BLUEFIN TUNA, THUNNUS THYNNUS, CAPTURED IN THE TRAP FISHERY OF SARDINIA (W. MEDITERRANEAN)***

**Abstract** - *The aim of this study has been to improve the knowledge of the physiological responses of the Atlantic bluefin tuna *Thunnus thynnus* (Scombridae), under stress and stress-free state conditions caused by the “Mattanza”. We investigate plasma lactate, cortisol and glucose as haematological descriptors of stress. The experimental design provides a comparison of indicators Before vs. After the stress state. Results showed a rapid accumulation of cortisol levels, lactate and glucose. Finally we argue on the adoption of good fishing practice and handlings of tuna in the pre- and post-fishing phase, an expedient strategy to get the maximum quality of product in this “niche” fishery, the last active in the Mediterranean.*

**Key-words:** *Atlantic bluefin tuna, stress response, trap fishery, Mediterranean Sea.*

**Introduction** - Bluefin tuna is currently considered overexploited (ICCAT, 2007), and has therefore been included in a multiannual recovery plan by ICCAT (and was also recently elected as a candidate to be added to Appendix 1 of the CITES (Convention on International Trade in Endangered Species). The Scientific Committee of Research and Statistics (SCRS) of ICCAT has recommended a total allowable catch (TAC) of 13.500 MT for 2010 and 12.900 MT for 2011 in the whole of the Eastern Atlantic and Mediterranean.

The adoption of good fishing practices and the adherence to high standards for specimen handling during and following fishing operations is an expedient to obtain the maximum quality of product and market quotation.

The measurement of the degree of stress experienced by tunas is usually carried out by checking for changes in blood chemistry, by analysing levels of plasma electrolytes, osmolarity, blood metabolites, stress hormones, plasma enzymes and haematocrit (Skomal, 2007). Researchers has confirmed the potentially damaging effects caused by stress and post-stress conditions as a result of the reduction in product quality which has worrying implications for the quality of the final product (Wells *et al.*, 1986; Jerret *et al.*, 1996).

We have investigated the physiological response in bluefin tuna under stress and stress-free state conditions.

**Materials and methods** - The investigation was carried out at the “Tonnara of Isola Piana” (Ligure Sarda Company) during the “Mattanza” (the tuna slaughter) in the fishing seasons 2009-2010.

We investigated plasma levels of cortisol, lactate and glucose by using diagnostic kits (cortisol: DRG® Cortisol ELISA; lactate: BM-Lactate; glucose: MINDRAY-BS 120) as stress indicators. Blood samples were collected with cannula and syringe from the lateral cutaneous artery located near the projection of the pectoral tail.

The experiment Before was conducted on a group of fish (n=14) free-swimming in the “Camera di Ponente” chamber. The bluefin were captured two hours before the mattanza by professional divers. Samplings were conducted in May 2009 when water temperature range from 17-19 °C.

The second experiment (After) regarded a group (n=14) of bluefin tuna when were pulled onboard during the *Mattanza*.

Data on plasma cortisol, glucose, and lactate levels were analyzed using a descriptive Box and Whiskers Plot statistic (mean±S.D.) and by applying the Student's t-test ( $\alpha=0.05$ ) considering the experimental condition "Before vs. After".

**Results** - Plasma cortisol levels showed a concentration of  $73.3\pm 9.5$  ng/ml (mean ±S.D.) in the Before phase but increased markedly to  $148.0\pm 21.2$  ng/ml in the After phase following exposure to capture and handling during the *Mattanza*.

Lactate levels had a concentration of  $5.7\pm 2.9$   $\mu\text{mol/ml}$  (mean±S.D.) in the Before phase and a concentration of  $17.0\pm 2.2$   $\mu\text{mol/ml}$  in the After conditions.

Finally, plasma glucose concentration was  $83.5\pm 8.0$  mg/dL (mean±S.D.) in the Before and  $128.6\pm 19.3$  mg/dL in the After condition.

Results of Student's t-test showed significant differences for all pairwise comparisons: Before glucose vs. After glucose ( $P<0.05$ ); Before cortisol vs. After cortisol ( $P<0.05$ ); and Before lactate vs. After lactate ( $P<0.05$ ).

**Conclusions** - Bluefin tuna showed a rapid increase in plasma cortisol, lactate and glucose in response to capture stress, with significant elevations occurring as early as one hour after first disturbance. The patterns identified provided a "snapshot" of handling-stress which cannot be confused with chronic stress revealed by steady high levels of indicators generally identified for caged bluefin tuna (Percin and Konyalioglu, 2008) or for lactate in yellowfin tuna kept in live-boxes (Barrett and Connor, 1964). In order to mitigate the conditions of stress that characterized bluefin tuna captured by the trap fishery and to improve handling of specimens in the pre- and post-fishing phases, we could suggest the use of electro-slaughtering to capture a limited numbers of tuna. Nevertheless, Mediterranean traps generally capture a large number of tunas during each *Mattanza* operation (from tens to hundreds), so the use of such techniques could properly be applied by changing some fishing operations, for example, splitting large schools of bluefin entering in the death chamber in smaller schools when they reside in the preceding chambers.

## References

- BARRETT I., CONNOR A.R. (1964) - Muscle glycogen and blood lactate in yellowfin tuna, *Thunnus albacares*, and skipjack, *Katsuwonus pelamis*, following capture and tagging. *Bull. I-ATCC*, **9** (4): 219-268.
- ICCAT (2007) - SCRS. Report for biennial period, 2006-07. Part I (2006), Vol. **2**.
- JERRET A.J., STEVENS J., HOLLAND A.J. (1996) - Tensile properties of white muscle in rested and exhausted king salmon *Oncorhynchus tshawytscha*. *J. Food Sci.*, **61**: 527-532.
- PERCIN F., KONYALIOGLU S. (2008) - Serum biochemical profiles of captive and wild northern bluefin tuna (*Thunnus thynnus* L. 1758) in the Eastern Mediterranean. *Aquacult. Res.*, **39**: 945-953.
- SKOMAL G.B. (2007) - Evaluating the physiological and physical consequences of capture on post-release survivorship in large pelagic fishes. *Fisheries Manag. Ecol.*, **14**: 81-89.
- WELLS R.M.G., MCINTYRE R.H., MORGAN A.K., DAVIE P.S. (1986) - Physiological stress responses in big gamefish after capture: observations on plasma chemistry and blood factors. *Comp. Biochem. Physiol.*, **84**: 565-571.





# Comitato Benthos

---

*Poster*

M. BARBIERI, F. MALTAGLIATI, G. DI GIUSEPPE, B. CRISTO\*, C. LARDICCI, A. CASTELLI

Dipartimento di Biologia, Università di Pisa, Via Derna, 1 - 56126 Pisa, Italia.  
mbarbieri@biologia.unipi.it

\*Dip. di Zoologia e Genetica Evoluzionistica, Università di Sassari,  
Via F. Muroli, 25 - 07100 Sassari, Italia.

## IDENTIFICAZIONE MEDIANTE DNA BARCODING DEL MITILIDE ALLOCTONO *XENOSTROBUS SECURIS* E NUOVE SEGNALAZIONI IN MEDITERRANEO OCCIDENTALE

### *DNA BARCODING IDENTIFICATION OF THE EXOTIC MUSSEL XENOSTROBUS SECURIS AND NEW RECORDS IN WESTERN MEDITERRANEAN*

**Abstract** - *The present study reports species' identification by means of DNA barcoding and new records of the invasive pygmy mussel Xenostrobus securis (Lam. 1819) (Mollusca, Bivalvia), native to South Oceania, in some Western Mediterranean brackish-water biotopes. Monitoring of this species is recommended, given its ecological effects on native biological communities and as fouling agent.*

**Key-words:** bivalves, *Xenostrobus securis*, alien species, DNA barcoding, Western Mediterranean.

**Introduzione** - *Xenostrobus securis* (Lam. 1819) è un bivalve mitilide diffuso negli ambienti salmastri dell'Australia sud-occidentale e della Nuova Zelanda. A partire dagli anni '90, la specie è stata progressivamente segnalata in varie località costiere del nord Adriatico, in lagune della costa francese mediterranea e nella Ria de Vigo in Galizia (Zenetos *et al.*, 2004; Garci *et al.*, 2007). *X. securis* è una specie eurialina ed euriterma con ciclo vitale annuale. Essendo in grado sostenere elevate densità di individui, contribuisce fortemente alla biomassa del fouling (Garci *et al.*, 2007). La specie è anche capace di colonizzare substrati molli dove costituisce letti che possono avere effetti negativi sulla comunità autoctona dell'infauna (Zenetos *et al.*, 2004). Date le sue caratteristiche ecologiche, *X. securis* è considerata tra le "100 peggiori specie invasive in Mediterraneo" (Streftaris e Zenetos, 2006). Il presente lavoro ha avuto lo scopo di identificare, mediante "DNA barcoding" (sequenze del gene mitocondriale *COI*), individui di mitilidi raccolti nella Laguna di Venezia e in ambienti salmastri del Mediterraneo occidentale, in alcuni dei quali la specie viene segnalata per la prima volta.

**Materiali e metodi** - Le comunità bentoniche sono state campionate tra novembre 2007 e maggio 2010 in due siti del Canale Scolmatore dell'Arno (sito 1: 43°35'10"N, 10°18'14"E e sito 2: 43°36'3"N, 10°21'25"E), in due siti del Canale dei Navicelli (sito 1: 43°38'25"N, 10°21'16"E e sito 2: 43°39'45"N, 10°22'1"E), alla foce dell'Arno (43°41'1"N, 10°20'7"E), alla foce del Fiume Morto (43°44'1"N, 10°17'45"E), nel Golfo di Olbia (40°55'46"N, 9°30'26"E) ed alla foce del Rio Fluvia in Spagna (42°12'9"N, 3°6'32"E). I mitilidi presenti nei campioni sono stati separati, puliti da eventuali residui di sedimento, fissati in etanolo al 98% e conservati a -20 °C fino al momento delle analisi. Il DNA di ogni individuo è stato estratto dal tessuto del piede ed una porzione del gene mitocondriale *COI* di 564 bp è stata amplificata per mezzo di primer universali. I prodotti di amplificazione sono stati purificati e spediti a un servizio esterno per il sequenziamento. Le sequenze ottenute sono state confrontate con quelle presenti in GenBank.

**Risultati** - Le sequenze *COI* ottenute hanno permesso di assegnare tutti i campioni raccolti alla specie *X. securis* con un consenso superiore al 97%. In quattro

delle località da noi considerate (Arno, Fiume Morto, Golfo di Olbia e Rio Fluvia) il ritrovamento di *X. securis* rappresenta la prima segnalazione di questa specie. È da rilevare che nel Canale Scolmatore, dove la specie era stata recentemente segnalata da Giusti *et al.* (2008), gli individui di *X. securis* sono stati osservati sia su substrati duri artificiali, che riuniti in letti quasi totalmente ricoperti dal fango, con il solo margine posteriore emergente dal substrato. Dal punto di vista della genetica delle popolazioni, sebbene di carattere preliminare, sono stati rilevati elevati livelli di polimorfismo, con alti valori di diversità aplotipica ( $0.667 < h < 1.000$ ) e la presenza di linee relativamente divergenti tra loro. Non è stata comunque rilevata alcuna corrispondenza tra diversità genetica e distribuzione geografica degli individui.

**Conclusioni** - La comparsa di *X. securis* in Adriatico è stata messa in relazione con l'attività di acquacoltura (Occhipinti-Ambrogi, 2000; Zenetos *et al.*, 2004). Molto presumibilmente la modalità di introduzione della specie nelle altre località è diversa. Per esempio, nel porto di Livorno le recenti segnalazioni di specie alloctone, come i bivalvi *Theora (Endopleura) lubrica* e *Musculista senhousia*, ha indotto Giusti *et al.* (2008) a definire questo porto un 'hotspot' di specie alloctone. Successivamente, da qui *X. securis* ha avuto la possibilità di diffondersi nei biotopi adiacenti della costa toscana. È da tenere in grande considerazione che l'imminente costruzione del porto turistico alla foce dell'Arno aumenterà il potenziale per la diffusione di questa specie.

Dato che *X. securis* è una "engineer species", cioè una specie di fondamento che altera i fattori ambientali biotici e abiotici e modifica, mantiene e crea nuovi habitat (Jones *et al.*, 1994), la sua presenza e soprattutto le sue dinamiche demografiche devono essere attentamente monitorate per verificare gli effetti diretti e indiretti che provoca sulle comunità biologiche preesistenti.

La presenza di *X. securis* in altri ambienti salmastri mediterranei non può essere esclusa; si raccomanda pertanto un attento monitoraggio di questi ambienti per verificare la sua diffusione, le alterazioni ecologiche che potrà provocare e la sua azione come agente del fouling.

### Bibliografia

- GARCI M.E., TRIGO J.E., PASCUAL S., GONZÁLEZ A.F., ROCHA F., GUERRA A. (2007) - *Xenostrobus securis* (Lamarck, 1819) (Mollusca: Bivalvia): first report of an introduced species in Galician waters. *Aquacul. Int.*, **15**: 19-24.
- GIUSTI F., DELL'ANGELO B., SOSSO M., SCHIAPARELLI S. (2008) - First record of the invasive species *Xenostrobus securis* (Lamarck, 1819) (Bivalvia: Mytilidae) from Central Tyrrhenian Sea (Western Mediterranean). *Boll. Malacol.*, **44**: 11-14.
- JONES C.G., LAWTON J.H., SHACHAK M. (1994) - Organisms as ecosystem engineers. *Oikos*, **69**: 373-386.
- OCCHIPINTI-AMBROGI A. (2000) - Biotic invasions in a Mediterranean lagoon. *Biol. Inv.*, **2**: 165-176.
- STREFTARIS N., ZENETOS A. (2006) - Alien Marine Species in the Mediterranean – the 100 'worst invasives' and their impact. *Medit. Mar. Sci.*, **7**: 87-118.
- ZENETOS A., GOFAS S., RUSSO G., TEMPLADO J. (2004) - CIESM Atlas of Exotic Species in the Mediterranean. In: Briand F. (ed), *Molluscs*, vol. 3. CIESM Publishers, Monaco.

M. BARBIERI, L. URGU, F. MALTAGLIATI, G. DI GIUSEPPE, C. LARDICCI, A. CASTELLI

Dipartimento di Biologia, Università di Pisa, Via Derna, 1 - 56126 Pisa, Italia.  
mbarbieri@biologia.unipi.it

## DIVERGENZA GENETICA TRA INDIVIDUI MARINI E SALMASTRI DI *MYTILASTER MINIMUS* (MOLLUSCA, BIVALVIA)

### *GENETIC DIVERGENCE BETWEEN MARINE AND BRACKISH- WATER INDIVIDUALS OF MYTILASTER MINIMUS (MOLLUSCA, BIVALVIA)*

**Abstract** - The problem of genetic divergence between marine and brackish water individuals of the mussel *Mytilaster minimus* (Poli, 1795) was addressed by sequencing a portion of mitochondrial 16S rDNA. Significant genetic divergence was detected between individuals from the different habitats implying that ecological factors play a major role in shaping species genetic architecture.

**Key-words:** bivalves, *Mytilaster minimus*, mtDNA, genetic divergence, habitat type.

**Introduzione** - L'impiego delle tecniche genetiche molecolari permette l'approfondimento di problemi di tipo ecologico, quali la conoscenza delle strategie adattative o le implicazioni microevolutive che un tipo di habitat può avere sulle popolazioni e sulle specie (Beebee e Rowe, 2004). *Mytilaster minimus* (Poli, 1795) è un bivalve mitilide di piccole dimensioni ( $L_{\max}=20$  mm) tipico del mesolitorale di fondi duri del Mediterraneo e dell'Atlantico orientale. La specie è diffusa in ambiente marino, ma non è raro trovare popolazioni insediate in ambienti salmastri. In un precedente studio su *M. minimus*, condotto mediante l'elettroforesi degli alloenzimi, è stata rilevata divergenza genetica tra gli individui della Laguna di Orbetello e quelli di siti marini adiacenti (Camilli *et al.*, 2001). Con il presente lavoro viene approfondita la problematica della divergenza genetica legata al tipo di habitat (salmastro vs. marino) mediante l'analisi di sequenze del gene mitocondriale 16S.

**Materiali e metodi** - In totale, 23 individui di *M. minimus* sono stati raccolti in sei località marine (Gombo: 43°40'52"N, 10°16'47"E; Marina di Pisa: 43°39'9"N, 10°16'56"E; Macinaggio: 42°56'57"N, 9°27'27"E; Bosa Poggiu e Columbus: 40°17'34"N, 8°28'22"E; Bosa Pedra Niedda: 40°17'0"N, 8°29'0"E; Molo di Sassu: 39°49'48"N, 8°33'9"E; Isole Kerkennah: 34°38'43"N, 11°6'37"E) e in cinque siti salmastri (Stagno di Casaraccio: 40°54'52"N, 8°13'42"E; Stagno di Calich: 40°35'44"N, 8°17'15"E; Stagno di Santa Giusta: 39°51'46"N, 8°36'20"E; Laguna di Lesina: 41°53'39"N, 15°29'42"E; Laguna di Venezia: 45°27'29"N, 12°20'40"E). I campioni raccolti sono stati fissati in etanolo al 98% e conservati a -20 °C fino al momento delle analisi. Il DNA genomico di ogni individuo è stato estratto dal tessuto del piede mediante kit commerciali ed una porzione del gene mitocondriale 16S è stata amplificata per mezzo di primer universali. I prodotti di amplificazione sono stati purificati e spediti a un servizio esterno per il sequenziamento. Il programma Arlequin 3.5 (Excoffier *et al.*, 2010) è stato impiegato per ottenere le stime di variabilità genetica (diversità aplotipica e nucleotidica), le distanze genetiche di Tamura e Nei (1993), e per effettuare l'analisi della varianza molecolare (AMOVA). Le distanze genetiche sono state utilizzate per ordinare gli aplotipi su un piano mediante multidimensional scaling non-metrico (MDS) utilizzando STATISTICA 6.0 (www.statsoft.com).

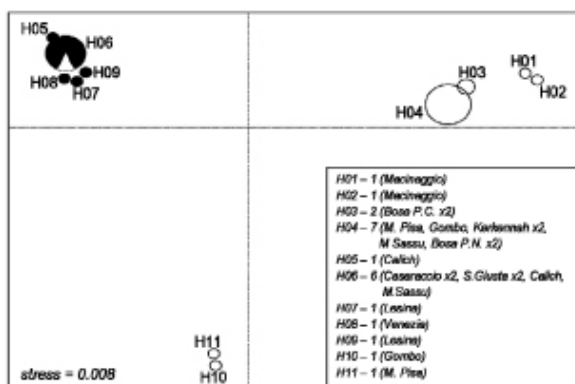
**Risultati** - Il confronto tra i valori di diversità aplotipica dei campioni marini e di quelli salmastri non ha mostrato differenze significative ( $h_{MAR}=0.758\pm 0.116$ ,

$h_{SALM}=0.722\pm 0.159$ ). Per quanto riguarda la diversità nucleotidica i campioni marini hanno mostrato un valore di poco superiore al triplo rispetto a quello dei campioni salmastri ( $\pi_{MA}=0.0188\pm 0.0054$ ;  $\pi_{SALM}=0.0049\pm 0.0012$ ). L'MDS delle distanze genetiche di Tamura e Nei (1993) ha ordinato gli aplotipi in tre raggruppamenti principali (Fig. 1). Gli aplotipi salmastri costituiscono un raggruppamento molto omogeneo, a dispetto della notevole distanza geografica tra i vari siti di campionamento, mentre gli aplotipi marini si suddividono in due raggruppamenti ben distinti (Fig. 1). L'AMOVA ha assegnato il 63% della diversità genetica alla componente inter-habitat cui era associato il valore  $\Phi_{ST}=0.630$ , che è risultato altamente significativo al test di permutazione con 10000 pseudorepliche ( $P<0.001$ ).

**Conclusioni** - L'analisi della regione mitocondriale presa in esame ha confermato l'elevato livello di strutturazione genetica precedentemente rilevato in *M. minimus* da Camilli *et al.* (2001) mediante marcatori alloenzimatici. È stata riscontrata una separazione quasi completa tra la linea degli aplotipi diffusi in ambiente salmastro e gli aplotipi tipici degli individui di ambiente marino (Fig. 1). Solo in un caso un aplotipo della linea salmastra (H06 in Fig. 1) è stato rilevato in un individuo di provenienza marina. I risultati del presente lavoro suggeriscono che il tipo di habitat sia un fattore che gioca un ruolo importante nel plasmare l'architettura genetica della specie. Rimangono tuttavia da individuare gli altri fattori causali determinanti l'ulteriore strutturazione genetica rilevata nell'ambito dei campioni marini, che si riflette anche sulla maggiore diversità nucleotidica presente negli individui di questo habitat.

Fig. 1 - Multidimensional scaling delle distanze inter-aplotipiche di Tamura e Nei (1993). In bianco e in nero sono riportati gli aplotipi rilevati rispettivamente negli individui marini e salmastri. L'area del cerchio è proporzionale al numero di individui con quel determinato aplotipo.

*Multidimensional scaling of inter-haplotype Tamura and Nei's (1993) distances. White and black circles indicate haplotypes detected in marine and brackish individuals, respectively. Circle area is proportional to the number of individuals with that given haplotype.*



## Bibliografia

- BEEBEE T., ROWE G. (2004) - *An introduction to molecular ecology*. Oxford University Press, New York: 346 pp.
- CAMILLI L., CASTELLI A., LARDICCI C., MALTAGLIATI F. (2001) - Evidence for high levels of genetic divergence between populations of the bivalve *Mytilaster minimus* from a brackish environment and two adjacent marine sites. *J. Moll. Stud.*, **67**: 506-510.
- EXCOFFIER L., HEIDI E., LISCHER L. (2010) - Arlequin suite ver 3.5: a new series of programs to perform population genetics analyses under Linux and Windows. *Mol. Ecol. Resour.*, **10**: 564-567.
- TAMURA K., NEI M. (1993) - Estimation of the number of nucleotide substitutions in the control region of mitochondrial DNA in humans and chimpanzees. *Mol. Biol. Evol.*, **10**: 512-526.

R. BEDINI, M. BEDINI, L. BONECHI, L. PIAZZI

Istituto di Biologia ed Ecologia Marina,  
Piazza G. Bovio, 3/4 - 57025 Piombino, Italia.  
bedini@biomare.it

## EPIFAUNA MOBILE ASSOCIATA A *CYSTOSEIRA* SPP.

### *MOBILE EPIFAUNA ASSOCIATED TO CYSTOSEIRA SPP.*

**Abstract** - The study aimed at evaluating the role of *Cystoseira* spp. (Heterokontophyta, Phaeophyceae) to determine the structure of macro-invertebrate assemblages. Results showed that assemblages associated to *Cystoseira* had higher abundance, higher diversity and different structure if compared to those associated to algal turfs, highlighting the ecological importance of *Cystoseira* beds in Mediterranean coastal habitats.

**Key-words:** *Cystoseira*, diversity, macro-invertebrates, subtidal rocky bottom.

**Introduzione** - Negli habitat di costa rocciosa, lo spazio rappresenta una delle principali risorse limitanti, contribuendo a creare complesse interazioni biotiche tra specie strutturanti e organismi ospiti. Le macroalghe, in particolare, rappresentano un substrato secondario per molti organismi sia vagili che epifiti (Taylor e Cole, 1994; Cacabelos *et al.*, 2010). In Mediterraneo, le specie del genere *Cystoseira* sono i principali organismi strutturanti dei fondi rocciosi superficiali (Giaccone, 1973). Il ruolo svolto da queste alghe nell'influenzare i popolamenti sessili di fondo roccioso è ben conosciuto (Sales e Ballesteros, 2011), al contrario le interazioni tra *Cystoseira* e l'epifauna associata sono state scarsamente investigate (Fraschetti *et al.*, 2002). Il presente studio ha cercato di valutare il ruolo svolto dalle diverse specie di *Cystoseira* nel determinare la struttura dei popolamenti di macro-invertebrati mobili.

**Materiali e metodi** - Lo studio è stato svolto all'Isola di Pianosa, nel Parco Nazionale dell'Arcipelago Toscano, alla profondità di circa 5 metri. Nel Maggio 2010, sono stati campionati i seguenti habitat: popolamento a *Cystoseira brachycarpa* J. Agardh var. *balearica* (Sauvageau) Giaccone, popolamento a *Cystoseira crinita* Duby e feltro algale dominato da *Laurencia* spp., *Wrangelia penicillata* (C. Agardh) C. Agardh e *Dictyota* spp. Tre campioni di 400 cm<sup>2</sup> sono stati prelevati mediante grattaggio in ognuna di due aree selezionate casualmente per un totale di 18 campioni che sono stati analizzati in laboratorio per la determinazione delle specie animali. La composizione in specie e abbondanza dei macro-invertebrati sono state analizzate mediante PERMANOVA (Anderson, 2001) con un modello a 2 vie con i fattori Habitat (3 livelli, fisso) e Area (2 livelli, random e ortogonale). Il SIMPER test è stato utilizzato per determinare quali specie erano maggiormente responsabili dei pattern identificati dalla PERMANOVA.

**Risultati** - In totale sono stati determinati 138 taxa: 27 Polychaeta, 62 Arthropoda, 35 Mollusca, 4 Echinodermata, 6 Sipuncula, 4 Nemertea. Il numero di specie era maggiore nei popolamenti associati a *Cystoseira* (69 in totale e  $30.3 \pm 1.5$  per campione per *C. brachycarpa* var. *balearica*, 73 e  $30.1 \pm 2.7$  per *C. crinita*) che nel feltro (48 e  $16.3 \pm 1.4$ ). PERMANOVA ha mostrato differenze significative tra Habitat (Pseudo-F = 8.9, Pperm = 0.032). Il SIMPER test ha mostrato che tali differenze erano principalmente legate agli anfipodi (*Hyale schmidti* (Heller, 1866), *Caprella acanthifera* Leach, 1814, *Ampithoe ramondi* Audouin, 1826) e ai molluschi (*Bittium latreillii* (Montagu, 1803), *Barleieia unifasciata* (Montagu, 1803)) più abbondanti sulla *Cystoseira* e ai policheti (*Palolo siciliensis* (Grube, 1840), *Lysidice ninetta* Audouin & Milne Edwards, 1833) più abbondanti nel feltro (Fig. 1). I popolamenti associati alle due *cystoseire* si differenziavano per le abbondanze relative di molluschi e crostacei.

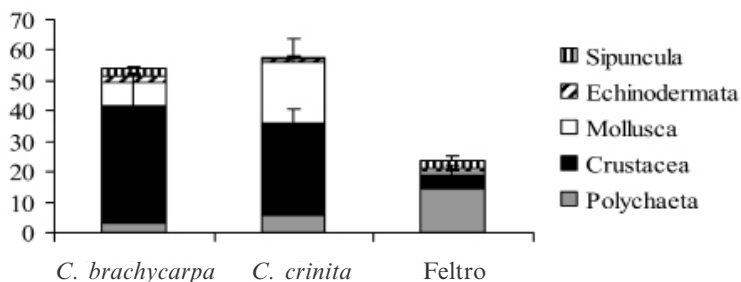


Fig. 1 - Abbondanza (n° di individui per campione) dei principali taxa di epifauna vagile.  
Abundance (n° of specimens per sample) of main vagile epifaunal taxa.

**Conclusioni** - I risultati hanno evidenziato il ruolo dei popolamenti a *Cystoseira* spp. nel determinare la struttura dell'epifauna mobile di fondo roccioso. Infatti, i talli delle cystoseire ospitano popolamenti caratterizzati da una maggiore abbondanza di individui, una maggiore diversità e una differente struttura rispetto al feltro algale. Questo risultato è in accordo con quanto descritto per altre specie algali strutturanti e può essere attribuito a differenti cause, tra le quali una maggiore eterogeneità dell'habitat, un più efficace rifugio dai predatori e una maggiore disponibilità di cibo legata alla presenza di epifiti (Taylor e Cole, 1994; Chemello e Milazzo 2002). Interessanti risultati sono anche emersi dal confronto tra le due cystoseire, evidenziando l'importanza dell'identità delle alghe per l'epifauna associata. Il presente contributo conferma il ruolo ecologico dei popolamenti a *Cystoseira* nell'ecosistema costiero mediterraneo e l'importanza della loro conservazione.

#### Bibliografia

- ANDERSON M.J. (2001) - A new method for a non-parametric multivariate analysis of variance. *Aust. Ecol.*, **26**: 32-46.
- CACABELOS E., OLABARRIA C., INCERA M., TRONCOSO J.S. (2010) - Effects of habitat structure and tidal height on epifaunal assemblages associated with macroalgae. *Estuar. Coast. Shelf Sc.*, **89**: 43-52.
- CHEMELLO R., MILAZZO M. (2002) - Effect of algal architecture on associated fauna: some evidence from phytal molluscs. *Mar. Biol.*, **140**: 981-990.
- FRASCHETTI S., GIANGRANDE A., TERLIZZI A., MIGLIETTA M., DELLA TOMMASA L., BOERO F. (2002) - Spatio-temporal variation of hydroids and polychaetes associated with *Cystoseira amentacea* (Fucales: Phaeophyceae). *Mar. Biol.*, **140**: 949-957.
- GIACCONE G. (1973) - Ecologie et chorologie des *Cystoseira* de Méditerranée. *Rapports de la Communauté Internationale de la Mer Méditerranée*, **22**: 49-50.
- SALES M., BALLESTEROS E. (2011) - Long-term comparison of algal assemblages dominated by *Cystoseira crinita* (Fucales, Heterokontophyta) from Cap Corse (Corsica, North Western Mediterranean). *Eur. J. Phycol.*, **45**: 404-412.
- TAYLOR R.B., COLE R.G. (1994) - Mobile epifauna on subtidal brown seaweeds in northeastern New Zealand. *Mar. Ecol. Progr. Ser.*, **115**: 271-282.



M. BERTOLINO, G. BAVESTRELLO, B. CALCINAI

Dipartimento di Scienze del Mare (Di.S.Mar.), Università Politecnica delle Marche,  
Via Brece Bianche - 60131 Ancona, Italia.  
m.bertolino@univpm.it

## PLASTICITÀ FENOTIPICA IN PORIFERI ADATTATI ALL'HABITAT CORALLIGENO

### *PHENOTYPIC PLASTICITY OF SPONGES ADAPTED TO THE CORALLIGENOUS HABITAT*

**Abstract** - *The coralligenous concretion is a stable, but highly heterogeneous environment. Inside the coralligenous community Porifera is the phylum hosting the highest number of species. The species diversity of cryptic sponges was studied in eight blocks of coralligenous concretion collected in four stations of the Ligurian Sea. Geodia cydonium, Pachastrella monilifera and Poecillastra compressa resulted the species with the highest phenotypic plasticity, since these species are commonly known with a massive habitus in deep habitats, while in the coralligenous community they live in the crevices and fissures of the concretion. Our results support the idea that environments rich in microhabitats may represent essential habitats for the dispersal for many deep species, enlarging their known area of distribution. This leads us to emphasize the importance of the coralligenous concretion, not only as reservoir of biodiversity, but also as an important "stepping-stone" able to facilitate the dispersal of species along vertical gradients.*

**Key-words:** *phenotypic plasticity, Porifera, coralligenous, Ligurian Sea.*

**Introduzione** - Nel 1947 Gause coniò il termine plasticità fenotipica, designando un genotipo in grado di produrre diversi fenotipi sotto l'influenza di diverse condizioni ambientali. Gli organismi coloniali, come cnidari e poriferi sono in grado di modificare in continuo la forma e le dimensioni del proprio corpo aumentando la loro fitness per gli ambienti variabili.

Le variazioni ambientali sono state classificate da Levins (1968) in "fine-grained" and "coarse-grained" sulla base delle differenti scale spaziali in cui si verificano. Un ambiente "fine-grained" è tipicamente eterogeneo e, in esso, gli organismi possono incontrare numerosi contesti ambientali.

Gli ambienti "coarse-grained" fanno sì che gli organismi possano sperimentare un unico contesto. Lo stesso autore suggerì che la plasticità fenotipica evolve primariamente negli ambienti eterogenei.

Il coralligeno è un habitat considerato generalmente stabile, ma altamente eterogeneo, rappresentando per questo un formidabile laboratorio naturale dove poter approfondire le capacità di adattamento degli organismi. Il coralligeno è ricco di fauna endolitica e i Poriferi costituiscono il phylum più numeroso (Bertolino, 2011). Scopo di questo lavoro è mettere in evidenza le specie, tipiche di altri ambienti che, grazie alla plasticità fenotipica, possono colonizzare i conglomerati coralligeni.

**Materiali e metodi** - Questo studio è stato condotto nel Mar Ligure, presso quattro siti: Secche di Santo Stefano (IM), Isola Gallinara (SV), Punta del Faro (Promontorio di Portofino) e Punta Manara (GE). Sono stati raccolti due blocchi di coralligeno, di circa 20 l di volume, in ogni sito e successivamente sono stati tagliati in sezioni spesse circa 2 cm. Con questo metodo è stato possibile studiare la spongofauna endolitica.

**Risultati** - Lo studio delle sezioni di coralligeno ha portato all'identificazione di 781 individui appartenenti a 53 specie criptiche. Di queste, dieci specie: *Erylus discophorus* (Schmidt, 1862), *Erylus euastrum* (Schmidt, 1868), *Geodia conchilega* Schmidt, 1862, *Geodia cydonium* (Jamenson, 1811), *Pachastrella monilifera* Schmidt,

1868, *Poecillastra compressa* (Bowerbank, 1866), *Stelletta grubii* Schmidt, 1862, *Paratimea oleata* Pulitzer-Finali, 1978, *Hymedesmia* (*Hymedesmia*) *baculifera* (Topsent, 1901) e *Mycale* (*Paresperella*) *serrulata* (Sarà & Siribelli, 1960), sempre descritte aventi un habitus massivo o incrostante, vivevano insinuanti all'interno di fessure o buchi del concrezionato. Solo Pulitzer-Finali (1983) trova le specie *E. discophorus*, *G. conchilega* e *P. monilifera* anche insinuanti all'interno di cavità.

I casi più eclatanti di plasticità fenotipica riguardano le specie *Geodia cydonium*, *Pachastrella monilifera* e *Poecillastra compressa*.

*G. cydonium* è una spugna di forma massiva irregolare, globulare o appiattita; può presentare una depressione centrale che le conferisce l'aspetto di un cratere. Può raggiungere anche 50 cm di diametro. Il colore in vivo è giallo, biancastro. Si trova solitamente su fondali sabbiosi-melmosi e in gran numero sui substrati ricchi di sedimento grossolano, a 20-25 m di profondità. All'interno del concrezionato coralligeno *G. cydonium* mantiene la sua forma globulare tipica, andando ad occupare spazi di 2-3 cm<sup>2</sup>.

*P. monilifera* presenta una forma a cuscino, a calice o a coppa, di color biancastro in natura. Vive dal piano mesolitorale sino a quello batiale (1262 m), su fondi duri, fangosi e sabbiosi, concrezioni di coralligeno e associate ai banchi di corallo bianco.

*P. compressa* è una spugna polimorfa a ventaglio, appiattita o a coppa; più raramente si presenta massiva o incrostante. Il colore va dal biancastro all'arancione. Anche questa specie vive dal piano mesolitorale fino a quello batiale (1378 m).

*P. monilifera* e *P. compressa* nel coralligeno sono insinuanti e colonizzano fessure e microcavità, cambiando completamente la loro morfologia tipica. Queste specie sono state osservate fino a 5 cm di profondità all'interno del conglomerato.

**Conclusioni** - Gli straordinari livelli di plasticità fenotipica mostrati da alcune specie di poriferi rappresentano la possibilità di colonizzare ambienti caratterizzati da condizioni estremamente diverse. In particolare la miniaturizzazione del corpo permette ad alcune specie profonde di popolare gli anfratti delle concrezioni coralligene. Questo ci porta a sottolineare l'importanza del coralligeno non solo come riserva di biodiversità, ma come importante "stepping-stone" in grado di agevolare la dispersione delle specie lungo amplissimi gradienti batimetrici. Futuri studi saranno necessari per chiarire gli adattamenti a livello fisiologico che permettono ad organismi filtratori normalmente viventi in condizioni di elevato idrodinamismo, di adattarsi alla vita di interstizi in cui il ricambio dell'acqua è estremamente limitato.

## Bibliografia

- BERTOLINO M. (2011) - *Sponges of the coralligenous community in the Mediterranean Sea*. Università Politecnica delle Marche, PhD Thesis: 1-170.
- GAUSE G.F. (1947) - Problems of evolution. *Transactions of the Connecticut Academy of Arts and Sciences*, **37**: 17-68.
- LEVINS R. (1968) - *Evolution in changing environments*. Princeton University Press, Princeton, NJ.
- PULITZER-FINALI G. (1983) - A collection of Mediterranean Demospongiae (Porifera) with, in appendix, a list of the Demospongiae hitherto recorded from the Mediterranean Sea. *Annali del Museo civico di storia naturale Giacomo Doria*, **84**: 445-621.

D. BORME, T. CIBIC, S. CIRIACO<sup>1</sup>, A. FALACE<sup>2</sup>, L. FARESI<sup>3</sup>, E. GORDINI<sup>4</sup>, S. KALEB<sup>2</sup>,  
R. ODORICO<sup>1</sup>, D. POLONIATO<sup>2</sup>, M. TEMPESTA<sup>1</sup>

Dip. di Ocean. Bio., Istituto nazionale di Oceanografia e di Geofisica Sperimentale, Trieste, Italia.

<sup>1</sup>Area Marina Protetta di Miramare / Shoreline

roberto.odorico@shoreline.it

<sup>2</sup>Dip. Scienze della Vita, Università di Trieste

<sup>3</sup>ARPA Friuli Venezia Giulia

<sup>4</sup>Dip. R.I.M.A., Istituto nazionale di Oceanografia e di Geofisica Sperimentale, Trieste, Italia.

## LE TREZZE DELL'ALTO ADRIATICO: STUDIO PRELIMINARE DEGLI AFFIORAMENTI ROCCIOSI DENOMINATI S. PIETRO E BARDELLI

### *TREZZE IN NORTHERN ADRIATIC SEA: A PRELIMINARY STUDY OF S. PIETRO AND BARDELLI ROCKY OUTCROPS*

**Abstract** - A multidisciplinary study on some rocky outcrops in North Adriatic Sea was carried out. These outcrops called "tegnùe" or "trezze" represent hot-spots of biodiversity in the homogeneity of muddy-sandy bottoms of the Gulf of Trieste. A total of 411 taxa were recorded on the S. Pietro and Bardelli outcrops and 14 taxa considered worthy of protection were also observed.

**Key-words:** *benthos, nekton, fish community, rocky outcrops, Northern Adriatic Sea.*

**Introduzione** - L'Alto Adriatico è caratterizzato dalla predominanza di fondali fangosi e sabbiosi e da basse profondità. Citazioni sull'esistenza di strutture rocciose erano già presenti nelle cronache dell'abate Olivi (1792). Studi scientifici negli anni '60 hanno dimostrato come la relativa monotonia di questi fondali sia interrotta dalla presenza di affioramenti rocciosi. Questi si estendono dal golfo di Trieste fino al litorale di Ancona, lungo la costa nord-occidentale e occidentale dell'Alto Adriatico. Tali affioramenti rocciosi sono chiamati "tegnùe" dai pescatori del litorale veneto, e "trezze" nel golfo di Trieste.

**Materiali e metodi** - Nell'estate del 2008 è iniziata una campagna di campionamento durata 24 mesi, che ha portato alla caratterizzazione di due "trezze": S. Pietro (9 km dalla costa, 15 m di profondità) e Bardelli (19 km dalla costa, 22 m di profondità). Sono stati condotti studi geomorfologici, mediante rilievi geofisici e *in situ*, e campionamenti biologici a cadenza stagionale. In particolare sono state condotte indagini sul benthos vegetale e animale e sulla fauna ittica, utilizzando diverse tecniche: campionamenti distruttivi, rilievi fotografici, pesche sperimentali e *visual census*.

**Risultati** - L'indagine geomorfologica ha evidenziato la presenza di sacche di gas per la quasi totalità composte da metano (81-84%). Sono state documentate colonie di solfobatteri. I campionamenti biologici sui due affioramenti hanno portato all'identificazione di 411 taxa (Fig. 1). La comunità microfitobentonica risulta composta principalmente da diatomee. La trezza S. Pietro ha mostrato una maggior ricchezza e diversità, sia in primavera che in estate, rispetto a Bardelli. Fra le diatomee sono state individuate: 1 tubicola, 2 planctoniche, 3 ticopelagiche, 10 taxa adnati, 17 eretti e 33 taxa motili. Le macroalghe censite su entrambi gli affioramenti sono 112 (87 Rhodophyta, 17 Ochrophyta, 10 Chlorophyta). Tuttavia la maggior parte delle specie censite presenta bassi valori di copertura ( $\leq 5\%$ ) ed elevata variabilità spazio-temporale. La ricchezza floristica risulta più elevata a S. Pietro, mentre dal

punto di vista quantitativo Peyssonneliaceae e Corallinaceae dominano a Bardelli. Le comunità zoobentoniche dei due affioramenti non presentano differenze rilevanti. I molluschi rappresentano circa il 26% dei taxa censiti; nel periodo estivo risultano predominanti *Sepia officinalis* e gli opisthobranchi.

Numerosi sono gli organismi filtratori, primi per numero di specie e per copertura sono i poriferi (ca. 33%), seguiti da tunicati (ca. 13%). Nelle pescate sperimentali sono stati censiti complessivamente 91 taxa, tra cui 18 molluschi, 26 crostacei e 40 pesci ossei. Sugli affioramenti rocciosi sono predominanti i gasteropodi *Hexaplex trunculus* e *Bolinus brandaris*, i crostacei *Dromia personata*, *Paguristes eremita*, *Maja crispata* e *Pagurus prideaux* ed i pesci ossei *Diplodus annularis*, *Spicara maena*, *Pagellus erythrinus*, *Trisopterus minutus*, *Arnoglossus thori*, *Monochirus hispidus*, *Scorpaena notata* e *S. porcus*.

Sulla trezza Bardelli rispetto a S. Pietro, sono stati catturati un maggior numero di specie (69 vs 62) e di individui (1757 vs 1166), probabilmente in relazione alla maggior distanza dalla costa e maggior profondità; sulla trezza S. Pietro, tuttavia sono presenti in maggior numero gli osteitti legati agli ambienti costieri o di acque poco profonde. Il visual census ha rilevato la presenza di specie ad elevato valore economico e biologico tra cui *Platichthys flesus*, *Zeus faber*, *Lithognathus mormyrus*, *Pagellus erythrinus*, *Mullus barbatus*, *Engraulis encrasicolus*, *Trigla lyra*, *Spondyliosoma cantharus*, Soleidae, *Scophthalmus rhombus*, *Symphodus cinereus*, *Spicara maena*, *Scorpaena scrofa*, *Sciaena umbra*, *Zeugopterus regius*, *Parablennius rouxi*, *Symphodus mediterraneus*, *Sparus aurata*, *Scorpaena porcus*. I dati di distribuzione di *P. nobilis* evidenziano che la popolazione è rappresentata per l'80% da individui di taglia inferiore a 40 cm e con 3 anni di vita al massimo.

**Conclusioni** - Le trezze rappresentano isole di biodiversità interessate dall'azione di diversi organismi costruttori, sia animali che vegetali, le cui strutture calcaree stratificandosi possono formare complessi di notevole spessore. Il numero totale di taxa censiti, seppur riferito ad uno studio preliminare, è rappresentativo di un'area ad elevato valore ambientale nel Golfo di Trieste. Sono stati inoltre censiti taxa di interesse per i protocolli internazionali di protezione e conservazione; infine le trezze rappresentano un importante sito di riproduzione per *P. nobilis*. Per questi motivi i due affioramenti rocciosi indagati sono stati proposti come SIC marini per la regione Friuli Venezia Giulia.

#### Bibliografia

OLIVI G. (1972) - *Zoologia Adriatica*. Reale Accademia Sc. Lettere Arti, Bassano: 334 pp.

Lavoro finanziato dalle fondazioni CARIGO e CRUP e sostenuto dai Comuni di Grado e Lignano Sabbiadoro.

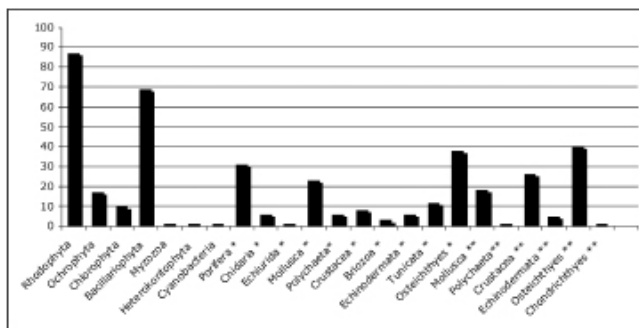


Fig. 1 - Taxa censiti sui due affioramenti (\*=visual census; \*\*=pescate).

Surveyed taxa in the two outcrops (\*=visual census; \*\*=caught).

P. CICCONE<sup>1</sup>, A. CONTI<sup>1</sup>, D. SAVINI<sup>1</sup>, C. LOMBARDI<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Dipartimento di Scienze della Terra e dell'Ambiente, Università di Pavia,  
Via S. Epifanio, 14 - 27100 Pavia, Italia.

<sup>1</sup>Associazione FOR-MARE O.N.L.U.S.  
paolo88@email.it

<sup>2</sup>Unità Tecnica Ambiente Marino e Sviluppo Sostenibile, ENEA Forte S. Teresa, La Spezia, Italia.

## LA PESCA AMATORIALE DI *PARACENTROTUS LIVIDUS* (LAMARK, 1816) NELL'ISOLA DI LINOSA CAUSA MODIFICHE NELLA STRUTTURA DI POPOLAZIONE

### *RECREATIONAL FISHERY OF PARACENTROTUS LIVIDUS* (LAMARK, 1816) IN LINOSA ISLAND CAUSES POPULATION STRUCTURAL CHANGES

**Abstract** - A population study on *Paracentrotus lividus* and *Arbacia lixula* was conducted by visual census snorkeling techniques in Linosa Island (MPA Isole Pelagie, Sicily). Distribution and specimen's diameter were assessed in three localities of the island differing in habitat typology. Results showed that the edible sea urchin *P. lividus* is subject to a population impairment due to the removal of larger specimens by recreational fishery.

**Key-words:** *Paracentrotus lividus*, *Arbacia lixula*, recreational fishery impact, MPA, Sicily.

**Introduzione** - Gli echinoidei *Arbacia lixula* e *Paracentrotus lividus*, specie caratteristiche dell'infralitorale superiore, svolgono un ruolo ecologico fondamentale grazie alla loro attività di pascolo. Si definiscono infatti "habitat determiner" in grado di configurare la struttura delle comunità bentoniche agendo sulla distribuzione dei produttori primari (Sala *et al.*, 1998). L'abbondanza di entrambe le specie è controllata naturalmente dalla predazione dei pesci (saraghi e labridi) che rimuovono gli esemplari più giovani (diametro <4 cm) (Guidetti, 2006). La pesca commerciale e amatoriale del riccio edule *P. lividus* costituisce un fattore di controllo della popolazione ben più efficace della predazione ed è causa di effetti imprevedibili sull'ecosistema. Scopo della presente nota è la valutazione degli effetti della pesca amatoriale sulla struttura di popolazione di *P. lividus* nell'isola di Linosa.

**Materiali e metodi** - Nel giugno 2010 nelle ore pomeridiane (15.00-17.00) sono state censite tre aree di studio (circa 100 m<sup>2</sup> di fondale): due site in località i Faraglioni (35°52'06.66"N; 12°52'48.88"E), internamente (area 1) e esternamente alla baia in una zona poco frequentata dai bagnanti (area 2); la terza in località Cala Pozzolana di Ponente lungo il molo di cemento che costituisce l'approdo del traghetto turistico (35°51'48.45"N; 12°51'03.26"E). Nelle tre aree di studio, nella fascia batimetrica 0-3 m, è stata verificata l'abbondanza delle due specie di echinoidei, percorrendo in snorkeling per 5 minuti un uguale tratto di costa. In ogni area sono state effettuate 5 repliche e un campione casuale di circa 20 esemplari per ciascuna delle due specie è stato sottoposto ad analisi biometrica, misurandone sott'acqua il diametro del nicchio (aculei compresi) con un calibro a orologio (0,1 mm). Inoltre, nelle aree occupate dagli echinoidei, mediante lancio sul fondale di un quadrato di 50×50 cm suddiviso in 25 sotto quadrati, è stata valutata la percentuale di ricoprimento algale (alghe erette, alghe corallinacee, roccia nuda)

**Risultati** - Presso il molo di Pozzolana di Ponente (area 3) la specie *A. lixula* è risultata significativamente più abbondante (105±45 ind.) di *P. lividus* (ANOVA: Df=1; F=24,9; p<0,001), con un rapporto di densità di popolazione pari a 30:1. Nella

zona interna dei Faraglioni (sito 1) l'abbondanza di *A. lixula* è risultata minore rispetto a quanto rinvenuto nel sito 3 ( $7\pm 4$  ind.), ma significativamente superiore (Test KW: Df=1; H=5,8;  $p<0.05$ ) a quella di *P. lividus*, con un rapporto di densità di popolazione pari a 4:1. Solo nel sito 2 (falesia esposta dei Faraglioni, poco frequentata dai turisti) *P. lividus* ha mostrato valori di abbondanza ( $7\pm 9$  ind.) paragonabili a quelli di *A. lixula* ( $5\pm 5$  ind.), sebbene l'elevata variabilità dei dati in questo sito non abbia permesso di verificarne la significatività. Le analisi biometriche mostrano in generale una ripartizione in classi di taglia con moda centrata sui 5-7 cm di diametro per *A. lixula* (max 7-10 cm – sito 2) e  $<3$  cm per la specie *P. lividus* (max 3-5 cm sulle falesie esposte dei Faraglioni). I tre siti mostrano anche differenze nel ricoprimento algale. In località Faraglioni, su falesia esposta (sito 2) risultano preponderanti le alghe corallinacee (45%) con poche zone a substrato nudo ( $<20\%$ ), mentre sui massi (boulders) della zona centrale della baia (sito 1) abbondano le alghe erette (52%). Sul substrato artificiale del molo di Pozzolana (sito 3) sono invece dominanti le alghe corallinacee (70%) e totalmente assenti zone di fondale nudo (barrens).

**Conclusioni** - La scarsità di “barrens” nei tre siti di studio dimostra come le popolazioni di echinoidei a Linosa presentino generalmente valori di abbondanza al di sotto della capacità portante del sistema (Guidetti e Dulčić, 2007). Le due specie presenti trovano abbondanza di risorse alimentari (alghe) che si rinnovano rapidamente grazie alle condizioni di elevata trasparenza delle acque. A fine giugno *A. lixula* è l'echinoide più abbondante a Linosa. Le densità di popolazione massime si riscontrano su substrato artificiale verticale a Pozzolana di Ponente, mentre *P. lividus* mostra popolazioni piuttosto ridotte con esemplari di taglia piccola. In entrambe le località di studio sono stati più volte rinvenuti resti di nicchi di *P. lividus*, chiaramente aperti utilizzando un coltello. Si conferma quindi l'ipotesi che il prelievo occasionale e abusivo di *P. lividus* nei siti accessibili al turismo balneare sia causa di modifiche strutturali della popolazione di questa specie protetta (Dgl 175, 27/05/99). Tali risultati costituiscono il primo monitoraggio dello stato della popolazione di *P. lividus* nell'area marina protetta, che verrà ripetuto annualmente dai partecipanti ai corsi estivi promossi dall'Associazione For-Mare Onlus.

#### Bibliografia

- GUIDETTI P. (2006) - Estimating body size of sea urchins, *Paracentrotus lividus* and *Arbacia lixula*, from stomach contents of *Diplodus sargus*, a Mediterranean predatory fish. *J. Appl. Ichth.*, **22**: 91-93.
- GUIDETTI P., DULČIĆ J. (2007) - Relationship among predatory fish, sea urchins and barrens in Mediterranean rocky reefs across a latitudinal gradient. *Mar. Environ. Res.*, **63**: 168-184.
- SALA E., RIBES M., HEREU B., ZABALA M., ALVÀ V., COMA R., GARRABOU J. (1998) - Temporal variability in abundance of the sea urchins *Paracentrotus lividus* and *Arbacia lixula* in the northwestern Mediterranean: comparison between a marine reserve and an unprotected area. *Mar. Ecol. Prog. Series*, **168**: 135-145.

S. COPPA<sup>1</sup>, G.A. DE LUCIA<sup>1</sup>, A. CAMEDDA<sup>1</sup>, G. MASSARO<sup>2</sup>, A. PETROCELLI<sup>3</sup>,  
E. CECERE<sup>3</sup>, P. MAGNI<sup>1,4</sup>

<sup>1</sup>Consiglio Nazionale delle Ricerche, Istituto per l'Ambiente Marino Costiero (CNR-IAMC),  
Località Sa Mardini, Torregrande - 09170 Oristano, Italia.  
s.coppa@iamc.cnr.it

<sup>2</sup>Area Marina Protetta Penisola del Sinis-Isola di Mal di Ventre, Cabras, Italia.

<sup>3</sup>Consiglio Nazionale delle Ricerche, Istituto per l'Ambiente Marino Costiero (CNR-IAMC),  
Taranto, Italia.

<sup>4</sup>Consiglio Nazionale delle Ricerche, Istituto di Scienze Marine (CNR-ISMAR), Venezia, Italia.

## *PATELLA FERRUGINEA* NELL'AMP DEL SINIS: CARATTERIZZAZIONE DELL'HABITAT E CAUSE DELLA SUA RAREFAZIONE

### *PATELLA FERRUGINEA IN THE SINIS MPA: HABITAT CHARACTERIZATION AND CAUSES OF ITS DECLINE*

**Abstract** - In this study, carried out in the Penisola del Sinis-Isola di Mal di Ventre (W-Sardinia) Marine Protected Area, a population of the giant limpet *Patella ferruginea* and the associated midlittoral assemblage were examined. A total of 60 species were identified and *P. ferruginea* showed the lowest mean density ever reported (0.02 ind/m). The results demonstrated a highly endangered population of *P. ferruginea* and human pressure had a major negative effect on its occurrence. We suggest the adoption of protection measures, including enhancement of local surveillance, to avoid the disappearance of the local population.

**Key-words:** *Patella ferruginea*, Marine Protected Area, rocky midlittoral, human influence, GIS applications.

**Introduzione** - *Patella ferruginea* Gmelin, 1791 è un gasteropode proterandrico endemico del Mediterraneo. Il suo areale di distribuzione attuale è limitato a poche e ristrette zone del bacino occidentale a causa del prelievo illegale e dell'impatto antropico sull'ecosistema costiero (Espinosa *et al.*, 2006). Per questo è considerata, tra gli invertebrati, la specie più a rischio di estinzione nel Mediterraneo ed è quindi protetta dalla legislazione comunitaria ed internazionale (Convenzione di Berna e Barcellona, Direttiva Habitat). Recentemente, è stato avviato un progetto per lo studio della popolazione di *P. ferruginea* nell'AMP Penisola del Sinis-Isola di Mal di Ventre (in seguito Sinis), i cui principali obiettivi sono: 1. la produzione di una mappa georeferenziata della distribuzione della specie; 2. la valutazione degli effetti di "accessibilità" alla costa da parte dell'uomo, "esposizione" all'idrodinamismo e "inclinazione" del substrato sulla presenza di *P. ferruginea*, al fine di contribuire alla sua conservazione nel Sinis. In questo lavoro, vengono riportati i risultati preliminari dell'analisi della componente animale e vegetale per la caratterizzazione dell'habitat colonizzato da *P. ferruginea* al fine di comprenderne il ruolo ecologico e i *pattern* di distribuzione osservati.

**Materiali e metodi** - All'interno dell'Area Marina Protetta del Sinis è nota la presenza di *Patella ferruginea* esclusivamente lungo la costa granitica del lato occidentale dell'Isola di Mal di Ventre (Casu *et al.*, 2006). È stato quindi effettuato nell'estate del 2009 un censimento sistematico dell'area di studio che coincide con la Zona A ed una piccola porzione di zona B dell'Isola di Mal di Ventre. Per ogni individuo osservato sono state registrate le misure biometriche, l'esposizione, l'inclinazione e le coordinate GPS. Il perimetro della fascia esaminata è stato calcolato attraverso l'utilizzo di fotografie aeree georeferenziate ad alta risoluzione e di un'apposita applicazione GIS utilizzando il programma *ArcGis 9.2 ESRI*. Con la medesima applicazione è stato possibile suddividere il perimetro di costa analizzato

in base ai seguenti fattori: accessibilità (facilmente accessibile, semi accessibile, difficilmente accessibile) esposizione (superfici esposte al maestrale e superfici riparate) e inclinazione (pareti verticali e non). Nell'estate del 2010, al fine di studiare la variabilità spaziale della comunità intertidale, sono state eseguite un totale di 40 repliche (grattaggio quadrati 20×20 cm) in 4 diversi siti.

**Risultati** - Il perimetro totale della costa considerata corrisponde a 8114 m. Complessivamente, sono stati osservati 196 esemplari di *P. ferruginea* che corrispondono ad una densità pari a 0,02 individui per metro lineare (ind./m). La densità risulta significativamente maggiore nei siti difficilmente raggiungibili e nelle zone esposte al Maestrale; la distribuzione di *P. ferruginea* risulta invece omogenea in relazione all'inclinazione della costa. La struttura di popolazione ha una distribuzione unimodale con un picco corrispondente alla classe di taglia di 50-59 mm. Gli individui giovanili sono scarsi (<30 mm) e mancano totalmente femmine di grosse dimensioni (>80 mm). L'analisi dei campioni e dei dati relativi alla caratterizzazione della comunità intertidale, tutt'ora in corso, sembrerebbe rivelare una notevole ricchezza in specie (60 circa) ed una dominanza della componente macroalgale (41 specie).

**Conclusioni** - Questi risultati mostrano una popolazione in forte contrazione e suggeriscono come lo sfruttamento illegale da parte dell'uomo possa esserne la causa principale, nonostante l'area indagata sia una delle due zone a tutela integrale dell'Area Marina. Infatti la pesca illegale, comportando il prelievo selettivo delle femmine e quindi un drastico sbilanciamento della *sex ratio*, risulta una delle principali cause di vulnerabilità delle popolazioni di *P. ferruginea*. Risulta quindi di estrema urgenza l'adozione di adeguate misure di protezione che prevedano soprattutto l'aumento della frequenza e della efficacia dei controlli. Infine, i risultati ottenuti forniscono la base di conoscenze necessaria per la pianificazione delle attività volte all'incremento della popolazione di *P. ferruginea* nell'AMP e costituiscono il punto di partenza per ulteriori approfondimenti sulla biologia e l'ecologia della specie.

#### Bibliografia

- CASU M., CASU D., LAI T., COSSU P., CURINI-GALLETTI M. (2006) - Inter-simple sequence repeat markers reveal strong genetic differentiation among populations of the endangered mollusc *Patella ferruginea* (Gastropoda: Patellidae) from two Sardinian marine protected areas. *Mar. Biol.*, **149** (5): 1163-1174.
- ESPINOSA F., GUERRA-GARCÍA J.M., FA D., GARCÍA-GÓMEZ J.C. (2006) - Aspects of reproduction and their implications for the conservation of the endangered limpet *Patella ferruginea*. *Invert. Reprod. Develop.*, **49** (1-2): 85-92.



G.L. DEDOLA, F. SCARPA, T. LAI, L. MURA\*, D. SANNA, P. COSSU, B. CRISTO,  
M. CURINI-GALLETTI, M. CASU

Dip. di Zoologia e Genetica Evoluzionistica, Università di Sassari, Via F. Muroni, 25 - 07100 Sassari, Italia.  
dedola@yahoo.it

\*Agris Sardegna, Località Bonassai, Olmedo (SS), Italia.

## STANDARDIZATION OF INTER SIMPLE SEQUENCE REPEAT TECHNIQUE TO ESTIMATE GENETIC VARIABILITY OF *RUDITAPES DECUSSATUS*

### STANDARDIZZAZIONE DELLA TECNICA INTER SIMPLE SEQUENCE REPEAT PER STUDIARE LA VARIABILITÀ GENETICA DI *RUDITAPES DECUSSATUS*

**Abstract** - *Ruditapes decussatus* (L., 1758) is a bivalve autochthonous of the Mediterranean. We focused on the possible use of the ISSR technique to investigate its genetic variability. We tested four primers on 15 specimens from three northern Sardinian sites. We evidenced that i) ISSRs can detect satisfactory levels of genetic variability and ii) produce replicable and easily scorable results.

**Key-words:** brackish-water molluscs, population genetics, resource conservation.

**Introduction** - Nowadays, although with a reduced biological impact when compared to Eritrean invasion, encroachment of alien species involved in both sea transports and mariculture activities in the Mediterranean has a negative influence on native species from harbors and brackish-waters. Among them the carpet shell clam, *Ruditapes decussatus* (L., 1758) is a bivalve autochthonous in the Mediterranean, which could be one of the next victims of the above described 'modern invasions'. In the last two decades, its ecological niche was occupied by the congeneric, allochthonous *R. philippinarum*, which is endemic of Indo-Pacific region. Furthermore, the possible genetic impact of the introduced species *R. philippinarum* on the native *R. decussatus* through hybridization and introgression is an issue that needs to be considered (Hurtado *et al.*, 2011). The aim of this pilot study was to evaluate the possibility to use the nuclear ISSR markers (Inter Simple Sequence Repeat) in order to acquire new insights on the genetic variability of populations of *R. decussatus*. ISSR technique is a fingerprinting method which produces highly reproducible bands and results with low statistical errors, leading to multilocus and highly polymorphic banding patterns without prior DNA sequences knowledge (Zietckiewicz *et al.*, 1994). In the last years, ISSRs have proved to be an effective tool to gain helpful genetic information from natural populations (Casu *et al.*, 2009 and references therein), able to provide important insights on population structure and gene flow. This method shows high levels of resolution especially when combined with recently introduced powerful statistical approaches, such as Bayesian statistics (Vekemans, 2002). The choice of using ISSR lies on the avoidance of i) problems related to the mtDNA doubly uniparental inheritance (DUI), and ii) the expensive, time-consuming microsatellite isolation.

**Materials and methods** - We analyzed 15 specimens from the North-East of Sardinia, five from Santa Teresa di Gallura – Porto Pozzo (RDPP), five from Olbia (RDOM) and five from San Teodoro – Punta Aldia (RDST). Small portions of adductor muscle were used to collect DNA. Total DNA was extracted and amplified according to Casu *et al.* (2005). We tested four primers (see Tab. 1): two anchored at 3' (UBC811 and SAS3, T<sub>a</sub> 51 °C), and two anchored at 5' (+GACA and +CA,

$T_a$  56 °C). For each primer, negative controls and replicates were included in the amplifications in order to both check the occurrence of PCR artifacts, and verify the repeatability of results. The PCR products were analyzed by electrophoresis on a 2% agarose gel stained with EtBr in 1× SBA (Sodium Boric Acid) buffer. Gels were run at 90 V for 110 minutes. One hundred base pair ladders were run for size band reference with each primer. We assumed that each ISSR fragment (those constantly detected after three different PCRs) represents a different locus.

**Results and conclusions** - Overall primers, we found clearly reproducible banding patterns that yielded a total of 24 bands, nine of which in +GACA, five in +CA, five in UBC811, and five in SAS3. Their size ranged from 300 to 900 *bp* (base pair) for the primer +GACA, from 350 to 900 for the primer +CA, from 300 to 1100 for the primer SAS3 and from 300 to 800 for the primer UBC811 (Tab. 1). Overall populations, we detect 19 fragments in RDPP, 15 in RDOM, and 11 in RDST, which were all polymorphic. Results obtained demonstrate that ISSRs can be successfully used to carry out future studies on population genetics of *R. decussatus*, with a considerable spare of time and costs thus excluding troubles involved in the occurrence of DUI in the mitochondrial DNA of this species (Passamonti and Scali, 2001).

Tab. 1 - Primer names and primer sequences, annealing temperature ( $T_a$ ), range of molecular weight in base pairs (*bp*) and number of bands per primer.

Nome dei primer, sequenze dei primer, temperature di annealing ( $T_a$ ), intervallo del peso molecolare in paia di basi (*bp*) e numero di bande per primer.

Primer	Sequence (5'-3')	$T_a$ (°C)	Size range of bands ( <i>bp</i> )	# of bands
SAS3	GAGGAGGAGGAGGC	51	300-1100	5
UBC811	GAGAGAGAGAGAGAC	51	300-800	5
+GACA	WBGACAGACAGACAGACA	56	300-900	9
+CA	RYCACACACACACACA	56	350-900	5

## References

- CASU M., LAI T., CURINI GALLETTI M., RUIU A., PAIS A. (2009) - Identification of Mediterranean *Diplodus* spp. and *Dentex dentex* (Sparidae) by means of DNA Inter-Simple Sequence Repeat (ISSR) markers. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, **368**: 147-152.
- CASU M., MALTAGLIATI F., COSSU P., LAI T., CURINI GALLETTI M., CASTELLI A., COMMITO J.A. (2005) - Fine-grained spatial genetic structure in the bivalve *Gemma gemma* from Maine and Virginia (USA), as revealed by Inter-Simple Sequence Repeat markers. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, **325** (1): 46-54.
- HURTADO N.S., PÉREZ-GARCÍA C., MORÁN P., PASANTES J.J. (2011) - Genetic and cytological evidence of hybridization between native *Ruditapes decussatus* and introduced *Ruditapes philippinarum* (Mollusca, Bivalvia, Veneridae) in NW Spain. *Aquaculture*, **311**: 123-128.
- PASSAMONTI M., SCALI V. (2001) - Gender-associated mitochondrial DNA heteroplasmy in the venerid clam *Tapes philippinarum* (Mollusca Bivalvia). *Curr. Genet.*, **39**: 117-124.
- VEKEMANS X. (2002) - AFLP-SURV version 1.0, <http://www.ulb.ac.be/sciences/lagev/aflp-surv.html>. Laboratoire de Génétique et Ecologie Végétale, Université Libre de Bruxelles, Belgium.
- ZIETCKIEWICZ E., RAFALSKY A., LABUDA D. (1994) - Genome Fingerprinting by Simple Sequence Repeat (SSR)-Anchored Polymerase Chain Reaction Amplification. *Genomics*, **20**: 176-183.

L. DE MARCHI<sup>1,2</sup>, M. MORETTO<sup>1,2</sup>, D. SAVINI<sup>1,2</sup>, C. LOMBARDI<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup>Dip. di Scienze della Terra e dell'Ambiente, Università di Pavia, Via S. Epifanio, 14 - 27100 Pavia, Italia.  
lucifer\_88@hotmail.it

<sup>2</sup>Associazione FOR-MARE O.N.L.U.S.

<sup>3</sup>Unità Tecnica Ambiente Marino e Sviluppo Sostenibile, ENEA.

## I BIOCOSTRUTTORI DELL'INFRALITORALE SUPERIORE DELL'ISOLA DI LINOSA (AMP ISOLE PELAGIE, SICILIA) E DELL'AMP CINQUE TERRE (LIGURIA)

### *BIOCONSTRUCTORS OF THE SUPERIOR INFRALITTORAL FRINGE OF LINOSA ISLAND (ISOLE PELAGIE, SICILY) AND CINQUE TERRE MPAs (LIGURIA)*

**Abstract** - *A study on bioconstructors of the infralittoral fringe of Linosa Island (Isole Pelagie MPA, Sicily) and Cinque Terre MPA (Ligurian Sea) was performed in June 2010 by visual census snorkelling techniques, during the summer stages conducted by the For-Mare Association. Differences in taxa composition were estimated and the dominant taxa detected. Our results confirmed that coralline algae, particularly species belonging to Corallina genus, are the dominant categories of bioconstructors in the first meter of depth in both areas.*

**Key-words:** *bioconstructors, infralittoral fringe, MPAs, coralline algae.*

**Introduzione** - I biocostruttori sono organismi del benthos marino costiero, animali e vegetali, che hanno la capacità di costruire strutture biogeniche attraverso l'aggregazione e l'accumulo nel loro scheletro di carbonato di calcio (Laborel, 1987). Queste strutture creano habitat ideali per la vita di numerosi organismi contribuendo al mantenimento della biodiversità del Mediterraneo; inoltre essendo ricche di CaCO<sub>3</sub> svolgono un ruolo chiave nel ciclo del carbonio. Ampiamente distribuiti e soggetti all'azione di diversi fattori abiotici, i biocostruttori sono ottimi 'bioindicatori' in grado di dare risposte morfologiche specifiche che permettono di caratterizzare un ecosistema (Blandin, 1986). Monitorare la loro distribuzione e le loro alterazioni, in particolare in aree soggette a tutela ambientale, con progetti di monitoraggio a medio e lungo termine, costituisce un importante strumento per la valutazione delle modifiche in atto negli ecosistemi marini del Mediterraneo. Scopo del presente studio è l'individuazione dei principali gruppi di biocostruttori dell'infralitorale superiore dell'Isola di Linosa (AMP Isole Pelagie, AG) e dell'AMP Cinque Terre (SP) e la caratterizzazione dei taxa dominanti in ciascuna delle AMP investigate.

**Materiali e metodi** - Nel giugno 2010 in entrambe le AMP è stata indagata distribuzione e abbondanza dei biocostruttori dell'infralitorale superiore (primo metro di profondità) rispettivamente in tre siti nell'Isola di Linosa: 1) Baia dei Faraglioni, 2) Cala Pozzolana, 3) Mannarazza e nell'AMP Cinque Terre: 1) Capo Montenero, 2) Monterosso, 3) Manarola. In ciascun sito, nella frangia infralitorale in corrispondenza dello '0 biologico', sono stati realizzati cinque transetti di 10 metri di lunghezza. Per ogni transetto sono stati replicati in modo casuale cinque quadrati (50×50 cm, divisi in 25 sub quadrati) e in ogni sub quadrato (10×10 cm) è stata osservata la presenza/assenza del biocostruttore dominante. I biocostruttori sono stati divisi in 6 ampie categorie per facilitarne il riconoscimento: (A) alghe corallinacee incrostanti; (C) *Corallina* sp.; (M) molluschi; (B) briozoi; (Ci) cirripedi; (Ms) madreporari. Le differenze di ricoprimento delle diverse categorie di biocostruttori nelle due AMP sono state valutate utilizzando il software PRIMER (Clarke e Warwick, 1994).

**Risultati** - A Linosa, nella fascia batimetrica considerata, in tutti e tre i siti di campionamento non sono stati rilevati cirripedi e briozoi. Le alghe corallinacee incrostanti (min-max percentuale di ricoprimento=4,2-39,7%) e il genere *Corallina* (10,2-43,4%) sono risultate le categorie più abbondanti. Le percentuali maggiori di molluschi (40-50%) sono state osservate a Cala Pozzolana, mentre i madreporari sono stati rinvenuti solo nel sito dei Faraglioni (43,2-57,5%). Nell'AMP Cinque Terre i madreporari sono risultati assenti in tutti i siti investigati; le alghe corallinacee incrostanti e *Corallina* sp. Sono stati rinvenuti in tutti i siti con valori di ricoprimento variabili e paragonabili a quanto osservato alle Cinque Terre (A=11,3-52,2%; C=12,4-36,3%). I cirripedi erano presenti con elevate percentuali (56,3%) solo nel sito di Monterosso. I briozoi sono stati rinvenuti in basse percentuali, solo nella località di Manarola (2,3-5,4%). Il grafico MDS mostra una significativa separazione delle due AMP in relazione alle categorie di biocostruttori considerate (stress<0,2). L'analisi delle similarità (ANOSIM: R=0,73; p<0,05) conferma tali differenze. L'assenza di cirripedi a Linosa spiega da sola circa il 25% delle differenze osservate.

**Conclusioni** - Il presente lavoro ha messo in evidenza l'esistenza di differenze nella distribuzione dei biocostruttori che vivono nel primo metro di profondità delle due AMP oggetto di studio. Le categorie dominanti sono, per entrambe le AMP, le alghe corallinacee incrostanti e le alghe appartenenti al genere *Corallina* sp. Si conferma quindi la loro importanza come biocostruttori in Mediterraneo, soprattutto nella fascia infralitorale superiore (Relini, 2009). La presenza di madreporari (*Astroides calycularis*) in soli due siti dell'Isola di Linosa, dove l'esposizione al moto ondoso è più debole, conferma la preferenza di questa specie per acque a basso idrodinamismo (Zibrowius, 1978). Ulteriori studi ripetuti nel tempo, mirati alla comprensione dell'influenza dei fattori abiotici (luce, temperatura, pH) sulla crescita e lo sviluppo di questi organismi in acque di superficie, permetteranno di seguirne le variazioni in relazione ai cambiamenti climatici in atto.

### Bibliografia

- BLANDIN P. (1986) - Bioindicateurs et diagnostic des systèmes écologiques. *Bull. Ecol.*, 17: 215-317.
- CLARKE K.R., WARWICK R.M. (1994) - *Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation*. Plymouth Marine Laboratory: 144 pp.
- LABOREL J. (1987) - Marine biogenic construction in the Mediterranean. *Sci. Rep. Port-Cros. natl.*, 13: 97-126.
- PÈRÈS J.M., PICARD J. (1964) - Nouveau manuel de bionomie benthique de la Mer Méditerranée. *Rec. Trav. St. Mar. Endoume*, 31 (47): 1-137.
- RELINI G. (2009) - Introduzione al coralligeno. In: Relini G. (ed), *Biocostruzioni Marine. Elementi di architettura naturale*. Museo Friulano di Storia Naturale, Udine: 7-13.
- ZIBROWIUS H. (1978) - Les scleractiniaires des grottes sous-marines en Méditerranée et dans l'Atlantique nord-oriental (Portugal, Madère, Canaries, Açores). *Mar. Ecol.*, 40: 516-545.

G.A. FENZI<sup>1</sup>, P. MAGNI<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Consiglio Nazionale delle Ricerche, Istituto per l'Ambiente Marino Costiero (CNR-IAMC),  
Località Sa Mardini, Torregrande - 09170 Oristano, Italia.

<sup>2</sup>CNR-ISMAR, Venezia, Italia.  
paolo.magni@cnr.it

## POPOLAMENTI MACROBENTONICI: IL RUOLO DELLA BIODIVERSITÀ FUNZIONALE QUALE INDICATORE DELLO STATO ECOLOGICO DI UN AMBIENTE LAGUNARE (MEDITERRANEO OCCIDENTALE, SARDEGNA)

### *MACROBENTHIC ASSEMBLAGES: THE ROLE OF FUNCTIONAL BIODIVERSITY AS AN INDICATOR OF THE ECOLOGICAL STATUS OF A COASTAL LAGOON (SARDINIA, WESTERN MEDITERRANEAN)*

**Abstract** - Three areas in the Mistras Lagoon (Sardinia, western Mediterranean) showed differences in the spatial and temporal distribution of macrobenthic assemblages both in terms of abundances and functional groups. This is probably due to differences among areas in the degree of confinement and substrate type.

**Key-words:** macrozoobenthos, sediment, functional group, ecological status, Mistras Lagoon.

**Introduzione** - Lo studio della biodiversità delle comunità bentoniche ha sempre avuto un ruolo importante nella comprensione della stabilità e delle dinamiche di un ecosistema acquatico. Nello specifico, la biodiversità di una comunità è influenzata sia da fattori estrinseci (ambientali: sedimenti, parametri abiotici, sostanza organica, inquinanti) che da fattori intrinseci (biologici: competizione, predazione, mutualismo), capaci di modificare i processi ecologici (produttività, dinamica e stabilità) e dunque lo stato ecologico dell'ecosistema (Loreau *et al.*, 2001). L'indagine sullo stato ecologico di un ambiente può essere affrontata seguendo due diversi approcci: il primo considera la diversità controllata dalla produttività e da fattori di disturbo ambientale, dove le specie dominanti determinano la funzionalità dell'ecosistema (Loreau *et al.*, 2002); il secondo considera la diversità influenzata sia dalla struttura della comunità che dal ruolo svolto dalle specie (Loreau *et al.*, 2002) distinte in gruppi funzionali (predatori, erbivori, etc.). Lo scopo del presente studio è di indagare lo stato ecologico della Laguna di Mistras (Sardegna centro occidentale) considerando la distribuzione spatio-temporale dei popolamenti macrozoobentonici sia in termini di struttura di comunità che di gruppi funzionali.

**Materiali e metodi** - Sulla colonna d'acqua sono state effettuate misure quindicinali e in continuo (24-h) di temperatura, salinità e ossigeno disciolto. Per il comparto bentonico tre diverse aree (Non-Vegetato-NV, *Cymodocea nodosa*-Cym e Detrito/Macrofite-DM) sono state campionate due volte per stagione in Primavera e Autunno 2010. In ogni area sono state prese 12 repliche per un totale di 36 campioni per data, per le seguenti analisi: sedimenti (sostanza organica, carbonati, granulometria); macrozoobenthos e flora (classificazione tassonomica, abbondanza, biomassa).

**Risultati** - Nella colonna d'acqua si sono registrate forti variazioni di temperatura, salinità e ossigeno disciolto sia stagionali sia giornaliere. Riguardo alle misure in continuo (24-h), si presenta la variazione dell'ossigeno disciolto in Agosto e Novembre

come esempio (Fig. 1). Si nota in Agosto una riduzione dell'ossigeno fino a valori prossimi all'ipossia.

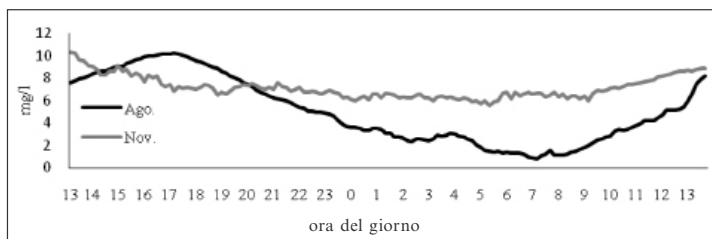


Fig. 1 - Misure in continuo (24-h): valori di ossigeno disciolto in Agosto e Novembre 2010.

*Daily change in dissolved oxygen concentration in August and November 2010.*

I campioni di macrozoobenthos riferiti ai due campionamenti primaverili (Aprile e Maggio) sono stati inizialmente smistati e classificati a livello di Famiglia e gruppo funzionale. L'abbondanza totale è risultata di 5488 ind. (Aprile: 3073 ind., Maggio: 2563 ind.) distribuiti rispettivamente in 7 Classi e 37 Famiglie. L'area NV risulta quella con il maggior numero di individui (2862 ind.), 9 Famiglie e 3 gruppi funzionali (Filtratori-Detritivori>Detritivori>Detritivori-Erbivori). Nell'area Cym sono stati trovati 1708 ind., appartenenti a 27 Famiglie e 5 gruppi funzionali (Detritivori-Erbivori >Filtratori> Erbivori>Detritivori>Filtratori-Detritivori). In fine, nell'area DM sono stati contati 1038 ind., appartenenti a 29 Famiglie e 5 gruppi funzionali (Filtratori>Detritivori-Erbivori>Filtratori-Detritivori>Erbivori>Detritivori).

**Conclusioni** - I risultati parziali della macrofauna bentonica (valori totali di abbondanza, numero di Famiglie e numero di gruppi funzionali) indicano una comunità ben strutturata, se confrontata con altri ambienti di transizione della Sardegna centro occidentale (Magni *et al.*, 2004). Si osserva una variazione temporale delle abbondanze tra il mese di Aprile e quello di Maggio all'interno di ciascuna area. Ciò potrebbe essere giustificato dall'aumento dello stress ambientale, come indicato dalla variabilità dei dati idrologici (es. ossigeno). Inoltre, si può notare una chiara variabilità spaziale tra le diverse aree, probabilmente in relazione a un diverso grado di confinamento ed alla natura del sedimento. Infatti l'area NV, la più confinata e con un sedimento non vegetato, presenta la comunità meno strutturata (9 Famiglie, 3 gruppi funzionali) dominata da animali filtratori-detritivori. Nell'area Cym, meno confinata e dominata dalla *Cymodocea nodosa*, si ha una struttura della comunità più complessa (27 Famiglie e 5 gruppi funzionali), dominata da animali Detritivori-Erbivori. Infine l'area DM, più vicina al mare e dominata sia da macroalghe che dalla *C. nodosa*, presenta anch'essa una comunità ben strutturata ma con un minor numero di individui ed un maggior numero di Famiglie, dove sono dominanti animali Filtratori.

#### Bibliografia

- LOREAU M., NAEEM S., INCHAUSTI P. (2002) - *Biodiversity and Ecosystem Functioning*. Oxford: 294 pp.
- LOREAU M., NAEEM S., INCHAUSTI P., BENGTTSSON J., GRIME J.P., HECTOR A., HOOPER D.U., HUSTON M.A., RAFFAELLI D. (2001) - Biodiversity and ecosystem functioning: current knowledge and future challenges. *Science*, **294**: 804-808.
- MAGNI P., MICHELETTI S., CASU D., FLORIS A., DE FALCO G., CASTELLI A. (2004) - Macrofaunal community structure and distribution in a muddy coastal lagoon. *Chemistry and Ecology*, **20** (S1): S397-S409.

M.C. GAMBI, L. DONNARUMMA, C. LOMBARDI\*, S. COCITO\*

Laboratorio di Ecologia Funzionale ed Evolutiva, Stazione Zoologica Anton Dohrn, Napoli, Italia.  
gambimc@szn.it

\*ENEA Centro Ricerche Ambiente Marino, La Spezia, Italia.

## *POSIDONIA OCEANICA* MIMICS AS AN EXPERIMENTAL TOOL TO STUDY COLONIZATION OF SEAGRASS EPIPHYTES. AN EXAMPLE ALONG A GRADIENT OF WATER ACIDIFICATION

### *FASCI ARTIFICIALI DI POSIDONIA OCEANICA PER LO STUDIO DELLA COLONIZZAZIONE DEGLI EPIFITI. UN ESEMPIO LUNGO UN GRADIENTE DI ACIDIFICAZIONE DELLE ACQUE*

**Abstract** - *Mimics of Posidonia oceanica shoots are here described for the experimental study of epiphyte colonization in this plant. The mimic rhizome consists of a hollow cylinder made of earthenware (3 cm diameter × 13 cm length) and for the leaves, 4 stripes of flexible PVC (1 cm × 36 cm) of a dark green color and attached to a hooked iron stake. Preliminary results on epiphyte colonization in Posidonia meadows along a gradient of water acidification, confirm that mimics well reproduce the microclimatic conditions of the Posidonia shoots, with leaves showing a reduced diversity and higher patchiness than rhizome mimics, as observed in natural Posidonia shoots.*

**Key-words:** *Posidonia oceanica, epiphytes, mimics, CO<sub>2</sub> vents, water acidification, Tyrrhenian Sea.*

**Introduction** - The epiphytes exert a central role in seagrass ecosystems for the functioning of their complex food web, involving many associated motile invertebrates and fish. Artificial structures to mimic seagrass morphology and architecture have scarcely been used in the Mediterranean Sea, and the few studies available refer to mimicking seagrass leaves to study diatom and foraminifer colonization (Mazzella *et al.*, 1981; Ribes *et al.*, 2000). Artificial structures can be useful to study and tease apart the so called “specificity” of epiphytes for their host seagrass species, respect to different, inert substrates (Mazzella *et al.*, 1981). Mimics can also be a useful tool to study colonization and species interaction in time, as in the extensively used fouling panels, as well as to reduce the impact of shoot sampling on seagrass meadows. Artificial structures to mimic both the rhizome and the leaf morphology of *Posidonia oceanica* shoots are presented here as an experimental, and low impact tool to study colonization pattern of epiphytes in this seagrass species.

**Materials and methods** - Mimics of the rhizomes consist of hollow cylinders made of earthenware with a rough and finely grooved surface, to reproduce the roughness characterizing the natural rhizomes. Length of cylinders, set according to the rhizome mean height from literature data, was 13 cm, with a diameter of approx. 3 cm. A plastic label was tied on the cylinder’ rim (Fig. 1). Mimics of the *Posidonia* leaves were made with non toxic, dark green flexible PVC (IDROEVA ©, Pati s.p.a.); the material was cut in stripes 1 cm wide and 36 cm long. Four stripes (artificial leaves) were attached together with plastic straps to a hooked iron stake. The stakes with artificial leaves were then inserted in the hollow of the cylinder and fixed on the bottoms among *Posidonia* natural rhizomes, with low-impact for the system. The experiments were conducted in *Posidonia oceanica* meadows (2-3 m depth) around the Castello Aragonese (Island of Ischia, Italy) characterized by natural volcanic CO<sub>2</sub> vents which originate a gradient in pH values and water acidification (Hall-Spencer *et al.*, 2008). Four *Posidonia* rhizome mimics and 6 artificial leaves were collected in 6 stations along the gradient (3 on the north and 3 on the south side of the Castello), at 3-month intervals. The % cover and abundance of organisms were calculated

with the image analysing program Vidana 1.1. Here we present results of the first 3 months exposure (September-December 2009) on the south side of the study area.



Fig. 1 - A mimic of a *Posidonia oceanica* shoot used in this study.

*Fascio di Posidonia oceanica artificiale utilizzato in questo studio.*

**Results and conclusions** - Artificial leaves, after 3 month exposure, were colonized almost exclusively by coralline algae (*Hydrolithon/Pneophyllum* spp., *Titanoderma* sp.), which strongly decreased in % cover under low pH conditions (from a mean of 18.7% in normal mean pH 8.12, to 0% at a mean pH 7.31), and filamentous green/brown algae, which on the contrary increased in low pH conditions (from 2.6% in normal to 87.4% in acidified conditions), and all leaves here showed clear signs of grazing by mollusks. Very few spirobids, hydroids and bryozoans (e.g., *Lichenopora* sp.) were also found on leaves. Mimics of *Posidonia* rhizomes hosted a higher variety and higher cover/abundance of organisms respect to the artificial leaves, mainly in the normal pH station. Coralline algae showed again a clear decrease in cover from normal (mean cover 31.7%) to acidified conditions (0%), while the green/brown filamentous algae increased from a mean 8.2% (normal) to 13.5% (acidified). The calcified serpulids (mean range 13-6.7 individuals  $\times$  mimic) and spirobids (mean range 257-92 ind.  $\times$  mimic) were present only under normal and mid pH conditions, as well as barnacles (*Balanus* spp., range 14.5-4.7 ind.  $\times$  mimic), and at least 5 different species of bryozoans. These preliminary results confirm that mimics are reliable in reproducing the microclimatic conditions of the *Posidonia* shoots, with leaves showing a reduced diversity and higher patchiness than rhizome mimics, as observed in natural *Posidonia* shoots. They also are reliable to reproduce the pattern of epiphyte colonization along the pH gradient, since the pattern occurring in our artificial leaves is consistent with that observed in natural *Posidonia* leaves in a previous study on the south side of the same area (Martin *et al.*, 2008).

## References

- HALL-SPENCER J.M., RODOLFO-METALPA R., MARTIN S., RANSOME E., FINE M., TURNER S.M., ROWLEY S.J., TEDESCO D., BUIA M.C. (2008) - Volcanic carbon dioxide vents show ecosystem effects of ocean acidification. *Nature*, **454**: 96-99.
- MARTIN S., RODOLFO-METALPA R., RANSOME E., ROWLEY S., BUIA M.C., GATTUSO J-P., HALL-SPENCER J.M. (2008) - Effects of naturally acidified seawater on seagrass calcareous epibionts. *Biol. Lett.*, **4** (6): 689-692.
- MAZZELLA L., CINELLI F., OTT J., KLEPAL W. (1981) - Studi sperimentali *in situ* sull'epifitismo della *Posidonia oceanica* (L.) Delile. *Quad. Lab. Tecnol. Pesca, Ancona*, **3** (Suppl. 1): 481-492.
- RIBES T., SALVADO H., ROMERO J., DEL PILAR GRACIA M. (2000) - Foraminiferal colonization on artificial seagrass leaves. *The J. Foram. Res.*, **30** (3): 192-201.



S. GREMO, M. BONTÀ, F. BELCI, D. PESSANI

Dip. di Biologia Animale e dell'Uomo, Lab. di Biologia Marina, Univ. di Torino,  
Via Accademia Albertina, 13 - 10123 Torino, Italia.  
fabio.belci@unito.it

## INDAGINE PRELIMINARE SULLE VARIAZIONI NICTEMERALI NELLE COMUNITÀ MALACOLOGICHE DI DUE PRATERIE DI *POSIDONIA OCEANICA*

### PRELIMINARY INVESTIGATION OF NICTEMERAL CHANGES IN MALACOLOGICAL ASSOCIATIONS IN TWO *POSIDONIA OCEANICA* BEDS

**Abstract** - This work aims to increase knowledge in the study of malacofauna diel variations, depth and seasonal gradient into *P. oceanica* ecosystem. We present here preliminary results of shallow zone of two beds with opposite exposition located in Capo Enfolà, Elba Island. Structural and similarity analysis give back that the species characterizing diurnal and nocturnal assemblages are different. These results are similar to those obtained in the mid '80s in the same ecosystem. Hence the study will go on to investigate how these changes are influenced by the depth and seasons during a year of samplings.

**Key-words:** gastropods, *Bittium latreillii*, core stock, *Posidonia oceanica*, nictemeral migrations.

**Introduzione** - Tra le comunità animali associate alla prateria di *Posidonia oceanica*, i Molluschi costituiscono il popolamento macrofaunistico più diversificato e specializzato. Nell'ambito di un progetto più ampio volto ad indagare le variazioni spazio temporali, lungo il gradiente batimetrico e tra diverse stagioni e fasi della giornata, della componente animale vagile relativa al *canopy* fogliare, questo lavoro si propone di fornire i dati preliminari relativi alle variazioni nictemerali (Russo *et al.*, 1984) della comunità malacologica della fascia superficiale di due praterie di Capo Enfolà, Isola d'Elba, nel mese di settembre.

**Materiali e metodi** - Il campionamento, eseguito con la tecnica del retino manovrato a mano (Russo *et al.*, 1984), è stato realizzato, nel mese di settembre 2008 nella fascia superficiale (-5, -6 m) delle praterie di *P. oceanica* antistanti i due versanti opposti di Capo Enfolà (Isola d'Elba). Le caratteristiche strutturali delle comunità sono state analizzate attraverso l'andamento della diversità specifica e la costruzione dei modelli in base al coefficiente di similarità di Bray-Curtis, ed in particolare analizzate con la SIMilarity PERcentage analysis (SIMPER), ANALYSIS Of SIMilarity (ANOSIM), Cluster analysis e non parametric Multi Dimensional Scaling (n-MDS) (Warwick e Clarke, 1991). I dati dei campioni sono stati raccolti in un'unica matrice (27 specie × 16 campioni), sottoposta ad una riduzione di rango, con esclusione dei *singletons* (8) e delle specie con abbondanza <1%, per la riduzione del cosiddetto "rumore di fondo" (Gambi *et al.*, 1982).

**Risultati** - Sono stati determinati 6.899 esemplari appartenenti a 35 specie di Gasteropodi, di cui 24 rinvenute nella prateria settentrionale (1888 individui) e 31 in quella meridionale (5011 individui), con evidente disparità nel numero di specie presenti e soprattutto di individui campionati nei due siti. Il *core stock* specifico (Russo *et al.*, 1991) di entrambe le praterie, è composto da 11 specie: *Bittium latreillii*, *Alvania lineata*, *Rissoa auriscalpium*, *R. guerinii*, *R. variabilis*, *R. ventricosa*, *R. violacea*, *Jujubinus exasperatus*, *Ocinebrina aciculata*, *Tricolia pullus* e *T. speciosa*. Dall'analisi emerge inoltre che considerando il sito di campionamento, *B. latreillii*, *R. auriscalpium* e *T. pullus* sono le specie che contribuiscono maggiormente a

caratterizzare le comunità di entrambi i siti. Al contrario, il risultato della SIMPER analysis restituisce che le specie che contribuiscono maggiormente a caratterizzare i campioni diurni sono *B. latreillii* e *R. auriscalpium*, mentre quelli notturni sono caratterizzati, nell'ordine, da *R. auriscalpium*, *T. pullus* e *B. latreillii*. Una prima e più significativa separazione tra i campioni, attraverso CLUSTER analysis e n-MDS plot, può essere quindi individuata in base alla fase di campionamento: i campioni notturni delle praterie sono nettamente separati tra loro. I campioni diurni sono meno dissimili tra loro (similarità del 43% circa), ed in particolare quelli della prateria meridionale sono meno simili rispetto a quella settentrionale.

**Conclusioni** - Considerando il livello preliminare dello studio dei popolamenti delle due località, una prima importante considerazione può essere fatta analizzando le differenze tra i *core stocks* specifici delle due praterie, dalla quale emerge come *B. latreillii* sia la specie maggiormente abbondante: più del 50% di dominanza quantitativa in entrambi i siti, e le famiglie dominanti siano, in media, Cerithidae e Rissoidae (Nurra, 2008; Bontà, 2010). In questa fase di studio il fattore che determina maggiormente la differenza tra i campioni è la fase di prelievo, mentre il fattore località non è così discriminante come sarebbe plausibile aspettarsi. Per il fenomeno delle migrazioni nictemerali vengono confermati i risultati ottenuti da Ledoyer (1962) e da Russo *et al.* (1984): sia la ricchezza specifica, sia l'abbondanza risultarono maggiori nei campioni notturni. Con i dati in nostro possesso, a questo livello di studio, è possibile avere un'idea delle variazioni soltanto a scala parzialmente locale. Prima di riuscire a trattare i dati in modo significativo, visto l'esito delle analisi attuali, dovrebbero essere concluse le fasi di identificazione e trattamento matrici delle altre fasce batimetriche del medesimo periodo dell'anno. Quindi il passo successivo consisterà nell'estendere lo studio alle altre stagioni dell'anno, in modo da conferire alle successive analisi una dimensione temporale significativa nell'ottica di un'interpretazione fedele delle variazioni spazio-temporali osservate.

### Bibliografia

- BONTÀ M. (2010) - *Molluschi Gasteropodi di due spiagge dell'Isola d'Elba con diverso idrodinamismo*. Tesi di laurea in Scienze Biologiche. Università degli Studi di Torino: 34 pp.
- GAMBI M.C., FRESI E., GIANGRANDE A. (1982) - Descrittori efficaci di comunità bentoniche. *Naturalista Sicil.*, Serie IV, 6 (3) (Suppl.): 489-497.
- LEDOYER M. (1962) - Etude de la faune vagile des herbiers superficiels de Zosteracées et de quelques biotopes d'algues littorales. *Rec. Trav. St. Mar. Endoume*, 25 (39): 117-235.
- NURRA N. (2008) - *La comunità malacologica associata allo strato fogliare di Posidonia oceanica: analisi delle variazioni spazio-temporali in tre praterie (Mar Ligure e Mar Tirreno settentrionale)*. PhD thesis. Università degli Studi di Torino: 704 pp.
- RUSSO G.F., CHESSA L.A., VINCI D., FRESI E. (1991) - Molluscs of *Posidonia oceanica* beds in the bay of Porto Conte (North-Western Sardinia): zonation pattern, seasonal variability and geographical comparison. *Posidonia Newsletter*, 4 (1): 5-14.
- RUSSO G.F., FRESI E., VINCI D., CHESSA L.A. (1984) - Mollusk syntaxon of foliar stratum along a depth gradient in *Posidonia oceanica* (L.) Delile meadows: diel variability. *International Workshop on Posidonia oceanica beds*. In: Boudouresque C.F., Jeudy de Grissac A., Olivier J. (eds), *GIS Posidonie publ., Fr.*, 1: 303-310.
- WARWICK R.M., CLARKE K.R. (1991) - A comparison of some methods for analysing changes in benthic community structure. *Journal of the Marine Biological Association of U.K.*, 71: 225-244.

A. LODOLA<sup>1,2</sup>, D. SAVINI<sup>1,2</sup>, C. MAZZIOTTI<sup>3</sup>, A. OCCHIPINTI-AMBROGI<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Dipartimento di Scienze della Terra e dell'Ambiente, Univ. di Pavia,  
Via S. Epifanio, 14 - 27100 Pavia, Italia.

<sup>2</sup>Associazione FOR-MARE O.N.L.U.S.  
alice.lodola@unipv.it

<sup>3</sup>Arpa Emilia Romagna, Struttura Oceanografica Daphne.

FIRST RECORD OF *ANADARA TRANSVERSA* (SAY, 1822)  
(BIVALVIA: ARCIDAE) IN SARDINIAN WATERS (NW  
TYRRHENIAN SEA)

*PRIMA SEGNALAZIONE DI ANADARA TRANSVERSA* (SAY, 1822)  
(BIVALVIA: ARCIDAE) IN SARDEGNA  
(MAR TIRRENO NORD-OCCIDENTALE)

**Abstract** - *Anadara transversa* (Say, 1822) (Bivalvia: Arcidae) is an alien bivalve first reported in the Mediterranean Sea in the early 1970s in Turkey. Since then the species has been recorded in the Aegean Sea and in the Adriatic Sea where it became invasive along the northern coasts. Its finding in the Olbia harbour represents the first record of the species for the Sardinian waters and the westernmost spread of *A. transversa* within the Mediterranean Sea.

**Key-words:** alien species, secondary dispersal, *Anadara transversa*, Olbia harbour, Tyrrhenian Sea.

**Introduction** - *Anadara transversa* (Say, 1822), formerly *A. demiri* (Piani, 1981), was first recorded in the Mediterranean in 1972 in the Bay of Izmir (Turkey) as *Arca amygdalum* (Demir, 1977) and, twenty years later, in the Gulf of Thermaikos and the Bay of Thessaloniki (Aegean Sea) (Zenetos, 1994). In Italy, the species was first recorded in 2000 in the central Adriatic Sea (Morello & Solustri, 2001) and then it was reported as being abundant in the northern (Mizzan & Vianello, 2007) and in the southern Adriatic Sea (Morello *et al.*, 2004). It was also reported in the Gulf of Naples and in the northern Ionian Sea (Taranto seas) (Crocetta *et al.*, 2008). The finding of *A. transversa* in the Olbia harbour represents the westernmost location of *A. transversa* within the Mediterranean Sea and the first record of the species for the Sardinian waters.

**Materials and methods** - Two specimens of *A. transversa* have been found in samples collected in summer 2010 in the Olbia commercial harbour during a survey carried out with the aim of studying alien species in Italian Marine Protected Areas and nearby harbours. The biological sampling consisted in scraping the artificial hard substratum, represented by the concrete walls of docks, with a handled rigid net and collecting five replicates at the beginning and at the end of the summer season. Samples were preserved in 70% alcohol and identified at the species levels. The specimens of *A. transversa* were identified by comparison with those collected in the Adriatic Sea (Cesenatico and Porto Garibaldi) by our research group. For each specimen the antero-posterior length of shell (mm) and the height of shell at the umbo (mm) were measured using the Software Digital Microscope Suite 2.0 for image analyzer (accuracy 0.01 mm). Because the valves of *A. transversa* are not equal in size, shell measurements were carried out on the largest valve only (the left valve).

**Results** - The first specimen of *A. transversa* examined was 6.36×3.79 mm in size and was found in samples collected on 24 May 2010 along the "Molo Vecchio" of Olbia harbour (40°55'17.49"N 9°30'18.49"E). The second specimen was 7.41×4.63 mm in size and was found in the same sampling site on 30 September 2010. The

main features of the shell agree with those described by Albano *et al.* (2009): shell inequivalve (left valve overlaps right valve) and inequilateral, incurved beaks are approximately in the anterior third of the midline; valves outline is subtrapezoidal and elongated; the umbo is in the anterior third of the valve. The sculpture of the shell shows about 30 to 36 radial ribs, generally the same size of interspaces all over the valve. The external color is dull white, yellowish in particular in the posterior part of left valve; asymmetrical dark markings on the dorsal side may be present.

**Conclusions** - *Anadara transversa* (Say, 1822) has been thought to be of Indo-Pacific origin for a long time because it was first identified as *Arca amygdalum* (Demir, 1977) and then reclassified as *Anadara demiri* (Piani, 1981), a species native to the China Sea. Rinaldi (2006) was the first author to underline many similarities between *A. demiri* and *A. transversa*. Recent morphological and molecular analyses (Albano *et al.*, 2009) revealed that *A. demiri* is closely related to *A. transversa*, a common species of the eastern coasts of North America. *A. demiri* is hence considered a junior synonym of *A. transversa* and the origin of the Mediterranean population has to be searched in the southern range of this species (i.e. Florida, Gulf of Mexico). The spotty distribution of *A. transversa* within the Mediterranean suggests a “stepping stone” colonization by different vectors of introduction. In the case of Olbia harbour, the more likely vector is the transfer from the northern Adriatic as non target species within mussel clams, which are reared in the numerous farms placed near the harbour entrance. Also the intense shipping traffic of both fishing and commercial vessels between Olbia harbour and the mainland should be considered as a possible vector as ship fouling or as planktonic larvae in the ballast waters. *A. transversa* has been reported to be well adapted to harbour conditions and even to thrive in heavily contaminated areas or degraded benthic ecosystems (Zenetos, 1994). This record, although it consists of just two specimens, might represent the starting point for further spreading of *A. transversa* in the Western-Central Tyrrhenian Sea.

## References

- ALBANO P.G., RINALDI E., EVANGELISTI F., KUAN M., SABELLI B. (2009) - On the identity and origin of *Anadara demiri* (Bivalvia: Arcidae). *J. Mar. Biol. Assoc. UK*, **89** (6): 1289-1298.
- CROCETTA F., RENDA W., COLAMONACO C. (2008) - New distributional and ecological data of some marine alien molluscs along the southern Italian coasts. *JMBA - Mar. Biodiv. Rec.*, **2**. Published on-line.
- DEMIR M. (1977) - On the presence of *Arca (Scapharca) amygdalum* Philippi, 1847 (Mollusca: Bivalvia) in the harbour of Izmir, Turkey. *Istanbul Univ. Fen Fak. Mec.*, **B 42**: 197-202.
- MIZZAN L., VIANELLO C. (2007) - Biodiversità della Laguna di Venezia e della costa nord adriatica veneta - Segnalazioni 189 - *Anadara demiri* (Piani, 1981). *Boll. Mus. civ. St. nat. Venezia*, **58**: 319.
- MORELLO E., SOLUSTRI C. (2001) - First record of *Anadara demiri* (Piani, 1981) (Bivalvia: Arcidae) in Italian waters. *Boll. Malac.*, **37**: 231-234.
- MORELLO E.B., SOLUSTRI C., FROGLIA C. (2004) - The alien bivalve *Anadara demiri* (Arcidae): a new invader of the Adriatic Sea, Italy. *J. Mar. Biol. Assoc. UK*, **84**: 1057-1064.
- RINALDI E. (2006) - *Anadara (Scapharca) demiri* (Piani, 1981) o *Anadara (Scapharca) transversa* (Say, 1822) nelle acque del Mediterraneo? *Quad. Studi Nat. Romagna*, **22**: 75-78.
- ZENETOS A. (1994) - *Scapharca demiri* (Piani, 1981): first finding in the North Aegean Sea. *La Conchiglia*, **271**: 37-38.

R. MANCONI<sup>1</sup>, B. CADEDDU<sup>1,2</sup>, M. PANSINI<sup>2</sup>, R. PRONZATO<sup>2</sup>, F.D. LEDDA<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Dipartimento di Zoologia e Genetica Evoluzionistica, Università di Sassari,  
Via Muroni, 25 - 07100 Sassari, Italia.  
r.manconi@uniss.it

<sup>2</sup>DIP.TE.RIS., Università di Genova, Corso Europa, 26 - 16132 Genova, Italia.

## BIODIVERSITY OF SARDINIAN MARINE CAVES: SPONGE FAUNA

### *BIODIVERSITÀ DELLE GROTTA MARINE DELLA SARDEGNA: LA FAUNA A PORIFERI*

**Abstract** - This paper focuses on a faunistic study on sponges from three submerged caves of the Marine Protected Area of Capo Caccia-Isola Piana. Results contribute to the assessment of biodiversity of the scarcely known Sardinian Sea.

**Key-words:** sponges, biodiversity, marine caves, endemism, Mediterranean Sea.

**Introduction** - The cave-dwelling sponge fauna of Sardinia is scarcely known although the few existing data suggest a notable taxonomic richness for the north-western karstic area of the island. This paper focuses on a faunistic study on W-Sardinian sponges of some submerged marine caves in a Marine Protected Area (MPA) aiming to increase data that can fill gaps in knowledge and to provide an inventory at species level.

**Materials and methods** - Three submerged caves of the Capo Caccia-Isola Piana MPA, namely Galatea Cave, Falco Cave and Bisbe Cave were surveyed in June 2009. The Galatea cave is located in the Zone A of the MPA, while the other two caves are situated in the Zone B.

Sponge assemblages were sampled within each cave, by scraping from the substratum and photographs, along five sectors identified in relation to the cave morphology. Specimens for sponge identification were photographed *in vivo*, sorted according to the sampling site, preserved (dry and/or ethanol) and registered in a reference collection. A first examination for macroscopic morphology was carried out on each sample by stereomicroscope. Specimens were dissected to obtain representative fragments to be processed for the preparation of skeleton and spicule slides by standard methods. Morphological analysis of diagnostic traits was carried out by optical microscopy with transmitted light on 141 preparations and by image analysis of 182 *in vivo* photographs.

**Results** - The faunistic census in the three submerged karstic caves revealed the presence of a remarkably diverse sponge assemblage. In total 79 species were censused. The Galatea Cave harbours 47 species belonging to 36 genera and 26 families ascribed to 12 orders. Twelve species are Mediterranean endemics with a value of endemism of 25.5%. The Falco Cave harbours 37 species belonging to 28 genera and 22 families ascribed to 10 orders. Eleven species are Mediterranean endemics with a value of endemism of 29.7%. The Bisbe Cave harbours 35 species belonging to 26 genera and 19 families ascribed to 11 orders. Eleven species are Mediterranean endemics with a value of endemism of 31.4%.

The sponge fauna survey within the Sardinian marine caves highlighted the presence of four species listed as protected by the SPA/BIO protocol of the Barcelona Convention (Pronzato, 2003; Relini & Tunesi, 2009), namely *Petrobiona massiliana* Vacelet & Lévi, 1958, *Spongia lamella* (Schulze, 1879), *Spongia officinalis* Linnaeus, 1759 and *Spongia zimocca* Schmidt, 1862. In particular all of the four protected sponge species were recorded from the Bisbe Cave.

**Conclusions** - These data bridge, in part, the gap of knowledge on the sponge fauna of the Sardinian Sea, highlighted by Pansini & Longo (2003). Indeed Porifera from Sardinia have been reported until now, in surveys of cave-dwelling benthos (Bianchi & Morri, 1994) and in descriptions of new and rare species from these cryptic habitats (Manconi *et al.*, 2006, 2009; Manconi & Serusi, 2008). Marine caves are fragile and peculiar environments that have been recently listed in EU Habitat Directive. This work is a contribution to the assessment and inventory of biological diversity of Mediterranean marine caves, an instrument of primary relevance for the correct conservation and management of these habitats and their wildlife.

## References

- BIANCHI C.N., MORRI C. (1994) - Studio bionomico comparativo di alcune grotte sommerse: definizione di una scala di confinamento. *Mem. Ist. Ital. Biospeol.*, **6**: 107-123.
- MANCONI R., LEDDA F.D., SERUSI A., CORSO G., STOCCHINO G.A. (2009) - Sponges of marine caves: Notes on the status of the Mediterranean palaeoendemic *Petrobiona massiliana* (Porifera: Calcarea: Lithonida) with new records from Sardinia. *Ital. J. Zool.*, **76** (3): 306-315.
- MANCONI R., SERUSI A. (2008) - Rare sponges from marine caves: Discovery of *Neophrissospongia nana* nov. sp. from Sardinia with an annotated checklist of Mediterranean Lithistids. *Zookeys*, **4**: 71-87.
- MANCONI R., SERUSI A., PISERA A. (2006) - A new Mediterranean "lithistid" sponge, *Aciculites mediterranea* sp. n. (Porifera, Demospongiae) from a dark marine cave in Sardinia. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.*, **86**: 691-698.
- PANSINI M., LONGO C. (2003) - A review of the Mediterranean Sea sponge biogeography with, in appendix, a list of the demosponges hitherto recorded from this sea. *Biogeographia*, **24** (1): 59-89.
- PRONZATO R. (2003) - Mediterranean sponge fauna: a biological, historical and cultural heritage. *Biogeographia*, **24** (1): 91-99.
- RELINI G., TUNESI L. (2009) - Le specie protette del Protocollo SPA/BIO (Convenzione di Barcellona) presenti in Italia. Schede descrittive per l'identificazione. *Biol. Mar. Mediterr.*, **16** (Suppl. 2): 64-112.

Research supported by Italian Ministero dell'Ambiente (MATTM, Studio degli ambienti di grotte marine sommerse (Codice Habitat 8330) nelle Aree Marine Protette di Pelagie, Plemmirio e Capo Caccia), Ministero dell'Università e della Ricerca Scientifica e Tecnologica (MIUR-PRIN), EU Interreg III Sardinia-Corsica-Tuscany, Fondazione Banco di Sardegna and Regione Autonoma Sardegna.

T. MARČETA, V.F. CODOGNOTTO, G. RIZZO, M.G. MARIN, M. BRESSAN

Dipartimento di Biologia, Università di Padova, Via U. Bassi, 58/B - 35131 Padova, Italia.  
monica.bressan@unipd.it

## INDICE DI CONDIZIONE E INDICE GONADOSOMATICO IN BIVALVI PECTINIDI DEL NORD ADRIATICO

### *CONDITION INDEX AND GONADOSOMATIC INDEX IN SCALLOPS FROM THE NORTHERN ADRIATIC SEA*

**Abstract** - During 2010, condition and gonadosomatic indices were monthly evaluated in adult scallops (*Aequipecten opercularis*, *Flexopecten glaber* and *Mimachlamys varia*) from the Northern Adriatic Sea. The trend of both indices places spawning season roughly in spring for *A. opercularis* and in summer for *F. glaber* and *M. varia*. The comparison between these indices defines the different investments towards gonadic tissues, which is maximum in *F. glaber*.

**Key-words:** scallops, Northern Adriatic Sea, condition index, reproductive cycle.

**Introduzione** - I Bivalvi appartenenti alla famiglia Pectinidae nel Nord Adriatico sono rappresentati soprattutto da quattro specie: *Pecten jacobaeus*, *Flexopecten glaber* con le sue due morfe *glaber glaber* e *glaber proteus*, *Aequipecten opercularis* e *Mimachlamys varia*. Solo per *P. jacobaeus*, la cosiddetta “cappasanta”, dato l’elevato valore economico, esiste una pesca dedicata, eseguita con ramponi, attraverso la quale però vengono recuperati anche numerosi individui delle altre specie di Pectinidae, definite complessivamente “canestrelli”. Le conoscenze sul ciclo vitale e riproduttivo di queste ultime specie sono piuttosto scarse, anche se sono prodotti commercializzati in Italia e che in altre parti del mondo e godono di un elevato interesse commerciale. In particolare, la loro rapida capacità di crescita, unita ad una precocità riproduttiva, le rendono interessanti per scopi legati all’allevamento (Shumway e Parsons, 2006). Per questo motivo nel corso del 2010 si è deciso di analizzare campioni mensili di pescato delle tre specie di canestrelli presenti nel Nord Adriatico, per studiare l’andamento dell’indice di condizione e dell’indice gonadosomatico.

**Materiali e metodi** - Nel corso del 2010 sono stati analizzati 11 campioni di canestrelli pescati con rampone. In 20 individui per specie sono stati misurate lunghezza e altezza della conchiglia, utilizzando un calibro con precisione 0,1 mm. La conchiglia, le gonadi e l’insieme dei visceri separati dalle gonadi sono stati poi essiccati in stufa a 60 °C per 48 h. Sulla base dei pesi secchi si sono calcolati l’indice di condizione (IC), espresso come  $[(\text{peso totale visceri}/\text{peso conchiglia}) * 1000]$  (Crosby e Gale, 1990), e l’indice gonadosomatico (IGS), definito come  $[(\text{peso gonadi}/\text{peso totale visceri}) * 100]$  (Barber e Blake, 2006). Dall’osservazione macroscopica di fotografie scattate agli individui prima dell’essiccamento in stufa si è messo a punto un ciclo di maturazione gonadica, secondo Mason (1958).

**Risultati** - L’andamento di IC è in crescita da gennaio a giugno per tutte e tre le specie, da luglio in poi diminuisce, ma con modalità differenziate. *A. opercularis* mostra un decremento meno accentuato, rimanendo sempre entro valori pari a 74% del valore massimo, mentre in *F. glaber* e *M. varia* IC rimane tra il 52 ed il 61% del proprio valore massimo. *F. glaber* è la specie che presenta i valori più bassi durante tutto l’anno. Dai pesi secchi delle conchiglie però è risultato che le tre specie a parità di dimensioni presentano conchiglie di peso diverso; infatti, le conchiglie di *M. varia* e di *A. opercularis* hanno un peso medio pari al 59% ed al 74% di quella di *F. glaber*.

Per questo motivo IC differenzia le tre specie soprattutto in base alla differenza di peso tra le conchiglie. Il peso secco dei visceri è molto simile nelle tre specie fino a giugno, mentre nel successivo semestre luglio-dicembre *A. opercularis* mostra valori più elevati. Inoltre, questa specie mostra un andamento del peso dei visceri meno variabile. *F. glaber* raggiunge i valori più elevati di IGS (40% circa), mentre *A. opercularis* e *M. varia* arrivano a valori massimi di 21 e 27% rispettivamente. Per tutte e tre le specie IGS è massimo a luglio, poi crolla drasticamente fino al minimo in ottobre (4% circa). Già a novembre *A. opercularis* ricomincia a crescere, mentre le altre due specie rimangono intorno ai valori minimi. Le osservazioni macroscopiche delle gonadi confermano l'andamento di IGS, con massimi tra maggio e giugno e minimi a ottobre per le tre specie. A novembre la gonade in *A. opercularis* è in ricostituzione, mentre è ancora estremamente ridotta, forse indifferenziata, nelle altre due specie.

**Conclusioni** - L'osservazione degli andamenti dei due indici e del peso secco ci dimostra che tra le tre specie *A. opercularis* è quella che investe di più verso i visceri, presentando per tutto l'anno valori più elevati di IC. Gli elevati valori di IGS in *F. glaber* possono indicare un investimento molto elevato verso la riproduzione, ma anche una diversa durata del periodo delle emissioni, che possono essere più intense ma più concentrate nel tempo, rispetto alle altre due specie. *A. opercularis* e *F. glaber* sono ermafroditi simultanei, mentre *M. varia* è ermafrodita proterandrico (Lucas, 1965). Nonostante ciò, il ciclo di maturità gonadica segue lo stesso andamento stagionale, e sulla base delle informazioni raccolte è possibile individuare il periodo più probabile per le emissioni: tra luglio e settembre per *F. glaber* e *M. varia*, mentre per *A. opercularis* l'andamento di IGS fa supporre probabili emissioni successive durante il periodo primaverile. Anche la fase di riposo gonadico in questa specie è più breve, come mostrano sia il ciclo macroscopico che l'andamento di IGS. L'allestimento di preparati istologici delle gonadi e le analisi per la determinazione delle componenti biochimiche attualmente in corso permetteranno di trarre conclusioni più affidabili circa la biologia di queste specie nell'area del Nord Adriatico.

#### Bibliografia

- BARBER B.J., BLAKE N.J. (2006) - Reproductive physiology. In: Shumway S., Parsons G.J. (eds), *Scallops: biology, ecology and aquaculture*. Elsevier B.V., Amsterdam: 357-416.
- CROSBY M.P., GALE L.D. (1990) - A review and evaluation of bivalve condition index methodologies with a suggested standard method. *J. Shellfish Res.*, **9** (1): 233-237.
- LUCAS A. (1965) - Recherches sur la sexualité des Mollusques Bivalves. *Bulletin Biologique Francaisae et Belgique*, **99**: 115-247.
- MASON J. (1958) - The breeding of the scallop (*Pecten maximus* L.) in Manx waters. *I. Mar. Biol. Assoc. U.K.*, **37**: 653-671.
- SHUMWAY S., PARSONS G.J. (2006) - Preface from First Edition. In: Shumway S., Parsons G.J. (eds), *Scallops: biology, ecology and aquaculture*. Elsevier B.V., Amsterdam: 9-10.

La ricerca è stata finanziata dalla regione Veneto nell'ambito del "Progetto CLODIA: per lo sviluppo sostenibile degli ambienti costieri".



F. MASTROTOTARO, G. RELINI\*

Dipartimento di Biologia, Università di Bari, Via Orabona, 4 - 70125 Bari, Italia.  
f.mastrototaro@biologia.uniba.it

\*Dipartimento per lo Studio del Territorio e delle sue Risorse (Dip.Te.Ris.), Università di Genova, Italia.

PRIMA SEGNALAZIONE DI *CIONA EDWARDSI* (ROULE, 1886)  
(TUNICATA, ASCIDIACEA) IN MAR LIGURE

*FIRST RECORD OF CIONA EDWARDSI (ROULE, 1886)*  
*(TUNICATA, ASCIDIACEA) IN THE LIGURIAN SEA*

**Abstract** - The Ascidian *Ciona edwardsi* (Roule, 1886) is recorded in the artificial reef benthos at Loano and Sanremo, western Ligurian Riviera, on the basis of photographic monitoring.

**Key-words:** *Ciona edwardsi*, artificial reef, Ligurian Sea, Mediterranean Sea.

**Introduzione** - Riordinando il materiale fotografico inerente i processi di colonizzazione delle barriere artificiali di Sanremo e Loano, l'attenzione è stata attirata da alcune foto riguardanti un ascidiaceo chiaramente appartenente alla famiglia Cionidae. Alcuni caratteri morfologici e soprattutto le caratteristiche degli ambienti in cui questi esemplari sono stati fotografati, hanno consentito, anche in assenza di esemplari campionati, di attribuire le foto (Fig. 1) a *Ciona edwardsi* (Roule, 1886) la cui presenza nei mari italiani è stata documentata soltanto per il basso Tirreno e parte del Canale di Sicilia (Mastrototaro *et al.*, 2000; Mastrototaro e Tursi, 2010).

**Materiali e metodi** - L'identificazione è stata fatta sulle foto scattate nella barriera artificiale di Loano il 10/02/1993 ad una profondità di 18 m ed in quella di Sanremo il 26/05/2005 e il 15/05/2006 ad una profondità di 23 m. La barriera di Loano ha una estensione di 350 ettari ed è posizionata su di un fondale (sabbioso, fangoso e posidonieto) a partire dai 5 e sino ai 45 m di profondità, (Relini *et al.*, 1994, 1995, 2007). La barriera di Sanremo ha un'estensione di 3,78 ettari (nucleo di ponente) ed è posizionata su di un fondale (sabbioso, fangoso e posidonieto) tra i 20 e i 30 m di profondità (Beccornia *et al.*, 2007; Relini *et al.*, 2007).

**Risultati** - Gli esemplari fotografati mostravano: tunica priva di epibionti del caratteristico colore giallo "zolfo", sifoni lobati con 8 ocelli sul sifone inalante e 6 su quello esalante (Copello *et al.*, 1981). Si presentavano isolati o in piccoli cluster. I suddetti esemplari sia per quanto concerne la barriera di Loano (Lat. 44°07',073N, Long. 8°16',259E) sia per la barriera di Sanremo (Lat. 43°47',770N, Long. 7°45',362E) colonizzavano le micro cavità presenti tra i blocchi delle barriere e inoltre mostravano un'elevata e veloce contrattilità della porzione apicale della tunica.

**Conclusioni** - Malgrado il riconoscimento specifico attraverso foto subacquee sia ritenuto poco attendibile per gli ascidiacei (specie le cui caratteristiche tassonomiche sono per lo più evidenziate da particolari strutture interne) in questo caso ci troviamo di fronte ad una specie, *Ciona edwardsi*, il cui particolare *habitus* e soprattutto la sua particolare attitudine a colonizzare micro cavità sciafile, tipiche dell'infraitorale inferiore o del circalitorale, rende tale riconoscimento più attendibile.



Fig. 1 - Esempari di *C. edwardsi* fotografati sulle barriere artificiali di Loano il 10/02/1993 (A) e di Sanremo il 26/05/2005 (B) e il 15/05/06 (C). Dettaglio dei sifoni (D).

*Specimens of C. edwardsi photographed on the artificial reefs of Loano the 10/02/1993 (A) and Sanremo the 26/05/2005 (B) and 15/05/2006 (C). Detail of the siphons (D).*

Si ritiene che la specie *C. edwardsi* sia molto più frequente di quel che si creda perché spesso confusa con la più nota *C. intestinalis*, a tal proposito, le caratteristiche morfologiche ed ecologiche della specie, esposte in questa nota, potrebbero essere utilizzate per meglio definirne il suo reale areale rivedendo criticamente le numerose collezioni fotografiche delle specie mediterranee.

#### Bibliografia

- BECCORNIA E., RELINI M., PALANDRI G., RELINI G. (2007) - Una barriera artificiale per il ripopolamento ittico a Sanremo. *Biol. Mar. Mediterr.*, **14** (2): 338-339.
- COPELLO M., DEVOS L., LAFARGUE F. (1981) - *Ciona edwardsi* (Roule, 1986) espèce littorale de Méditerranée distincte de *Ciona intestinalis* Linné, 1767. *Vie Milieu*, **31** (3-4): 243-253.
- MASTROTOTARO F., TURSI A. (2010) - Ascidiacea. Checklist della flora e della fauna dei mari italiani (parte II). *Biol. Mar. Mediterr.*, **17** (1): 625-633.
- MASTROTOTARO F., TURSI A., COSTANTINO G. (2000) - Ascidiacei della riserva marina di Ustica. *Biol. Mar. Mediterr.*, **7** (1): 691-694.
- RELINI G., RELINI M., PALANDRI G., MERELLO S., BECCORNIA E. (2007) - History, Ecology and trends for artificial reefs of the Ligurian Sea, Italy. *Hydrobiologia*, **580**: 193-217.
- RELINI G., RELINI M., TORCHIA G. (1995) - La barriera artificiale di Loano. *Biol. Mar. Mediterr.*, **2** (1): 21-64.
- RELINI G., ZAMBONI N., TIXI F., TORCHIA G. (1994) - Patterns of sessile macrobenthos community development in an artificial reef in the Gulf of Genoa (NW-Mediterranean). *Bull. Mar. Sci.*, **55** (2): 747-773.

S. MICHELET, S. CARONNI<sup>1</sup>, G. CECCHERELLI<sup>2</sup>, G. SPANO<sup>3</sup>, N. SECHI<sup>2</sup>

Dipartimento di Biologia, Università di Padova, Viale G. Colombo, 3 - 35121 Padova, Italia.

<sup>1</sup>Dipartimento di Scienze della Terra e dell'Ambiente, Università di Pavia, Italia.  
sarah.caronni@unipv.it

<sup>2</sup>Dipartimento di Scienze Botaniche, Ecologiche e Geologiche, Università di Sassari, Italia.

<sup>3</sup>Area Marina Protetta di Tavolara Punta Coda Cavallo, Olbia, Italia.

## VARIABILITÀ SPAZIO-TEMPORALE DELLA MICROALGA *CHRYSOPHAEUM TAYLORII* LEWIS & BRYAN LUNGO LE COSTE NORD-ORIENTALI DELLA SARDEGNA

### *SPATIO-TEMPORAL VARIABILITY OF THE MICROALGA CHRYSOPHAEUM TAYLORII LEWIS & BRYAN ALONG NORTH-EASTERN SARDINIAN COASTS*

**Abstract** - In the summer months of 2010 the cell density of the alien benthic microalga *Chrysothrix taylorii* Lewis & Bryan (*Pelagophyceae*) was assessed on hard benthic substrates in sixteen study sites along the north-eastern coast of Sardinia in order to obtain useful information on spatial and temporal variations of the species in the area during summer.

**Key-words:** introduced species, phytobenthos, algal blooms, density.

**Introduzione** - Nell'estate del 2007 gran parte dei fondali rocciosi costieri dell'Area Marina Protetta Tavolara Punta Coda Cavallo e del Parco Nazionale dell'Arcipelago di La Maddalena sono stati ricoperti da uno spesso strato di mucillagine prodotta dalla microalga bentonica alloctona *Chrysothrix taylorii* Lewis & Bryan (Lugliè *et al.*, 2008). Dopo questo evento mucillaginoso, che ha rappresentato il primo bloom mediterraneo della specie, *C. taylorii* è stata individuata anche nelle estati successive lungo le coste nord-orientali della Sardegna, dove sembra essersi insediata stabilmente (Caronni *et al.*, 2010). Obiettivo dello studio è ampliare le conoscenze sui fattori che ne regolano lo sviluppo e la proliferazione in estate, periodo in cui la specie raggiunge le massime densità cellulari, indagandone le variazioni spaziali e temporali nell'area.

**Materiali e metodi** - Nel tratto di mare compreso tra Capo Ferro e Capo Coda Cavallo sono stati individuati 16 siti di indagine: 8 lungo la costa madre, in zone riparate con scarso idrodinamismo, e 8 in prossimità di piccole isole più esposte a venti e correnti. Durante le due campagne di campionamento (14 luglio, 10 agosto), in ciascun sito sono stati effettuati due prelievi di acqua e materiale epilittico (Abbate *et al.*, 2007) sul substrato roccioso a 1,5 m di profondità, dove la specie è risultata assai abbondante. La densità di *C. taylorii* è stata stimata in due subcampioni per ciascun campione secondo il metodo Utermöhl (Abbate *et al.*, 2007). L'analisi della varianza ha permesso di testare la significatività delle differenze di densità tra date di campionamento (2 livelli), localizzazione dei siti (2 livelli) e siti (8 livelli, gerarchizzato nella localizzazione).

**Risultati** - A luglio, seppur con basse densità, sono state individuate cellule di *C. taylorii*, in gran parte dei siti lungo la costa madre e all'Isola dei Cappuccini (Tab. 1). Tuttavia, densità più elevate sono state registrate nei campioni raccolti durante il secondo campionamento, quando la microalga era presente in tutti i 16 siti considerati e particolarmente abbondante lungo la costa e nel sito insulare di Li Nibani (Tab. 1).

L'ANOVA per la densità di cellule ha evidenziato differenze significative tra siti, anche in relazione alla localizzazione geografica (costa madre/isole) ( $F_{14,96} = 2324321,42$ ;

$P < 0,05$ ;  $F_{1,14} = 12,87$ ;  $P < 0,05$ ; rispettivamente). Le differenti densità registrate nei due campionamenti non sono risultate, invece, di rilevanza statistica (ANOVA:  $F_{1,1} = 2,09$ ;  $P > 0,05$ ).

Tab. 1 - Densità (cellule  $\text{cm}^{-2}$ ) di *C. taylorii* nei due subcampioni (SS) analizzati per ciascun campione (S) raccolto nei sedici siti di campionamento localizzati lungo la costa e vicino alle isole.

*C. taylorii* density in the two analysed subsamples (SS) of each sample (S) collected in the sixteen study sites along the coast and near the islands.

Localizzazione	Sito	Coordinate	14/07/2010				10/08/2010			
			S <sub>1</sub>		S <sub>2</sub>		S <sub>1</sub>		S <sub>2</sub>	
			SS <sub>1</sub>	SS <sub>2</sub>	SS <sub>1</sub>	SS <sub>2</sub>	SS <sub>1</sub>	SS <sub>2</sub>	SS <sub>1</sub>	SS <sub>2</sub>
Costa madre	Capo Ferro	41°09.384'N; 9°30.854'E	110	104	106	108	100	110	107	103
Costa madre	Golfo del Pevero	41°07.247'N; 9°32.468'E	120	134	123	130	7522	7517	7525	7529
Costa madre	Punta Capoccia	41°05.961'N; 9°34.348'E	94	98	91	93	5748	5736	5745	5739
Costa madre	Cala di Volpe	41°04.858'N; 9°32.585'E	253	252	259	260	11945	11951	11942	11949
Costa madre	Porto San Paolo	40°52.983'N; 9°38.179'E	138	132	136	133	14955	14957	14964	14960
Costa madre	Punta La Greca	40°52.789'N; 9°39.301'E	144	149	148	146	13546	13543	13542	13551
Costa madre	Porto Taverna	40°51.823'N; 9°39.291'E	97	103	105	99	9577	9572	9578	9581
Costa madre	Punta Coda Cavallo	40°50.716'N; 9°42.778'E	121	132	125	129	10229	10236	10237	10227
Isola	Isola dei Cappuccini	41°09.194'N; 9°30.256'E	69	77	76	70	99	91	98	92
Isola	Isola delle Bisce	41°09.779'N; 9°31.130'E	-	-	-	-	61	67	59	69
Isola	Li Nibani	41°07.486'N; 9°34.034'E	-	-	-	-	10747	10739	10751	10741
Isola	Mortorio	41°04.929'N; 9°36.471'E	-	-	-	-	35	27	33	29
Isola	Isola Piana	40°53.280'N; 9°38.671'E	-	-	-	-	343	339	341	347
Isola	Reulino	40°52.691'N; 9°40.215'E	-	-	-	-	439	435	433	447
Isola	Molara	40°52.592'N; 9°42.952'E	-	-	-	-	1241	1247	1239	1244
Isola	Proratora	40°50.875'N; 9°43.373'E	57	68	64	53	434	428	433	435

**Conclusioni** - Le abbondanze significativamente maggiori di *C. taylorii* registrate nei siti riparati lungo la costa madre e a Li Nibani, unico sito insulare posto in una baia poco esposta, suggeriscono che l'idrodinamismo possa giocare un ruolo importante nella dispersione delle cellule di questa specie, ostacolandone la fissazione al substrato, come recentemente verificato per altre microalghe bentoniche (Abbate *et al.*, 2007).

Le densità molto basse registrate durante il primo campionamento confermano che le cellule vegetative di *C. taylorii* cominciano ad essere presenti sul substrato in luglio, come appurato per altre specie simili (Aligizaki e Nikolaidis, 2006). Il marcato incremento di densità osservato in agosto suggerisce, inoltre, la capacità della specie di raggiungere densità elevate in tempi brevi, come già osservato da Caronni *et al.* (2009).

## Bibliografia

- ABBATE M., BORDONE A., CERRATI G., LISCA A., PEIRANO A. (2007) - Variabilità della distribuzione e densità di *Ostreopsis ovata* nel Golfo della Spezia. *Biol. Mar. Mediterr.*, **14** (2): 286-287.
- ALIGIZAKI K., NIKOLAIDIS G. (2006) - The presence of the potentially toxic genera *Ostreopsis* and *Coolia* (Dinophyceae) in the North Aegean Sea, Greece. *Harmful Algae*, **5**: 717-730.
- CARONNI S., CASU D., CECCHERELLI G., LUGLIÈ A., NAVONE A., OCCHIPINTI-AMBROGI A., PANZALIS P., PINNA S., SATTA C., SECHI N. (2009) - Distribuzione e densità della microalga bentonica *Chrysosphaeum taylorii* Lewis & Bryan nell'area marina protetta di Tavolara Punta Coda Cavallo. *Biol. Mar. Mediterr.*, **16** (1): 250-251.
- CARONNI S., CECCHERELLI G., NAVONE A., OCCHIPINTI-AMBROGI A., PANZALIS P., PINNA S., SECHI N. (2010) - Distribution and density of the benthic microalga *Chrysosphaeum taylorii* Lewis & Bryan from northern to central-eastern Sardinian coasts. *Biol. Mar. Mediterr.*, **17** (1): 292-293.
- LUGLIÈ A., SATTA C., PADEDDA B., PULINA S., SECHI N. (2008) - What is *Chrysosphaeum taylorii* Lewis & Bryan doing in Sardinia (Tyrrhenian Sea, Mediterranean)? *Harmful Algae News*, **36**: 4-6.

L. MURA, P. COSSU\*, T. LAI\*, A. CANNAS, R. FLORIS, D. SANNA\*, M. CASU\*, N. FOIS

Agris Sardegna, Località Bonassai, Olmedo (SS), Italia.

\*Dip. Zool. Gen. Evol., Università di Sassari, Italia.

marcasu@uniss.it

## SURVEY OF THE GENETIC VARIABILITY OF POPULATIONS OF *RUDITAPES PHILIPPINARUM* FROM THE GULF OF OLBIA (N-E SARDINIA) BY MICROSATELLITES

### *INDAGINE SULLA VARIABILITÀ GENETICA DI POPOLAZIONI DI RUDITAPES PHILIPPINARUM PROVENIENTI DAL GOLFO DI OLBIA (N-E SARDEGNA)*

**Abstract** - Genetic variability was investigated at six microsatellite loci of the Manila clam *Ruditapes philippinarum* (Adams & Reeve, 1850) (*Bivalvia*) from the Gulf of Olbia (N-E Sardinia) and Sacca di Goro (N Adriatic Sea). We found no significant differentiation among Sardinian samples and between those and the Adriatic one, which suggests the absence of a founder effect in Sardinian population.

**Key-words:** *Ruditapes philippinarum*, introduced species, genetic structure, microsatellites.

**Introduction** - The Manila clam *Ruditapes philippinarum*, which is a bivalve native to the Pacific coast of Asia, was deliberately introduced in the N Adriatic in the 1983 for commercial purposes. This species found favourable environmental conditions, occupying the ecological niche previously dominated by the indigenous *R. decussatus* (Paesanti and Pellizzato, 2000). Recently, several specimens of *R. philippinarum* were found in the Gulf of Olbia (Cannas *et al.*, 2009). In this context, the aim of this study was to analyse the genetic diversity of *R. philippinarum* populations collected in the Gulf of Olbia (N-E Sardinia), comparing their genetic variability with a population from the Sacca di Goro (N Adriatic).

**Materials and methods** - A total of 195 specimens, collected from six sites (size of each sample from 22 to 50) within the Gulf of Olbia, and 99 specimens from the Sacca di Goro (as geographic outgroup) were genotyped for six loci (*Asari16*, 24, 43, 55, 62, 64) (Yasuda *et al.*, 2007). Genomic DNA was isolated from muscle or mantle by an alkaline and CTAB/NaCl method, adjusted by the Authors, and a silicon dioxide treatment. PCR was carried out in 25  $\mu$ l volumes containing: 20-40 ng of genomic DNA, 1 $\times$  buffer, 2 mM MgCl<sub>2</sub>, 0.2 mM of each dNTP, 1U of Taq, multiplexing primers to different concentration. A primer of each pair was end-labelled with a fluorescent dye. After amplification, microsatellite loci were visualised with 3130 $\times$ 1 Genetic Analyzer Capillary (Applied Biosystem). Within population genetic diversity was estimated by observed ( $H_o$ ) and expected heterozygosity ( $H_e$ ) for each sample, and the Hardy-Weinberg Equilibrium (HWE) for each locus. The genetic structure was investigated by a Bayesian individual-based clustering approach (BA), using STRUCTURE (Pritchard *et al.*, 2000). The analysis of molecular variance (AMOVA), performed by GENALEX (Peakall and Smouse, 2006), was used to search for the occurrence of genetic divergence between Sardinian and Adriatic population.

**Results** - Values of  $H_o$  and  $H_e$  were very similar across the six populations from the Gulf of Olbia, ranging from 0.509 $\pm$ 0.088 to 0.666 $\pm$ 0.060, and from 0.631 $\pm$ 0.106 to 0.681 $\pm$ 0.079, respectively. Pooling the Sardinian samples, we found  $H_o$ =0.621 $\pm$ 0.077, and  $H_e$ =0.662 $\pm$ 0.091. Comparable values were obtained in the Adriatic site ( $H_o$ =0.626 $\pm$ 0.090;  $H_e$ =0.680 $\pm$ 0.087). With the Sardinian samples pooled, significant departures from HW were found at five loci (*Asari16*<sup>\*\*\*</sup>, 24<sup>\*\*\*</sup>, 55<sup>\*\*\*</sup>, 62<sup>\*\*\*</sup>, 64<sup>\*\*\*</sup>); whereas

in the Adriatic sample three loci (*Asari24*<sup>\*\*\*</sup>, *55*<sup>\*\*</sup>, *64*<sup>\*\*\*</sup>) were not at equilibrium. In both cases, the deviations from HWE were due to a heterozygotes deficiency, except for *Asari24*. BA retrieved  $K=1$  as the best solution. Accordingly, AMOVA revealed not significant differences between the Gulf of Olbia and the Adriatic populations ( $R_{ST}=0.003^{NS}$ ).

**Conclusions** - The estimates of genetic variability evidenced a high similarity among the six Sardinian samples, and between those and the Adriatic one. However, the overall Sardinian population showed a number of loci departing from HWE higher than the Adriatic population (5 vs. 3). This finding is probably due to the recent introduction of *R. philippinarum* in the Gulf of Olbia, whose population may have not yet reached the equilibrium. Results of BA and AMOVA evidenced that no genetic structure is present between Sardinian and Adriatic populations. Furthermore, BA did not evidenced additional genetic sub-structuring in Sardinia. The absence of genetic differentiation found between the two areas suggests the two populations belong to the same gene pool; furthermore, the lack of a significant founder effect from Adriatic populations, indicates that the number of individuals of *R. philippinarum* released in the Gulf of Olbia may have been high enough to prevent genetic bottlenecks. Results of our work also indicated that *R. philippinarum* is rapidly colonising the Gulf of Olbia and the near areas, probably favoured by its high potential of dispersal. This may raise concern on the conservation and management of the autochthonous *R. decussatus*, whose populations may suffer for the competition with *R. philippinarum* (Chessa *et al.*, 2005), and by the onset of phenomena due to maladaptation, as hybridization between the two species may occur (Hurtado *et al.*, 2011).

## References

- CANNAS A., TRENTADUE M., MANCA S., MURA L., FOIS N. (2009) - Insediamento di *Ruditapes philippinarum* (Adams & Reeve) nel golfo di Olbia (Sardegna, Italia) e distribuzione in rapporto a *Ruditapes decussatus* (L.). *Biol. Mar. Mediterr.*, **17** (1): 320-321.
- CHESSA L., PAESANTI F., PAIS A., SCARDI M., SERRA S., VITALE L. (2005) - Perspectives for development of low impact aquaculture in a Western Mediterranean lagoon: the case of the carpet clam *T. decussatus*. *Aquacult. Int.*, **13**: 147-155.
- HURTADO N.S., PÉREZ-GARCÍA C., MORÁN P., PASANTES J.J. (2011) - Genetic and cytological evidence of hybridization between native *Ruditapes decussatus* and introduced *Ruditapes philippinarum* (Mollusca, Bivalvia, Veneridae) in NW Spain. *Aquaculture*, **311**: 123-128.
- PAESANTI F., PELLIZZATO M. (2000) - *Manuale di allevamento della vongola verace* *Tapes philippinarum*. Veneto Innovazione 2° Ed.: 74 pp.
- PEAKALL R., SMOUSE P.E. (2006) - Genalex 6: genetic analysis in Excel. Population genetic software for teaching and research. *Mol. Ecol. Notes*, **6**: 288-295.
- PRITCHARD J.K., STEPHENS M., DONNELLY P. (2000) - Inference of population structure using multilocus genotype data. *Genetics*, **155**: 945-959.
- YASUDA N., NAGAI S., YAMAGUCHI S., LIAN C.L., HAMAGUCHI (2007) - Development of microsatellite markers for the Manila clam *Ruditapes philippinarum*. *Mol. Ecol. Notes*, **7**: 43-45.

L. PACCIARDI, A.M. DE BIASI, L. PIAZZI\*

Centro Interuniv. di Biologia Marina ed Ecologia Applicata G. Bacci, V.le N. Sauro, 4 - 57128 Livorno, Italia.  
lorenzopacciardi@cibm.it

\*IBEM di Piombino, Italia.

## L'INVASIONE DI *CAULERPA RACEMOSA* SUI FONDI MOBILI DELL'ARCIPELAGO TOSCANO

### *CAULERPA RACEMOSA* INVASION ON THE SOFT BOTTOMS OF THE TUSCAN ARCHIPELAGO

**Abstract** - The present study aimed at evaluating the effects of *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea* spread on soft bottom assemblages in the Tuscan archipelago (South Ligurian Sea). The benthic assemblages colonized by *Caulerpa racemosa* (*Caulerpales*, *Chlorophyta*) were compared with non invaded ones at multiple spatial scales. Results showed that invaded assemblages differed from non invaded ones in terms of species composition, abundance and patterns of spatial variability.

**Key-words:** macrobenthos, spatial variability, engineering species, *Caulerpa racemosa*, South Ligurian Sea.

**Introduzione** - Le invasioni di specie aliene rappresentano una delle maggiori conseguenze dei cambiamenti climatici indotti dall'uomo in ambiente marino e possono provocare notevoli effetti ecologici. Le specie invasive possono alterare le aree invase influenzando sia le singole specie attraverso cambiamenti morfologici o comportamentali sia l'intera struttura di una comunità. Tali effetti possono essere amplificati quando le specie invasive sono in grado di modificare la struttura degli habitat creando effetti permanenti sui sistemi marini. Queste specie sono considerate "ecosystem engineers" (Wright e Jones 2006) e sono in grado di influenzare tutti gli habitat marini con effetti più seri su substrati omogenei ed incoerenti (Crooks e Khim 1999). L'invasione di *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea* (Sonder) Verlaque, Huisman et Boudouresque (Verlaque *et al.*, 2003) rappresenta l'evento invasivo più preoccupante verificatosi negli ultimi decenni nel Mar Mediterraneo sia per l'estensione delle aree colonizzate, sia per l'impatto sull'ecosistema invaso (Piazzari *et al.*, 2005). Gli effetti osservati sui substrati rocciosi sono ben documentati, mentre quelli relativi ai fondi mobili sono, tuttora, frammentari. Pertanto, nel presente lavoro l'attenzione è stata posta su questi ultimi testando l'ipotesi che i popolamenti nativi invasi differissero dai non invasi in termini di composizione specifica, struttura e pattern di variabilità spaziale.

**Materiali e metodi** - Lo studio è stato condotto nel settembre 2007 in due isole dell'Arcipelago Toscano (Capraia ed Elba), scelte a caso, distanti tra loro poche decine di chilometri. In ciascuna isola sono state scelte 2 località invase e 2 non invase intersperse tra loro distanti centinaia di metri. In ciascuna località sono state scelte a caso 2 aree distanti decine di metri a 30m di profondità dove sono state prelevate 5 repliche per un totale di 80 campioni. Il prelievo è stato effettuato in immersione subacquea con EAN 32 tramite carotatore in Plexiglas con una superficie di 0,00785 m<sup>2</sup>. Il campione è stato setacciato su maglia 0,5 mm e gli organismi contati e identificati al più basso livello tassonomico possibile. I dati di abbondanza sono stati analizzati tramite PERMANOVA (© M.J. Anderson 2001) a 4 vie con i seguenti fattori: Condizione (C, invaso vs non invaso, fisso 2 livelli), Isola (I) (random, 2 livelli ortogonale a C), Località (2 livelli random, gerarchizzato in condizione per isola), Sito (random 2 livelli, gerarchizzato in località). La matrice di similarità è stata creata tramite l'indice di Bray-Curtis, senza alcuna trasformazione dei dati. Per ciascuna condizione sono stati calcolati i contributi percentuali

delle componenti di pseudovarianza alle differenti scale spaziali. Le specie che maggiormente contribuiscono alla dissimilarità tra aree invase e aree non invase, sono state determinate attraverso la procedura SIMPER.

**Risultati** - Sono stati raccolti 3726 individui appartenenti a 169 specie ripartite tra Policheti, Crostacei, Molluschi Sipunculidi, Echinodermi. Cefalocordati e Picnogonidi, seppur presenti, sono stati rinvenuti solo sporadicamente. Nelle località non invase erano presenti 58 specie di Policheti, 37 specie di Crostacei e 19 specie di Molluschi mentre nelle località invase sono state classificate 68 specie di Policheti, 53 specie di Crostacei e 28 specie di Molluschi. Pertanto, le località invase ospitavano un maggior numero di specie rispetto a quelle non invase. Anche il numero di individui differiva marcatamente nelle due condizioni di studio con abbondanze sempre maggiori nelle aree invase da *C. racemosa* rispetto a quelle non invase: 2413 individui e 1313 rispettivamente. L'analisi della Permanova ha valutato come statisticamente significativo il fattore condizione (Pseudo  $F=3,7892$ ;  $P(\text{perm})=0,002$ ). Anche le differenze tra Isole, Località e Siti sono risultate statisticamente significative. La procedura Simper ha mostrato che le specie che maggiormente contribuivano alla dissimilarità tra aree invase e non invase, erano i Policheti *Aponuphis bilineata* (Baird, 1870), *Paradoneis armata* Glèmarec 1966, il Crostaceo tanaidaceo *Leptochelia savigny* (Kroyer, 1842), l'Anfipode *Autonoe spiniventris* (Della Valle, 1893) ed il Mollusco *Haminoea* sp. Tali specie presentavano abbondanze maggiori nelle località invase. Le pseudocomponenti di varianza avevano un contributo percentuale maggiore alla scala di Località nelle aree invase rispetto alle altre scale spaziali.

**Conclusioni** - Dallo studio è emerso che la composizione e la struttura dei popolamenti macrozoobentonici di fondo mobile presentano differenze significative tra aree non invase e aree invase dall'alga dove il popolamento si arricchisce di elementi che tipicamente preferiscono ambienti vegetati dove trovano riparo (*L. savignyi*) o sono avvantaggiati da una maggiore disponibilità di cibo (*G. alba*, *P. marina*). Inoltre, l'eterogeneità osservata nelle componenti di pseudovarianza è probabilmente attribuibile ai differenti livelli di invasione da parte dell'alga nelle varie zone delle due isole. Questa eterogeneità è in grado di provocare alterazioni nell'abbondanza e nella struttura dei popolamenti alle varie scale spaziali analizzate.

### Bibliografia

- ANDERSON M.J. (2001) - A new method for non-parametric multivariate analysis of variance. *Austr. Ecol.*, **26**: 32-46.
- CROOKS J.A., KHIM H.S. (1999) - Architectural vs. biological effects of a habitat-altering, exotic mussel, *Musculista senhousia*. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, **240**: 53-75.
- PIAZZI L., MEINESZ A., VERLAQUE M., AKÇALI B., ANTOLIĆ B., ARGYROU M., BALATA D., BALLESTEROS E., CALVO S., CINELLI F., CIRIK S., COSSU A., D'ARCHINO R., DELLOULI A.S., JAVEL F., LANFRANCO O.E., MIFSUD C., PALA D., PANAYOTIDIS P., PEIRANO A., PERGENT G., PETROCELLI A., RUITTON S., ŽULJEVIĆ A., CECCHERELLI G. (2005) - Invasion of *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea* (Caulerpales, Chlorophyta) in the Mediterranean Sea: an assessment of the spread. *Cryptogamie, Algol.*, **26** (2): 189-202.
- VERLAQUE M., DURAND C., HUISMAN J.M., BOUDOURESQUE C.F., LE PARCO Y. (2003) - On the identity and origin of the Mediterranean invasive *Caulerpa racemosa* (Caulerpales, Chlorophyta). *Eur. J. Phycol.*, **38**: 325-339.
- WRIGHT J.P., JONES C.G. (2006) - The concept of organisms as ecosystem engineers ten years on: progress, limitation and challenges. *Bioscience*, **56**: 203-209.



D. PAGANELLI, G. FORNI, C. MAZZIOTTI\*

Dipartimento di Scienze della Terra e dell'Ambiente (DISTA), Università di Pavia,  
Via S. Epifanio, 14 - 27110 Pavia, Italia.  
daniele.paganelli@unipv.it

\*ARPA Emilia-Romagna, Struttura Oceanografica Daphne, Viale Vespucci, 2 - 47042 Cesenatico (FC), Italia.

## STUDI ESPLORATIVI DEL “FLATS” DI KIMMERIDGE BAY (DORSET, REGNO UNITO)

### *EXPLORATORY STUDIES ON “THE FLATS” OF KIMMERIDGE BAY (DORSET-UNITED KINGDOM)*

**Abstract** - *Macrobenthic communities of tidal pools are composed of species that are highly adapted to environmental changes. The high level of natural stress has led species to evolve several survival strategies. An exploratory study of this type of macrobenthic community was carried out on “The Flats” at Kimmeridge Bay and the results show that only very few species can colonize this unstable environment.*

**Key-words:** *macrobenthos, intertidal zone, rocky shore.*

**Introduzione** - La zona costiera sud-occidentale dell'Inghilterra compresa tra Exmouth (Devon) e Studland (Dorset) è conosciuta come la Jurassic Coast: questa area è considerata uno dei siti di importanza mondiale per lo studio di resti fossili e della geomorfologia costiera.

La baia di Kimmeridge si trova all'interno dell'area marina protetta di “Isle of Purbeck”, che si estende per circa 3500 ettari lungo il tratto più orientale della Jurassic Coast. È circondata da una scogliera costituita da strati argillosi più giovani e da strati rocciosi più antichi, detti *cementstone*, facilmente individuabili lungo la parete della scogliera.

La particolarità di questa baia è la presenza, tra la scogliera e il mare, di una larga piattaforma dolomitica estremamente liscia, conosciuta come “The Flats”, che consente la comparsa di microhabitat peculiari caratterizzati da condizioni ambientali instabili e soggetti all'azione delle maree.

Rispetto alle aree circostanti, la baia di Kimmeridge è inoltre caratterizzata da una escursione di marea abbastanza prolungata nel tempo (più di 4 ore), dovuta prevalentemente alla sua posizione, alle caratteristiche particolari della linea di costa e alla presenza di acque relativamente basse che accentuano l'effetto stesso delle maree.

Le estreme condizioni ambientali hanno quindi portato alla selezione di una comunità macrobentonica altamente specializzata (Murray *et al.*, 2002).

**Materiali e metodi** - Nell'Agosto 2010 è stata fatta un'indagine esplorativa allo scopo di caratterizzare la fauna macrobentonica de “the Flats” di Kimmeridge Bay (Dorset, UK).

Per determinare la densità di ogni specie è stato utilizzato il metodo dei quadrati casuali (Murray *et al.*, 2002): lungo un transetto posizionato a circa 2 m dalla linea di marea, sono stati effettuati 7 lanci di un quadrato 50×50 cm, coprendo l'intera superficie costiera della piccola baia. Al fine di escludere differenze tra le comunità rilevate in ciascun quadrato è stato effettuato un test ANOSIM.

Al fine di ottenere dati quantitativi sulla comunità esaminata, senza però causare un elevato impatto sugli organismi, tutti gli individui rinvenuti all'interno del quadrato sono stati contati e identificati a livello di specie sul posto.

**Risultati** - L'analisi della comunità macrobentonica della zona intertidale rivela come l'86% della comunità sia costituita da individui appartenenti alla famiglia dei Balanidae (3864 ind./m<sup>2</sup>), il 13% da Littorinidae (608 ind./m<sup>2</sup>) e l'1% da Patellidae (12 ind./m<sup>2</sup>).

Le due specie dominanti lungo tutto il transetto sono risultate essere *Balanus balanus* Bruguière, 1789 e *Littorina littorea* (Linnaeus, 1758).

In quelle aree dove l'acqua non era presente sono stati rinvenuti quasi esclusivamente queste due specie mentre, in quei punti caratterizzati dalla presenza di acqua, è stata registrata anche la presenza di altre specie di gasteropodi quali *Littorina mariae* Sacchi e Rastelli, 1966 (36 ind./m<sup>2</sup>), *Littorina obtusata* (Linnaeus, 1758) (8 ind./m<sup>2</sup>) e *Patella vulgata* Linnaeus, 1758 (12 ind./m<sup>2</sup>).

La comunità è risultata omogenea nell'intera area investigata essendo il test ANOSIM risultato statisticamente non significativo (Global R:0.13,  $\rho=22.9\%$ ).

**Conclusioni** - La comunità campionata sul "the Flats" della baia di Kimmeridge è risultata essere composta da specie tipiche di zone intertidali; tutte le specie identificate sono adattate a vivere in una fascia caratterizzata da forte disturbo naturale (Menge, 1976).

In aree fortemente esposte all'azione del moto ondoso, la maggior parte della comunità è costituita da Balanidi (Menge, 1976) oppure da specie che possono seguire il livello delle maree, spostandosi alla ricerca della situazione ambientale migliore per vivere.

*Littorina littorea*, ad esempio, ha sviluppato numerosi adattamenti biochimici che le permettono di aggregarsi formando numerosi gruppi, concentrandosi in zone favorevoli sia sommerse che emerse (Hayward *et al.*, 1995).

*Patella vulgata* invece concentra la sua attività prevalentemente quando la marea è alta e la velocità di corrente non è eccessiva; i suoi spostamenti avvengono prevalentemente quando gli individui sono sommersi in modo da sfruttare il minor attrito del muco sott'acqua (Hayward *et al.*, 1995).

La ridotta complessità della comunità rilevata potrebbe essere quindi imputabile alle peculiari ed estreme condizioni ambientali di questa area.

#### Bibliografia

- HAYWARD P.J., RYLAND J.S. (1995) - *The marine fauna of the British Isles and north-west Europe. Molluscs to Chordata*. Oxford Sciences Publications: 388 pp.
- MENGE B.A. (1976) - Organization of the New England rocky intertidal community: role of predation, competition and environmental heterogeneity. *Ecological monograph*, **46**: 355-393.
- MURRAY S.N., AMBROSE R.F., MEGAN N.D. (2002) - *Methods for Performing Monitoring, Impact, and Ecological Studies on Rocky Shores*. Coastal Research Center, Marine Science Institute, University of California, Santa Barbara: 217 pp.

P. PANETTA, F. MASTROTOTARO, G. COSTANTINO\*, D. BATTISTA,  
A. PASTORELLI\*, N. UNGARO\*

Dipartimento di Biologia, Università di Bari, Via Orabona, 4 - 70125 Bari, Italia.  
f.mastrototaro@biologia.uniba.it

\*ARPA Puglia, Via Oberdan, 18/E - 70126 Bari, Italia.

## I MOLLUSCHI DEI SUBSTRATI INCOERENTI NELL'AMBITO DEL MONITORAGGIO DEI CORPI IDRICI MARINO-COSTIERI DELLA REGIONE PUGLIA

### *MOLLUSC OF THE SOFT BOTTOMS WITHIN THE MONITORING OF THE MARINE-COASTAL WATER BODIES IN THE APULIA REGION*

**Abstract** - *The analysis of mollusc fauna living in the soft bottoms of Apulia coasts (Adriatic and Ionian Sea, Italy) allowed to recognize three different species association: A) Sand-muddy bottoms with Posidonia remains in the stations of Cape Bianco; B) The fine well-sorted sands in the inshore stations and C) The muddy sandy in the offshore stations.*

**Key-words:** *Mollusca, Apulia, Adriatic and Ionian Sea.*

**Introduzione** - Nell'ambito di una convenzione sottoscritta dal Dipartimento di Biologia dell'Università degli Studi di Bari con l'Agenzia Regionale per la Prevenzione e Protezione dell'Ambiente della Regione Puglia (ARPA Puglia) e in accordo con quanto sancito dal D. Lgs n. 152/2006, è stata realizzata nel periodo 2008-2009 un'indagine quali-quantitativa sulle comunità costiere di substrato incoerente in sei aree dislocate lungo la costa pugliese. Per gli scopi di questo lavoro, il popolamento a molluschi è stato scelto come descrittore efficace di tali biocenosi (Gambi *et al.*, 1982) e nella presente nota si riportano i risultati preliminari dell'indagine.

**Materiali e metodi** - Durante l'autunno 2008 e nella primavera del 2009 sono state effettuate 2 campagne di campionamento bentonico in 6 località lungo la costa pugliese. Quattro delle sei aree prescelte ricadevano al largo delle foci dei maggiori fiumi pugliesi (Fortore, Candelaro, Ofanto e Lato), le altre due erano localizzate al largo di Capo Bianco, nell'area industriale antistante il porto di Brindisi, e al largo di Vieste. Per ogni località sono state effettuate 2 stazioni di campionamento, la prima posta a circa a 500 m (tra i 5 e i 7 m di profondità) e la seconda a circa 3000 m di distanza dalla costa (tra i 10 e i 37 m di profondità); in ogni stazione di campionamento sono state effettuate 3 bennate mediante benna Ekman (0,1 m<sup>2</sup>; 0,02 m<sup>3</sup>) direttamente in immersione ARA. Per ogni stazione è stata rilevata, su base macroscopica, la tipologia del fondale su cui veniva effettuato il campionamento. Il sedimento campionato è stato setacciato con setacci multipli sino ad 1 mm. È stata studiata la componente a molluschi i cui dati di densità sono stati analizzati mediante cluster analysis (Clarke e Warwick, 2001).

**Risultati** - In totale sono state campionate 47 specie di molluschi (14 Gasteropodi, 32 Bivalvi e 1 Scafopode, Tab. 1). L'analisi dei cluster ha mostrato una similarità (R=0,44; p=0,001) tra tutte le stazioni effettuate al largo di Capo Bianco (tra i 5 e i 33 m di profondità), sia in autunno che in primavera, caratterizzate dalla presenza dei bivalvi *Venericardia antiquata*, *Nucula nitidosa* e *Venerupis aurea*, specie tipiche dei fondali sabbio-fangosi con resti di *Posidonia*. Tale situazione si discosta dal resto delle stazioni che erano invece caratterizzate come segue: per le stazioni a circa 500 m

dalla costa (5-7 m) è stata evidenziata una tipica biocenosi delle Sabbie Fini Ben Calibrate (SFBC) caratterizzata dalla presenza dei bivalvi *Chamelea gallina*, *Acanthocardia tuberculata*, *Donax semistriatus* e *Dosinia lupinus*. Invece, nelle stazioni localizzate a circa 3000 m dalla costa, ad una profondità compresa tra i 10 e 37 m, i popolamenti a molluschi risultavano caratterizzati da specie vasicolo-tolleranti quali i bivalvi *Corbula gibba*, *Tellina distorta*, *Venerupis aurea* nonché dai gasteropodi *Nassarius pygmaeus*, *Nassarius reticulatus* e dallo scafopode *Antalis inaequicostatus*.

Tab. 1 - Elenco delle specie di molluschi campionate nelle sei località di monitoraggio lungo le coste pugliesi.

List of the mollusc species collected in the six monitoring sites along the Apulian coast.

	CB	FL	FF	VI	FC	FO		CB	FL	FF	VI	FC	FO
Sito	1-2	1-2	1-2	1-2	1-2	1-2	Sito	1-2	1-2	1-2	1-2	1-2	1-2
<b>Gasteropoda</b>							<i>Ctena decussata</i>	+	-	-	-	-	-
<i>Acteon tornatilis</i>	-	+	-	-	+	+	<i>Donax semistriatus</i>	-	+	+	-	-	+
<i>Bittium reticulatum</i>	+	+	+	-	-	-	<i>Donax variegatus</i>	+	-	-	-	-	-
<i>Bolinus brandaris</i>	-	+	+	-	+	-	<i>Dosinia lupinus</i>	-	+	+	-	+	+
<i>Exaplex trunculus</i>	-	-	-	-	+	-	<i>Glans trapezia</i>	+	+	-	-	+	-
<i>Fusinus sanctaeluciae</i>	+	-	-	-	+	-	<i>Glycimeris violacescens</i>	-	+	-	-	-	-
<i>Haedropleura septangularis</i>	+	-	-	-	-	-	<i>Gouldia minima</i>	+	+	-	-	+	-
<i>Mitrella scripta</i>	+	-	-	-	-	-	<i>Limatula subauriculata</i>	+	-	-	-	-	-
<i>Nassarius mutabilis</i>	-	+	-	-	+	-	<i>Lembulus pellus</i>	-	+	-	-	+	-
<i>Nassarius pygmaeus</i>	-	+	+	+	+	+	<i>Mactra glauca</i>	-	-	-	+	-	+
<i>Nassarius reticulatus</i>	-	-	-	+	+	+	<i>Mactra stultorum</i>	-	+	-	-	-	-
<i>Neverita josephina</i>	-	+	+	-	-	-	<i>Nucula nitidosa</i>	+	+	-	+	+	-
<i>Philine aperta</i>	-	+	-	-	-	-	<i>Phaxas pellucidus</i>	-	+	-	-	+	-
<i>Polinices nitida</i>	+	+	+	-	-	-	<i>Pitar rudis</i>	+	-	-	-	-	-
<i>Polinices rizzae</i>	-	-	-	-	+	-	<i>Plagiocardium papillosum</i>	+	-	-	-	-	-
<b>Bivalvia</b>							<i>Striarca lactea</i>	+	-	-	-	+	-
<i>Abra alba</i>	-	+	+	-	+	+	<i>Tellina distorta</i>	+	+	+	+	+	+
<i>Abra nitida</i>	-	-	-	-	+	-	<i>Tellina donacina</i>	+	+	-	-	+	-
<i>Abra prismatica</i>	-	-	-	-	+	-	<i>Tellina nitida</i>	-	+	-	-	+	+
<i>Acanthocardia paucicostata</i>	-	-	-	-	+	-	<i>Tellina pulchella</i>	-	+	-	-	+	+
<i>Acanthocardia tuberculata</i>	+	+	+	-	+	-	<i>Venericardia antiquata</i>	+	+	-	-	-	-
<i>Astarte fusca</i>	+	-	-	-	-	-	<i>Venerupis aurea</i>	+	+	-	-	+	+
<i>Cardita calyculata</i>	+	-	-	-	-	-	<i>Venus verrucosa</i>	+	+	-	-	+	-
<i>Chamelea gallina</i>	-	+	+	+	+	+	<b>Scaphopoda</b>						
<i>Corbula gibba</i>	-	+	+	+	+	+	<i>Antalis inaequicostatus</i>	-	+	+	+	+	+

CB = Capo Bianco; FL = Foce Lato; FF = Foce Fortore; VI = Vieste; FC = Foce Candelaro; FO = Foce Ofanto. 1 = stazioni a 500 m dalla costa; 2 = stazioni a 3000 m dalla costa.  
1 = stations from 500 m to coast; 2 = stations from 3000 m to coast.

**Conclusioni** - Tale studio ha permesso di verificare strette analogie tra le aree scelte per il monitoraggio periodico lungo le coste pugliesi, infatti all'infuori del sito di Capo Bianco presso Brindisi, gli altri siti prescelti ricadono nella stessa tipologia di biocenosi a Sabbie Fini Ben Calibrate per le stazioni site a circa 500 m dalla costa ed a sabbie infangate per quelle poste a circa 3000 m dalla costa. Tali siti, viste le loro similitudini biocenotiche, saranno oggetto di ulteriori indagini.

**Bibliografia**

CLARKE K.R., WARWICK R.M. (2001) - *Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation*. 2<sup>nd</sup> edition. PRIMER-E, Plymouth.  
GAMBI M.C., FRESI E., GIANGRANDE A. (1982) - Descrittori efficaci di comunità bentoniche. *Nat. Sicil.*, Serie IV, 6 (3) (Suppl.): 489-497.

V. PASQUALE<sup>1</sup>, M. GUIDA<sup>2</sup>, P. CENNAMO<sup>3</sup>, V. MASTASCUSA<sup>1,4</sup>, M. GRECO<sup>1</sup>, R. SANDULLI<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Environmental Sciences, "Parthenope" University, Naples, Italy.  
roberto.sandulli@uniparthenope.it

<sup>2</sup>Dept. of Biological Science, Section Physiology and Hygiene, "Federico II" University, Naples, Italy.

<sup>3</sup>Faculty of Letters, University "Suor Orsola Benincasa", Naples, Italy.

<sup>4</sup>Department of Applied Sciences, "Parthenope" University, Naples, Italy.

## CULTIVABLE HETEROTROPHIC BACTERIA ASSOCIATED TO *CORALLIUM RUBRUM*

### BATTERI ETEROTROFI COLTIVABILI ASSOCIATI A CORALLIUM RUBRUM

**Abstract** - In our study some of the most representative components of the heterotrophic bacterial communities colonizing the surfaces of *Corallium rubrum* were isolated and identified. Among these, *Actinomyces sp.*, *Bacillus licheniformis*, *B. megaterium*, *B. mycooides*, *B. pumilus*, *Bacillus sp.*, *Kocuria palustris*, *Kocuria sp.*, *Pseudoalteromonas sp.*, *Pseudomonas stutzeri*, *Pseudomonas sp.*, *Staphylococcus equorum*, *Vibrio harveyi*, *V. hepatarius* and *V. shilonii* are the most abundant cultivable heterotrophic bacteria adherent to the surfaces of *C. rubrum* sampled. In particular, we identified the same species of *Vibrionaceae* that were considered the main cause of disease in other species of corals in previous studies.

**Key-words:** *Corallium rubrum*, cultivable heterotrophic bacteria, *Vibrio*, *Bacillus*, *Pseudomonas*.

**Introduction** - Corals, including the Mediterranean red coral (*Corallium rubrum* L. 1758) are associated with a multitude of different microorganisms (bacteria, algae, etc.) colonizing their surface mucus layer, tissue and calcium carbonate skeleton (Rosenberg *et al.*, 2007). Koren and Rosenberg (2006) described several bacteria belonging to the family of *Vibrionaceae* associated to the hexacoral *Oculina patagonica*. However, some bacterial species, particularly *Vibrio corallilyticus*, *V. harveyi*, *V. splendidus*, and *V. shilonii*, have been recognized as a possible cause of some coral diseases, such as coral bleaching (Kushmaro *et al.*, 1996; Vezzulli *et al.*, 2010). To our knowledge, the ecological relationships between microorganisms and *C. rubrum* are still unknown. The aim of present study was to investigate the Cultivable Heterotrophic Bacteria (CHB) associated with the coenosarc of *C. rubrum*.

**Materials and methods** - In June 2010, several colonies of *C. rubrum* were collected from seabeds surrounding Procida Island (Naples) during ROV divers. The surfaces of five selected colonies of red coral were washed with sterile saline solution. Surface and coral tissue samples were taken by sterile cotton swabs from coral surface of ca. 10 cm<sup>2</sup>, transferred to 2 mL sterile tubes with saline solution, and stored at 8-10 °C. The bacteria were suspended in saline solution by vortexing. After serial dilution (1:10), CHB were isolated by pour plate techniques in R2A agar (Oxoid, UK) supplemented with 1% NaCl. Plates were incubated, aerobically, at 20 °C until 10 days. CHB were expressed as CFU/cm<sup>2</sup> of coral surface including mucus and tissue. The identification of the isolates was accomplished by molecular techniques. DNA was extracted using a procedure described by Doyle and Doyle (1987). PCR amplification was carried out using the primer set for 16S rRNA (Diez *et al.*, 2001). The sequences obtained were compared with available sequences in the GeneBank database.

**Results** - Microbiological analysis showed an unequal concentration of the CHB associated with the surfaces (mucus and tissue) of the different samples of *C. rubrum*. The bacterial concentrations ranged between 2 and 3.4·10<sup>5</sup> CFU/cm<sup>2</sup> (Tab. 1). A bacterial concentration higher than 10<sup>4</sup> CFU/cm<sup>2</sup> was only detected in sample 5, while samples 1, 2, and 3 had a very low bacterial density (<100 CFU/cm<sup>2</sup>).

*Actinomyces*, *Bacillus*, *Kocuria*, *Pseudoalteromonas*, *Pseudomonas* and *Vibrio* were the most representative genera of the CHB. The distribution of isolated species is not uniform among the different samples. In 4 out of 5 coral samples, *Bacillus* was the most frequent genus. Vibrionaceae, on the contrary, were detected only in sample 5, where no *Bacillus* was found: *Vibrio harveyi*, *V. hepatarius*, and *V. shilonii* were the species isolated from the coenosarc of *C. rubrum*.

Tab. 1 - Concentrations of Cultivable Heterotrophic Bacteria and identified species.

*Concentrazione dei batteri eterotrofi coltivabili e specie identificate.*

Sample	CHB CFU/cm <sup>2</sup>	Identified species
1	98	<i>Bacillus licheniformis</i> , <i>B. megaterium</i> , <i>B. mycoides</i> , <i>Pseudomonas stutzeri</i> , <i>Pseudomonas</i> sp.
2	2	<i>Bacillus pumilus</i> , <i>Pseudomonas stutzeri</i>
3	20	<i>Bacillus megaterium</i> , <i>Bacillus</i> sp., <i>Kocuria</i> sp.
4	5800	<i>Actinomyces</i> sp., <i>Bacillus licheniformis</i> , <i>Kocuria palustris</i> , <i>Kocuria</i> sp.
5	340.000	<i>Staphylococcus equorum</i> , <i>Pseudoalteromonas</i> sp., <i>Vibrio harveyi</i> , <i>Vibrio hepatarius</i> , <i>Vibrio shilonii</i>

**Conclusions** - The microbiological analysis led to the identification of the bacterial species most commonly associated with natural colonies of *C. rubrum*. All the bacterial genera identified during our study had been previously detected in association with diverse species of corals. A very interesting result of our study is the isolation, from one of the samples tested, of some Vibrionaceae (*V. shilonii* and *V. harveyi*), previously recognized as primary or alternatively opportunistic pathogens implicated in some coral disease outbreaks (Kushmaro *et al.*, 2001; Vezzulli *et al.*, 2010). The predicted global warming, leading to a condition of higher seawater temperatures in the Mediterranean, could promote proliferation of *Vibrio* spp., a potential pathogen for *C. rubrum* and other species of corals (Cervino *et al.*, 2004; Vezzulli *et al.*, 2010). Our study stresses the need to increase the knowledge on the ecology of the microbial flora of *C. rubrum*, including pathogenic bacteria, as well as on the environmental factors driving the ecological relations of microbiota associated to this anthozoan.

## References

- CERVINO J.M., HAYES R.L., GOREAU T.J., POLSON S.W., POLSON S.C., MARTINEZ R.J., SMITH G.W. (2004) - *Vibrio* spp. infection and elevated temperatures as links to Yellow Blotch/ Band disease in the Caribbean. *Appl. Environ. Microbiol.*, **40**: 6855-6864.
- DIEZ B., PEDRÓS-ALIÓ C., MASSANA R. (2001) - Study of genetic diversity of eukaryotic picoplankton in different oceanic regions by small-subunit rRNA gene cloning and sequencing. *Appl. Environ. Microbiol.*, **67**: 2932-2941.
- DOYLE J.J., DOYLE J.L. (1987) - A rapid DNA isolation procedure from small quantities of fresh leaf tissues. *Phytochem. Bull.*, **19**: 11-15.
- KOREN O., ROSENBERG E. (2006) - Bacteria Associated with Mucus and Tissues of the Coral *Oculina patagonica* in Summer and Winter. *Appl. Environ. Microbiol.*, **72**: 5254-5259.
- KUSHMARO A., BANIN E., LOYA Y., STACKEBRANDT E., ROSENBERG E. (2001) - *Vibrio shiloi* sp. nov., the causative agent of bleaching of the coral *Oculina patagonica*. *Int. J. Syst. Evol. Microbiol.*, **51**: 1383-1388.
- KUSHMARO A., LOYA Y., FINE M., ROSENBERG E. (1996) - Bacterial infection and coral bleaching. *Nature*, **380**: 396.
- ROSENBERG E., KOREN O., RESHEF L., EFRONY R., ZILBER-ROSENBERG I. (2007) - The role of microorganisms in coral health, disease and evolution. *Nat. Rev. Microbiol.*, **5**: 355-362.
- VEZZULLI L., PREVIATI M., PRUZZO C., MARCHESE A., BOURNE D.G., CERRANO C., VIBRIOSEA CONSORTIUM (2010) - *Vibrio* infections triggering mass mortality events in a warming Mediterranean Sea. *Environ. Microbiol.*, **12**: 2007-2019.

The research was financially supported by a grant from the Italian Ministry of Environment (MATM).

P. PESCI, A. OLITA\*, C. PEDONI, AL. CAU, I. LOCCI, R. SORGENTE\*, M.C. FOLLESA

Dip. di Scienze della Vita e dell'Ambiente (SCIVA), Univ. di Cagliari,  
Via T. Fiorelli, 1 - 09126 Cagliari, Italia.  
ppesci@unica.it

\* CNR-IAMC, UOS di Oristano, Loc. Sa Mardini - 09170 Torregrande (OR), Italia.

## FIRST EVALUATION OF THE RELATIONSHIPS BETWEEN THE MORPHOLOGY OF CORAL COLONIES AND CURRENTS IN SARDINIAN SEAS

### *PRIMA VALUTAZIONE DELLE RELAZIONI TRA LA MORFOLOGIA DELLE COLONIE DI CORALLO E LE CORRENTI NEI MARI SARDI*

**Abstract** - Hydrodynamic features of three Sardinian coasts have been correlated to the main morphological ones of red coral colonies samples to evaluate any possible relationship among them. Current velocity has been found to be highly correlated with the height of the colonies.

**Key-words:** *Corallium rubrum*, hydrodynamics, organism morphology.

**Introduction** - Many sessile colonial invertebrates have arborescent branching morphologies. Their orientation and form has been found to be mostly linked to the current direction (Grigg, 1972; Rees, 1972; Velimirov, 1976; Peccini and MacDonald, 2008). However no information on the external morphology and its link to environmental variables is present for the Mediterranean red coral, *Corallium rubrum* Linnaeus, 1758.

Preliminary analyses of red coral colonies in Sardinia underlined a different morphology in three different areas. In particular, in the North-Western Coast, taller (average height  $H=16$  cm) and more branched colonies (average level of ramification  $LR=3.4$ , average number of ramification  $TR=31$ ) have been found than in Northern Coast colonies ( $H=7.4$  cm,  $LR=2.8$ ,  $TR=17.4$ ). Southern colonies instead showed a morphology that seems to be roughly intermediate between the two previous areas ( $H=10.2$  cm,  $LR=3.2$ ,  $TR=21.3$ ). Then, it has been hypothesised that the different morphology (i.e. height and number of branches) could be linked to the different hydrodynamic features in the areas. The aim of this paper is then to evaluate this hypothesis using an hydrodynamic numerical simulation of Sardinian Seas circulation whose averaged output is considered as representative of the currents climatology of the area at the depth of reference (i.e. where red coral colonies have been sampled), trying to evaluate which hydrological variable is more linked to the coral morphology.

**Materials and methods** - *Biological samplings.* 5039 red coral colonies were sampled by professional divers during 2007-2009 period between 84 and 125 m depth in three areas: Northern (N), North-Western (NW) and Southern (S) Sardinian coasts. Total height (cm), level of ramification and total number of ramification were collected for each colony. Age of colonies was obtained using the growth rate estimated for the three areas. Data were divided by age class (age class of 10 y, from 10 to 40 years); they were then grouped according to their geographical position (GPS information of single dive) and to the horizontal resolution of the model. Average values of biological parameters were then calculated.

*The hydrodynamic model.* The hydrodynamic 3D model of Sardinian Seas has been used. It is based on the Princeton Ocean Model (POM, Blumberg and Mellor, 1987). The horizontal resolution of the model is  $1/32^\circ$  (about 3.5 km) while the water

column is divided in 32 *sigma* levels. An interannual experiment (2008-2009) has been conducted through this model, to simulate the circulation of the Sardinian Seas. The model has been forced at the surface by ECMWF (European Center for Medium-range Weather Forecasts) atmospheric analyses. The model results were used to obtain the mean currents intensity and direction between 80 and 120 m depths (layer representative for the sampled red coral colonies). The so obtained climatological averages have been used to investigate the relationships between coral morphology and the physical environment.

The correlation among variables has been evaluated through the Spearman rank test.

**Results** - Current direction for all the three sites are mainly Southerly, showing a large variability in intensities. A boundary current flowing North-to-South along the western Sardinia coast has been detected. It shows its climatological signature south of 40° N. It only marginally infers in the S area, slightly shifted in respect of the maximum current intensity. Differently, the N site is located in an area crossed by relatively strong currents, drawing an anticyclonic meander in the Gulf of Asinara; the NW site is mainly characterised by a slow southerly currents.

The current velocity showed a correlation with the height of the colonies, but not with the total number of ramification or the branch level. In fact, an inverse correlation between velocity of currents and height of colonies has been found for all age classes (P-values always <<0.05). Thus, the height of the colonies (of the same age) is shorter in areas where the current is faster than in areas where the current is slower.

**Conclusions** - It cannot be said yet if it is a direct or indirect effect of the current, as it should be useful to integrate these data with other areas and/or higher resolution models or current meters data. However, obtained results, even if they are preliminary, attest the link between the velocity of current flow and the different coral colonies height in the three analysed areas.

This differentiation in morphology probably driven by the hydrodynamical regime supports the proposal of a local management of the red coral and warns in using the height of the colonies as the only way to assess the state of this resource.

## References

- BLUMBERG A., MELLOR G.L. (1987) - A description of a three-dimensional coastal ocean circulation model. In: Heaps N.S. (ed), *Three-Dimensional Coastal Ocean Models*. American Geophysical Union, Washington, DC: 1-16.
- GRIGG R.W. (1972) - Orientation and growth form of sea fans. *Limnol. Oceanogr.*, **17** (2): 185-192.
- PECCINI M.B., MACDONALD I.R. (2008) - Correspondence of sea fan orientation with measured currents on hard bottom habitats of the Mississippi/Alabama continental shelf. *Cont. Shelf Res.*, **28**: 302-308.
- REES J.T. (1972) - The effect of current on growth form in an octocoral. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, **10**: 115-123.
- VELIMIROV B. (1976) - Variations in growth forms of *Eunicella cavolinii* Koch (Octocorallia) related to intensity of water movement. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, **21**: 109-117.



D. PICA, B. CALCINAI, M. BERTOLINO

Dip. di Scienze della Vita e dell'Ambiente (Di.S.V.A.), Università Politecnica delle Marche,  
Via Brece Bianche - 60131 Ancona, Italia.  
b.calcinai@univpm.it

## SPUGNE PERFORANTI LO SCLERASSE DEL CORALLO ROSSO DALL'ARCIPELAGO DI CAPO VERDE

### EXCAVATING SPONGES BORING INTO THE PRECIOUS RED CORAL FROM THE CAPE VERDE ARCHIPELAGO

**Abstract** - Four species of sponges boring into *Corallium rubrum* were identified in colonies collected in Cape Verde. Two species are probably new, and in particular *Alectona* sp. 1 is strongly related to *A. triradiata* described for the Indo-Pacific area and also excavating into *Corallium scleraxis*. The disjunct distribution of the new species of *Alectona* respect to the congeneric and highly similar species *A. triradiata* excavating the same substratum (*Corallium* spp.) strongly suggests a Tethyan relict distribution of this excavating genus strongly connected to the disjunct and relict distribution of the genus *Corallium*. The evidence of circular and radial signs of erosion on pits surface produce by *Thoosa armata* similar to the ones described for *Alectona* spp. together with other similar and shared characters support the inclusion of the genera *Thoosa* and *Alectona* in the family *Thoosidae*.

**Key-words:** red coral, bioerosion, *Alectona*, *Thoosa*, *Dotona*, Cape Verde.

**Introduzione** - Lo sclerasse del corallo rosso sia mediterraneo (*Corallium rubrum*) che Pacifico (*Corallium* spp. e *Paracorallium* spp.) è frequentemente danneggiato dall'azione erosiva di spugne perforanti che vivono all'interno delle colonie, scavando gallerie e buchi di varie dimensioni. Alcune specie appartenenti ai generi *Thoosa*, *Alectona* e *Dotona* evidenziano una forte preferenza per materiali organogeni e in particolare per il corallo rosso essendo state, quasi esclusivamente, registrate all'interno di questo substrato. In questo lavoro sono descritte quattro specie di spugne perforanti, di cui due probabilmente nuove, ritrovate all'interno di colonie di *C. rubrum* provenienti dalle isole di Capo Verde. La distribuzione disgiunta delle specie di *Alectona* e del loro substrato ospite *Corallium* sono discusse.

**Materiali e metodi** - Diversi frammenti di colonie di *C. rubrum* provenienti da Capo Verde sono stati analizzati. Il materiale è stato messo a disposizione dal Museo di Storia Naturale G. Doria di Genova. Nessun dato, oltre la località di provenienza del materiale, è disponibile. Al fine dell'identificazione tassonomica si è seguito Rützler (1974). Porzioni di substrato eroso sono state ripulite in soluzione di perossido di ossigeno (130 vol) per l'analisi al microscopio elettronico a scansione (SEM) delle cicatrici di erosione (pits) prodotte dalle diverse specie di spugne perforanti.

**Risultati** - Quattro specie di spugne perforanti sono state individuate: *Thoosa armata* Topsent 1888, *Dotona* cf. *pulchella mediterranea* Rosell e Uriz, 2002, *Alectona* sp. 1 e *Alectona* sp. 2. *Thoosa armata* produce camere irregolarmente circolari che occupano l'intera sezione dell'asse del corallo; questa specie è caratterizzata da un ricco corredo spicolare costituito da 3 tipi di amphiasters, oxyasters ed elementi sferulosi. Al SEM le pareti delle camere di perforazione evidenziano pits ovoidali con la superficie incisa da segni concentrici ai quali si sovrappongono incisioni radiali. *Dotona* cf. *pulchella mediterranea* produce piccole camere di perforazioni ovoidali; il corredo spicolare è costituito da strongili, stili e microrabdi. I pits sono irregolari, ovoidali, con superficie segnata da fini, ma evidenti, incisioni concentriche. *Alectona* sp. 1 perfora l'asse del corallo producendo una singola camera centrale. Questa

specie è caratterizzata da triactine spinate, amphiasters nodulosi e sottili. I pits sono caratterizzati da tipici segni concentrici con sovrainposte incisioni radiali. *Alectona* sp. 2 produce ampie camere d'erosione sub circolari. Presenta diactine e amphiasters fusiformi. I pits sono ornati da linee concentriche e radiali. In entrambe le specie di *Alectona* sono state trovate numerose larve armate rivestite da spicole larvali costituite da discotrieni e stili.

**Conclusioni** - *T. armata* è stata descritta per il Gabon (Africa Occidentale). Il nostro campione concorda pienamente con la descrizione originale. *Dotona pulchella* Carter, 1880 è stata descritta dal Golfo di Manaar e nel 2002, Rosell e Uriz, hanno descritto una sottospecie mediterranea *D. pulchella mediterranea* proveniente dal Mare di Alboran. Il nostro esemplare differisce dalla sottospecie mediterranea per la forma degli strongili e per l'assenza delle macrosclere, presenti solo nella sottospecie. Il complemento spicolare e in particolare la presenza di spicole triactine evidenziato in *Alectona* sp. 1, è insolito per le specie di questo genere ed è stato riscontrato esclusivamente in *Alectona triradiata* (Lévi e Lévi, 1983) descritta per il Pacifico. Queste due specie presentano una simile tipologia spicolare, ma le differenze sono comunque cospicue. *Thoosa armata* ha evidenziato cicatrici di erosione caratterizzate da ornamentazioni circolari e radiali precedentemente evidenziate solo nelle specie del genere *Alectona* (Calcinaï *et al.*, 2004). La condivisione di questo carattere, la presenza di spicole in *A. triradiata* e in *Alectona* sp. 1 tipiche del genere *Thoosa* (amphiasters nodulosi) e di larve armate (esclusive di *Alectona* spp. e di *Thoosa* spp.) evidenzia una forte affinità tra questi due generi recentemente entrambi collocati nella famiglia Thoosidae Rosell e Uriz, 1997 (Cárdenas *et al.*, 2011). La distribuzione delle specie di spugne perforanti associate tipicamente al genere *Corallium* si sovrappone a quello del corallo ospite. La distribuzione disgiunta della nuova specie *Alectona* sp. 1 rispetto alla specie cogenerica e affine (*A. triradiata*) suggerisce una probabile e relitta distribuzione Tetidiana del genere *Alectona*, collegata alla distribuzione relitta delle specie del genere *Corallium*.

### Bibliografia

- CALCINAÏ B., BAVESTRELLO G., CERRANO C. (2004) - Bioerosion micro-patterns as diagnostic characteristics in boring sponges. In: M. Pansini, R. Pronzato, G. Bavestrello, R. Manconi (eds), VI International Sponge Conference, Rapallo (Italy) 29 Sept. - 5 Oct. 2002. Sponge Science in the New Millenium. *Boll. Mus. Ist. Biol. Univ. Genova*, **68**: 229-238.
- CÁRDENAS P., XAVIER J.R., REVEILLAUD J., SCHANDER C., RAPP H.T. (2011) - Molecular Phylogeny of the Astrophorida (Porifera, Demospongiae) Reveals an Unexpected High Level of Spicule Homoplasy. *PLoS ONE*, **6** (4): e18318. doi:10.1371/journal.pone.0018318.
- ROSELL D., URIZ M.J. (2002) - Excavating and endolithic sponge species (Porifera) from the Mediterranean: species descriptions and identification key. *Org. Div. Evol.*, **2**: 1-32.
- RUTZLER K. (1974) - The burrowing sponges of Bermuda. *Smiths. Contr. Zool.*, **165**: 1-32.
- VAN SOEST R.W.M., BOURY-ESNAULT N., HOOPER J.N.A., RÜTZLER K., DE VOOGD N.J., ALVAREZ DE GLASBY B., HAJDU E., PISERA A.B., MANCONI R., SCHOENBERG C., JANUSSEN D., TABACHNICK K.R., KLAUTAU M., PICTON B., KELLY M. (2011) - World Porifera database. Available online at [www.marinespecies.org/porifera](http://www.marinespecies.org/porifera). Consulted on 2011-02-25.

S. PINNA, F. BULLERI, F. MURA, N. SECHI, G. CECCHERELLI

Dipartimento di Scienze Botaniche Ecologiche e Geologiche (Dis.Beg.), Università di Sassari,  
Via Piandanna, 4 - 07100 Sassari, Italia.  
pinnaste@uniss.it

## INVESTIGATING ON THE FACTORS RESPONSIBLE FOR *CAULERPA RACEMOSA* INVASION

### *INDAGINI SUI FATTORI RESPONSABILI DELL'INVASIONE DI CAULERPA RACEMOSA*

**Abstract** - The introduced alga *Caulerpa racemosa* (Forsskal) J. Agardh (*Caulerpales*, Chlorophyta) has become an important component of rocky assemblages in the subtidal of the Mediterranean. Understanding the factors that regulate the establishment and spread of this species is, therefore, crucial to predicting future pathways of invasion and susceptible locales. Further, the aim of this study was to investigate on the factors responsible for the successful invasion of *C. racemosa* in the Asinara Gulf (NW-Sardinia).

**Key-words:** *Caulerpa racemosa*, rocky shores, seagrass, seaweed, spreading.

**Introduction** - Several studies evaluated the effects of introduced species on native communities at different organizational level (Grosholz, 2002), while other studies tried to highlight mechanisms which regulate the success of the invasion (Mack *et al.*, 2000).

The introduced alga *Caulerpa racemosa* (Forsskal) J. Agardh has become an important component of rocky assemblages in the subtidal of the Mediterranean (Klein & Verlaque, 2008) and it has been indicated as a species able to change natural patterns of distribution and abundance of resident assemblages, both on rocky (Piazzi *et al.*, 2001) and soft bottoms (Argyrou *et al.*, 1999). Understanding the factors that regulate the establishment and spread of this species is, therefore, crucial to predicting future pathways of invasion and susceptible locales. Although the occurrence of *C. racemosa* has been reported in a variety of habitat the performance seems to significantly depend on the habitat where it establishes. This study was conducted in the Asinara Gulf (NW Sardinia) where *Caulerpa racemosa* has been spreading since 2002. The aim was to investigate on the factors responsible for the successful invasion of the introduced alga *C. racemosa*.

**Materials and methods** - In the study area 4 sites were considered: 2 outside (Porto Torres: PT1 and PT2) and 2 inside (AS1 and AS2) the Isola dell'Asinara Marine Protected Area. In each site 2 areas about 400 m×400 m in size were chosen, about 100s m apart. At each area data were collected along four 30 m long transects, randomly positioned within 5-15 m of depth in rocky reefs. In each transect the extension of each type of habitat (*Posidonia oceanica*, dead matte, sand, coralligenous, algal turfs, barren, *Cystoseira* spp.) was measured. This allowed us to estimate the relative importance of habitats. Then, bottom complexity was evaluated along the transect using a metal chain and measuring the distance between the two ends once it is laid on the bottom surface. Further, ten plots 400 cm<sup>2</sup> in size were randomly considered along each transect (total plot=160). In each of them the structure of assemblages and the cover of *C. racemosa* were estimated by underwater photographs of the plot. Data were analysed using univariate, multivariate and correlative techniques to identify both the factors responsible of *C. racemosa* distribution and which habitats were mostly invaded. A four-way ANOVA was used to test for difference in *C. racemosa* cover at all spatial scales considered: 'Protection' was fixed (no MPA and

MPA), while 'Site' (2 levels: PT1, PT2, and AS1, AS2, respectively), 'Area' (2 levels) and 'transect' (4 levels) were considered random and nested. Correlations were used to estimate the relationship among *C. racemosa* cover and considered factors both at plot and transect scale.

**Results** - The percent cover of *Caulerpa racemosa* was extremely different among sites. An overwhelmingly higher abundance was observed outside rather than inside the MPA, where the occurrence of the introduced alga was recorded just in one plot in AS1. Unfortunately, ANOVA was not run because of variance heterogeneity.

Difference in benthic assemblages were found between no MPA and MPA sites. Specifically in unprotected sites the abundance of taxa and the habitat quality, at the plot scale and transect scale, respectively, were lower as indicated by a higher occurrence of *Posidonia oceanica* dead matte. At plot scale, the correlation between the mean percent cover of *C. racemosa* and the number of taxa highlighted a reverse negative relationship ( $R^2=0.72$ ). Alike, at transect scale, a correlation was evidenced between the mean percent cover of *C. racemosa* and the cumulative quantity of canopy habitats (*Posidonia oceanica*, *Cystoseira* spp., photofilic algae) ( $R^2=0.49$ ). Bottom complexity at transect scale was higher in MPA sites than outside but it was not found to affect the spread of *C. racemosa*.

**Conclusions** - The results suggest that patterns of distribution of *Caulerpa racemosa* on rocky reefs are largely dependent upon biotic characteristics of benthos both the diversity of taxa and habitats, depending on the scale considered. Although correlative studies cannot identify a cause-effect relationship, the results suggest that pristine Mediterranean habitats are much unlikely invaded by *C. racemosa* than degraded habitats (Bulleri *et al.*, 2010).

## References

- ARGYROU M., DEMETROPOULOS A., HADJICHRISTOPHOROU M. (1999) - Expansion of the macroalga *Caulerpa racemosa* and changes in soft bottom macrofaunal assemblages in Moni Bay, Cyprus. *Oceanologica Acta*, **22**: 517-528.
- BULLERI F., BALATA D., BERTOCCHI I., TAMBURELLO L., BENEDETTI-CECCHI L. (2010) - The seaweed *Caulerpa racemosa* on Mediterranean rocky reef: from passenger to driver of ecological change. *Ecology*, **91**: 2205-2212.
- GROSHOLZ E.D. (2002) - Ecological and evolutionary consequence of coastal invasions. *Trends in Ecology and Evolution*, **17**: 22-27.
- KLEIN J., VERLAQUE M. (2008) - The *Caulerpa racemosa* invasion: a critical review. *Marine Pollution Bulletin*, **56**: 205-225.
- MACK R.N., SIMBERLOFF D., LONSDALE W.M., EVANS H., CLOUT M., BAZZAZ F.A. (2000) - Biotic invasions: causes, epidemiology, global consequences, and control. *Ecological Application*, **10**: 689-710.
- PIAZZI L., CECCHERELLI G., CINELLI F. (2001) - Threat to macroalgal diversity: effects of the introduced alga *Caulerpa racemosa* in the Mediterranean. *Marine Ecology Progress Series*, **210**: 149-159.

S. Pinna was supported by funds from "Regione Autonoma Sardegna" (PO Sardegna FSE 2007-2013 LR7/2007) grant.

M. PONTI, G. LEONI, M. ABBIATI

Centro Interdipartimentale di Ricerca per le Scienze Ambientali (CIRSA), Università di Bologna,  
Via S. Alberto, 163 - 48123 Ravenna, Italia.  
massimo.ponti@unibo.it

## GEOGRAPHICAL ANALYSIS OF MARINE SPECIES DISTRIBUTION DATA PROVIDED BY DIVER VOLUNTEERS

### *ANALISI GEOGRAFICA DEI DATI DI DISTRIBUZIONE DI SPECIE MARINE FORNITI DA VOLONTARI SUBACQUEI*

**Abstract** - Data collected by diver volunteers are stored in an online database. Data are periodically checked for consistency in geographical location, sea bottoms features and reliability by a set of crosschecks. The integrated use of the Google web-GIS platform and adequate procedures resulted in 39 distribution maps freely available on the project web sites.

**Key-words:** *benthos, interaction, species diversity, Eunicella cavolinii, Paramuricea clavata.*

**Introduction** - SCUBA diver volunteers have already made significant contributions to scientific knowledge through their participation in a range of studies (e.g.: Darwall and Dulvy, 1996; Foster-Smith and Evans, 2003; Bell, 2007). The potential of this workforce is well illustrated in the tropical programme 'Reef Check' (Hodgson, 2001). Recreational divers surveyed over 300 reefs in 31 countries in a global survey that was certainly beyond the resources of conventional scientific projects. In northern Europe, NELOS ([www.biologie.nelos.be](http://www.biologie.nelos.be)) in Belgium and The Netherlands, and SEASEARCH ([www.seasearch.org.uk](http://www.seasearch.org.uk)) in the UK, are well-established projects with observation protocols appropriate for their target areas and objectives. The aim of the present study was to analyse the distribution data of selected species provided by diver volunteers.

**Materials and methods** - The network coordinated by Reef Check Italia onlus consists on the active participation of recreational divers, who have the task to promote the project and to coordinate the activity at local level, involving others volunteers. Everybody, with experience and passion can give their own contribution. Volunteers conduct surveys on their own or during organized field surveys using the Coastal Environmental Monitoring (CEM) protocol. During CEM surveys, divers swim freely throughout a dive site and record information on 39 easily identifiable target species. At the conclusion of each survey, divers give information also on survey time, depth, temperature, and other environmental data later transferred to the online database through the project web site ([www.reefcheckitalia.it](http://www.reefcheckitalia.it)). Data are periodically checked for consistency in geographical locations, sea bottom features and reliability by a set of crosschecks. Visually estimated abundances were normalised on the observation time. Stored data can be represented and analysed by a range of Geographical Information Systems (GIS) and related tools. In the present study, an approach based on the Google Earth and Google Map web-GIS were applied in order to make the data free available through Internet.

**Results** - Since 2006, Reef Check Italia onlus involves more than 600 trained recreational divers that conduct around 2,000 surveys. When possible, dataset was integrated with data from recent literature. After the appropriate checks, all the data are periodically represented on Google maps, through a semi-automatic procedure. This procedure resulted in 39 distribution maps freely available on the project web sites. Further analyses, including readout information on each single observation,

are possible downloading the georeferenced dataset and importing it on the Google Earth platform (Fig. 1) or in any other GIS.



Fig. 1 - Distribution data of the gorgonian *Paramuricea clavata* provided by diver volunteers integrated with data from recent literature.

*Dati di distribuzione della gorgonia Paramuricea clavata forniti da subacquei volontari integrati con dati provenienti da letteratura recente.*

**Conclusions** - The analysis of the distribution of species at a biogeographic scale is fundamental to answer some basic ecological questions. The only instrument to permit a right planning of interventions on protection is to know the most suitable environment for a species and its geographical distribution. Reef Check Italia standardised census method and database management system have resulted in a successful citizen science monitoring program. Citizen science allows all those who are interested in the resource to contribute to its understanding. Beyond providing valuable data, the increased stewardship that comes from participation in the surveys is vital to the protection of coastal marine resources.

#### References

- BELL J.J. (2007) - The use of volunteers for conducting sponge biodiversity assessments and monitoring using a morphological approach on Indo-Pacific coral reefs. *Aquatic Conserv.*, **17**: 133-145.
- DARWALL W.R.T., DULVY N.K. (1996) - An evaluation of the suitability of non-specialist volunteer researchers for coral reef fish surveys. Mafia Island, Tanzania - A case study. *Biol. Conserv.*, **78**: 223-231.
- FOSTER-SMITH J., EVANS S.M. (2003) - The value of marine ecological data collected by volunteers. *Biol. Conserv.*, **113**: 199-213.
- HODGSON G. (2001) - Reef Check: The first step in community-based management. *B. Mar. Sci.*, **69**: 861-868.

M. PREVIATI, G. ENRICO\*, M. PALMA

UBICA s.r.l., Via San Siro, 6/1 - 16124 Genova, Italia.

\*Cea (Centro di Educazione Ambientale), Comune di Imperia, Italia.

## IL CORALLIGENO DEL PONENTE LIGURE: DATI PRELIMINARI SUL CORALLIGENO MESOFOTICO PRESSO IL SIC DI CAPO BERTA

### PRELIMINARY DATA ABOUT MESOPHOTIC CORALLIGENOUS OFF SCI OF CAPO BERTA

**Abstract** - Aim of this project was to characterize the coralligenous epibenthic assemblages off the Capo Berta SCI (Ligurian Sea, Italy) in nine sites at three depths. The community structures appeared extremely variable but at all sites fishing nets and negative impacts of trawling were recorded, highlighting the importance and urgency to amplify knowledge regarding coralligenous biocenosis in order to develop appropriate conservation plans.

**Key-words:** biodiversity, coralligenous assemblages, conservation plan, vulnerability.

**Introduzione** - Secondo DPR 120/03 (Direttiva habitat) gli habitat marini considerati meritevoli di protezione sono le praterie di *Posidonia*, le lagune costiere e le grotte sommerse o semisommerse. Da questa lista il coralligeno resta ancora escluso sebbene il suo grado di vulnerabilità sia equiparabile a quello dei posidonieti e delle *facies* a Vermetidi (Relini, 2000). Inoltre, data l'elevata biodiversità paragonabile a quella degli ambienti tropicali, la biocenosi coralligena è stata inserita nella lista delle biocenosi bentoniche da proteggere secondo il RAC/SPA di Tunisi (2006).

Scopo del presente lavoro è stato quello di ampliare le conoscenze sulle principali caratteristiche biocenotiche del coralligeno presente al largo del SIC di "Capo Berta"-Diano Marina-Capo Mimosa" (codice di riferimento IT1315670), a supporto del progetto, avviato dalla Regione Liguria alla fine del 2010, di ampliare l'estensione dei SIC marini fino ai 40 m di profondità (Natura 2000-data form).

**Materiali e metodi** - Il SIC di Capo Berta attualmente si estende per 709 ettari, fino alla profondità di 42 m. Dal punto di vista geomorfologico questo tratto di piattaforma è caratterizzato da improvvisi dislivelli di 2-4 m dislocati prevalentemente sulle batimetrie intorno ai 30-34 m, 38-42 m e 50-55 m di probabile origine tellurica. Dal punto di vista biologico il SIC è caratterizzato da un fondale prevalentemente sabbioso, con prati a *Cymodocea nodosa* e praterie di *Posidonia oceanica* mentre al di sotto dei 30 m di profondità s'istaura il coralligeno in esame. I dati sono stati ottenuti descrivendo nove siti, tre a 40 m, tre a 50 m e tre a 60 m di profondità. In ogni sito sono state effettuate riprese video lungo transetti metrati casuali per un totale di 40 m, mantenendo sempre la telecamera perpendicolare alla superficie e ad una distanza fissa dal fondo di 1 m. Dal materiale registrato sono stati estrapolati, casualmente, 45 fotogrammi che sono stati processati tramite la sovrapposizione di una griglia 10×10, ottenendo così la frequenza percentuale di oltre 100 specie. I risultati sono stati riportati con medie e deviazioni standard.

**Risultati** - Dalle analisi effettuati sui nove siti, è emersa la presenza di un coralligeno estremamente eterogeneo. L'area è caratterizzata da una corrente dominante che da ponente va verso levante. Il substrato è prevalentemente detritico e solo in alcuni siti affiorano strutture rocciose riccamente ricoperte.

Dal punto di vista floristico le alghe più frequenti risultano le rosse calcificate a tutte le batimetrie indagate ( $45\pm 14\%$ ,  $27\pm 11\%$  e  $51\pm 7\%$  rispettivamente a 40, 50 e 60 m). A 40 m sono frequenti anche le alghe brune ( $22\pm 1\%$ ) mentre risultano poco

frequenti a 50 m ( $3\pm 1\%$ ) e a 60 m ( $2\pm 1\%$ ). Dal punto di vista faunistico, a 40 m gli organismi più abbondanti sono i poriferi a portamento eretto ( $17\pm 4\%$ ), come la spugna *Sarcotragus spinosulus* e quelli incrostanti ( $10\pm 3\%$ ). A 50 m risultano più frequenti le spugne perforanti ( $28\pm 14\%$ ), in particolar modo *Cliona viridis=nigrians*, e quelle erette ( $12\pm 5\%$ ) come *S. spinosulus* e *Axynella polypoides*. A 60 m di profondità, infine, gli organismi più abbondanti risultano gli ottocoralli ( $22\pm 7\%$ ), in particolar modo le gorgonie *Paramuricea clavata* ed *Eunicella singularis*. Qui si osserva anche la frequenza percentuale più alta di briozoi eretti ( $7\pm 5$ ).

Oltre a dettagliare le comunità bentoniche dei siti, le analisi hanno permesso di individuare la presenza di più del 20% delle specie d'invertebrati marini protetti secondo l'Annesso II Aspim (ad esempio *Spongia lamella* (=agaricina), *Geodia cydonium*, *Savalia savaglia*, *Homarus gammarus*, *Centrostephanus longispinus*), sottolineando come l'area sia di grande pregio.

Infine dalla lettura dei video transetti è emersa la presenza di reti e lenze abbandonate, in tutte le tre fasce batimetriche analizzate. Da segnalare, anche se ancora in corso di studio, una stabile aggregazione di ricci appartenenti alla specie *Stylocidaris affinis* (oltre 100 esemplari in un'area di circa 3 m<sup>2</sup>) all'ingresso di una grotta in un sito a 50 m di profondità.

**Conclusioni** - Nonostante i risultati richiedano ulteriori approfondimenti, è stata segnalata la presenza di un particolare e pregiato coralligeno caratterizzato da specie rare, endemiche e ad elevato interesse conservazionistico, mettendo in evidenza l'importanza di salvaguardare e tutelare tali affioramenti di coralligeno profondo, quale patrimonio di biodiversità. Numerose reti e lenze abbandonate sono state segnalate nella zona, ad indicare attività antropiche poco regolamentate e controllate come una minaccia primaria allo stato di conservazione dell'habitat. Attualmente, grazie alla collaborazione con il CEA del Comune di Imperia, sono in atto piani per la mappatura degli habitat coralligeni degli altri SIC del ponente, in modo da poter proporre piani di tutela e di gestione del territorio, tramite azioni di protezione, divulgazione e sensibilizzazione.

**Ringraziamenti** - Si ringrazia il diving Erosub (Diano Marina, IM) per il supporto tecnico logistico durante le immersioni.

### Bibliografia

- RAC/SPA (2006) - Classification of benthic marine habitat types for the Mediterranean region. *UNEP(OCA)/MED WG.149/5 - Appendix III*.
- RELINI G. (2000) - Nuovi contributi per la conservazione della biodiversità marina in Mediterraneo. *Biol. Mar. Mediterr.*, 7: 173-211.



D. SANNA, G.L. DEDOLA, F. SCARPA, T. LAI, P. COSSU, S. CARONNI<sup>1</sup>, F. MURA<sup>2</sup>, A. RUIU<sup>2</sup>, P. PANZALIS<sup>3</sup>, B. CRISTO, G. RUSSINO<sup>2</sup>, M. CURINI-GALLETTI, M. CASU

Dipartimento di Zoologia e Genetica Evoluzionistica, Università di Sassari,  
Via Francesco Muroni, 25 - 07100 Sassari, Italia.  
darsanna@uniss.it

<sup>1</sup> DiSTA, Università di Pavia, Italia.

<sup>2</sup> A.M.P. Capo Caccia Isola Piana, Alghero, Italia.

<sup>3</sup> A.M.P. Tavolara - Punta Coda Cavallo, Olbia, Italia.

## PRELIMINARY DATA ON THE GENETIC VARIABILITY OF THE FAN MUSSEL *PINNA NOBILIS* IN THE NORTHERN SARDINIA

### *DATI PRELIMINARI SULLA VARIABILITÀ GENETICA DEL MOLLUSCO BIVALVE PINNA NOBILIS NELLA SARDEGNA SETTENTRIONALE*

**Abstract** - The fan mussel *Pinna nobilis* Linnaeus, 1758 is one of the most endangered Mediterranean bivalve. After a reduction of its distribution as a consequence of anthropic factors, the environmental politics led to a new demographic increasing of individuals in some Mediterranean regions. This work aimed to shed some light on the genetic structure of two new-raised populations in northern Sardinia.

**Key-words:** *Pinna nobilis*, genetics, population dynamics, conservation.

**Introduction** - The fan mussel *Pinna nobilis* Linnaeus, 1758 is the largest endemic Mediterranean bivalve, living in soft-sediment areas and beds of seagrass. Commercial exploitation and habitat pollution strongly affected its populations during the past centuries, leading to a dramatic reduction of the distribution of the species in the last 20-30 years. At present, effort for the protection of *P. nobilis* has led to a great demographic expansion reported in many Mediterranean sites. However, with the exception of the study of Katsares *et al.* (2008), who surveyed four Aegean populations, genetic data are still lacking. In such context, the present study was devoted to improve the knowledge on the genetic variability of Sardinian populations which underwent patterns of demographic regression/expansion.

**Materials and methods** - Forty-nine specimens from two areas of northern Sardinia were analysed: 23 from the Capo Caccia Isola Piana MPA, and 26 from the Tavolara Capo Coda Cavallo MPA. A non lethal sampling strategy was applied, abscising a small portion of mantle tissue from individuals *in situ*. Mitochondrial Cytochrome c Oxidase subunit I gene was amplified using standard PCR and sequencing procedures. Estimates of genetic diversity were obtained using DnaSP (Rozas and Rozas, 1999). Genetic relationships among individuals were inferred using Network ([www.fluxus-engineering.com](http://www.fluxus-engineering.com)). The occurrence of genetic structuring among samples was investigated by Baps (Corander and Tang, 2007). Historical population dynamics were estimated by pairwise differences distribution analysis using DnaSP.

**Results** - Overall, 12 haplotypes were found, four of which were shared between the two areas. Noteworthy, the two most common haplotypes were shared respectively by 14 and 18 individuals, and six were unique. Comparable values of haplotype ( $h \sim 0.8$ ) and nucleotide ( $\pi \sim 0.005$ ) diversity occur at both within and among population levels. Network analysis pointed out a high heterogeneity distributed homogeneously throughout the whole sample, without any evidence of genetic structuring between the two MPAs. The occurrence of different haplogroups could be hypothesised to explain the distribution of the 12 haplotypes in the network. Indeed, Bayesian

analysis evidenced the presence of three groups, being consistent with the network in highlighting the phylogenetic relationships among haplotypes (Fig. 1). The mismatch distribution of pairwise differences showed a starting shape for both the two analysed areas and the whole sample, according with an early population expansion.

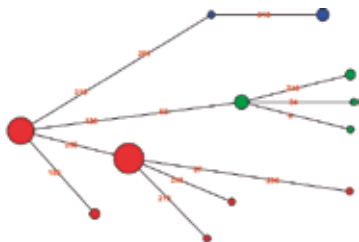


Fig. 1 - Combined Network and Bayesian analysis. Spots on network were coloured according to the distribution of individuals among the three Bayesian groups. Red: group I; green: group II; blue: group III.

*Combinazione tra Network e analisi bayesiana. I cerchi sul network sono colorati secondo l'appartenenza degli individui ai tre gruppi bayesiani. In rosso: gruppo I; in verde: gruppo II; in blu: gruppo III.*

**Conclusions** - The results obtained shed new light on the population dynamics of *P. nobilis* in northern Sardinia. Samples belonging to the MPAs retrieved similar indices of genetic diversity with no occurrence of geographic structuring, which suggest that populations from northern Sardinian represent a panmictic unit. The likely bottleneck which affected such populations seems to have not left signature on their genetic structure, which conversely presents high level of variability. Well-defined phylogenetic relationships characterise the haplotypes distribution, with the occurrence of three distinct haplogroups. This high variability may be explained considering the high rate of mitochondrial evolution found in other bivalves (Hoeh *et al.*, 1996). An alternative explanation lies on the high dispersal capability of the species, which could have contributed to the rapid re-colonisation of northern Sardinia. Similar results were provided by Katsares *et al.* (2008) for Aegean populations, further suggesting the occurrence of high levels of gene flow among populations in some areas of the Mediterranean. In conclusion, Sardinian samples appear to belong to a unique population in early, rapid expansion, promoted by an effective larval dispersal capability.

## References

- CORANDER J., TANG J. (2007) - Bayesian analysis of population structure based on linked molecular information. *Math. Biosci.*, **205**: 19-31.
- HOEH W.R., STEWART D.T., SUTHERLAND B.W., ZOUROS E. (1996) - Cytochrome c Oxidase sequence comparisons suggest an unusually high rate of mitochondrial DNA evolution in *Mytilus* (Mollusca: Bivalvia). *Mol. Biol. Evol.*, **13** (2): 418-421.
- KATSARES V., TSIORA A., GALINOU-MITSOUDI S., IMSIRIDOU A. (2008) - Genetic structure of the endangered species *Pinna nobilis* (Mollusca: Bivalvia) inferred from mtDNA sequences. *Biologia*, **63** (3): 412-417.
- ROZAS J., ROZAS R. (1999) - DnaSP version 3: an integrated program for molecular population genetics and molecular evolution analysis. *Bioinformatics*, **15** (2): 174-175.

M. SECCI, P. ADDIS

Dipartimento di Scienze della Vita e dell'Ambiente, Università di Cagliari,  
Via Ing. T. Fiorelli, 1 - 09126 Cagliari, Italia.  
addisp@unica.it

## PRELIMINARY DATA ON SPATIAL DISTRIBUTION BY SIZE OF *PARACENTROTUS LIVIDUS* IN AN AREA OF SARDINIA

### *DATI PRELIMINARI SULLA DISTRIBUZIONE SPAZIALE PER TAGLIA DI PARACENTROTUS LIVIDUS IN UN'AREA DELLA SARDEGNA*

**Abstract** - We investigated on spatial distribution of the edible sea urchin *Paracentrotus lividus* (Echinidae) in an area of western Sardinia (Southern Italy, Mediterranean Sea) by a geostatistical approach. The investigation was carried out before the beginning of the fishing season 2010/2011 and considered three size classes of test diameter. This method enables to successfully explain spatial pattern of the species in the given area identifying recruitment areas and adult distribution. We emphasize the use of such a tool to improve management efficiency aimed at the conservation of the resource.

**Key-words:** *Paracentrotus lividus*, Mediterranean Sea, Geotechnology, spatial distribution.

**Introduction** - Spatial distribution of the sea urchin *Paracentrotus lividus* is influenced by many factors, such as recruitment (Tomas *et al.*, 2004), competition (Guidetti *et al.*, 2004), water temperature and solar radiation (Crook, 2003) and accessibility by human harvesting, as recently demonstrated by Ceccherelli *et al.* (2011). These processes are usually examined using classical approaches that focus on small spatial scales but disregard the spatial location (geo-referencing) of a measured variable, i.e. abundance (Addis *et al.*, 2009). Geostatistics is more suitable for mapping purposes than conventional statistical methods because they explicitly consider spatial correlation between observations. In the present study we have attempted to identify the patterns of spatial distribution by size of the *P. lividus* in a location of the western coast of Sardinia.

**Materials and methods** - *Sampling area.* The study was carried out in autumn 2010 in the area of Capo Pecora (Western Sardinia, Southern Italy). Samplings were carried out within a pilot study for the Coastal Conservation Agency of Sardinia. The investigation started just before the beginning of the fishing season, which begins on November the 1<sup>st</sup> according to a regional decree of the fishery department.

*Sample collection* - We applied the geostatistical technique to an area covering a total of 76,554,474 m<sup>2</sup> in which we created a regular grid subdivided into 30 m×30 m cells along a 1.5 km stretch of shoreline and down to a bathymetry of 10 m. We selected eighty-nine of the grid's cells on the total of 267 cells, representing about 10% of the whole area. Underwater counts of sea urchins on each cell were carried out within 3 random replicate quadrates of 1 m<sup>2</sup>. Cells were geo-referenced (latitude–longitude) by GPS using UTM projection. Data on test diameters for each cell were grouped into three size classes: 10-30, 30-50, and 50-70 mm.

*Statistical analysis* - Experimental semivariogram and spatial estimation technique by point-kriging were estimated according to Matheron (1965). We estimated for each experimental semivariogram: the nugget effect ( $C_0$ ); the sill ( $C + C_0$ ) and the range ( $A_0$ ). The model that best explained the spatial structure of each case was selected on the basis of values for the reduced sum of squares (RSS) and the coefficient of determination ( $r^2$ ). The validity of the models in the variographic analysis and kriging interpolations was evaluated by means of jack-knife cross-validation.

**Results** - We measured a total of 986 sea urchins with diameters between 10 mm and 70 mm. Semivariograms of the size class 30-50 mm made up the highest value of range ( $A_0=132.00$  m) while the size class of 50-70 mm formed the lowest ( $A_0=33.20$  m). In all cases, there was no significant discontinuity at origin ( $C_0 \leq 12\%$ ) thus indicating that the sampling spatial resolution used was appropriate. Cross-validation analysis supported the appropriateness of semivariogram models and kriging predictions ( $P > 0.05$ ). Kriging map of the size class of 10-30 mm revealed low densities (0-2 ind./m<sup>2</sup>) throughout the whole area, with only a few sporadic high density spots (>5 ind./m<sup>2</sup>) along the coastline. The density map of the size class 30-50 mm showed homogeneous densities (1-3 ind./m<sup>2</sup>) with four smaller spots where the densities are higher than 4 ind./m<sup>2</sup>. Size class 50-70 mm had consistently low densities (<2 ind./m<sup>2</sup>) and only in some spots the density was a little higher (>3 ind./m<sup>2</sup>).

**Conclusions** - The data we have collected on population structure shows that in all cases there is an autocorrelation by density for small distances. Isotropic Gaussian and spherical models better explain the spatial structure of sea urchins in the area, confirming the results of a previous study conducted in Sardinia (Addis *et al.*, 2009). Spatial distribution patterns for juveniles (e.g. class 10-30) seems to indicate the occurrence of nursery sites that form as a result of the good fit of settlers in this seabed. The size class 30-50 mm show some aggregation spots, these pattern is more evident if the size class 50-70 mm is considered. The mean density by size found in this study is lower compared with value of densities recorded in other studies from the northern Sardinia (Ceccherelli *et al.*, 2011). High density patches of the second and the third size classes are localized in the southern part of the area, the less accessible. These findings confirm that the accessibility by human seems to play a key role on the population structure of *P. lividus* as also demonstrated by Ceccherelli *et al.* (2011). Results should be corroborated by the temporal replication of the geostatistics technique applied in the area. It will serve to improve the conservation and the management efficiency of the resource.

## References

- ADDIS P., SECCI M., MANUNZA A., CORRIAS S., NIFFOI A., CAU A. (2009) - A geostatistical approach for the stock assessment of the edible sea urchin, *Paracentrotus lividus*, in four coastal zones of Southern and West Sardinia (SW Italy, Mediterranean Sea). *Fish. Res.*, **100** (3): 215-221.
- CECCHERELLI G., PAIS A., PINNA S., SECHI N., CHESSA L.A. (2011) - Human impact on *Paracentrotus lividus*: the result of harvest restrictions and accessibility of locations. *Mar. Biol.*, **158**: 845-852.
- CROOK A.C. (2003) - Individual variation in the covering behaviour of the shallow water sea urchin *Paracentrotus lividus*. *Mar. Ecol.*, **24** (4): 275-287.
- GUIDETTI P., TERLIZZI A., BOERO F. (2004) - Effects of the edible sea urchin, *Paracentrotus lividus*, fishery along the Apulian rocky coast (SE Italy, Mediterranean Sea). *Fisher. Res.*, **66**: 287-297.
- MATHERON G. (1965) - *La théorie des variables régionalisées et ses applications*. Masson et Cie Éditeurs, Paris.
- TOMAS F., ROMERO J., TURON X. (2004) - Settlement and recruitment of the sea urchin *Paracentrotus lividus* in two contrasting habitats in the Mediterranean. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **282**: 173-184.

N. STURARO, S. GOBERT, G. LEPOINT, A. PÉREZ-PÉREIRA,  
J.M. GUERRA-GARCÍA\*

Laboratoire d'Océanologie, Université de Liège, Allée de la chimie 3, Sart Tilman, B6c - 4000 Liège, Belgium.  
nicolas.sturaro@ulg.ac.be

\*Laboratorio de Biología Marina, Universidad de Sevilla, Avda. Reina Mercedes, 6 - 41012 Sevilla, Spain.

DISTRIBUTION PATTERNS OF *CAPRELLA TAVOLARENSIS*  
(CRUSTACEA: AMPHIPODA) IN THE TAVOLARA-PUNTA CODA  
CAVALLO MARINE PROTECTED AREA

*DISTRIBUZIONE DI CAPRELLA TAVOLARENSIS*  
(CRUSTACEA: AMPHIPODA) NELL'AREA MARINA PROTETTA  
DI TAVOLARA PUNTA CODA CAVALLO

**Abstract** - *Distribution patterns of Caprella tavolarensis was investigated at the Tavolara-Punta Coda Cavallo Marine Protected Area. Results revealed that C. tavolarensis abundance may exhibit spatial patterns associated with the protection status of the zones, highlighting the importance of totally protected areas in species conservation and management.*

**Key-words:** *Caprella tavolarensis, Amphipoda, Marine Protected Area, Posidonia oceanica, Mediterranean Sea.*

**Introduction** - *Caprella tavolarensis*, described by Sturaro & Guerra-García (in press), was discovered in *Posidonia oceanica* meadows of the Tavolara-Punta Coda Cavallo Marine Protected Area (TMPA). The lack of ecological knowledge associated to the description of a new species is usually common. Consequently, this work details the distribution patterns of *C. tavolarensis* in the TMPA. We examine briefly (1) the spatial variability patterns of *C. tavolarensis* abundance at scales ranging from meters to kilometres, (2) the relationships between *P. oceanica* meadow characteristics and *C. tavolarensis* abundance, and (3) the effect of fish predation on *C. tavolarensis*.

**Materials and methods** - The sampling was carried out at the TMPA located in NE Sardinia (Italy). The TMPA was established in 1997 but enforcement became effective around 2003-2004. Sampling was performed in July-August 2007 and 2008 in the context of a larger study assessing the effects of protection status (totally, partially and non protected areas) on amphipod crustacean communities. Samples were collected from *Posidonia oceanica* beds (10-15 m) by SCUBA diving using an airlift sampler (about method see Michel *et al.*, 2010). We used a hierarchical sampling design. Two plots (separated by ~10 m) were nested within each of 2 sites randomly selected (~100 m), nested within each of 4 levels of protection (>1000 m): zones A (integral reserve), B (partial reserve) and C (general reserve) of the TMPA and in an external zone. Four replicate samples were collected at each plot. Biometric parameters of *P. oceanica* were measured for each sampled surface (shoot density, maximum length of leaves, number of leaves per shoot, leaf surface, leaf and epiphyte biomasses). Experimental reduction of predation intensity using cages was carried out in the A zone from June to September 2009 to examine the impact of fishes on amphipod populations. Five cages, five partial cages and five controls were set up in the meadow between 9-12 m depth. Cages measured 75 cm × 75 cm × 120 cm and consisted of 12.7 mm mesh. Sampling was done after 8 weeks with an airlift. Effects of the cages on water flow and light attenuation were tested and found to be negligible. Data of the hierarchical sampling design were analyzed using a nested ANOVA. The relationships were tested with Pearson correlation and Kruskal-Wallis H-test was used in caging experiment.

**Results** - A total of 271 specimens of the amphipod *Caprella tavolarensis* was sampled from the A zone (261) and the B zone (10) at the TMPA, while no specimens were collected in the C and external zones despite the same sampling effort. In the A zone, mean  $\pm$  SD abundance was  $64\pm 75$  and  $25\pm 32$  individuals  $m^{-2}$  and reached a maximum of 271 and 97 individuals  $m^{-2}$ , in 2007 and 2008 respectively. There is a significant difference at the larger scale (zones) in 2007 ( $p=0.003$ ) and 2008 ( $p=0.001$ ), and at the plot scale in 2008 ( $p=0.003$ ). Estimations of variation components showed that the variability attributable to samples ( $\sim 1$  m), plots ( $\sim 10$  m) and zones ( $>1000$  m) are respectively of 48, 15 and 37% (in 2007) and 42, 27 and 31% (in 2008) of the total variability. There is clear evidence that most of the total variation was on the smallest spatial scale and might be attributable to variables associated to the ecology of *C. tavolarensis* such as intraspecific behaviors. The relationships between all six biometric parameters of *P. oceanica* vs *C. tavolarensis* abundance were not significant ( $p>0.08$ ). It has been already pointed out that there is no correlation between parameters of the vagile fauna such as abundance and features of the *P. oceanica* meadow such as density (Scipione *et al.*, 1996). Moreover, experiments dealing with fish predation showed that there were no significant differences for *C. tavolarensis* abundance between cages, partial cages and controls ( $p>0.604$ ), indicating that this species is not or little preyed by fishes. Probably the small size (2-6 mm) could let the specimens hide between *Posidonia* leaves and escape from predators (Sturaro & Guerra-García, in press). Significant variations on the larger scale (zones) might reflect differences in physico-chemical conditions such as hydrodynamism. However, as most study sites were chosen with comparable *Posidonia* meadows, protection might be the factor which better explains the distribution patterns of *C. tavolarensis*.

**Conclusions** - These results do not allow determination of the role of *P. oceanica* biometric parameters and predation by fishes in affecting the abundance of *C. tavolarensis*, but they suggest complex interactions probably related to the ecological behavior of this species. Distribution of *C. tavolarensis* abundance observed at the TMPA suggests that the effects of protection may be responsible for these patterns.

## References

- MICHEL L., LEPOINT G., DAUBY P., STURARO N. (2010) - Sampling methods for amphipods of *Posidonia oceanica* meadows: A comparative study. *Crustaceana*, **83** (1): 39-47.
- SCIPIONE M.B., GAMBI M.C., LORENTI M., RUSSO G.F., ZUPO V. (1996) - The vagile fauna of the leaf stratum of *Posidonia oceanica* and *Cymodocea nodosa* in the Mediterranean Sea. In: Kuo J., Phillips R.C., Walker D.I., Kirkman H. (eds), *Seagrass biology*. University of Western Australia, Perth: 249-260.
- STURARO N., GUERRA-GARCÍA J.M. (in press) - A new species of *Caprella* (Crustacea: Amphipoda) from the Mediterranean Sea. *Helgol. Mar. Res.*, doi 10.1007/s10152-011-0244-5.

This study was supported by the Belgian Fund for Research for the Industry and Agriculture (FRIA).



# **Comitato Gestione e Valorizzazione della Fascia Costiera**

---

*Poster*



S. BUSSOTTI, M. BAROLI<sup>1</sup>, S. COPPA<sup>1</sup>, A. DI FRANCO, I. GUALA<sup>1</sup>,  
P. PANZALIS<sup>2</sup>, R. SAHYOUN, P. GUIDETTI

Laboratory of Zoology and Marine Biology, DiSTeBA, University of Salento - 73100 Lecce, Italy.  
simona.bussotti@unisalento.it

<sup>1</sup>Fondazione IMC, International Marine Centre, Onlus - 09072 Torregrande (OR), Italy.

<sup>2</sup>Tavolara-Punta Coda Cavallo Marine Protected Area - 07026 Olbia, Italy.

## RELATIONSHIPS BETWEEN SEA URCHINS AND THEIR PREDATORY FISHES IN THE MARINE PROTECTED AREA TAVOLARA-PUNTA CODA CAVALLO

### *RELAZIONI TRA RICCI DI MARE E LORO PESCI PREDATORI NELL'AREA MARINA PROTETTA DI TAVOLARA-PUNTA CODA CAVALLO*

**Abstract** - In this study the relationships between sea urchins (*Paracentrotus lividus* and *Arbacia lixula*) and their predatory fishes (the two sparids *Diplodus sargus sargus* and *D. vulgaris* and the two labrids *Coris julis* and *Thalassoma pavo*) were investigated at the Tavolara-Punta Coda Cavallo Marine Protected Area. Results suggest that *Diplodus* fishes can play a more relevant role than the two labrid fishes for the control of sea urchin populations, which may have important implications in terms of conservation and management purposes.

**Key-words:** marine parks, fishery resources, sublittoral zones, Mediterranean Sea.

**Introduction** - Sea urchins are important grazers in Mediterranean marine sublittoral communities (Sala *et al.*, 1998 and references therein). When at high density, they can cause the transition from macroalgal beds to coralline barrens, i.e., bare rocks with encrusting algae. Fishing may significantly affect density of sea urchin predators capable of controlling sea urchin populations (Guidetti, 2006; Guidetti and Sala, 2007). To get preliminary data to evaluate possible cascading effects of protection on whole communities associated to rocky reefs, this study aims at assessing the relationships between predatory fishes and sea urchins at the Tavolara-Punta Coda Cavallo Marine Protected Area (TMPA).

**Materials and methods** - This study was carried out at the TMPA (40° 53' N, 09° 41' E) located in NE Sardinia (Italy). The MPA was established in 1997 but enforcement became effective around 2003-2004. We considered here the most effective fish predators of sea urchins (according to Guidetti, 2006): the two sparids *Diplodus sargus sargus* and *D. vulgaris* (preying upon juvenile and adult urchins) and the two labrids *Coris julis* and *Thalassoma pavo* (whose adults prey upon juvenile urchins). Data collection was done in 2007 at four levels of protection: inside zones A (integral reserve), B (partial reserve) and C (general reserve) of the TMPA and in external zones. Four sites were randomly selected within each level of protection. Counts of sea urchins were performed within quadrats of 5 m<sup>2</sup> at ~5 m depth (3 replicates), while densities of predatory fishes were estimated by visual census between 5 and 15 m depth (to capture their mobility in sublittoral rocky reefs) along transects 25×5 m (4 replicates). The analyses on distribution patterns of predatory fishes and sea urchins are reported by Di Franco *et al.* (2009) and Baroli *et al.* (2007), with details on sampling methods. Density data of sparid and labrid fishes, and of the two sea urchins were pooled for each sampling site, and the values were converted to 100 m<sup>2</sup> for fishes and 1 m<sup>2</sup> for sea urchins. Data (mean values from the 16 study sites) were analyzed for 'best-fit' correlation.

**Results and conclusions** - The relationships between total fish predators and Labridae vs total sea urchin density were not significant (Fig. 1a,b) while a significant,

non-linear, negative correlation was detected between *Diplodus* fishes and urchins (Fig. 1c; n=16).

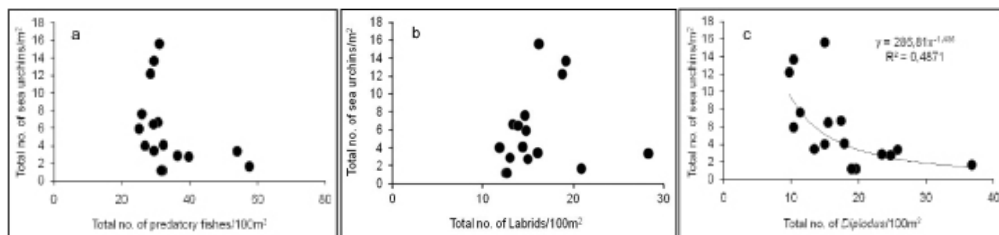


Fig. 1 - Relationships between variables: a) total predatory fish density vs total sea urchin density; b) Labridae density vs total sea urchin density; c) *Diplodus* density vs total sea urchin density.

Relazione tra variabili: a) densità totali dei pesci predatori vs densità totali dei ricci di mare; b) densità dei Labridi vs densità totali dei ricci; c) densità di *Diplodus* vs densità totali dei ricci.

Results suggest that: 1) *Diplodus* fishes seem to play a major role for the control of sea urchin populations at the TMPA (with potential cascading effects on entire communities): this is consistent with the data reported from other Mediterranean sectors (Sala *et al.*, 1998; Guidetti, 2006); 2) only where *Diplodus* fish density exceeds a threshold of ~15-20 ind./100 m<sup>2</sup> fish predators may effectively control sea urchin population density, similarly to what reported by Guidetti and Sala (2007) at Mediterranean scale: this has important implications in terms of management of fishing on these fishes and conservation (e.g. creation of MPAs for community- and ecosystem-wide recovery).

**Acknowledgements** - The Authors thank the director of the TMPA A. Navone who made possible this research. S. Vitale provided invaluable help during field work.

## References

- BAROLI M., COPPA S., GUALA I. (2007) - Monitoraggio della popolazione del riccio di mare *Paracentrotus lividus* e valutazione dell'effetto riserva nell'Area Marina Protetta "Tavolara - Punta Coda Cavallo". Convenzione Fondazione IMC-AMP Tavolara: 24 pp.
- DI FRANCO A., BUSSOTTI S., NAVONE A., PANZALIS P., GUIDETTI P. (2009) - Evaluating effects of total and partial restrictions to fishing on Mediterranean rocky-reef fish assemblages. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **387**: 275-285.
- GUIDETTI P. (2006) - Marine reserves reestablish lost predatory interactions and cause community changes in rocky reefs. *Ecol. Appl.*, **16**: 963-976.
- GUIDETTI P., SALA E. (2007) - Community-wide effects of marine reserves in the Mediterranean Sea. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **335**: 43-56.
- SALA E., BOUDOURESQUE C.F., HARMELIN-VIVIEN M. (1998) - Fishing, trophic cascades, and the structure of algal assemblages: evaluation of an old but untested paradigm. *Oikos*, **82**: 425-439.

A. CAMEDDA, S. COPPA, G.A. DE LUCIA, R. BRUNDU\*, L. MASCIA\*, G. MASSARO\*

Consiglio Nazionale delle Ricerche, Istituto per l'Ambiente Marino Costiero (CNR-IAMC),  
Località Sa Mardini, Torregrande - 09170 Oristano, Italia.  
a.camedda@iamc.cnr.it

\*Area Marina Protetta Penisola del Sinis-Isola di Mal di Ventre, Cabras, Italia.

**PARACENTROTUS LIVIDUS NELL'AREA MARINA PROTETTA  
"PENISOLA DEL SINIS - ISOLA DI MAL DI VENTRE"  
(SARDEGNA OCCIDENTALE): PRELIEVO E PERMESSI**

**PARACENTROTUS LIVIDUS IN THE "PENISOLA DEL SINIS - ISOLA  
DI MAL DI VENTRE" MPA (W-SARDINIA):  
FISHERIES AND LICENCES**

**Abstract** - *Paracentrotus lividus* is an important grazer in sublittoral assemblages and an important fishery resource in the Mediterranean Sea. This study, carried out in the "Penisola del Sinis-Isola di Mal di Ventre" MPA, investigated the authorization process for its sustainable fishery management. The results give an important contribution to conservation of the local population of *P. lividus*.

**Key-words:** *Paracentrotus lividus*, marine parks, echinoderm fisheries, licences, GIS.

**Introduzione** - Il riccio di mare edule *Paracentrotus lividus* Lamarck, 1816, è ormai da tempo considerato un organismo di particolare interesse sia per il ruolo ricoperto a livello ecosistemico (Guidetti *et al.*, 2004) sia per il valore legato al suo consumo alimentare (Gianguzza *et al.*, 2006). Accordi internazionali e normative ne tutelano e regolano la gestione al fine di preservarne le popolazioni e disciplinarne il prelievo. Negli ultimi anni, la domanda crescente di gonadi di *P. lividus* ha determinato un aumento del prelievo a cui spesso ha fatto seguito una riduzione della risorsa (in termini di taglia e densità di popolazione). In molte località, soprattutto nelle aree marine protette, sono stati adottati sistemi di gestione per regolamentare la pesca di questi organismi. L'attività di prelievo di *P. lividus*, molto diffusa in tutta la Sardegna, viene praticata sia da pescatori professionisti che ricreativi. Questo lavoro prende in considerazione le procedure attivate nell'area marina protetta (AMP) "Penisola del Sinis - Isola di Mal di Ventre" per gestire tale attività di prelievo.

**Materiali e metodi** - Nell'AMP si cerca di regolamentare il prelievo del riccio di mare dal 2001. In attesa che il Ministero dell'Ambiente approvi il regolamento di gestione, a partire dalla stagione di pesca 2009/2010 il prelievo viene regolamentato, su richiesta dell'Ente Gestore dell'AMP, attraverso l'emanazione di un'ordinanza della Capitaneria di Porto di Oristano. Al fine di stimare la pressione di prelievo antropico complessivo sulla risorsa è stato previsto il rilascio di un permesso di pesca. Il permesso è attualmente gratuito, ma comporta l'obbligo di registrare i dati relativi del prelievo (data, ora, località, modalità e quantità) in un libretto. Al termine della stagione di pesca il libretto deve essere riconsegnato, pena l'impossibilità del rinnovo per la stagione successiva. La georeferenziazione del dato consente, attraverso l'utilizzo di un programma GIS (*ArcGis 9.2 ESR*), la costruzione di layer del prelievo che possono essere sovrapposti successivamente a quelli prodotti con le attività di monitoraggio in campo. Regularmente infatti, al termine della stagione di pesca, vengono condotte stime di densità e distribuzione della frequenza di classi di taglia della popolazione di *P. lividus* mediante campionamenti subacquei.

**Risultati** - I permessi rilasciati per la stagione di pesca 2009-2010 sono stati 54. Durante i 183 giorni di pesca previsti dal calendario Regionale i giorni effettivi di

pesca sono stati 116 (pari al 63%) ed è stato dichiarato un prelievo totale di 613940 esemplari. È emerso che aprile è stato il mese in cui sono stati pescati più ricchi (prelievo dichiarato di 216470 pari al 35% del totale) e Su Zinnibiri la località con il maggiore prelievo nell'arco della stagione (22% del totale). Dei 54 pescatori professionisti in possesso del permesso, 9 hanno dichiarato di non aver pescato, mentre gli altri 45 hanno lavorato complessivamente 746 giornate con un prelievo giornaliero di individui pari a  $822,98 \pm 262,72$  (media  $\pm$  Deviazione Standard).

I dati del monitoraggio che considerano l'intera AMP rivelano come la densità delle taglie commerciali (>50) sia molto variabile su scala spaziale e compresa fra 0,1 (Zona C) e 3,1 ind./m<sup>2</sup> (Zona B dove la pesca è vietata). In Tab. 1 sono riportati i valori relativi ai siti di cui si dispone sia del dato del monitoraggio (riferito alla fascia compresa fra 2 e 5 m) che del quantitativo di pescato dichiarato.

Tab. 1 - Densità di *P. lividus* (media  $\pm$  errore standard).

*Density of P. lividus (mean  $\pm$  standard error).*

Località	N ricci prelevati (dichiarazioni 2009-2010)	Densità taglie > 50 mm (ind./m <sup>2</sup> )
Mare Morto (Out)	12000	0,1 $\pm$ 0,1
Su Zinnibiri (Zona C)	132800	0,1 $\pm$ 0,1
Tharros (Zona C)	6800	0,2 $\pm$ 0,1
Isola MdV (Zona C)	53850	1,3 $\pm$ 0,4
La Caletta (Zona C)	13450	1,1 $\pm$ 0,1

Grazie all'utilizzo di un GIS i dati georeferenziati ottenuti dalle 2 fonti (monitoraggio e libretti) sono stati confrontati producendo una mappa dalla quale si evidenziano le zone di maggiore impatto.

**Conclusioni** - I risultati evidenziano come la densità delle taglie commerciali sia correlata all'intensità del prelievo e come lo sfruttamento della risorsa non sia uniforme in tutte le zone dove la pesca è concessa. I punti di maggiore prelievo coincidono con i principali accessi alla costa dell'AMP. Si suggerisce quindi di porre maggior attenzione a questi siti particolarmente vulnerabili e di creare le condizioni necessarie a minimizzare l'impatto su queste aree (es. introduzione pesca rotazionale, rivalutazione accessi). Emerge inoltre quanto sia rilevante poter avere un riscontro diretto sia dello stato della risorsa, attraverso il monitoraggio periodico, che del prelievo reale mediante azioni di controllo e di vigilanza.

#### Bibliografia

- GIANGUZZA P., CHIANTORE M., BONAVIRI C., CATTANEO-VIETTI R., VIELMINI I., RIGGIO S. (2006) - The effects of recreational *Paracentrotus lividus* fishing on distribution patterns of sea urchins at Ustica Island MPA (Western Mediterranean, Italy). *Fish. Res.*, **81**: 37-44.
- GUIDETTI P., TERLIZZI A., BOERO F. (2004) - Effects of the edible sea urchin, *Paracentrotus lividus*, fishery along the Apulian rocky coasts (SE Italy, Mediterranean Sea). *Fish. Res.*, **66**: 287-297.

A. CANNAS, S. MANCA, M. TRENTADUE, N. FOIS

AGRIS Sardegna, Agenzia per la Ricerca Scientifica in Agricoltura,  
Dipartimento per la Ricerca nelle Produzioni Animali, Servizio Risorse Ittiche,  
Località Bonassai S.S. 291 km 18,600 - 07040 Olmedo (SS), Italia.  
crrrea@crrrea.it

## STRUTTURA DI POPOLAZIONE DI VONGOLA VERACE (*RUDITAPES DECUSSATUS* L.) IN DUE LAGUNE COSTIERE DELLA SARDEGNA

### POPULATION STRUCTURE OF CARPET SHELL CLAM (*RUDITAPES DECUSSATUS* L.) IN TWO COASTAL LAGOONS OF SARDINIA (ITALY)

**Abstract** - *Ruditapes decussatus* L. (*Bivalvia*) is a traditional resource for fishing activity in Sardinia Island. This species is not cultured, but fishermen pick them up from the bottom of brackish areas. The distribution and the population structure of *R. decussatus* were investigated in two coastal lagoons: S. Giovanni (CA) and Calich (SS). The samplings were performed seasonally from autumn 2008 to summer 2009.

**Key-words:** *Ruditapes decussatus*, clam, population structure.

**Introduzione** - La presenza di vongola verace (*Ruditapes decussatus*, L., 1758), va progressivamente diminuendo in molti siti nazionali ed europei a causa dell'eccessivo sfruttamento, della antropizzazione delle aree e della competizione con *Ruditapes philippinarum* (Adams & Reeve, 1850), specie alloctona ben adattata agli ambienti lagunari italiani (Cannas *et al.*, 2010). Obiettivo della ricerca è stato quello di incrementare le conoscenze su questa importante risorsa, al fine di tutelare le popolazioni presenti in Sardegna e di fornire utili indicazioni per una pesca sostenibile.

**Materiali e metodi** - Nelle annate 2008 e 2009 sono stati effettuati campionamenti stagionali in due lagune costiere: S. Giovanni (Cagliari), superficie 0,86 km<sup>2</sup>, situata nella costa SE della Sardegna e Calich (Sassari), superficie 0,97 km<sup>2</sup>, situata nella costa NW. Nelle principali aree di raccolta delle vongole sono state individuate cinque stazioni di rilevamento (2 a S. Giovanni e 3 al Calich). Il prelievo è stato effettuato su un'area di 0,11 m<sup>2</sup> per stazione (5 repliche per stazione), utilizzando un rastrello manuale per molluschi munito di una rete di 3 mm di lato capace di raccogliere 14 l di sedimento. Il sedimento raccolto è stato setacciato in laboratorio con filtri a maglia decrescente per individuare le vongole presenti che sono state successivamente classificate e misurate (lunghezza asse oro-aborale). I dati rilevati sono stati elaborati statisticamente utilizzando test parametrici e non parametrici.

**Risultati** - La densità massima per stazione di *R. decussatus* si è riscontrata in primavera, con valori maggiori nella laguna di S. Giovanni (507±343\*m<sup>-2</sup>) rispetto a quella del Calich (141±38\*m<sup>-2</sup>). Per quanto concerne la distribuzione delle classi di lunghezza (Tab. 1), sono emerse differenze significative. In particolare la prima classe (individui con lunghezza della conchiglia <1,5 cm) è stata rilevata in tutte le stagioni a S. Giovanni e nel periodo estivo-autunnale al Calich. Questo andamento testimonia una lunga stagione riproduttiva nel primo sito e un picco riproduttivo tardo primaverile nel secondo, come riscontrato in altre lagune in Italia e in Spagna (Breber, 1980; Ojea *et al.*, 2004). La prima classe ha rappresentato a S. Giovanni circa il 30% del totale in tutte le stagioni escluso l'inverno (12%). Al Calich la

prima classe ha avuto una percentuale pari al 14% del totale in autunno. Le classi di taglia commerciale, secondo la legislazione vigente ( $\geq 25$  mm), sono risultate presenti durante tutto l'anno in ambedue i siti. I test di Fisher e il test  $\chi^2$  hanno dimostrato, per ogni sito, che la differenza nella frequenza delle classi di lunghezza era risultata statisticamente significativa tra le diverse stagioni ( $P < 0,01$ ). Anche per quanto concerne la frequenza delle classi di lunghezza tra i due siti nell'ambito della stessa stagione, le differenze sono risultate significative per tutte le stagioni escluso l'autunno ( $P < 0,01$ ).

Tab. 1 - Esemplari di *Ruditapes decussatus* ( $n \cdot m^{-2}$ ) di diverse classi di lunghezza rilevati nei campioni prelevati stagionalmente nei due stagni.

*Ruditapes decussatus specimens ( $n \cdot m^{-2}$ ) from distinct size classes seasonally collected in the two lagoons.*

Classe	Stagione							
	Calich				San Giovanni			
	Autunno	Inverno	Primavera	Estate	Autunno	Inverno	Primavera	Estate
<1,5 cm	2	0	0	6	34	28	91	162
1,50-2,49 cm	7	1	4	4	56	72	74	179
2,50-3,49 cm	5	21	36	22	13	80	107	117
3,50-4,49 cm	1	8	56	20	11	51	42	31
4,50-5,49 cm	0	1	6	2	5	9	4	8
TOTALE	15	32	102	54	119	240	318	496

**Conclusioni** - Le popolazioni di *Ruditapes decussatus* studiate nelle due lagune hanno mostrato la presenza di tutte le classi di taglia, contrariamente a quanto accade in altre popolazioni della Sardegna, dove risultano poco rappresentate le classi di taglia maggiori, probabilmente a causa di una eccessiva attività di pesca (Cannas *et al.*, 2010). Le grandi differenze numeriche rilevate nelle due lagune indicano come l'ambiente influenzi le caratteristiche della popolazione di *R. decussatus*, quindi la gestione della risorsa non può basarsi su regole univoche, ma deve essere modulata in base alle caratteristiche monitorate nei diversi ambienti lagunari.

#### Bibliografia

- BREBER P. (1980) - Annual gonadal cycle in the carpet shell clam *Venerupis decussata* in Venice lagoon, Italy. *Proc. Natl. Shellfish. Ass.*, **70** (1): 31-35.
- CANNAS A., TRENTADUE M., MANCA S., MURA L., FOIS N. (2010) - Insediamento di *Ruditapes philippinarum* (Adams & Reeve) nel golfo di Olbia (Sardegna, Italia) e distribuzione in rapporto a *Ruditapes decussatus* (L.). *Biol. Mar. Mediterr.*, **17** (1): 320-321.
- OJEA J., PAZOS A.J., MARTINEZ D., NOVOA S., SANCHEZ J.L., ABAD M. (2004) - Seasonal variation in weight and biochemical composition of the tissues of *Ruditapes decussatus* in relation to the gametogenic cycle. *Aquaculture*, **238**: 451-468.

M. CAVALLO, E. BALLESTEROS\*, A. COSSU

Dipartimento di Scienze Botaniche, Ecologiche e Geologiche, Università di Sassari,  
Via Piandanna (Orto botanico) - 07100 Sassari, Italia.  
mariannacavall@libero.it

\*Centre d'Estudis Avançats de Blanes-CSIC, Blanes, Spain.

## DEFINIZIONE DELLE SITUAZIONI GEOMORFOLOGICHE RILEVANTI IN DUE DIVERSE AMP SECONDO LA METODOLOGIA CARLIT

### DEFINITION OF RELEVANT GEOMORPHOLOGICAL SITUATIONS IN TWO DIFFERENT MPAs WITH CARLIT METHODOLOGY

**Abstract** - *Macroalgae is a biological key element for the assessment of the Ecological Status in coastal waters according to the European Water Framework Directive (2000/60/EC). Here we propose the monitoring of North Sardinia coastal water quality based on CARLIT methodology. A study on the geomorphological factors of two MPAs was made as a first step for the assessment of Reference Conditions fulfils the requirements of the WFD.*

**Key-words:** *cartography, phytobenthos, bioindicators, geomorphological factor, water policy.*

**Introduzione** - La Direttiva Europea Quadro sulle Acque (2000/60/CE) definisce le linee metodologiche comuni per la valutazione dello stato ecologico delle acque superficiali, principalmente sulla base degli elementi di qualità biologici (fitoplancton, fanerogame, macroalghe e macroinvertebrati). Questa normativa prevede che ogni Stato Membro individui, all'interno del proprio territorio, una serie di condizioni di riferimento (dove l'impatto antropico è assente o trascurabile), su cui si baserà la valutazione dello stato ecologico di tutti i corpi idrici. Le Aree Marine Protette rappresentano dei potenziali siti di riferimento con un'elevata qualità ambientale (Silvestri *et al.*, 2003), inoltre, in alcuni casi, è possibile disporre di dati sugli elementi di qualità biologica e/o chimica collegati a studi pregressi (Casazza *et al.*, 2004). In questo studio è stata fatta un'analisi sulle pressioni antropiche che agiscono in due diverse AMP della Sardegna settentrionale; in seguito sono stati identificati i fattori geomorfologici che influenzano la distribuzione delle comunità fitobentoniche utilizzate come indicatori dall'indice CARLIT (Ballesteros *et al.*, 2007).

**Materiali e metodi** - Un'analisi delle eventuali pressioni antropiche ha riguardato: l'intensità dell'attività agricola, industriale, turistica, la distanza con i centri urbani, fonti puntuali di inquinanti, smaltimento dei materiali dragati, estrazione di petrolio, gas o altre risorse, sforzo di pesca. Per la valutazione dello stato di qualità ecologica sono stati utilizzati come elementi di qualità le macroalghe e fanerogame. Durante la primavera 2010, le comunità fitobentoniche dell'AMP di Capo Caccia-Isola Piana e della parte meridionale dell'Isola dell'Asinara sono state cartografate attraverso la metodologia CARLIT (tot. 63 km di costa). Il monitoraggio in continuo è stato eseguito con un'imbarcazione pneumatica, a una distanza minima di 3 metri dalla linea di riva e le informazioni ottenute sulle categorie di comunità e sulle caratteristiche geomorfologiche (*morfologia della costa, inclinazione della frangia infralitorale, esposizione al moto ondoso, composizione del substrato*) sono state annotate su delle foto aeree georeferenziate (Torras *et al.*, 2003). L'ANOSIM è stata eseguita per mettere in evidenza le dissimilarità nella composizione di comunità tra i settori di costa caratterizzati da differenti combinazioni di fattori geomorfologici.

**Risultati** - Dall'analisi degli impatti e delle pressioni è emerso che le due aree rappresentano dei potenziali siti di riferimento con una limitata influenza antropica

dovuta alle restrizioni imposte dall'istituzione delle AMP e dei Parchi (Parco Nazionale dell'Asinara e Parco Regionale di Porto Conte).

Il risultato finale del monitoraggio è la suddivisione della linea di costa in 69 settori, ognuno dei quali caratterizzato dalla combinazione dei fattori geomorfologici (es. *falesia alta*, *inclinazione orizzontale*, *esposto al moto ondoso*, *substrato calcareo*, *orientato a nord* ecc..) e da una o più comunità macroalgale. L'ANOSIM ha dato valori statisticamente significativi per il fattore *esposizione al moto ondoso* e *inclinazione della frangia infralitorale* ( $p=0,1\%$  con  $R=0,323$  e  $R=0,210$ , rispettivamente). Dalla combinazione dei due fattori, si possono definire otto differenti *Situazioni Geomorfologiche Rilevanti* (SGR), per ciascuna delle quali è stato calcolato il *Valore di Qualità Ecologica* o EQV (Tab. 1).

Tab. 1 - Situazioni Geomorfologiche Rilevanti.

*Geomorphological Relevant Situations (GRS).*

GRS	INCLINAZIONE	ESPOSIZIONE	EQV = $\Sigma (I_i * SL_i) / \Sigma I_i$
1	Orizzontale	Esposto	17,4
2	Orizzontale	Riparato	11,6
3	Subverticale	Esposto	18,5
4	Subverticale	Riparato	15
5	Verticale	Esposto	19,2
6	Verticale	Riparato	19,5
7	Strapiombo	Esposto	16,3
8	Strapiombo	Riparato	19,2

Gli EQV calcolati rappresentano i valori di qualità ecologica dei siti riferimento e sono la base per la valutazione dello stato ecologico di tutti i corpi idrici che presentano le stesse caratteristiche geomorfologiche.

**Conclusioni** - La scelta delle due AMP come possibili siti di riferimento si è basata essenzialmente sulle pressioni attuali e storiche che hanno agito e agiscono sulle aree; tuttavia non è stato possibile risalire a dati storici attendibili sulle condizioni ecologiche, come previsto dalla Direttiva. L'eterogeneità geomorfologica delle AMP ha permesso di valutare quali fattori influiscono maggiormente nella distribuzione delle comunità fitobentoniche. Questo studio conferma la validità della metodologia CARLIT nel rilevare i cambiamenti nella composizione di comunità associati alla variazione, anche puntuale, della qualità delle acque costiere.

#### Bibliografia

- BALLESTEROS E., PINEDO S., GARCÍA M., MANGIALAJO L., DE TORRES M. (2007) - A new methodology based on littoral community cartography for the implementation of the European Water Framework Directive. *Mar. Poll. Bull.*, **55**: 172-180.
- CASAZZA G., LOPEZ Y ROYO C., SILVESTRI C. (2004) - Implementazione della Direttiva (2000/60/CE), per le acque costiere, nell'ecoregione mediterranea. Importanza delle componenti biologiche e di un'applicazione condivisa a livello ecoregionale. *Biol. Mar. Mediterr.*, **11** (1): 12-24.
- SILVESTRI C., MAGALETTI E., CICERO A.M., GIOVANARDI F., SCARPATO A., BRONDI A., SPADA E., CASAZZA G. (2003) - Towards the application of the EU Water Framework Directive in Italian coastal waters: present available data and future needs. In: Ozhan E. (ed), *Proc. of the 6<sup>th</sup> Int. Conference on Mediterranean Coastal Environment (MEDCOAST 03)*, **2**: 1169-1178.
- TORRAS X., PINEDO S., GARCIA M., MANGIALAJO L., BALLESTEROS E. (2003) - Assessment of coastal environmental quality based on littoral community cartography: methodological approach. *II Medit. Symposium on Marine Vegetation*. Athens, 12-13 December 2003.



M.F. CINTI, F. FRAU, B. PALIAGA, S. SIMEONE\*, L. PALOMBO\*, I. GUALA\*

Capo Carbonara Marine Protected Area - 09049 Villasimius, Italia.  
mariafra.cinti@gmail.com

\*Fondazione IMC, International Marine Centre Onlus - 09072 Torregrande (OR), Italia.

## PRIORITY HABITATS ACCORDING TO THE SPA/BIO PROTOCOL (BARCELONA CONVENTION) PRESENT IN THE CAPO CARBONARA MARINE PROTECTED AREA

### *GLI HABITAT PRIORITARI DEL PROTOCOLLO SPA/BIO (CONVENZIONE DI BARCELLONA) PRESENTI NELL'AREA MARINA PROTETTA DI CAPO CARBONARA*

**Abstract** - An update on the presence of habitats in the Capo Carbonara Marine Protected Area was carried out on the basis of existing data, including grey literature and analysis of cartography, and field investigations. Results highlighted the presence of 42 habitats; 30 of these are considered priority according to the SPA/BIO protocol (Barcelona Convention). Such a high number of habitats of conservation interest makes the Capo Carbonara MPA an eligible candidate to be part of the SPAMI list.

**Key-words:** marine parks, conservation, habitat, biodiversity, Mediterranean Sea.

**Introduction** - In the Mediterranean Sea 61 benthic habitats are considered of priority interest for conservation according to the SPA/BIO protocol (Specially Protected Areas and Biological Diversity in the Mediterranean, Barcelona Convention), 60 of which have been recorded in the Italian seas (Relini and Giaccone, 2009). The detection of these habitats (biocoenosis, facies or associations) is crucial for the identification of Specially Protected Areas of Mediterranean Interest (SPAMIs) that are Marine Protected Areas (MPAs) of particular interest for conservation of biological diversity and for scientific, aesthetic, cultural or educative values (Anonymous, 1999).

This study aims at updating and harmonizing all available knowledge on the presence of priority habitats at the Capo Carbonara Marine Protected Area (CCMPA) to provide a cognitive tool for conservation purposes and to identify the criteria for the eligibility in the SPAMI list.

**Materials and methods** - The study was carried out at the CCMPA (39° 07' N, 09° 32' E) located in the municipality of Villasimius (SE Sardinia, Italy). An extensive survey on the existing data, including grey literature and analysis of cartography, was carried out to highlight the presence of biocoenosis, facies or associations (priority habitats or not). Overall, 66 documents have been explored: 13 papers on specialized scientific journals, 5 abstracts or congress presentations, 3 master or PhD thesis, 1 feasibility study, 3 thematic maps, 41 technical reports on monitoring activities carried out at the CCMPA or in the municipality of Villasimius; other sources of information were websites and local operators (i.e. fishermen, divers). Based on the study of literature, field surveys were planned to ascertain the reliability of information, especially those from unpublished documents. Field investigations were carried out by land, by boat and/or by skin diving for midlittoral and upper infralittoral habitats; by scuba diving for lower infralittoral habitats; by Van Veen grab for circalittoral zones. For each habitat type, when possible, an assessment of representativity and conservation status was pointed out; quantitative data on the distribution (% cover of seabed) within the CCMPA have been provided only for *Posidonia oceanica* meadows on the basis of existing maps ([www.sidimar.it](http://www.sidimar.it)).

**Results and conclusions** - Overall, 42 biocoenosis were detected; 30 of them are considered priority habitats according to the SPA/BIO protocol (Tab. 1). *Posidonia oceanica* meadows cover the 23% of the CCMPA beds.

Tab. 1 - Habitat types detected in the CCMPA. R=representativity (e=excellent; g=good; s=significant; n=non-significant); C=conservation status (e=excellent; g=good; p=poor).

*Habitat descritti nell'AMP Capo Carbonara. R=rappresentatività (e=eccellente; g=buona; s=significativa; n=non significativa); C=stato di conservazione (e=eccellente; g=buono; p=povero).*

habitat type	R	C	habitat type	R	C
Facies of banks of dead leaves of <i>Posidonia oceanica</i> (upper part)	g	g	Facies with vermetids	e	e
Association with halophytes	n		Facies with <i>Cladocora caespitosa</i>	g	e
Facies of banks of dead leaves of <i>Posidonia oceanica</i> (lower part)	g	g	Association with <i>Cystoseira crinita</i>	s	e
Association with <i>Nemalton helminthoides</i> and <i>Rissoella verruculosa</i>	e	e	Association with <i>Cystoseira spinosa</i>	n	
Association with <i>Lithophyllum papillosum</i> and <i>Polysiphonia</i> spp.	n		Association with <i>Cystoseira compressa</i>	e	e
Association with <i>Lithophyllum byssoides</i>	g	g	Facies and Associations of Coralligenous biocenosis (in enclave)	g	e
Concretions with <i>Neogoniolithon brassica-florida</i>	s	g	Facies with large bryozoans	n	
Pools and lagoons associated to vermetids (infralittoral enclave)	g	g	Coralligenous biocenosis	e	e
Facies with <i>Loripes lacteus</i> , <i>Ruditapes</i> spp.	n		Facies with <i>Eunicella cavolinii</i>	g	e
Maëri facies	n		Facies with <i>Eunicella singularis</i>	g	e
Association with rhodoliths	n		Facies with <i>Paramuricea clavata</i>	n	
<i>Posidonia oceanica</i> meadows	e	e	Coralligenous platforms	g	e
Ecomorphosis of striped meadows	s		Semi-dark caves (also in enclave in upper stages)	s	
Ecomorphosis of "barrier-reef" meadows	n	p	Facies with <i>Corallium rubrum</i>	n	
Association with <i>Cystoseira amentacea</i>	e	e	Caves and ducts in total darkness (in enclave in the upper stages)	n	

Such a large number of priority habitats supports a high abundance of species and makes the CCMPA of great relevance not only for the conservation of Mediterranean diversity but also for scientific, aesthetic and cultural aspects. As a consequence the CCMPA, should reasonably be considered an eligible candidate to be part of the SPAMI list. The knowledge of the presence, distribution and conservation status of priority habitats is basic for planning their future monitoring; therefore, this study provides an useful cognitive tool for the conservation of the biological diversity within the CCMPA.

## References

- ANONYMOUS (1999) - Protocol concerning Specially Protected Areas and Biological Diversity in the Mediterranean. *Official Journal of the European Communities*, L 322/34, 14/12/1999: 15 pp.
- RELINI G., GIACCONE G. (eds) (2009) - Gli habitat prioritari del protocollo SPA/BIO (Convenzione di Barcellona) presenti in Italia. Schede descrittive per l'identificazione. *Biol. Mar. Mediterr.*, 16 (Suppl. 1): 1-372.

*Ulteriore documentazione consultata ai fini della identificazione degli habitat, è disponibile nell'Annex allegato.*

**Annex**

- AA.VV. (2002) - Mappatura delle praterie di *Posidonia oceanica* lungo le coste della Sardegna e delle piccole isole circostanti. Relazione finale. Vol. I e II. A cura di Nautilus s.c.r.l. Vibo Valentia: 201 pp.
- ADDIS P., CECCHERELLI G., MURENU M., FARCI S., FERRARI A., OLITA A., ORTU A., POMA S., CANU B., CASU D., GRECO S., SECHI N. (2004) - Caratterizzazione delle biocenosi associate a *Cystoseira* spp. in tre aree marine protette della Sardegna. *Biol. Mar. Mediterr.*, **11** (2): 397-399.
- ADDIS P., SECCI M., MANUNZA A., CORRIAS S., NIFFOI A., CAU A. (2009) - A geostatistical approach for the stock assessment of the edible sea urchin, *Paracentrotus lividus*, in four coastal zones of Southern and West Sardinia (SW Italy, Mediterranean Sea). *Fish. Res.*, **100**: 215-221.
- BACCHETTA G., FENU G., IIRITI G., MATTANA E., MELONI F., MULÈ P., PODDA L. (2006) - Territory defence throughout conservation of the plant diversity: the project of the Protected Sea Area of Capo Carbonara (South eastern Sardinia). Atti First International Symposium on Environment Entities and Mediterranean Area. ISEIM 2006. Corte-Ajaccio, France, 9-13 luglio 2006: 302-307.
- BACCHETTA G., FENU G., MATTANA E., MELONI F., PODDA L. (2007) - Conservazione *ex situ* e *in situ* della biodiversità vegetale dell'Area Marina Protetta di Capo Carbonara (Sardegna sud-orientale). *Fitosociologia*, **44** (1): 157-164.
- BUIA M.C., GIUNTA G., GUALA I., IACONO G., MONTELLA R., SILVESTRE F., TIBERTI L. (2005) - State of *Posidonia oceanica* meadows around the Sardinian coasts. In: Ozhan E. (ed), *Proceedings of 7<sup>th</sup> International Conference on the Mediterranean Coastal Environment, Medcoast 05*. 25-29 October 2005. Kusadasi, Turkey: 431-439.
- CASOLA E., LARICCIA M., SCARDI M. (2008) - La pesca nelle aree marine protette italiane. Unimar. Roma 2008, **147**: 9 pp.
- FRAU F., CINTI M.F., TOCCHETTI M. (2009) - Proposta di un protocollo di monitoraggio di *Tursiops truncatus* nell'Area Marina Protetta di Capo Carbonara, Villasimius. VIII Congresso Nazionale sui Cetacei e sulle Tartarughe - Centro Studi Cetacei, Pescara 29-30 Ottobre 2009.
- GUALA I., BOI S., MURGIA R., IANNUZZI A., MANCA L., BAROLI M. (2010) - Monitoraggio di habitat e specie di interesse conservazionistico e delle specie aliene nell'Area Marina Protetta di Capo Carbonara (Villasimius, Sardegna orientale). XIX Congresso del Gruppo per l'Ecologia di Base G. Gadio "Il ruolo delle aree protette per la tutela della biodiversità". Olbia, 21-23 Maggio 2010.
- GUALA I., VACCA S., ISOLA R., BOI S., DIAGO M.C., BUIA M.C., SILVESTRE F., FLORIS B., ANEDDA R., MURA L. (2009) - *Posidonia oceanica* monitoring programme in Sardinia: methodology and findings of the first year of surveying. Mediterranean Seagrass Workshop. Hvar (Croatia), 6-10 Settembre 2009.
- LECCA L., LENZA R., LEONE F., ROSSI S., ULZEGA A. (1979) - La piattaforma continentale della Sardegna sud-orientale: indicazioni metodologiche e primi risultati. Atti Conv. P.F. Oceanografia C.N.R.
- MO G. (2000) - Sighting spurs government action. In: Johnson W.M., Schnellmann M. (eds), *The Monachus Guardian*, **3** (2): 14-15.
- MOSSA L., CURRELI F., FOGU M.C. (2000) - La vegetazione degli habitats terrestri della riserva marina protetta di Capo Carbonara (Sardegna sud-orientale). Rendiconti Seminario Facoltà di Scienze Università di Cagliari, **70**: 23 pp.
- MURENU M., ORTU A., CORRIAS S., SABA T., PORCU C., CAU A. (2006) - Mappatura delle biocenosi bentoniche nella zona "A" dell'Area Marina Protetta di Capo Carbonara (Sardegna sud-orientale). *Biol. Mar. Mediterr.*, **13** (1): 481-484.
- RELINI G., TUNESI L. (eds) (2009) - Le specie protette del protocollo SPA/BIO (Convenzione di Barcellona) presenti in Italia. Schede descrittive per l'identificazione. *Biol. Mar. Mediterr.*, **16** (Suppl. 2): 1-433.
- SCRUGLI A., COGONI A. (1995) - *L'Isola dei Cavoli*. Delfino Editore: 48 pp.
- ULZEGA A., LEONE F., ORRÙ P. (1984) - Late quaternary sea-level evidence in Sardinia the submerged beach-rock of Serpentara. International Symposium on late quaternary sea-level changes and coastal evolution. Mar de Plata, Argentina.

A. COSSU, V. PASCUCCI, L.A. CHESSA\*, S. ANDREUCCI, M. DELUCA, F. MURA, D. PALA

Dipartimento di Scienze Botaniche, Ecologiche e Geologiche, Università di Sassari,  
Viale Piandanna, 4 - 07100 Sassari, Italia.  
acossu@uniss.it

\*Dipartimento di Protezione delle Piante - Ecologia, Università di Sassari, Italia.

## CARATTERIZZAZIONE FISIOGRAFICA, GEOMORFOLOGICA E BIONOMICA DELLA *RIAS* DI SANTA TERESA DI GALLURA (SARDEGNA NORD ORIENTALE)

### *PHYSIOGRAPHIC, GEOMORPHOLOGICAL AND BIONOMIC CHARACTERIZATION OF THE SANTA TERESA DI GALLURA RIAS (N.E. SARDINIA)*

**Abstract** - An underwater survey in the Rias of S. Teresa di Gallura was made to characterize the benthic environment by integrating three methods: Side Scan Sonar, ROV, SCUBA diving. The main bionomic features at different depths were described and mapped. The presence of *Savalia savaglia*, a rare Mediterranean species contributed to enhance the environmental value of the study area.

**Key-words:** *bionomics, bottom topography, Posidonia oceanica, biodiversity.*

**Introduzione** - La presente ricerca si propone di caratterizzare l'ambiente bentonico del *Rias* di S. Teresa di Gallura, al fine di comprendere se gli attuali impatti che insistono sull'area sono compatibili con la conservazione della biodiversità.

**Materiali e metodi** - Per i rilevamenti è stato impiegato il SIDE SCAN SONAR KLEIN SYSTEM 3000 DIGITAL a 500 kHz con rotte parallele alla linea di costa e *slot-range* di 100 m. Esse hanno coperto un percorso totale di circa 4,3 M e una superficie complessiva di oltre 250 ha. Le riprese video subacquee sono state effettuate utilizzando il R.O.V. Mod. Velociraptor; i campionamenti diretti (sedimenti, alghe e animali) sono stati eseguiti mediante immersione A.R.A., come i rilevamenti fotografici. Le Biocenosi sono definite mediante identificazione delle principali specie indicatrici (Pèrès e Picard., 1964).

**Risultati** - L'estremo prossimale della *Rias* mostra depositi ascrivibili alle sabbie pelitiche di fondo baia dell'Olocene superiore (Quaternario), che appartengono alla Biocenosi delle Sabbie Fangose Superficiali di Ambiente Calmo (SVMC) (Fig. 1); nella sua parte mediana sono presenti decisi *ripple marks* da ondazione, simmetrici e caratterizzati dall'inclinazione orientata prevalentemente a Sud, secondo la direzione delle onde obbligata dalla posizione della *Rias*. La prateria a *Posidonia oceanica* compare a circa -5 m, e si estende fino alla batimetrica dei 35 m, mostrando una distribuzione piuttosto discontinua, con margini di tipo erosivo e superfici a *matte* morta nell'imboccatura.

Il Coralligeno di parete è diffuso e mostra cospicue colonie di *Savalia savaglia* e di *Paramuricea clavata* di dimensioni eccezionali (Cristo, 2003). L'insieme delle colonie di *S. savaglia* è composto da quattro grossi gruppi principali e da altri quindici esemplari sparsi sullo stesso versante della formazione rocciosa, che conferiscono grande fascino al paesaggio sottomarino. È inoltre presente la biocenosi delle Sabbie Grossolane e Ghiaie Fini sotto l'influenza delle Correnti di Fondo (SGCF) oltre i -60 m con *facies* a spatangidi.

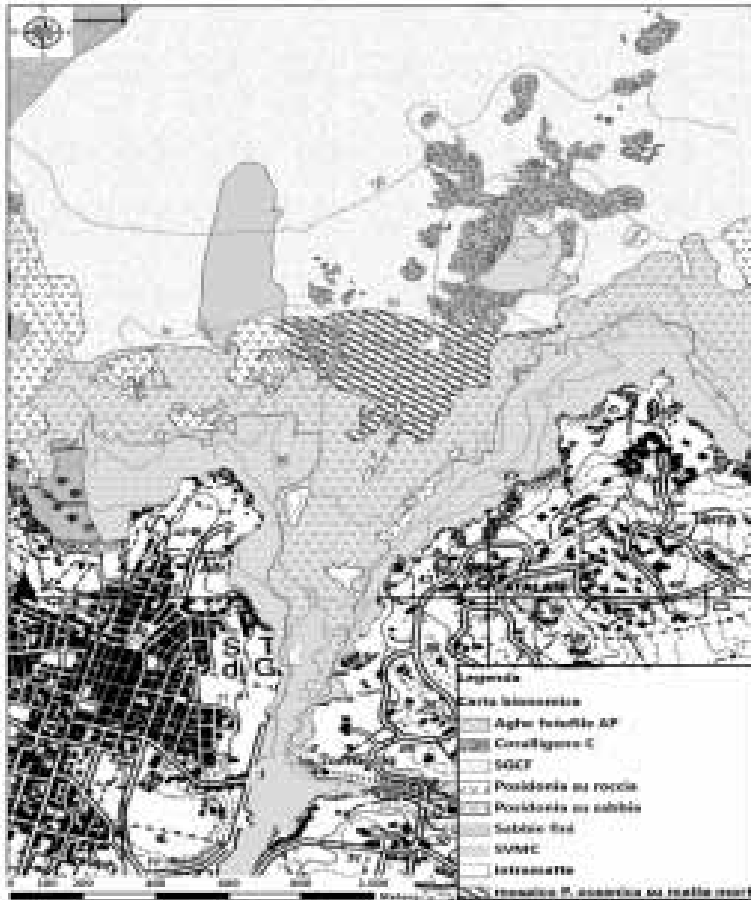


Fig. 1 - Carta bionomica della Rias di S. Teresa di Gallura.

*Bionomic map of S. Teresa di Gallura Rias.*

**Conclusioni** - Il notevole valore naturalistico dell'area marina è evidenziato dal vasto posidonieto e dalla diffusa presenza di coralligeno ben strutturato, con *S. savaglia*, specie che dovrebbe essere salvaguardata sia per la notevole rarità e la vulnerabilità, sia per il suo essenziale ruolo funzionale nell'ecosistema bentonico di ambiente sciafilo (Cerrano *et al.*, 2010). La sua sola abbondanza pone il sito tra quelli di rilevante interesse a livello mediterraneo.

#### Bibliografia

- CERRANO C., DANOVARO R., GAMBI C., PUSCEDDU A., RIVA A., SCHIAPARELLI S. (2010) - Gold coral (*Savalia savaglia*) and gorgonian forests enhance benthic biodiversity and ecosystem functioning in the mesophotic zone. *Biodivers. Conserv.*, **19**: 153-167.
- CRISTO B. (2003) - Contributo alla conoscenza della distribuzione di *Gerardia savaglia* (Anthozoa: Zoantharia) lungo le coste della Sardegna. *Biol. Mar. Mediterr.*, **10** (2): 544-546.
- PÈRÈS J.M., PICARD J. (1964) - Nouveau manuel de bionomie benthique de la Mer Méditerranée. *Rec. Trav. Stat. mar. Endoume, Fr.*, **31** (47): 3-137.

A. DEIDUN, S. SALIBA, P.J. SCHEMBRI

Department of Biology, University of Malta, Msida - MSD 2080, Malta.  
alan.deidun@um.edu.mt

## QUANTITATIVE ASSESSMENT AND PHYSICAL CHARACTERISATION OF *POSIDONIA OCEANICA* WRACK BEACHED ALONG THE MALTESE COASTLINE

### QUANTIFICAZIONE E CARATTERIZZAZIONE FISICA DI DETRITI DI *POSIDONIA OCEANICA* SPIAGGIATI LUNGO LE COSTE MALTESI

**Abstract** - The percentage moisture content, temperature, and percentage organic content (expressed as ash-free dry weight) of wrack, as well as the distribution of leaf lengths at different depths within *Posidonia oceanica* banquettes stranded along Maltese beaches, was determined. The standing dry weight biomass of wrack beached along the entire Maltese coastline was estimated to be ca. 1,150 metric tons at any one time.

**Key-words:** wrack, banquettes, coast, *Posidonia oceanica*, Malta.

**Introduction** - Mediterranean coastlines receive copious amounts of dead seagrass debris, mostly dominated by *Posidonia oceanica*, which forms accumulations known as ‘banquettes’. The only previous study on seagrass wrack accumulations from the Maltese Islands (Deidun *et al.*, 2009) has addressed the ecological impacts of ‘beach grooming’ on Maltese coastlines, but has not provided estimates of the amount of seagrass wrack deposited. This study attempts an estimation of the total seagrass biomass beached annually along Maltese coastlines and reports the values for a number of wrack-specific physical parameters.

**Materials and methods** - The following parameters were determined for each of the six Maltese beaches sampled (groomed beaches = White Tower Bay, Qarraba and Fomm ir-Rih; ungroomed beaches = Selmun, Salina and Xatt l-Ahmar): the percentage wrack cover, the average depth of the banquettes, and the percentage organic carbon of the sediment underlying the wrack. The wrack physical parameters measured were: (i) temperature at different wrack depths, (ii) the ash-free dry weight of wrack collected at different depths as a proxy for percentage organic content, and (iii) the distribution of different leaf lengths at 10 cm-depth intervals within the banquette (estimated after oven drying).

**Results** - Whilst winter banquette temperatures were remarkably constant with depth, summer temperature increased steadily from a depth of 10 cm to a depth of 50 cm, after an initial decrease between 0 and 10 cm. The wrack percent organic matter content estimated as ash-free dry weight for the different beaches sampled ranged from 0.08% ( $\pm 0.01\%$ ) to 0.41% ( $\pm 0.11\%$ ), with the highest values being recorded on the ungroomed beaches. With few exceptions, the highest values of sediment percentage organic content were generally recorded at distances of 5.0-7.5 m away from mean sea level (MSL), in the region of the strandline, and values decreased with increasing landward distance. The longest leaf lengths were recorded from stations closest to the sea, in the uppermost stratum of the wrack, and in winter. Only minor differences in the distribution of the various leaf length categories between groomed and ungroomed beaches were observed. The total deposition of wrack along the Maltese coastline was estimated making the following assumptions: (i) deposition can only occur along ‘gently sloping’ shores and not along sheer cliffs and boulder

shores; (ii) the total length of low-lying rocky coastline for the Maltese Islands is 70.1 km (Anderson & Schembri, 1989); (iii) seagrass (*Posidonia oceanica* and *Cymodocea nodosa*) meadows are mainly distributed in infralittoral waters off the northeast and southeast coasts of the Maltese Islands, such that a total coastline length of 48.1 km was considered as suitable for wrack deposition; (iv) although wrack deposits can extend up to 30 m inland, as at White Tower Bay, along most of the Maltese coastline the deposited wrack only forms a narrow band, ranging from 0.5 m to 3 m in width – the median width of 1.75 m was therefore assumed for wrack deposits along low-lying rocky coastlines. Based on these assumptions, the maximum total surface area occupied by wrack deposited along the Maltese coastline at any one time was estimated to be 0.084 km<sup>2</sup>. If an average wrack depth of 0.5 m is assumed, the maximum total volume of seagrass debris deposited along the Maltese coastline is estimated to be 42,000 m<sup>3</sup> at any one time. Since the mean mass of 1 m<sup>3</sup> of air-dried wrack is 27.3 kg ± 2.4 kg, then the maximum total dry mass of wrack beached along Maltese coastlines at any one time is estimated at ca 1.15×10<sup>6</sup> kg, or ca 1,150 metric tons.

**Conclusions** - The wrack organic content values reported in this study are similar to those reported by Ince *et al.* (2007) for wrack stranded on south-western Australian beaches and which was derived from Australian *Posidonia* spp. and from red and brown algae (percentage organic content: 0.10-1.40%). Guala *et al.* (2006) report a total of 3251 metric tons DW of seagrass debris as being collected annually from 18.2 km of Sardinian beaches (equivalent to a wrack mass of 178.6 metric tons DW km<sup>-1</sup>). In this study, an estimated maximum standing wrack mass of 72.2 metric tons DW of seagrass debris from a combined beach length of ca 0.35 km, or 112.8 metric tons DW km<sup>-1</sup> of beach, is reported (since air-dried weights of wrack are being compared, a mean mass of 27.3 kg ± 2.4 kg for 1 m<sup>3</sup> of air-dried wrack and a mean banquette depth of 0.5 m were used for the calculation). The slightly lower figure of standardised wrack mass for Maltese beaches could be attributed to the fact that the Maltese values were computed on data determined for a shorter sandy beach extent. Aged banquettes were characterized by a predominance of shorter leaf lengths, indicative of a higher degree of wrack attrition and decomposition, implying that ungroomed beaches contribute more detritus to the beach ecosystem than groomed beaches.

## References

- ANDERSON E.W., SCHEMBRI P.J. (1989) - *Coastal zone survey of the Maltese Islands report*. Beltissebħ, Malta: Planning Services Division, Works Department, xii + 121 pp. + 100 hand-drawn colour maps + 19 synoptic maps.
- DEIDUN A., SALIBA S., SCHEMBRI P.J. (2009) - Considerations on the ecological role of wrack accumulations on sandy beaches in the Maltese Islands and recommendations for their conservation management. In: Proceedings of the 10<sup>th</sup> International Coastal Symposium, Portugal. *J. Coastal Res.*, SI 56: 410-414.
- GUALA I., SIMEONE S., BUIA M.C., FLAGELLA S., BAROLI M., DE FALCO G. (2006) - *Posidonia oceanica* 'banquette' removal: environmental impact and management considerations. *Biol. Mar. Mediterr.*, 13 (4): 149-153.
- INCE R., HYNDES G.A., LAVERY P.S., VANDERKLIFT M. (2007) - Marine macrophytes directly enhance abundances of sandy beach fauna through provision of food and habitat. *Estuar., Coast. Shelf S.*, 74: 77-86.

F. FRAU, M.F. CINTI, B. PALIAGA, I. GUALA\*

Capo Carbonara Marine Protected Area - 09049 Villasimius, Italia.  
fracrau81@gmail.com

\*Fondazione IMC, International Marine Centre Onlus - 09072 Torregrande (OR), Italia.

## PROTECTED SPECIES ACCORDING TO THE SPA/BIO PROTOCOL (BARCELONA CONVENTION) PRESENT IN THE MARINE PROTECTED AREA CAPO CARBONARA

### *LE SPECIE PROTETTE DEL PROTOCOLLO SPA/BIO (CONVENZIONE DI BARCELLONA) PRESENTI NELL'AREA MARINA PROTETTA CAPO CARBONARA*

**Abstract** - Based on literature data, the list of coastal and marine species present in the Capo Carbonara Marine Protected Area was updated highlighting the species of special conservation interest. Overall, 951 species were recorded, 153 of them are listed in the main international conventions and directives; 49 are protected according to the SPA/BIO protocol (Barcelona Convention). Such a high number of species of conservation interest makes the Capo Carbonara MPA an eligible candidate to be part of the SPAMI list.

**Key-words:** marine parks, conservation, species, biodiversity, Mediterranean Sea.

**Introduction** - In the Mediterranean Sea 132 coastal and marine species are considered of priority interest for conservation according to the SPA/BIO protocol (Specially Protected Areas and Biological Diversity in the Mediterranean, Barcelona Convention), that lists all endangered or threatened species (Annex II) and the species whose exploitation must be regulated (Annex III) (Relini and Tunesi, 2009). The presence of rare, threatened or endemic species and a high species diversity are among the main criteria necessary to be eligible for inclusion in the SPAMI (Specially Protected Areas of Mediterranean Interest) List (Anonymous, 1999). In order to meet these criteria, this study aims to update the overall status of species within the Capo Carbonara Marine Protected Area (CCMPA) with an emphasis on species of conservation interest.

**Materials and methods** - The study was carried out at the CCMPA (39° 07' N, 09° 32' E) managed by the Municipality of Villasimius (SE Sardinia, Italy). An extensive survey on the existing data, including grey literature, was carried out to list the presence of coastal and marine species, protected or not. Sixty-three documents on fauna and flora species, dating since 1997 to 2010, were explored: 13 papers on specialized scientific journals, 5 abstracts or congress presentations, 3 master or PhD thesis, 1 feasibility study, 41 technical reports on monitoring activities carried out at the CCMPA or in the municipality of Villasimius. The presence of species observed by local divers or fishermen, but not identified in any documents, were verified by land, boat and/or skin and scuba diving. For each protected species according to the SPA/BIO protocol, when possible, an assessment of abundance and conservation status were pointed out.

**Results and conclusions** - Overall, 951 species were detected: 801 fauna species (153 coastal, 648 marine) and 150 flora species (78 coastal, 72 marine). With reference to species of conservation interest, 104 species are listed in the main international agreements and conventions on the conservation of nature also covering the sea (i.e. Berna and Washington conventions, Habitat and Birds directives); 49 (25 Invertebrates, 20 Vertebrates and 4 Plants) are considered protected species according to the SPA/BIO protocol (Tab. 1).



Tab. 1 - Protected species detected in the CCMPA. A=abundance (c=common; p=present; s=sporadic); C=conservation status (e=excellent; g=good).

*Specie protette nell'AMP Capo Carbonara. A=abbondanza (c=comune; p=presente; s=sporadico); C=stato di conservazione (e=eccellente; g=buono).*

INVERTEBRATES		A	C	INVERTEBRATES		A	C	VERTEBRATES		A	C
<i>Aplysina</i> sp. plur.	c			<i>Lithothamnion lithothamnium</i>	p			<i>Delphinus delphis</i>	s		
<i>Actinella polyacra</i>	c			<i>Larva larida</i>	p			<i>Monachus monachus</i>	s		
<i>Groenlandia cydonium</i>	p			<i>Plutea nobilis</i>	c	c		<i>Stenella coeruleoalba</i>	s		
<i>Arctia fornicata</i>	p			<i>Ilanassa gannarus</i>	c	g		<i>Tursiops truncatus</i>	c	g	
<i>Spongia agaricina</i>	p			<i>Alga spicula</i>	c	g		<i>Colobocera almonda</i>	c		
<i>Spongia officinalis</i>	p			<i>Palmaria eliptica</i>	c	g		<i>Larus audouinii</i>	s		
<i>Tethys</i> sp. plur.	p			<i>Scyllarides latus</i>	c	g		<i>Phalacrocorax aristoteles</i>	c	g	
<i>Asteroides calycularis</i>	p			<i>Scyllarides arcus</i>	p			<i>Phoenicoperos ruber</i>	c	g	
<i>Coralium rubrum</i>	p			<b>VERTEBRATES</b>				<i>Puffinus puffinus pelagicus</i>	p		
<i>Saralia novaglie</i>	p			<i>Alca fulca</i>	p			<i>Sterna saxatilis</i>	p		
<i>Asterina pancerii</i>	p			<i>Eptopeltis marginatus</i>	c	e		<i>Sterna uliiformis</i>	p		
<i>Centrostephanus longispinus</i>	p			<i>Sciaster nebris</i>	c	c		<b>PLANTS</b>			
<i>Ophiourus ophiurinus</i>	c	e		<i>Thonina thynna</i>	p			<i>Posidonia oceanica</i>	c	c	
<i>Paracerasma livida</i>	c	c		<i>Aphias gladius</i>	s			<i>Cymodocea corymbosa</i> var. <i>stricta</i>	c	c	
<i>Ilanassa</i> sp.	p			<i>Urolophus cinctus</i>	s			<i>Cymodocea spinosa</i>	p		
<i>Ranella olivacea</i>	p			<i>Caretta caretta</i>	s	g		<i>Lithothamnion bryozooides</i>	c	e	
<i>Dendrodoa poturion</i>	c	e		<i>Balanoptera pinnata</i>	s						

This work highlighted the presence of other 34 protected species over those identified in a previous survey carried out on sublittoral rocky bottoms (Guala *et al.*, 2010). Such a large number of protected species makes the CCMPA of great relevance not only for the conservation interests but also for scientific, aesthetic and cultural aspects. As a consequence the CCMPA, should reasonably be considered an eligible candidate to be part of the SPAMI list. However, this work highlights the significance of more detailed investigations, and the needs of quantitative investigations in order to assess the magnitude of biodiversity in the CCMPA and to get useful tools for conservation purposes.

## References

- ANONYMOUS (1999) - Protocol concerning Specially Protected Areas and Biological Diversity in the Mediterranean. *Official Journal of the European Communities*, L 322/34, 14/12/1999: 15 pp.
- GUALA I., BOI S., MURGIA R., IANNUZZI A., MANCA L., BAROLI M. (2010) - Monitoraggio di habitat e specie di interesse conservazionistico e delle specie aliene nell'Area Marina Protetta di Capo Carbonara (Villasimius, Sardegna orientale). *XIX Congresso del gruppo per l'ecologia di base G. Gadio "Il ruolo delle aree protette per la tutela della biodiversità"*. Olbia, 21-23 maggio 2010.
- RELINI G., TUNESI L. (eds) (2009) - Le specie protette del protocollo SPA/BIO (Convenzione di Barcellona) presenti in Italia. Schede descrittive per l'identificazione. *Biol. Mar. Mediterr.*, 16 (Suppl. 2): 1-433.

Ulteriore documentazione è disponibile nell'Annex allegato.

## Annex

- ADDIS P., CECCHERELLI G., MURENU M., FARCI S., FERRARI A., OLITA A., ORTU A., POMA S., CANU B., CASU D., GRECO S., SECHI N. (2004) - Caratterizzazione delle biocenosi associate a *Cystoseira* spp. in tre aree marine protette della Sardegna. *Biol. Mar. Mediterr.*, **11** (2): 397-399.
- ADDIS P., SECCI M., MANUNZA A., CORRIAS S., NIFFOI A., CAU A. (2009) - A geostatistical approach for the stock assessment of the edible sea urchin, *Paracentrotus lividus*, in four coastal zones of Southern and West Sardinia (SW Italy, Mediterranean Sea). *Fish. Res.*, **100**: 215-221.
- BACCHETTA G., FENU G., IIRITI G., MATTANA E., MELONI F., MULÈ P., PODDA L. (2006) - Territory defence throughout conservation of the plant diversity: the project of the Protected Sea Area of Capo Carbonara (South eastern Sardinia). Atti First International Symposium on Environment Entities and Mediterranean Area. ISEIM 2006. Corte-Ajaccio, France, 9-13 luglio 2006: 302-307.
- BACCHETTA G., FENU G., MATTANA E., MELONI F., PODDA L. (2007) - Conservazione *ex situ* e *in situ* della biodiversità vegetale dell'Area Marina Protetta di Capo Carbonara (Sardegna sud-orientale). *Fitosociologia*, **44** (1): 157-164.
- BUIA M.C., GIUNTA G., GUALA I., IACONO G., MONTELLA R., SILVESTRE F., TIBERTI L. (2005) - State of *Posidonia oceanica* meadows around the Sardinian coasts. In: Ozhan E. (ed), *Proceedings of 7<sup>th</sup> International Conference on the Mediterranean Coastal Environment, Medcoast 05*. 25-29 October 2005. Kusadasi, Turkey: 431-439.
- CASOLA E., LARICCIA M., SCARDI M. (2008) - La pesca nelle aree marine protette italiane. Unimar. Roma 2008, **147**: 9 pp.
- FRAU F., CINTI M.F., TOCCHETTI M. (2009) - Proposta di un protocollo di monitoraggio di *Tursiops truncatus* nell'Area Marina Protetta di Capo Carbonara, Villasimius. VIII Congresso Nazionale sui Cetacei e sulle Tartarughe - Centro Studi Cetacei, Pescara 29-30 Ottobre 2009.
- GUALA I., VACCA S., ISOLA R., BOI S., DIAGO M.C., BUIA M.C., SILVESTRE F., FLORIS B., ANEDDA R., MURA L. (2009) - *Posidonia oceanica* monitoring programme in Sardinia: methodology and findings of the first year of surveying. Mediterranean Seagrass Workshop. Hvar (Croatia), 6-10 Settembre 2009.
- LECCA L., LENA Z R., LEONE F., ROSSI S., ULZEGA A. (1979) - La piattaforma continentale della Sardegna sud-orientale: indicazioni metodologiche e primi risultati. Atti Conv. P.F. Oceanografia C.N.R.
- MO G. (2000) - Sighting spurs government action. In: Johnson W.M., Schnellmann M. (eds), *The Monachus Guardian*, **3** (2): 14-15.
- MOSSA L., CURRELI F., FOGU M.C. (2000) - La vegetazione degli habitats terrestri della riserva marina protetta di Capo Carbonara (Sardegna sud-orientale). Rendiconti Seminario Facoltà di Scienze Università di Cagliari, **70**: 23 pp.
- MURENU M., ORTU A., CORRIAS S., SABA T., PORCU C., CAU A. (2006) - Mappatura delle biocenosi bentoniche nella zona "A" dell'Area Marina Protetta di Capo Carbonara (Sardegna sud-orientale). *Biol. Mar. Mediterr.*, **13** (1): 481-484.
- MURENU M., PAIS A., ADDIS P., FARCI S., FERRARI A., OLITA A., ORTU A., POMA S., MURA F., GRECO S., CAU A. (2004) - Primi dati sulla composizione dei popolamenti ittici in tre aree marine protette della Sardegna. *Biol. Mar. Mediterr.*, **11** (2): 76-81.
- RELINI G., GIACCONE G. (eds) (2009) - Gli habitat prioritari del protocollo SPA/BIO (Convenzione di Barcellona) presenti in Italia. Schede descrittive per l'identificazione. *Biol. Mar. Mediterr.*, **16** (Suppl. 1): 1-372.
- SCRUGLI A., COGONI A. (1995) - *L'Isola dei Cavoli*. Delfino Editore: 48 pp.
- ULZEGA A., LEONE F., ORRÙ P. (1984) - Late quaternary sea-level evidence in Sardinia the submerged beach-rock of Serpentara. International Symposium on late quaternary sea-level changes and coastal evolution. Mar de Plata, Argentina.

F. GALFO, P. CONSOLI, V. INCONTRO<sup>2</sup>, G. MAZZA<sup>2</sup>, A. NICASTRO,  
R. RIZZA<sup>2</sup>, T. ROMEO, F. ANDALORO<sup>1</sup>

ISPRA (Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale), Sts di Palermo - Laboratorio di Milazzo,  
Via dei Mille, 44 - 98057 Milazzo (Me), Italia.

francescagalfo@tiscali.it

<sup>1</sup>ISPRA, Sts di Palermo, c/o residence Marbela, Via Salvatore Puglisi, 9 - 98143 Palermo, Italia.

<sup>2</sup>Consorzio Plemmirio, Piazza Euripide, 21 - 96100 Siracusa, Italia.

## INDAGINE PRELIMINARE SULLE ATTIVITÀ DI PESCA RICREATIVA NELL'AMP "PLEMMIRIO"

### *A PRELIMINARY STUDY OF RECREATIONAL FISHING IN THE "PLEMMIRIO" MARINE PROTECTED AREA*

**Abstract** - *This work is a preliminary study of recreational fishing activities in the years 2009 and 2010 in the "Plemmirio" Marine Protected Area. It aims to provide an overall description of recreational fishing in the area of study and assess its biological implications and effect on marine resources.*

**Key-words:** *recreational fishing, fishing catch, MPA.*

**Introduzione** - L'Area Marina Protetta del "Plemmirio", istituita con decreto del 15 settembre 2004, pubblicato sulla gazzetta ufficiale n° 32 del 9 febbraio 2005, è ubicata sulla costa orientale di Siracusa e si estende su una superficie a mare di circa 2500 ettari (AA.VV., 2007) che racchiude la penisola della Maddalena; il paesaggio sottomarino presenta una notevole diversità di habitat cui consegue un elevato patrimonio di biodiversità. L'ente gestore è rappresentato dal Consorzio Plemmirio.

La pesca ricreativa, praticata in mare da terra o da barca, è largamente diffusa in tutti i mari italiani. La conoscenza del fenomeno risulta pertanto utile in un contesto di razionale gestione e tutela delle risorse ittiche (Cingolani *et al.*, 2003); tuttavia, scarse e frammentarie sono le informazioni sulle attività di pesca ricreativa all'interno delle aree marine protette ed in particolare per l'area di interesse non esistono studi precedenti relativi a questa attività.

Nell'AMP del "Plemmirio", l'attività di pesca ricreativa è stata regolamentata rispettando le esigenze socio-economiche delle comunità locali; essa è consentita, previo rilascio di una autorizzazione di validità annuale, mensile o settimanale, nella zona B e C sia da terra che da natante. Il regolamento impone inoltre il solo utilizzo di determinati attrezzi di pesca quali, bolentino o lenza a traina da imbarcazione e canne fisse o da lancio o lenza da terra, vietandone altri, stabilisce periodi di fermo biologico, vieta la pesca di determinate specie, indica il prelievo massimo giornaliero, etc.

Il presente lavoro, sviluppato nell'ambito del progetto di ricerca ancora in fase di svolgimento "Monitoraggio dell'effetto riserva sulle popolazioni ittiche in relazione alle attività di pesca in AMP", propone una indagine preliminare sulla attività di pesca ricreativa svolta nel perimetro della riserva, analizzando alcuni aspetti che caratterizzano tale attività: numero di autorizzazioni rilasciate, tipologia di attrezzi ed imbarcazioni utilizzate, andamento delle catture.

**Materiali e metodi** - Nel corso degli anni 2009 e 2010 sono state effettuate con cadenza mensile interviste random ai pescatori ricreativi ed analizzati i libretti di cattura relativi alle autorizzazioni rilasciate. In questo modo sono state reperite le seguenti informazioni: numero delle autorizzazioni, dei pescatori e delle giornate di pesca, tipologia delle imbarcazioni, tecniche e attrezzi di pesca ed andamento delle catture. Negli anni 2009 e 2010 sono state rilasciate rispettivamente 467 e 413

autorizzazioni; di queste sono stati restituiti solo una parte dei libretti di cattura ed in particolare l'elaborazione dati è stata effettuata considerando rispettivamente 111 libretti per il 2009 e 135 per il 2010. Per poter effettuare un confronto significativo tra i due anni di studio, i dati sono stati standardizzati a 100 libretti di cattura.

**Risultati** - Dalla raccolta ed elaborazione dati si evince che la pesca ricreativa viene praticata in maniera continua in tutto l'anno ad eccezione del periodo di fermo biologico compreso tra il 1 aprile ed il 15 maggio, stabilito in base all'art. 20 comma 10 del regolamento di esecuzione. Il numero medio di giornate di pesca per pescatore al mese è di circa 2,5 nel 2009 e 3 nel 2010; il numero totale di uscite è rispettivamente di 1550 nel 2009 e di 2430 nel 2010 con una netta prevalenza delle uscite da terra rispetto a quelle da barca; inoltre i mesi con più giornate di pesca risultano i mesi di settembre ed ottobre sia nel 2009 che nel 2010. Il numero medio di pescatori al mese è rispettivamente di 14 nel 2009 e 48 nel 2010; si ha una netta prevalenza di autorizzazioni da terra rispetto a quelle da barca. Per quanto riguarda le tecniche di pesca, vengono utilizzati gli attrezzi previsti dal regolamento; tra questi i più utilizzati risultano la canna da fondo da terra ed il bolentino da barca. L'analisi delle imbarcazioni ha rilevato la presenza di imbarcazioni da diporto con una lunghezza fuori tutto (LFT) compresa tra 3 e 7 metri; la tipologia di imbarcazione più riscontrata è l'"Open". Dall'analisi delle catture sono state censite 37 specie nel 2009 e 36 specie nel 2010 con un numero medio di specie al mese rispettivamente di 12,4 nel 2009 e di 22 nel 2010 ed un numero totale di catture di 10961 individui nel 2009 e 8213 nel 2010; il maggior contributo al totale del pescato deriva dalla pesca da terra. Le specie più abbondanti sono risultate *Boops boops*, *Serranus scriba* e la donzella (*Coris julis* e *Thalassoma pavo*) in entrambi gli anni.

**Conclusioni** - Dalle informazioni raccolte ed elaborate e confrontando i valori relativi ai due anni di lavoro, si osserva un aumento sia del numero di giornate di pesca che del numero di pescatori dal 2009 al 2010; ciò permette di affermare come nell'ultimo anno l'attività di pesca ricreativa ha subito un notevole incremento all'interno dell'AMP. Relativamente al totale delle catture, invece si riscontra un decremento dal 2010 al 2009 che risulta più significativo se rapportato all'aumento di cui sopra.

Il lavoro in oggetto rappresenta una indagine preliminare sulla pesca ricreativa che insiste nell'area marina il cui scopo è quello di fornire una prima descrizione del fenomeno. Tale descrizione consente inoltre una valutazione dell'impatto della pesca ricreativa sui popolamenti ittici necessaria per confermare l'adeguatezza del sistema di regolamentazione adottato ed allo stesso tempo per ribadire i benefici conseguenti all'istituzione dell'AMP.

#### **Bibliografia**

- AA.VV. (2007) - *Area Marina Protetta del Plemmirio*. Area Marina Protetta del Plemmirio Siracusa, Quaderni scientifici, **1**.
- CINGOLANI N., SANTOJANNI A., COLELLA S., DONATO F. (2003) - Monitoraggio della pesca sportiva da natante nei mari italiani. *Biol. Mar. Mediterr.*, **10** (2): 1064-1068.

C. MANCUSI, E. CECCHI, F. GALLONI\*, S. PADOVANI\*, F. SERENA

ARPAT, Area Mare, Via Marradi, 114 - 57126 Livorno, Italia.

c.mancusi@arpat.toscana.it

\*GEOPOLARIS, Livorno, Italia.

## LA MAPPATURA DI *POSIDONIA OCEANICA* IN DUE AREE DELLA COSTA TOSCANA

### POSIDONIA OCEANICA MAPPING IN TWO AREAS OF THE TUSCANY COAST

**Abstract** - The paper reports a cartography of *Posidonia oceanica* beds in two areas sited along the Tuscany coasts obtained through Side Scan Sonar. Within each study area, different zones characterized by different morphology of meadows were detected. Results represent an useful tool available for coastal monitoring, highlighting the necessity to extend the cartography to the other coasts of Tuscany.

**Key-words:** *Posidonia oceanica*, Side Scan Sonar, cartography, Tuscany.

**Introduzione** - Le praterie di *Posidonia oceanica* costituiscono uno degli ecosistemi più caratteristici e ecologicamente più importanti del Mediterraneo. *P. oceanica* è considerata un ottimo indicatore dello stato di salute dell'ambiente marino (Pergent *et al.*, 1995) e lo studio delle variazioni della struttura e estensione delle praterie può permettere di valutare le condizioni ambientali delle aree costiere. In tale contesto, mappature georeferenziate delle praterie rappresentano un fondamentale strumento per il monitoraggio e la gestione ambientale. La mappatura delle praterie delle coste e isole toscane è stata effettuata negli anni '90 (Cinelli *et al.*, 1995; Bedini *et al.*, 2000; Piazzini *et al.*, 2000a,b). In relazione sia al tempo trascorso sia alle strumentazioni utilizzate per l'ottenimento dalle mappature è da considerare oggi necessario un aggiornamento delle carte. Il presente contributo riporta i dati ottenuti da una cartografia bionomica di due aree campione situate lungo le coste settentrionali della Toscana.

**Materiali e metodi** - La mappatura è stata effettuata dalla ditta Geopolaris di Livorno nell'ambito del progetto Gionha (Fase 2, azione 3). Sono state scelte un'area a sud di Livorno di circa 7 miglia nautiche quadrate (NM<sup>2</sup>) e una a nord di Piombino di circa 4,6 NM<sup>2</sup>. La mappatura è stata effettuata mediante Sonar a Scansione Laterale a cui è stata abbinata un'indagine conoscitiva puntuale realizzata con ROV lungo 6 transetti perpendicolari alla costa (per un totale di 17 punti campionati) allo scopo di verificare l'interpretazione delle registrazioni. Il rilievo è stato ottenuto impiegando il battello Oceanografico Poseidon di ARPAT, un sistema di posizionamento GPS Differenziale Seres e un Sonar a Scansione Laterale Edgetech 272TD con frequenza 100 KHz. Il range utilizzato è stato di 150 m per canale, consentendo la sovrapposizione del 20% tra due linee adiacenti.

**Risultati** - Il rilevamento ha permesso l'ottenimento di una cartografia in scala 1:5.000. Nell'area di Livorno sono state individuate cinque zone con differenti caratteristiche. La prima, che va dall'ingresso sud del porto di Livorno (Diga della Vegliaia) fino ad Ardenza, con una ricca presenza di *P. oceanica* su matte. Tra Antignano e la foce del Chioma, la prateria si presenta a macchie su roccia caratterizzata da biocostruzioni. Dal Chioma fino a Fortullino, la prateria ha una morfologia a chiazze su un substrato roccioso non caratterizzato da biocostruzioni; il substrato di impianto è nuovamente caratterizzato da biocostruzioni nei pressi di Castiglioncello mentre la prateria è installata su matte a sud di Punta Righini.

In quest'area è stata stimata una superficie di posidonia su matte di circa 0,9 NM<sup>2</sup> (13% della superficie totale indagata), di posidonia su roccia di 0,16 NM<sup>2</sup> (3%) e di posidonia su coralligeno di 1,2 NM<sup>2</sup> (17%). La posidonia rilevata a sud di Livorno ricopre quindi circa il 33% di tutta l'area indagata. Nell'area di Piombino, si possono distinguere due differenti situazioni. Nella parte meridionale, da Punta Falcone a Punta Saltacavallo, la prateria è impiantata su matte fino a circa 300 m dalla costa per poi proseguire su sabbia. Nella porzione settentrionale, dal Golfo di Baratti fino alla località Riva degli Etruschi, la prateria si presenta ben strutturata su matte. In quest'area si può stimare la presenza di posidonia su sabbia su un'area di circa 0,6 NM<sup>2</sup> (13%), di posidonia su matte per circa 1,5 NM<sup>2</sup> (32%) e la sola matte morta rappresenta invece circa lo 0,6% (0,03 NM<sup>2</sup>). In quest'area la posidonia rappresenta circa il 46% dell'intera area indagata.

**Conclusioni** - Lo studio effettuato ha permesso di ottenere una cartografia di dettaglio delle due aree campione. Queste cartografie possono rappresentare un utile strumento nell'ambito del monitoraggio delle acque marine costiere della Toscana. Infatti, da una parte possono permettere di impostare ulteriori studi su aree ritenute sensibili, dall'altra possono costituire un'informazione aggiuntiva a quelle derivanti dal monitoraggio costiero, in particolare dallo studio della dinamica del limite inferiore delle praterie. La disponibilità di una cartografia bionomica può offrire l'opportunità di determinare la struttura della prateria, evidenziando la presenza di radure e di canali, e di valutarne l'evoluzione mediante la sovrapposizione di più rilievi effettuati a distanza di un anno l'uno dall'altro. In generale la cartografia realizzata negli anni '90 rappresenta un'area meno estesa rispetto a quella identificata col progetto Gionha. Nell'area di Piombino la superficie occupata da posidonia in passato era di 2,3 NM<sup>2</sup> mentre attualmente la posidonia sembra essersi ridotta rappresentando una superficie di soli 2,1 NM<sup>2</sup>. Anche il limite superiore sembra essersi notevolmente spostato verso il largo: 225 m dalla costa contro i 430 m attuali. I risultati dello studio mostrano che è necessario e prioritario realizzare una nuova mappatura delle praterie toscane utilizzando strumentazioni di nuova generazione.

### Bibliografia

- BEDINI R., CANALI M.G., BULLERI F., BEDINI A., FANTINI R., MAGNARINI L., FRANCA A., COLANTONI P. (2000) - Mappatura del limite superiore di alcune praterie di *Posidonia oceanica* lungo la costa Toscana. *Biol. Mar. Mediterr.*, **7** (1): 499-508.
- CINELLI F., PARDI G., PAPI I., BENEDETTI-CECCHI L. (1995) - Mappatura delle praterie a *Posidonia oceanica* (L.) Delile intorno alle isole minori dell'Arcipelago Toscano. *Atti Soc. Tosc. Sci. Nat.*, **102**: 93-110.
- PERGENT G., PERGENT-MARTINI C., BOUDOURESQUE C.F. (1995) - Utilisation de l'herbier à *Posidonia oceanica* comme indicateur biologique de la qualité du milieu littoral en Méditerranée: état de connaissances. *Mésogée*, **54**: 3-29.
- PIAZZI L., ACUNTO S., CINELLI F. (2000a) - Mapping of *Posidonia oceanica* beds around Elba Island (western Mediterranean) with integration of direct and indirect methods. *Oceanol. Acta*, **23**: 339-346.
- PIAZZI L., ACUNTO S., PAPI I., PARDI G., CINELLI F. (2000b) - Mappatura delle praterie a fanerogame marine della Toscana. *Biol. Mar. Mediterr.*, **7** (1): 594-596.

G. MELONI, S. SABA, P. GIAGNONI, B. MANUNZA, A. PAIS

Sezione di Acquacoltura e Gestione delle Risorse Acquatiche, Dip. di Scienze Zootecniche, Università di Sassari, Via E. De Nicola, 9 - 07100 Sassari, Italia.  
pais@uniss.it

## VARIAZIONI SPAZIO-TEMPORALI DELLA FAUNA ITTICA NELLE POZZE DI SCOGLIERA DEL LITORALE DI BUDONI (SARDEGNA NORD ORIENTALE)

### *SPATIO-TEMPORAL VARIATIONS OF ICHTHYOFAUNA IN THE TIDAL ROCKPOOLS FROM THE COAST OF BUDONI (NORTH EASTERN SARDINIA)*

**Abstract** - Fish fauna of tidal pools was investigated in a coastal district of Sardinia (central western Mediterranean) between October 2007 and October 2008. Overall, 206 specimens from 7 species belonging to 5 families were recorded in two groups of tidal pools with a different coastal exposure. Significant differences in the number of individuals were detected for tidal pools differently exposed, while number of species, number of individuals, and biomass were significantly different among the sampling periods.

**Key-words:** fish, tidal pools, rocky shores, Mediterranean Sea.

**Introduzione** - Le pozze di scogliera offrono rifugio a numerosi organismi marini che al loro interno trovano riparo durante i periodi di bassa marea al fine di proteggersi dall'emersione (Metaxas e Scheibling, 1993). Malgrado l'elevata variabilità delle loro condizioni ecologiche, esse assumono una notevole importanza per le fasi riproduttive e/o di accrescimento degli stadi giovanili di diverse specie (Rangeley e Kramer, 1995), costituendo vere e proprie "isole" all'interno di un paesaggio roccioso inospitale (Underwood e Skilleter, 1996). Scopo di questo studio è stato quello di analizzare la composizione quali-quantitativa dell'ittiofauna presente nelle pozze di scogliera del litorale roccioso di Budoni (Sardegna Nord orientale), al fine di evidenziare eventuali differenze dovute alla stagione o alla loro esposizione al moto ondoso prevalente.

**Materiali e metodi** - L'area di indagine è stata divisa in 2 zone denominate A e B: la prima orientata ad Est (meno esposta al moto ondoso) e la seconda a Nord Est (più esposta). All'interno di ognuna di esse sono state selezionate 5 pozze di scogliera (tra oltre una ventina presenti), simili tra loro per dimensioni ed esposizione, che sono state esaminate con cadenza mensile nel periodo compreso tra l'ottobre 2007 e l'ottobre 2008 (13 mesi) in condizioni di bassa marea. Durante ciascuna fase di campionamento, ogni pozza è stata dapprima ripulita da residui di varia natura (*i.e.* frammenti di *Posidonia oceanica*, materiale vegetale di origine terrestre ed altri rifiuti solidi) che la ricoprivano parzialmente o totalmente. In seguito, sono state rilevate le caratteristiche morfologiche di ciascuna pozza (*i.e.* perimetro e profondità media) necessarie per il calcolo del volume e sono stati misurati i valori delle principali variabili fisico-chimiche dell'acqua (*i.e.* temperatura, salinità, pH ed ossigeno disciolto). La fauna ittica presente in ogni pozza è stata campionata aggiungendo all'acqua 2-fenossietanolo ad una concentrazione di circa 0,5 ml l<sup>-1</sup> (Arakaki e Tokeshi, 2006). Di tutti gli esemplari catturati è stata effettuata la determinazione tassonomica e rilevato il peso. Gli individui facilmente classificabili sono stati liberati, mentre quelli di dubbia identificazione sono stati fissati in formaldeide al 5% per il successivo riconoscimento in laboratorio. L'analisi della varianza (ANOVA) è stata utilizzata per evidenziare possibili differenze nel numero di specie, numero

di individui e biomassa rilevati per i fattori “Esposizione” e “Periodo”. L’omogeneità delle varianze è stata valutata con il test di Cochran e, qualora necessario, i dati sono stati opportunamente trasformati.

**Risultati** - Nel corso dei campionamenti sono stati globalmente rinvenuti 206 esemplari, di cui 84 nelle pozze della zona A e 122 in quelle della zona B, con un picco nel mese di ottobre 2007 (18 individui in A e 26 in B, rispettivamente). In totale sono state identificate 7 specie: *Parablennius sanguinolentus* (Pallas, 1814), *Salaria pavo* (Risso, 1810), *Chromogobius quadrivittatus* (Steindachner, 1863), *Gobius cobitis* Pallas, 1814, *Liza ramada* (Risso, 1827), *Epinephelus marginatus* (Lowe, 1834) e *Tripterygion* sp. Risso, 1827, appartenenti a 5 famiglie (*i.e.* Blenniidae, Gobiidae, Mugilidae, Serranidae e Tripterygiidae), per una biomassa complessiva pari a circa 257 g (118 g in A e 139 g in B). L’ANOVA (Tab. 1) ha evidenziato differenze significative per il fattore “Esposizione” soltanto per quanto concerne il numero di individui rinvenuti, mentre differenze altamente significative sono state riscontrate per il fattore “Periodo” per tutte e 3 le variabili considerate (*i.e.* numero di specie, numero di individui e biomassa).

Tab. 1 - Risultati dell’analisi della varianza (in grassetto differenze significative).

*Analysis of variance results (significant differences in bold).*

Fonte di variabilità	gdl	Numero di specie			Numero di individui			Biomassa		
		MS	F	<i>p</i>	MS	F	<i>p</i>	MS	F	<i>p</i>
Esposizione (E)	1	1,30	2,09	0,151	1,48	5,04	<b>0,027</b>	1,06	2,04	0,156
Periodo (P)	12	3,16	5,07	<b>0,000</b>	1,76	5,99	<b>0,000</b>	1,88	3,62	<b>0,000</b>
E × P	12	0,53	0,86	0,593	0,32	1,10	0,367	0,65	1,24	0,265
Residui	104	0,62			0,29			0,52		

**Conclusioni** - Sebbene questo studio abbia interessato un ampio tratto costiero e sia stato effettuato su scala annuale, la biodiversità dell’ittiofauna osservata nelle pozze di scogliera esaminate è stata di modesta entità. Tuttavia, il rinvenimento di un discreto numero di giovanili di cernia bruna evidenzia ancora una volta l’importanza delle pozze di scogliera per il reclutamento di alcuni pesci particolarmente vulnerabili (Willis e Roberts, 1996). La conoscenza delle specie residenti e/o transienti al loro interno (Rangeley e Kramer, 1995), pertanto, può fornire un indispensabile strumento anche ai fini della tutela dei popolamenti ittici delle zone costiere circostanti.

#### Bibliografia

- ARAKAKI S., TOKESHI M. (2006) - Short-term dynamics of tidepool fish community: diel and seasonal variation. *Environ. Biol. Fish.*, **76**: 221-235.
- METAXAS A., SCHEIBLING R.E. (1993) - Community structure and organization of tidepools. *Mar. Ecol. Progr. Ser.*, **98**: 187-198.
- RANGELEY R.W., KRAMER D.L. (1995) - Tidal effects on habitat selection and aggregation by juvenile pollock *Pollachius virens* in the rocky intertidal zone. *Mar. Ecol. Progr. Ser.*, **126**: 19-29.
- UNDERWOOD A.J., SKILLETER G.A. (1996) - Effects of patch-size on the structure of assemblages in rock pools. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, **197**: 63-90.
- WILLIS T.J., ROBERTS D. (1996) - Recolonisation and recruitment of fishes to intertidal rockpools at Wellington, New Zealand. *Environ. Biol. Fish.*, **47**: 329-343.



L. PASOLLI, G. MAZZA\*, R. RIZZA\*, V. INCONTRO\*, C. MAZZOLDI

Dipartimento di Biologia, Università di Padova, Viale G. Colombo, 3 – 35121 Padova, Italia.  
linda.pasolli@studenti.unipd.it

\*Area Marina Protetta “Plemmirio”, Via Abela, 2 - 96100 Siracusa, Italia.

## STUDIO DEGLI EFFETTI DELL'ATTIVITÀ SUBACQUEA NELL'AREA MARINA PROTETTA “PLEMMIRIO”

### *EFFECTS OF RECREATIONAL SCUBA DIVING IN “PLEMMIRIO” MPA*

**Abstract** - Observations were carried out in “Plemmirio” MPA (Siracuse, Italy) both to determine the impact on substrate by SCUBA divers and to assess the effectiveness of specific briefing. We demonstrated that those briefing reduced the rate of divers' contact with substrate.

**Key-words:** MPA, scuba diving, Plemmirio, briefing, conservation.

**Introduzione** - Una delle maggiori opportunità di sviluppo turistico, legata all'istituzione di un'AMP, è rappresentata dalla subacquea. Dagli anni '80 in poi, questa attività ha avuto un notevole incremento (Davis e Tisdell, 1995). Sebbene in un primo momento le immersioni subacquee furono percepite come attività compatibili con la conservazione, agli inizi degli anni '90 molti ricercatori, attraverso i loro studi, si resero conto che in diversi siti erano presenti significativi impatti negativi dovuti sia al prelievo volontario di organismi, che ai danni involontari legati al contatto dei subacquei con il substrato (Hawkins e Roberts, 1992; Cattaneo-Vietti e Tunesi, 2007). L'AMP del Plemmirio è una delle poche in Italia che permette (previa autorizzazione e regolamentazione), le immersioni subacquee ricreative anche nella zona A di riserva integrale. L'obiettivo di questo lavoro è stato quello di raccogliere dati relativi all'impatto delle attività subacquee sia da un punto di vista economico (quindi l'effettivo guadagno degli stakeholders) che dal punto di vista ambientale. Inoltre, è stata valutata l'efficacia di un programma di educazione, rivolto ai subacquei, per limitare l'impatto ambientale.

**Materiali e metodi** - Per lo svolgimento del lavoro sono stati scelti i 5 punti di immersione autorizzati presenti nella zona A dell'AMP “Plemmirio”, situata a sud di Siracusa. Per lo studio dell'impatto sono state effettuate 20 immersioni tra Giugno e Agosto del 2008. I subacquei sono stati seguiti una coppia per volta. La prima coppia scelta casualmente è stata monitorata durante la fase di “discesa” per una durata di 3-4 minuti (fase in cui si verifica l'impatto maggiore) e per i seguenti 10 minuti (Uy *et al.*, 2005). Una seconda coppia, e se presente, una terza, sono state osservate ciascuna per 10 minuti durante la fase di “immersione”. I dati registrati durante le osservazioni su una lavagnetta in PVC riguardavano gli impatti volontari (prelievo di organismi e contatto intenzionale con il substrato), e quelli involontari (contatto con il substrato attraverso mani, pinne, attrezzatura e sollevamento del sedimento) (Barker e Roberts, 2004). Nel 50% delle immersioni i subacquei non sono stati informati della presenza e del ruolo di chi monitorava al fine di rendere le loro azioni il più possibile naturali. Nel restante 50% è stato effettuato un briefing pre-immersione con la spiegazione di regole di buona condotta durante l'immersione finalizzate al rispetto dell'ambiente subacqueo (Medio *et al.*, 1996). Inoltre, sono stati raccolti dati relativi alla fruizione dei sub nelle varie zone dell'AMP. I dati relativi alla fruizione subacquea dell'AMP sono stati analizzati confrontando il numero di immersioni e il numero di subacquei negli anni, a partire dal 2005 fino al 2008, sia per la zona A che per le zone B e C. I dati relativi all'osservazione dei comportamenti dei subacquei in immersione sono stati analizzati attraverso un

confronto tra i comportamenti fra le immersioni con e senza il briefing attraverso il test non parametrico U di Mann-Whitney (Fowler e Cohen, 1993).

**Risultati** - L'AMP "Plemmirio", dalla sua istituzione (nel 2004), ha registrato un notevole incremento della fruizione subacquea. Il numero di subacquei è mediamente triplicato dal primo anno ai successivi (444 subacquei nel 2005, 1177 nel 2006, 1615 nel 2007 e 1281 nel 2008). Per quanto riguarda gli impatti volontari, in nessun caso è stato registrato un prelievo di organismi e solo in 3 casi un contatto intenzionale. Le varie coppie e gli impatti avvenuti durante la fase di discesa, sono stati analizzati separatamente per la possibile dipendenza delle azioni dalle condizioni di immersione. Con un'unica eccezione, tutte le coppie osservate hanno avuto contatti con il substrato durante le immersioni. Sia nel caso dei contatti con le pinne (discesa:  $p < 0,01$ ; prima coppia:  $p < 0,05$ ; seconda:  $p < 0,05$ ), che in quello della sospensione del sedimento (discesa:  $p < 0,05$ ; prima coppia:  $p < 0,05$ ; seconda:  $p < 0,01$ ), si evidenzia una consistente e significativa diminuzione dei contatti nelle immersioni effettuate dopo il briefing rispetto a quelle senza briefing. Osservando i contatti dei subacquei con l'attrezzatura, in tutti i casi si è osservata una diminuzione nelle immersioni con briefing, significativa solo nel caso della prima coppia seguita nella fase di immersione ( $p < 0,05$ ). Non si sono invece riscontrate differenze nei contatti con le mani fra le immersioni con e senza briefing, che presentano valori simili (discesa:  $p = 0,705$ ; prima coppia:  $p = 0,186$ ; seconda:  $p = 0,131$ ).

**Conclusioni** - L'esito positivo del briefing sul comportamento dei subacquei suggerisce come questa pratica possa limitare gli impatti dell'attività subacquea. Sarebbe quindi opportuno rendere tale procedura obbligatoria. Nonostante le guide dei diving siano soliti fare un breve briefing sull'AMP, questo è risultato più efficace in presenza di una persona che rappresenta tale area marina. Sarebbe quindi consigliabile, coinvolgere il personale dell'AMP durante le fasi pre-immersione o modificare la modalità di briefing da parte del personale dei diving.

#### Bibliografia

- BARKER N.H.L., ROBERTS C.M. (2004) - Scuba diver behaviour and the management of diving impacts on coral reefs. *Biological Conservation*, **120**: 481-489.
- CATTANEO-VIETTI R., TUNESI L. (2007) - *Le aree marine protette in Italia: problemi e prospettive*. Aracne Editore, Roma: 252 pp.
- DAVIS D., TISDELL C. (1995) - Recreational SCUBA-diving and carrying capacity in marine protected areas. *Ocean & Coastal Management*, **26**: 19-40.
- FOWLER J., COHEN L. (1993) - *Statistica per ornitologi e naturalisti*. Franco Muzzio Editore, Padova: 240 pp.
- HAWKINS J., ROBERTS C.M. (1992) - Effects of recreational scuba diving on fore-reef slope communities. *Biological Conservation*, **62**: 171-178.
- MEDIO D., ORMOND R.F.G., PEARSON M. (1996) - Effect of briefings on rates of damage to corals by SCUBA divers. *Biological Conservation*, **79**: 91-95.
- UY F.A., CAINDEC V.E.C., PEREZ J.L.D., DY D.T. (2005) - Impacts of recreational SCUBA diving on a Marine Protected Area in central Philippines: a case of the Gilutongan Marine Sanctuary. *Philippine Scientist*, **42**: 144-158.

N. PATICCHIO, P. BARANI, A. CRISCOLI, A. BELLUSCIO, G.D. ARDIZZONE

Dip. di Biologia Ambientale, Università "La Sapienza" di Roma,  
Viale dell'Università, 32 - 00185 Roma, Italia.  
nicoletta.paticchio@uniroma1.it

## DUE INDICI PER LA VALUTAZIONE DELLO STATO DI CONSERVAZIONE DI *POSIDONIA OCEANICA*: QUALE USARE?

### *TWO INDICES FOR THE ASSESSMENT OF THE CONSERVATION STATUS OF POSIDONIA OCEANICA: WHAT TO USE?*

**Abstract** - This study compare two synthetic indices, the Conservation Index (C.I.) and the Leaf Area Index (L.A.I.), for assess the health status of a *Posidonia oceanica* meadow located on the sea bottom between Capo Circeo and Terracina (Latium, Italy). We want to explore the effectiveness and the difference in resolution of two techniques based on different parameters.

**Key-words:** *Posidonia oceanica*, Conservation Index, Leaf Area Index, cartography.

**Introduzione** - Le praterie di *Posidonia oceanica* costituiscono una tra le più importanti biocenosi per le acque costiere Mediterranee. Esse rappresentano un Habitat prioritario (Direttiva 92/43/CEE) ad elevato livello di biodiversità e sono considerate un valido indicatore biologico per la valutazione della qualità delle acque e lo stato di salute degli ambienti costieri. L'assenza di un adeguato piano di gestione ha portato negli ultimi 20 anni ad una generica riduzione delle praterie in buona parte del Mediterraneo (Ardizzone *et al.*, 2006; Montefalcone, 2009). Nel presente lavoro, attraverso l'applicazione di due indici puntuali quali il *Leaf Area Index* (L.A.I.) e il *Conservation index* (C.I.) e il loro confronto cartografico, si è voluto approfondire l'efficacia e la differenza di risoluzione di due tecniche basate su parametri differenti.

**Materiali e metodi** - L'area di studio è situata nel Lazio meridionale, tra Capo Circeo e Terracina (Lt) rispettivamente ad ovest ed est dei fiumi Sisto e Badino (Barani *et al.*, 2009) a profondità comprese tra i 12 e i 24 m, tra Maggio e Giugno 2008. Per la stima del C.I. sono state utilizzate le percentuali di ricoprimento di *Posidonia*, matte morta, sabbia e roccia raccolte in 40 stazioni mediante immersioni con A.R.A. Per l'indice L.A.I. nelle medesime stazioni sono stati raccolti 10 fasci per campione e calcolati i valori di superficie fogliare, secondo le metodiche riportate in Buia *et al.* (2003). È stato valutato il livello di correlazione tra C.I. e L.A.I. con una regressione lineare e successivamente, tramite Kriging, è stata valutata la distribuzione spaziale dei due indici.

**Risultati** - Tramite la formula empirica utilizzata da Moreno (Montefalcone, 2009) sono state ricavate 5 classi di conservazione per il *Conservation Index*: 1) molto basso ( $0,05 < C.I. < 0,35$ ), 2) basso ( $0,35 \leq C.I. < 0,58$ ), 3) moderato ( $0,58 \leq C.I. < 0,75$ ), 4) buono ( $0,75 \leq C.I. < 0,81$ ) e 5) elevato ( $0,81 \leq C.I. < 1$ ). Delle 40 stazioni rilevate, 19 mostrano uno stato di conservazione elevato, 4 buono, 1 moderato e 16 molto basso. Per il *Leaf Area Index* 19 stazioni hanno mostrato un valore inferiore a 6,2 (valore minimo riportato in letteratura per una prateria superficiale, Buia *et al.*, 2003). La regressione lineare ha evidenziato una correlazione pari a  $r^2=0,82$  tra i due indici. L'andamento del C.I. mostra valori mediamente elevati (classi 4 e 5) nella zona ad est del fiume Sisto. Nella zona ad ovest del fiume, fatta eccezione per una modesta porzione con valori medio alti (classi 4 e 5), i valori più bassi caratterizzano l'area fino alla foce del Badino (classi 1 e 2). La carta dell'indice L.A.I. mostra una

condizione più articolata e disomogenea anche se l'andamento dei valori rispecchia la descrizione fatta per l'indice C.I. In particolare nella zona antistante alla foce del fiume Sisto, vi è una diminuzione dei valori (<4,5) che tendono rapidamente allo 0 in direzione del fiume Badino.

**Conclusioni** - Dal confronto effettuato emerge che la sovrapposizione di informazioni ricavate da parametri differenti (percentuali di ricoprimento e misure fenologiche) mostra in alcune aree delle divergenze rilevanti. In particolare di fronte alla foce del fiume Sisto là dove l'indice L.A.I. presenta valori bassi, il C.I. ha invece valori medio-alti; allo stesso modo, poco più a est del fiume, valori intermedi del L.A.I. ( $\leq 7$ ) degradano molto più rapidamente del C.I. Tali differenze sono dovute ad una bassa densità presente in queste zone sebbene i valori di copertura, che determinano il C.I., siano elevati. Nelle restanti porzioni si osserva un andamento concorde tra i due indici e soprattutto là dove il degrado della prateria è avanzato (100% di matite morta), non si hanno differenze considerevoli. La rappresentazione cartografica dei due indici differisce quindi per il diverso grado di sensibilità che hanno le variabili di partenza. La percentuale di copertura probabilmente diminuisce meno rapidamente di quanto non lo faccia la densità, creando le differenze osservate. La minor risoluzione del C.I. è inoltre legata alle 5 classi di rappresentazione, che a livello cartografico uniformano il dato spaziale. Tuttavia l'utilizzo del C.I. presenta il vantaggio di essere semplice da stimare in quanto ricavato dalle percentuali di copertura osservate in immersione o con ROV o strumenti acustici. Il C.I. è pertanto un indice appropriato per indagini di tipo gestionale, ma forse troppo generico per studi mirati quali quelli di caratterizzazione delle praterie. In questi casi l'indice L.A.I., sebbene più complesso, invasivo e costoso da ricavare, fornisce un quadro di valutazione più preciso, in quanto la sua restituzione cartografica è esente da vincoli di classificazione. La scelta del tipo di indice da utilizzare varia quindi anche a seconda delle possibilità d'indagine (modalità operative, tempi, budget finanziario) e delle finalità del progetto. In ogni caso, come testimoniato da diversi studi (Lopez y Royo *et al.*, 2010; Romero *et al.*, 2007) l'utilizzo degli indici nella valutazione degli habitat marini è fondamentale per la gestione delle risorse e la conservazione della biodiversità che questi importanti ambienti sostengono.

#### Bibliografia

- ARDIZZONE G.D., BELLUSCIO A., MAIORANO L. (2006) - Long-term change in the structure of a *Posidonia oceanica* landscape and its reference for a monitoring plan. *Marine Ecology*, **27**: 299-309.
- BARANI P., BELLUSCIO A., ARDIZZONE G.D. (2009) - Le praterie di *Posidonia oceanica* (L.) del Lazio meridionale: S.I.C. a rischio estinzione? *Biol. Mar. Mediterr.*, **16** (1): 128-129.
- BUIA M.C., GAMBI M.C., DAPPIANO M. (2003) - I sistemi a fanerogame marine. In: Manuale di metodologie di campionamento e studio del benthos marino mediterraneo. *Biol. Mar. Mediterr.*, **10** (Suppl.): 145-198.
- LOPEZ Y ROYO C., CASAZZA G., PERGENT-MARTINI C., PERGENT G. (2010) - A biotic index using the seagrass *Posidonia oceanica* (BiPo) to evaluate ecological status of coastal waters. *Ecol. Indic.*, **10** (2): 380-389.
- MONTEFALCONE M. (2009) - Ecosystem health assessment using the Mediterranean seagrass *Posidonia oceanica*: a review. *Ecol. Indic.*, **9**: 595-604.
- ROMERO J., MARTÍNEZ-CREGO B., ALCOVERRO T., PÉREZ M. (2007) - A multivariate index based on the seagrass *Posidonia oceanica* (POMI) to assess ecological status of coastal waters under the water frame work directive (WFD). *Mar. Pollut. Bull.*, **55**: 196-204.

F. RENDE, T. BACCI, M. PENNA, B. TRABUCCO, F. GIOVANARDI, A.M. CICERO

Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA),  
Via Vitaliano Brancati, 48 - 00148 Roma, Italia.  
francesco.rende@isprambiente.it

WFD 2000/60/EC: *POSIDONIA OCEANICA* MEADOWS  
IN THE EVALUATION OF ECOLOGICAL STATUS  
OF THE ITALIAN COASTAL WATERS

WFD 2000/60 CE: *LE PRATERIE DI POSIDONIA OCEANICA*  
NELLA VALUTAZIONE DELLO STATO ECOLOGICO  
DELLE ACQUE COSTIERE ITALIANE

**Abstract** - Seagrass meadows represent an important ecosystem that is sensitive to changes to environmental quality. In the Mediterranean Sea, the dominant seagrass is *Posidonia oceanica* (L.) Delile, an endemic species that may form extensive meadows down to 40 m. In accordance with the Water Framework Directive (WFD, 2000/60/EC) *P. oceanica* is to be used as biological quality element in assessing the ecological status of coastal water bodies. In this paper we report the results of the application of the PREI index in order to define the ecological status of sites according to the "National Monitoring Program (L. 979/82)". This work has been performed with Regional data from the database Si.Di.Mar (DPN – MATTM - L. 979/82).

**Key-words:** *Posidonia oceanica*, Water Framework Directive, Italian coastal water, benchmark, anthropogenic pressure.

**Introduction** - *Posidonia oceanica* (L.) Delile is a reliable bioindicator because so that the Water Framework Directive (WFD, 2000/60/EC) selects it as a biological quality element (BQE) in the evaluation of the ecological status of coastal waters. Italy by the means of the D.M. 260/2010 adopts the PREI (*Posidonia oceanica* Rapid Easy Index) (Gobert *et al.*, 2009) as the National official classification method. The aim of our work is to show preliminary results of the ecological classification of Italian national sites through the *P. oceanica* BQE and verify the sensibility of the PREI respect to different anthropogenic pressures.

**Materials and methods** - The *P. oceanica* data managed by "Si.Di.Mar" database in the frame of the National Monitoring Program (L. 979/82) have been collected in the 2008-2009 biennium in 29 areas along the Italian coastline. In each area two sampling stations have been selected: one station was located at a depth of 15 meters and the other one was located on the lower limit of the meadow. Five metrics (shoot density, shoot leaf surface area, the ratio of epiphytic biomass and leaf biomass, depth and type of lower limit), among others, were used to calculate the PREI. The reference conditions were defined both on values detected in the whole Italian data-set and on literature ones. Through GIS analysis the "benchmark sites" were selected, which are sites presenting the lowest pressure values of the following pressure indicators: a) population density: no settlement in the next 3 km - less than 10 habitats/ha within that area; b) mooring density lower than 2 mooring ha<sup>-1</sup>; c) no harbour or mooring facility in 3 km; d) no beach regeneration within 10 km; e) no trawling in the area; f) no industries within the 3 km; g) no fish farms; h) no desalination plants; i) no evidence of meadow degradation due to other unconsidered impacts. Those pressure indicators were agreed by the European Member States participating to the second Phase of the Intercalibration exercise for the application of the WFD.

**Results** - The highest EQR values of PREI classifying the High Ecological Status have been identified in some Marine Protected Areas (MPAs) (Arbatax, EQR=0.886; Capo Carbonara, EQR=0.881; Maraone-Isole Egadi, EQR=0.842) and in Alghero sampling site (EQR=0.77). The Good Ecological Status has been confirmed in the other MPAs of our data-set (Punta Mesco, EQR=0.647; Porto Cesareo, EQR=0.576; Plemmirio, EQR=0.662; Asinara, EQR=0.680; Capo Rizzuto, EQR=0.631), as well as in other sampling sites (Imperia, EQR=0.595; Cogoletto, EQR=0.632; Antignano, EQR=0.598; Carbonifera, EQR=0.626; Elba nord, EQR=0.580; Torre Paola, EQR=0.591; Camerota, EQR=0.615, Punta Tresino, EQR=0.609; Golfo di Palermo-Vergine Maria, EQR=0.618; Olbia, EQR=0.581; Cagliari, EQR=0.609; S. Antioco, EQR=0.722; Foce Tirso, EQR=0.739; Vibo Marina, EQR=0.598). The EQR values of PREI classifying the Moderate Ecological Status have been identified in Foce del Marta (EQR=0.475), Rio Martino (EQR=0.511), Golfo Castellamare-Trappeto (EQR=0.470), Ragusa-Fiume Irminio (EQR=0.496), Tremiti (EQR=0.358). Finally the lowest EQR value of our data-set, corresponding to Poor Ecological Status, has been identified in Bari Trullo (EQR=0.291). All the highest EQR values have been identified in the MPA and in sampling sites characterized by low anthropogenic pressures as e.g. Sardinia areas; differently the lowest values of PREI have been calculated in areas where there are not optimal conditions for *P. oceanica* meadows (e.g. high degree of urbanization, particular biogeographic conditions, intensive agriculture activity). Finally GIS analysis selected the following preliminary “benchmark sites”: Arbatax, Alghero, Asinara, Capo Carbonara, Punta Mesco- Parco 5 Terre, Carbonifera, Punta Tresino, Maraone-Isole Egadi, Capo Rizzuto.

**Conclusions** - The EQRs values corresponding to High and Good ecological status correspond to the “benchmark sites” defined by the pressure relationship analysis. Those sites match with almost pristine sites with low anthropogenic pressures or fall within the MPAs. This are preliminary results that have to be validated through an analysis of the local situation by expert judgment. In the process of Intercalibration Phase II, EQR values obtained by PREI index allowed Italy to achieve full comparability with other classification systems, e.g. POMI (Romero *et al.*, 2007) and Valencian CS indexes (Fernández-Torquemada *et al.*, 2008).

**Ringraziamenti** - Si ringraziano per la collaborazione scientifica e tecnologica la Fondazione CIMA, CNR/ISMAR, DELL. Questa ricerca è stata possibile grazie anche al supporto tecnico-logistico di Corrado Azzali e del team Orso Diving - Whale Watching Sardinia (Poltu Quatu)

## References

- FERNÁNDEZ-TORQUEMADA Y., DÍAZ-VALDÉS M., COLILLA F., LUNA B., SÁNCHEZ-LIZASO J.L., RAMOS-ESPLÁ A.A. (2008) - Descriptors from *Posidonia oceanica* (L.) Delile meadows in coastal Waters of Valencia, Spain, in the context of the EU Water Framework Directive. *ICES J. Mar. Sci.*, **65**: 1492-1497.
- GOBERT S., SARTORETTO S., RICO-RAIMONDINO V., ANDRAL B., CHERY A., LEJEUNE P., BOISSERY P. (2009) - Assessment of the ecological status of Mediterranean French coastal waters as required by the Water Framework Directive using the *Posidonia oceanica* Rapid Easy Index: PREI. *Mar. Pollut. Bull.*, **58**: 1727-1733.
- ROMERO J., MARTINEZ-CREGO B., ALCOVERRO T., PEREZ M. (2007) - A multivariate index based on the seagrass *Posidonia oceanica* (POMI) to assess ecological status of coastal water under the Water Framework Directive (WFD). *Mar. Pollut. Bull.*, **55**: 196-204.

Attività di ricerca finanziata, in parte, dal Parco Nazionale dell'Arcipelago di La Maddalena, RAC/SPA-UNEP e Fondazione Banco di Sardegna.

G. RIZZO, F. CERNIGAI, T. MARČETA, M. BRESSAN, M.G. MARIN

Dipartimento di Biologia, Università di Padova, Via U. Bassi, 58/B - 35131 Padova, Italia.  
mgmar@bio.unipd.it

ASPETTI FISIOLGICI E RIPRODUTTIVI  
IN *CHAMELEA GALLINA* COME CONTRIBUTO  
ALLA GESTIONE DELLA RISORSA NEL NORD ADRIATICO

*PHYSIOLOGICAL AND REPRODUCTIVE FEATURES  
IN CHAMELEA GALLINA AS A CONTRIBUTION  
TO STOCK MANAGEMENT IN THE NORTHERN ADRIATIC SEA*

**Abstract** - The population of *Chamelea gallina* (Mollusca, Bivalvia) was studied throughout a year in two sites of the Chioggia maritime district, along the North-western coast of the Adriatic. Condition and gonad indices and energy content were monthly assessed in clams. Relationships between gametogenic cycle and reserve storage were highlighted, as well as the role of environmental features, temperature in particular.

**Key-words:** *Chamelea gallina*, North Adriatic, reproductive cycle, energy content, fisheries.

**Introduzione** - Il forte depauperamento dei banchi naturali di *Chamelea gallina* lungo le coste venete (riduzione delle catture di circa il 70% dal 2007 al 2009 - CO.GE. VO., dati non pubblicati) ha portato in questi ultimi anni a pesanti conseguenze economiche per la marineria di Chioggia. Una caratterizzazione dello stato attuale della risorsa non può prescindere dalla valutazione delle potenzialità di reclutamento (Pellizzato *et al.*, 2009), le quali sono strettamente legate alle condizioni dei riproduttori (Massapina *et al.*, 1999). In quest'ottica, l'analisi contestuale di aspetti fisiologici (contenuto energetico e indice di condizione) e riproduttivi degli animali può fornire informazioni utili a predisporre piani di gestione e di ripristino della risorsa (Joaquim *et al.*, 2008).

**Materiali e metodi** - Vongole di taglia commerciale (25,1 mm  $\pm$ 1,2) sono state raccolte mensilmente (da giugno 2009 a maggio 2010), mediante draga idraulica e lungo transetti di 250 m paralleli alla costa, in due siti del compartimento marittimo di Chioggia, il primo a sud della foce del Brenta e il secondo antistante la laguna di Caleri. Ad ogni prelievo sono stati monitorati i principali parametri chimico-fisici relativi a colonna d'acqua (temperatura, salinità, ossigeno disciolto, torbidità, pH, clorofilla) e sedimenti (granulometria e sostanza organica). Per ogni sito, su campioni di 30 vongole, è stato individualmente valutato l'indice di condizione (IC) espresso come PS parte edule  $\times$ 100/PS conchiglia, (PS=peso secco). È stata altresì eseguita l'analisi istologica del tessuto gonadico su campioni di 10 animali, calcolando l'indice gonadico (Seed, 1980) sulla base della stadiazione proposta da Valli e Zecchini-Pinesich (1982). Infine, su 6 pool di 10 animali ciascuno, sono state determinate le componenti biochimiche principali (proteine, lipidi, carboidrati totali) per la valutazione del contenuto energetico totale espresso in KJ/g.

**Risultati** - I parametri ambientali relativi a colonna d'acqua e sedimenti, non hanno segnalato condizioni di particolare criticità né sostanziali differenze tra i due siti. L'indice gonadico, che può variare da 0 a 3, mostra un andamento opposto a quello della temperatura: diminuisce da giugno a settembre (periodo di emissione e riposo sessuale), aumenta durante il resto dell'anno con un incremento più consistente (da 0,7 a 1,6) tra settembre e ottobre, alla ripresa dell'attività gametogenica. L'IC subisce una flessione a luglio, quando la maggior parte degli individui sono in emissione

e in seguito si mantiene costante attorno al valore di 5,4 ( $\pm 0,3$ ). Da febbraio, in corrispondenza di una maggiore disponibilità di cibo e di un incremento della temperatura, si osserva un progressivo aumento dell'IC che raggiunge il suo valore massimo in aprile e maggio (8,2 $\pm$ 0,2). Il contenuto energetico totale oscilla intorno a 14 KJ/g per gran parte dell'anno, con un periodo di incremento (da 14,3 a 16,9 KJ/g) sovrapponibile a quello dell'IC, ma con una flessione anticipata già a maggio.

**Conclusioni** - L'andamento opposto di indice gonadico e temperatura denota il ruolo di quest'ultima nella modulazione del ciclo riproduttivo, che viene rispecchiato dalle variazioni dell'indice di condizione e del contenuto energetico. Entrambi, infatti, aumentano negli stadi finali della gametogenesi e diminuiscono contestualmente all'emissione dei gameti. A differenza di altri bivalvi (Marin *et al.*, 2003; Joaquim *et al.*, 2008) *C. gallina* sembrerebbe consumare tutte le riserve durante la riproduzione, senza andare incontro ad una fase di recupero energetico prima della ripresa della gametogenesi in autunno. Un avvio anticipato della gametogenesi autunnale indotto da alterazioni del normale pattern termico, fenomeno già osservato in *Spisula solida* (Joaquim *et al.*, 2008), potrebbe portare *C. gallina* ad investire le limitate disponibilità energetiche nella riproduzione, prima di aver recuperato condizioni di stress pregresso legate allo sforzo riproduttivo e alle elevate temperature del periodo estivo. Ne potrebbero derivare una minor quantità e qualità dei gameti ed una compromissione della sopravvivenza degli adulti. Un'ipotesi in tal senso potrebbe fornire una chiave di lettura per gli eventi di mancato reclutamento recentemente osservati (Rizzo *et al.*, 2010) nonché per le ripetute morie, più volte segnalate tra fine estate ed inizio autunno.

### Bibliografia

- JOAQUIM S., MATIAS D., LOPES B., ARNOLD W.S., GASPAR M.B. (2008) - The reproductive cycle of white clam *Spisula solida* (L.) (Mollusca: Bivalvia): Implications for aquaculture and wild stock management. *Aquaculture*, **281**: 43-48.
- MARIN M.G., MOSCHINO V., DEPIERI M., LUCCHETTA L. (2003) - Variations in gross biochemical composition, energy value and condition index of *Tapes philippinarum* from the Lagoon of Venice. *Aquaculture*, **219**: 859-871.
- MASSAPINA C., JOAQUIM S., MATIAS D., DEVAUCHELLE N. (1999) - Oocyte and embryo quality in *Crassostrea gigas* (Portuguese strain) during a spawning period in Algarve, South Portugal. *Aquat. Living Resour.*, **12**: 327-333.
- PELLIZZATO M., GALVAN T., LAZZARINI R., PENZO P. (2009) - Le aree di nursery per *Chamelea gallina* lungo il litorale veneziano: dieci anni di osservazioni (1998-2008). *Biol. Mar. Mediterr.*, **16** (1): 216-217.
- RIZZO G., MARCETA T., MATOZZO V., BRESSAN M., MARIN M.G. (2010) - New insight on clam population (*Chamelea gallina*) in the Chioggia district: morphometric and physiological data. *Biol. Mar. Mediterr.*, **17** (1): 330-331.
- SEED R. (1980) - Shell growth and form in Bivalvia. In: Rhoads D.C., Lutz R.A. (eds), *Skeletal growth of aquatic organisms*. Biological Records of Environmental Change. Plenum Press, New York: 23-67.
- VALLI G., ZECCHINI-PINESICH G. (1982) - Considerazioni sulla biometria e la riproduzione di *Chamelea gallina* (Mollusca: Bivalvia) del Golfo di Trieste (Alto Adriatico). *Nova Thalassia*, **5**: 57-73.

La ricerca è stata finanziata dalla Regione Veneto nell'ambito del "Progetto CLODIA: per lo sviluppo sostenibile degli ambienti costieri".



V. VISCONTI, V.M. GIACALONE, F. BADALAMENTI, G. DI STEFANO, C. PIPITONE,  
F. SACCO, T. VEGA FERNANDEZ, G. D'ANNA

CNR-IAMC Sede di Castellammare del Golfo  
Via G. da Verrazzano, 17 - 91014 Castellammare del Golfo (TP), Italia.  
valerio.visconti@gmail.com

ATTIVITÀ GIORNALIERA E HOME RANGE DEL SARAGO  
MAGGIORE *DIPLODUS SARGUS SARGUS* (LINNAEUS, 1758)  
NEL GOLFO DI CASTELLAMMARE (SICILIA NO)

*DIEL ACTIVITY AND HOME RANGE OF THE WHITE SEABREAM  
DIPLODUS SARGUS SARGUS (LINNAEUS, 1758) IN THE GULF  
OF CASTELLAMMARE (NW SICILY)*

**Abstract** - Five white seabreams, *Diplodus sargus sargus* released in the Gulf of Castellammare were monitored with ultrasonic telemetry with the aim of assessing their diel activity pattern and their home range. Four individuals remained in the study area during the study, showing a strong site fidelity and a small home range.

**Key-words:** acoustic telemetry, home range, white seabream, *Diplodus sargus sargus*, Tyrrhenian Sea.

**Introduzione** - Il sarago maggiore, *Diplodus sargus sargus* (Linneo, 1758) è una specie bersaglio della pesca artigianale e ricreativa (Harmelin-Vivien *et al.*, 1995) ed è soggetta ad un elevato sfruttamento nel Mediterraneo (FAO, 2010). Per facilitare il recupero delle popolazioni, attraverso l'istituzione di aree marine protette e/o azioni di ripopolamento attivo, è necessario colmare alcune lacune riguardanti le conoscenze ecologiche della specie. L'obiettivo di questo studio è la valutazione del pattern di attività giornaliero e dell'*home range* del sarago maggiore attraverso un sistema di telemetria ultrasonica.

**Materiali e metodi** - Il 27/11/2009 e il 23/04/2010 sono stati pescati, marcati e rilasciati cinque individui di sarago maggiore (lunghezza totale  $224 \pm 23$  mm), lungo la falesia sommersa della Riserva Naturale Orientata dello Zingaro (Golfo di Castellammare – Sicilia NO). Ad ogni individuo è stato impiantato nella cavità peritoneale un trasmettitore ultrasonico Vemco V9P1-L, dotato di sensore di profondità (precisione 0,4 m). Lungo la fascia costiera antistante l'area di prelievo (2,4 km) sono stati disposti 13 ricevitori ultrasonici Vemco VR2 e VR2W con un raggio d'azione di 250 m e distanti fra loro  $200 \pm 31$  m. I pesci sono stati rilasciati in prossimità del sito di cattura subito dopo l'operazione chirurgica, identificati con i codici 229, 230, 231, 238, 239. Il monitoraggio degli spostamenti degli esemplari marcati è stato condotto dal 27/11/2009 al 28/05/2010. La presenza di ciascun individuo nell'area di studio è stata espressa come percentuale di presenza (PP), definita come il rapporto tra il numero di giorni in cui l'individuo marcato veniva registrato nell'area dai ricevitori ed il numero totale dei giorni di monitoraggio. L'attività degli animali marcati è stata valutata attraverso la variazione della profondità oraria nelle 24 ore ( $\Delta$ PH) definita come la differenza tra la profondità massima e minima registrate ogni ora. E' stata effettuata una ANOVA a tre fattori fissi (pesce, fase del giorno e data) sui valori di  $\Delta$ PH al fine di valutare differenze significative nell'attività degli animali nelle diverse fasi del giorno. Dal momento che gli individui marcati si spostavano lungo un substrato verticale (falesia) l'*home range* è stato calcolato come la superficie definita dal prodotto del range batimetrico (fino alla profondità massima raggiunta da ciascun individuo) per la distanza sottesa ai ricevitori che hanno registrato il 95% dei segnali.

**Risultati** - Tutti gli individui hanno riportato valori di PP uguali o superiori al 75%, ad esclusione del sarago 238 che non è mai stato segnalato dai ricevitori dopo

il suo rilascio. Gli animali monitorati sono rimasti sempre sulla falesia tra 0 e circa 80 metri di profondità. Gli individui hanno utilizzato solo una porzione ristretta della costa dello Zingaro, interessando al massimo 6 ricevitori su 13. Il valore medio della superficie dei quattro *home-range* è risultato pari a  $0,07 \pm 0,03$  km<sup>2</sup> (Tab. 1). I risultati dell'analisi della varianza hanno evidenziato differenze significative di  $\Delta PH$  per l'interazione Pesce  $\times$  Fase del giorno (Tab. 2). Il test SNK ha mostrato per tutti la prevalenza di una attività diurna (Tab. 2).

Tab. 1 - Percentuale di presenza e Home range per i pesci marcati.

*Monitoring percentage and Home range for the tagged individuals.*

Cod. pesce	PP (%)	Home range (km <sup>2</sup> )
229	99,5	0,04
230	100	0,08
231	75	0,04
239	99	0,11

Tab. 2 - ANOVA e Test SNK per i valori di  $\Delta PH$  registrati per i quattro pesci marcati (\*  $p < 0,001$ ).

*ANOVA and SNK test results of  $\Delta PH$  value recorded for four tagged fish (\*  $p < 0,001$ ).*

Source	df	MS	F	Pesce	SNK
Pesce	3	103.9325	9.35*	229	notte<alba<tramonto<giorno
Fase del giorno	3	100.8587	352.37*	230	notte<alba<giorno<tramonto
Data	29	0.7474	2.29*	231	notte=alba=tramonto<giorno
Pesce x Fase del giorno	9	11.1213	38.85*	239	notte=alba=tramonto<giorno
Residui	960	0.2862			
Totale	1439				
Trasformazione	Sqrt(X+1)				
Cochran's C-test	C = 0.0531 <sup>ns</sup>				

**Conclusioni** - L'efficienza del sistema di telemetria adottato ha consentito di monitorare in continuo gli spostamenti in un ambiente roccioso di quattro pesci su cinque. Gli esemplari studiati allo Zingaro si sono mostrati più attivi prevalentemente nelle ore diurne rispetto all'alba ed al tramonto ed alle ore notturne quando si rifugiano nelle tane, come riportato da studi precedenti (Sala e Ballesteros, 1997; Abecasis et al., 2009). L'*home range* riscontrato permette di classificare la specie, nel periodo ed area di studio, come fortemente fedele al sito, in contrasto con quanto riportato per zone lagunari da Abecasis et al. (2009) e per le barriere artificiali da D'Anna et al. (2010). I risultati ottenuti potranno rivelarsi importanti per la definizione dei limiti di un'Area Marina Protetta allo Zingaro, per la tutela degli habitat utilizzati dalla specie e per una eventuale azione di ripopolamento.

#### Bibliografia

- ABECASIS D., BENTES L., ERZINI K. (2009) - Home-range and movements of *Diplodus sargus* and *Diplodus vulgaris* in a coastal lagoon: connectivity between nursery and adult habitats. *Estuar. Coast. Shelf Sci.*, **85**: 525-529.
- D'ANNA G., GIACALONE V.M., PIPITONE C., BADALAMENTI F. (2010) - Movement pattern of white seabreams, *Diplodus sargus* (L., 1758) (Osteichthyes, Sparidae) acoustically tracked in an artificial reef area. *Ital. J. Zool.*, doi: 10.1080/11250000903464059.
- FAO (2010) - Fishery and aquaculture statistics 2008. *FAO Yearbook*, Vol. **B-33**: 154 pp.
- HARME LIN-VIVIEN M.L., HARME LIN J.G., LEBoulLEUX V. (1995) - Microhabitat requirements for settlement of juvenile sparid fishes on Mediterranean rocky shores. *Hydrobiologia*, **300/301**: 309-320.
- SALA E., BALLESTEROS E. (1997) - Partitioning of space and food resources by three fish of the genus *Diplodus* (Sparidae) in a Mediterranean rocky infralittoral ecosystem. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **152**: 273-283.



# Comitato Necton e Pesca

---

*Poster*

D. BATTISTA, F. CAPEZZUTO, A. INDENNIDATE, M. PANZA, P. MAIORANO

Dipartimento di Biologia, Università di Bari, Via Orabona, 4 - 70125 Bari, Italia.  
battistadaniela@libero.it

## VARIAZIONI TEMPORALI NELL'ABBONDANZA DELLA TEUTOFAUNA DEL MAR IONIO NORD-OCCIDENTALE

### TEMPORAL CHANGES IN ABUNDANCE OF TEUTHOFAUNA IN THE NORTH-WESTERN IONIAN SEA

**Abstract** - The changes over time of the teuthofauna collected in the NW Ionian Sea are reported. Analysis showed a significant increase in abundance throughout the study period 1994–2010. An increasing trend in density and biomass over time was also detected for *Illex coindetii* and *Eledone cirrhosa*.

**Key-words:** teuthofauna, abundance, *Eledone cirrhosa*, *Illex coindetii*, Ionian Sea.

**Introduzione** - I cefalopodi sono generalmente considerati risorse “non convenzionali”, in relazione al ciclo vitale breve, alle notevoli fluttuazioni del reclutamento e alla minore vulnerabilità agli attrezzi convenzionali (Boyle, 1990). Tuttavia, pur con notevoli fluttuazioni nel tempo, essi forniscono un notevole contributo alla cattura multispecifica mediterranea. L'obiettivo di questa nota è stato, pertanto, quello di evidenziare eventuali variazioni significative nell'abbondanza della teutofauna del Mar Ionio nord-occidentale nonché nella struttura in taglia di *Eledone cirrhosa* (Lamarck, 1798) e *Illex coindetii* (Verany, 1839), due specie di interesse economico abbondanti nell'area di studio.

**Materiali e metodi** - I dati utilizzati sono stati raccolti durante le campagne sperimentali di pesca a strascico condotte in primavera-estate dal 1994 al 2010 nell'ambito del progetto di ricerca MEDITS (Bertrand *et al.*, 2000). L'area di studio è il Mar Ionio nord-occidentale, tra 10 e 800 m di profondità. Per ciascuna campagna l'abbondanza della cattura totale dei cefalopodi sulla platea (10-200 m) e sulla scarpata (201-800 m) è stata analizzata mediante gli indici di densità (N/km<sup>2</sup>) e di biomassa (kg/km<sup>2</sup>). Le variazioni di tali indici nel tempo sono state analizzate mediante analisi di regressione lineare, previa trasformazione logaritmica dei dati. Inoltre, per le specie *E. cirrhosa* e *I. coindetii* è stato anche analizzato l'andamento temporale della taglia mediana (LM: Lunghezza dorsale del Mantello, in mm).

**Risultati** - In tutti gli anni di indagine le maggiori abbondanze dei cefalopodi sono state riscontrate sulla piattaforma continentale con i valori più alti di 4262 N/km<sup>2</sup> (2007) e 58,2 kg/km<sup>2</sup> (2009). La cattura totale ha evidenziato un incremento altamente significativo delle abbondanze sia sulla piattaforma sia sulla scarpata (Fig. 1a). Per *E. cirrhosa* le catture maggiori sono state sempre ottenute sulla piattaforma, con valori massimi di densità e biomassa rispettivamente pari a 135 N/km<sup>2</sup> (2004) e 13,0 kg/km<sup>2</sup> (2002). L'analisi degli indici di abbondanza ha evidenziato marcate fluttuazioni, con un aumento significativo della densità e della biomassa ( $p < 0,05$ ) soltanto sulla scarpata (Fig. 1b). Per *I. coindetii* il valore più elevato di densità (1461 N/km<sup>2</sup>, 2007) è stato registrato sulla piattaforma e quello di biomassa (44,5 kg/km<sup>2</sup>, 2008) sulla scarpata. Nell'arco temporale considerato, è stato osservato un aumento delle abbondanze significativo sulla piattaforma e altamente significativo sulla scarpata (Fig. 1b). Per entrambe le specie, lo stock campionato è risultato costituito da un ampio intervallo di taglie, compreso tra 17 e 185 mm LM in *E. cirrhosa* e tra

30 e 291 mm LM in *I. coindetii*. L'andamento delle lunghezze medie nel tempo non ha rilevato nessun trend significativo.

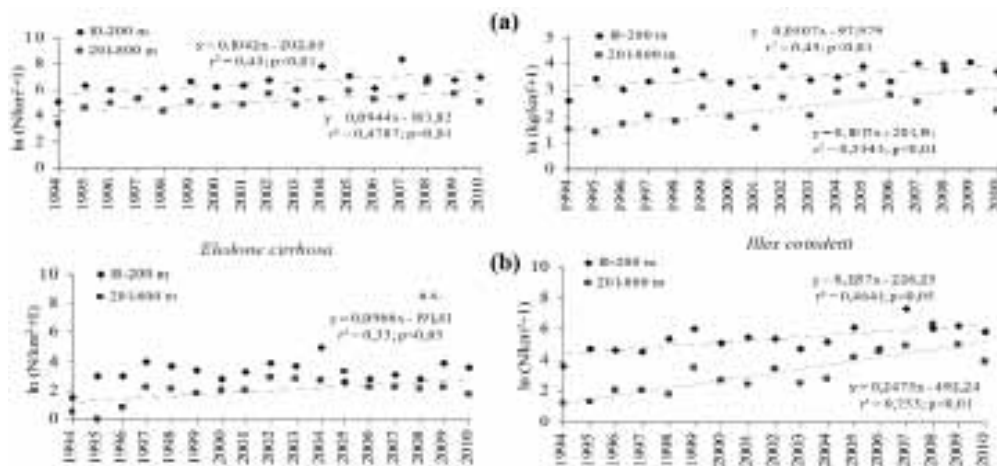


Fig. 1 - Trend temporale delle abbondanze totali dei cefalopodi (a) e della densità di *E. cirrhosa* e *I. coindetii* (b).

Temporal trend of abundance of cephalopods (a) and of the density of *E. cirrhosa* and *I. coindetii* (b).

**Conclusioni** - Nel Mar Ionio nord-occidentale, l'entità della cattura totale dei cefalopodi si conferma più rilevante sulla piattaforma che sulla scarpata continentale, come già osservato in passato (Tursi e D'Onghia, 1992). L'incremento nel tempo delle abbondanze evidenziato nell'area di studio potrebbe essere dovuto più all'influenza dei fattori ambientali, così come osservato in altre zone (Lefkaditou *et al.*, 2008), che non alla riduzione dello sforzo di pesca registrato nell'area (Maiorano *et al.*, 2010). L'analisi temporale degli indici di abbondanza di *E. cirrhosa* ha evidenziato marcate fluttuazioni soprattutto sulla piattaforma, probabilmente in relazione alle fluttuazioni del reclutamento primaverile di questa specie (Orsi Relini *et al.*, 2006). Inoltre, l'ampio intervallo di taglie osservato per entrambe le specie conferma la presenza di forme giovanili e adulte nella popolazione campionata.

**Bibliografia**

BERTRAND J.A., GIL DE SOLA L., PAPAConstantinou C., RELINI G., SOUPLET A. (2000) - An international bottom trawl survey in the Mediterranean: the MEDITS programme. *Actes de Colloques IFREMER*, **26**: 76-93.

BOYLE P.R. (1990) - Cephalopod biology in the fishery context. *Fish. Res.*, **8**: 303-332.

LEFKADITOU E., POLITOU C-Y., PALIALEXIS A., DOKOS J., COSMOPOULOS P., VALAVANIS V.D. (2008) - Influences of environmental variability on the population structure and distribution patterns of the short-fin squid *Illex coindetii* (Cephalopoda: Ommastrephidae) in the Eastern Ionian Sea. *Hydrobiologia*, **612**: 71-90.

MAIORANO P., SION L., CARLUCCI R., CAPEZZUTO F., GIOVE A., COSTANTINO G., PANZA M., D'ONGHIA G., TURSI A. (2010) - The demersal faunal assemblage of the north-western Ionian Sea (central Mediterranean): current knowledge and perspectives. *Chem. Ecol.*, **26**: 219-240.

ORSI RELINI L., MANNINI A., FIORENTINO F., PALANDRI G., RELINI G. (2006) - Biology and fishery of *Eledone cirrhosa* in the Ligurian Sea. *Fish. Res.*, **78**: 72-88.

TURSI A., D'ONGHIA G. (1992) - Cephalopods of the Ionian Sea (Mediterranean Sea). *Oebalia*, **28**: 25-43.

L. BITTAU, R. MANCONI

Dipartimento di Zoologia e Genetica Evoluzionistica, Università di Sassari,  
Via Muroni, 25 - 07100 Sassari, Italia.  
lukebit@inwind.it

## IL CANYON DI CAPRERA: UN HOT SPOT DI CETACEI NEL MAR TIRRENO CENTRALE?

### *IS THE CAPRERA CANYON AN HOT SPOT OF CETACEANS WITHIN THE CENTRAL TYRRHENIAN SEA?*

**Abstract** - Presence of cetaceans was monitored using a platform of opportunity (whale watching) off north eastern Sardinia, from summer 2010 to winter 2011. The monitoring consisted in seventeen surveys covering a total of 1930 km. Six cetacean species have been observed, totalizing 49 sightings. Striped dolphin was the most abundant species in the continental slope area. The waters in the Caprera Canyon appear as a potential hot spot of cetaceans and will be surveyed by dedicated campaigns. Moreover whale-watching activities should be monitored.

**Key-words:** biodiversity, conservation, cetaceans, whale watching, East-Sardinia.

**Introduzione** - Le conoscenze sui cetacei della Sardegna sono estremamente scarse e focalizzate in particolar modo sulle specie costiere, mentre poco è noto sulle specie del mare aperto (Marini *et al.*, 1996; Notarbartolo di Sciara *et al.*, 1993; Gannier, 1998, 2010). Il presente contributo ha l'obiettivo di incrementare le informazioni sui cetacei presenti a nord-est della Sardegna, in acque *off-shore*. Tale area, nonostante sia stata poco investigata, è ritenuta ad elevata abbondanza di cetacei (Marini e Arcangeli, 2010).

**Materiali e metodi** - L'area di studio è localizzata nel bacino Tirrenico, nella zona del Canyon di Caprera, a circa 15-30 miglia nautiche dalla costa nord-orientale della Sardegna. Sono stati condotti rilevamenti visuali, utilizzando una piattaforma di opportunità per whale watching (un catamarano) da giugno 2010 a gennaio 2011. Il campionamento *on effort* è stata la parte di percorso in cui sono stati realizzati i rilevamenti a velocità costante di 7-11 nodi (13-20 km/h) e con condizioni meteo marine idonee, secondo protocollo. Il resto del percorso è stato considerato "fuori sforzo" (*off effort*). Nel corso delle 17 uscite effettuate si sono percorsi 1930 km, di cui 596 km *on effort*, per un totale di 87 ore di navigazione delle quali 30 ore *on effort*. Durante i *survey* è stata coperta un'area di 513 km<sup>2</sup>. Durante il campionamento sono stati raccolti dati sulla presenza/assenza dei cetacei (per stimare l'abbondanza nell'area di studio), foto-identificazione (per applicare modelli di cattura-ricattura) e sulle condizioni meteo-marine (per valutare l'influenza sulla probabilità di avvistamento). Il percorso dell'imbarcazione e la temperatura superficiale dell'acqua sono stati registrati in continuo. È stato calcolato il tasso di incontro (*Encounter Rate*, ER) come numero di avvistamenti ogni 100 km percorsi *on effort*.

**Risultati** - Durante la campagna sono state effettuate 9 ore di osservazione di cetacei, totalizzando 49 avvistamenti di 6 diverse specie. In particolare sono stati avvistati 31 gruppi di *Stenella coeruleoalba* (Meyen, 1833), (Sc), con un numero totale di individui ( $n_{Sc}$ ) compreso tra 340 e 380; 2 gruppi di *Grampus griseus* (G. Cuvier, 1812), (Gg),  $n_{Gg}=18$ ; 3 gruppi di *Tursiops truncatus* (Montagu, 1821), (Tt),  $n_{Tt}=12$ ; 6 gruppi di *Physeter macrocephalus* Linnaeus, 1758, (Pm),  $n_{Pm}=10$ ; 2 gruppi di *Ziphius cavirostris* Cuvier, 1823, (Zc),  $n_{Zc}=6$ ; 5 gruppi di *Balaenoptera physalus* (Linnaeus, 1758), (Bp),  $n_{Bp}=5$ . Considerando i valori precedentemente elencati, solo 43 avvistamenti

sono stati effettuati *on effort*: di questi è stato ottenuto il tasso di incontro totale, come numero di avvistamenti di cetacei/100 km ( $ER_{tot}=7,22$ ). Sono inoltre stati calcolati i tassi di incontro per gli avvistamenti *on effort* delle diverse specie, in ordine decrescente di abbondanza:  $ER_{Sc}=4,87$ ;  $ER_{pm}=1,00$ ;  $ER_{Bp}=0,84$ ;  $ER_{Zc}=0,34$ ;  $ER_{Gg}=0,17$ . L'82% delle uscite effettuate si è concluso con almeno un avvistamento di cetacei *on effort*. *T. truncatus* è stato avvistato 3 volte, sempre *off effort* e in area di piattaforma continentale, mentre le altre specie sono state avvistate in area di scarpata continentale. I valori dell' $ER_{tot}$  e degli ER specie-specifici confermano l'alta frequenza di avvistamenti precedentemente segnalata da pescatori sportivi, operanti la pesca al pesce pelagico e da operatori turistici in attività di *whale watching*.

**Conclusioni** - Come già ipotizzato da Marini e Arcangeli (2010) per il Mar Tirreno, i recenti avvistamenti di cetacei in acque *off-shore* sembrerebbero indicare l'area del Canyon di Caprera come un potenziale *hot spot* di alta concentrazione di specie di cetacei. I nostri dati possono contribuire alla conservazione dei cetacei in quest'area localizzata ai margini sud-orientali del Santuario Pelagos, considerato prioritario secondo leggi e accordi nazionali e internazionali. Come è noto, la raccolta di dati in mare aperto su presenza, distribuzione e ecologia dei cetacei con imbarcazioni dedicate è un'attività costosa. L'utilizzo di imbarcazioni di *whale watching* quali piattaforme di opportunità, come nel nostro caso, rappresenta un'occasione per raccogliere dati a costo relativamente basso, anche per lunghi periodi di tempo (Evans e Hammond, 2004; Koslovsky, 2008).

**Ringraziamenti** - Si ringraziano per la collaborazione scientifica e tecnologica la Fondazione CIMA, CNR/ISMAR, DELL. Questa ricerca è stata possibile grazie anche al supporto tecnico-logistico di Corrado Azzali e del team Orso Diving - Whale Watching Sardinia (Poltu Quatu).

### Bibliografia

- EVANS P.G.H., HAMMOND P.S. (2004) - Monitoring cetaceans in European waters. *Mammal Rev.*, **34** (1): 131-156.
- GANNIER A. (1998) - A contribution to the knowledge of the cetological fauna in the waters of western Sardinia. *Hystrix It. J. Mamm.*, (ns.) **10** (2): 21-27.
- GANNIER A. (2010) - Using existing data and focused surveys to highlight Cuvier's beaked whales favourable areas: A case study in the central Tyrrhenian Sea. *Mar. Pollut. Bull.*, doi:10.1016/j.marpolbul.2010.03.037.
- KOSLOVSKY S. (2008) - Wandering whale watches: the effectiveness of whale watches as a platform of opportunity for data collection. Masters project in the Nicholas School of the Environment and Earth Sciences, Duke University, USA.
- MARINI L., ARCANGELI A. (2010) - Changes in cetacean abundance and distribution over 20 years along a trans-regional fixed line transect in the central Tyrrhenian Sea. *Eur. Res. Cetaceans*, **24**: CD proceedings.
- MARINI L., CONSIGLIO C., ANGRADI A.M., CATALANO B., SANNA A., VALENTINI T., FINOIA M.G., VILLETTI G. (1996) - Distribution, abundance and seasonality of cetaceans sighted during scheduled ferry crossings in the central Tyrrhenian Sea: 1989-1992. *It. J. Zool.*, **63**: 381-388.
- NOTARBARTOLO DI SCIARA G., VENTURINO M.C., ZANARDELLI M., BEARZI G., BORSANI J.F., CAVALLONI B. (1993) - Cetaceans in the central Mediterranean Sea: distribution and sighting frequencies. *It. J. Zool.*, **60**: 131-138.

Attività di ricerca finanziata, in parte, dal Parco Nazionale dell'Arcipelago di La Maddalena, RAC/SPA-UNEP e Fondazione Banco di Sardegna.



F. BONOMO, P. BATTAGLIA, V. ESPOSITO, P. PERZIA, F. ANDALORO, T. ROMEO

ISPRA, Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ex ICRAM), STS Palermo,  
Laboratorio di Milazzo, Via dei Mille, 44 - 98057 Milazzo (ME), Italia.  
federica.bonomo@yahoo.it

## TREND DI CATTURE DI SPECIE PELAGICHE NELLA TONNARA DEL TONO DI MILAZZO DAL 1906 AL 1963

### TREND OF CATCHES OF PELAGIC SPECIES IN THE TONO TUNA TRAP SET OF MILAZZO FROM 1906 TO 1963

**Abstract** - Several factors can affect the biomass and the distribution of pelagic fish stocks, influencing directly or indirectly the survival, dispersion and mortality. The decreasing catches and the interruption of the fishing activity of the tuna trap sets (Milazzo, Sicily) at the end of the 60s can be related to several effects including coastal activity and climate change, even if it is not possible identify a main factor.

**Key-words:** tuna trap set, pelagic fish, Mediterranean Sea, trophic competition.

**Introduzione** - Lo studio in oggetto ha il fine di valutare fattori ambientali ed ecologici legati all'attività di un'antica Tonnara fissa della Sicilia Orientale (Milazzo, tonnara del Tono) attraverso l'analisi delle serie storiche di dati relative al periodo di maggiore attività di tale struttura (dal 1906 al 1963). La tonnara, nata esclusivamente per la cattura del tonno rosso (*Thunnus thynnus*) durante le migrazioni riproduttive, mostra nell'area di studio una elevata capacità di cattura verso altre specie di grandi, medi e piccoli pelagici, incluso squali (*Prionace glauca*, *Alopias vulpinus*, *Heptranchias perlo*, *Isurus oxyrinchus*) e mammiferi marini (*Stenella coeruleoalba*).

**Materiali e metodi** - La raccolta fotografica dei singoli fogli relativi ad 8 registri della tonnara ha permesso la costruzione di un database con le informazioni relative alle catture giornaliere suddivise per specie e ai giorni di attività. Sono state quindi calcolate le catture per unità di sforzo CPUE (*Catch Per Unit Effort*) considerando come unità di sforzo (E) i giorni di attività. Le CPUE, in peso o numero, in funzione dell'informazione riportata sul registro, sono state correlate con l'indice NAO, o *North Atlantic Oscillation Index* (Hurrell, 1995), attraverso l'utilizzo di un modello di regressione lineare. Sono stati confrontati infine i trend annuali di abbondanza in termini numerici e in termini di biomassa del totale delle specie raggruppate nelle categorie predatori (*T. thynnus*, *Xiphias gladius*, *T. alalunga*, *Mobula mobular*, *Caretta caretta*, *S. coeruleoalba*, *P. glauca*, *A. vulpinus*, *H. perlo*, *I. oxyrinchus*) e prede (*Auxis rochei*, *Sarda sarda*, *Scomber* sp., *Boops boops*, *Coryphaena hippurus*, *Euthynnus alletteratus*, *Trachurus trachurus*, *Engraulis encrasicolus*, *Sardinella aurita*) in funzione delle informazioni ecologiche delle specie.

**Risultati** - L'analisi delle catture annuali di tonno rosso ha evidenziato una diminuzione del numero di esemplari catturati (da 1431 a 258 individui) nel periodo 1906-1921, fino all'ultima fase di attività dell'attrezzo (1948-1963). Il pesce spada mostra un decremento delle catture meno evidente, a differenza degli squali che diminuiscono nel tempo fino a scomparire del tutto dal 1960. Dai risultati ottenuti relativamente alle CPUE di *T. thynnus* (Fig. 1) non si evince una correlazione statisticamente significativa tra l'andamento delle CPUE ed il modello di oscillazione dell'Indice NAO ( $R^2 = 0,027$ ). Confrontando i trend di abbondanze annuali dei predatori e delle prede si osserva una correlazione inversa molto evidente dai primi anni fino al 1953, anno dopo il quale la relazione da inversa diviene diretta (Fig. 2).



Fig. 1 - Indice NAO nel periodo 1906-1963 e CPUE annuali di *T. thynnus*.

NAO index in 1906-1963 age and *T. thynnus* annual CPUE.

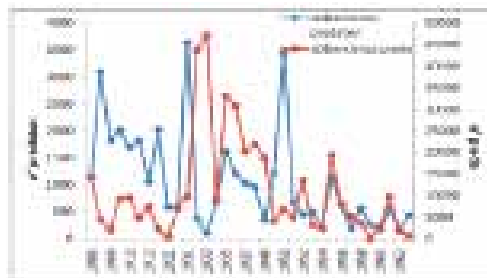


Fig. 2 - Trend di abbondanza dei top predators e delle prede dal 1906 al 1963.

Trend of abundance of top predators and captures from 1906 to 1963.

**Conclusioni** – Esistono diversi fattori che possono aver influito sull'andamento delle catture o sulla distribuzione delle specie pelagiche, ma nessun fattore specifico considerato mostra una relazione diretta valutabile. Le variazioni annuali dell'indice NAO in Mediterraneo non sono in grado di spiegare la fluttuazione delle risorse per quanto riguarda l'area e il periodo di tempo considerati. Il recente sviluppo di attrezzi da pesca più efficienti e sofisticati ha causato un aumento dello sforzo di pesca sul tonno rosso (Fromentin e Ravier, 2005) e pescespada, determinando variazioni all'interno delle catene trofiche. La relazione inversa tra predatori e prede può essere spiegata attraverso i meccanismi di controllo identificati come "top-down" e "bottom-up". La predazione è considerata, infatti, una delle maggiori fonti di mortalità delle specie marine, in grado di influenzare le biomasse dei livelli trofici inferiori con un effetto a cascata; inoltre le fluttuazioni che colpiscono i livelli più bassi si ripercuotono inevitabilmente sui livelli superiori (Ferretti *et al.*, 2010). Le variazioni di abbondanza o biomassa delle specie che compongono un singolo livello della catena alimentare possono essere determinate da numerosi fattori, quali temperatura superficiale, mortalità, dispersione delle uova (Bruno *et al.*, 2001). Non si conoscono inoltre gli effetti legati all'incremento delle attività umane insistenti sulla zona costiera, ad esempio il traffico marittimo, che, influenzando la circolazione delle correnti, possono incidere sul modello di migrazione dei grandi pelagici.

#### Bibliografia

- BRUNO R., GRANATA A., CEFALI A., GUGLIELMO L., BRANCATO G., BARBERA P. (2001) - Relationship between fish larval biomass and plankton production in the south Tyrrhenian Sea. In: Faranda F.M., Guglielmo L., Spezie G. (eds), *Mediterranean Ecosystems: Structures and processes*. Springer-Verlag. Italia.
- FERRETTI F., WORM B., BRITTEN G.L., HEITHAUS M.R., LOTZE H.K. (2010) - Patterns and ecosystem consequences of shark declines in the ocean. *Ecol. Letters*, **13**: 1055-1071.
- FROMENTIN J.M., RAVIER C. (2005) - The East Atlantic and Mediterranean bluefin tuna stock: looking for sustainability in a context of large uncertainties and strong political pressures. *Bull. Mar. Sci.*, **76**: 353-362.
- HURRELL J.W. (1995) - Decadal trends in the North Atlantic Oscillation: regional temperatures and precipitations. *Science*, **269**: 676-679.

R. CANNAS, G. FERRARA\*, S. MARCIAS, R. MELIS, C. PICCINETTI\*,  
A. CAU, P. ADDIS, F. TINTI\*

Dip. di Scienze della Vita e dell'Ambiente, Università di Cagliari, Via T. Fiorelli, 1 - 09126 Cagliari, Italia.  
rcannas@unica.it

\*Dipartimento di Biologia Evoluzionistica Sperimentale, Università di Bologna, Italia.

## SPATIO-TEMPORAL GENETIC ANALYSIS OF BLUEFIN TUNA, *THUNNUS THYNNUS* L., CAUGHT BY THE SARDINIAN TRAPS

### *ANALISI GENETICA SPAZIO-TEMPORALE SUL TONNO ROSSO, THUNNUS THYNNUS L., CATTURATO NELLE TONNARE SARDE*

**Abstract** - The genotyping with 11 neutral microsatellite loci of about 290 bluefin tunas from the Isola Piana and Porto Paglia tuna traps, collected in five consecutive years (from 2005 to 2009), did not provide evidence of genetic clustering that could be ascribed to the mixing of local resident and Atlantic immigrant tunas in the trap catches. However, preliminary data indicate a small but significant differentiation as concerns the bluefin tuna individuals collected in the Porto Paglia trap.

**Key-words:** *Thunnus thynnus*, genetic diversity, DNA, tuna fishery, Mediterranean Sea.

**Introduction** - In the past a “native hypothesis”, that is the existence of bluefin tuna populations permanently resident in Mediterranean Sea, was proposed by several authors (Cetti, 1777; Pavesi, 1889). This idea is still supported by fishermen, that claim to be able to distinguish tunas of Atlantic origin from Mediterranean ones by their morphology. Tuna traps could represent the optimal gear for sampling both types of tunas, given that they mainly capture adults during their reproductive migration. Actually, Mediterranean and Gulf of Mexico populations show significant genetic divergence, due to high rates of natal homing of spawning adults to their native areas (Carlsson *et al.*, 2004, 2007). Similarly within the Mediterranean Sea, genetic studies recorded variation over space and time, both at the small and large scales, and suggested that several subpopulations inhabit and persist in the western and eastern Mediterranean Sea (Carlsson *et al.*, 2004, 2007; Riccioni *et al.*, 2010). The present study aims at investigating the possible genetic differences between local/immigrant tunas, and at comparing these findings with the morphological diversity described by the fishermen. Furthermore, the analysis of five consecutive years of sampling could allow to evaluate if the proportion of local/immigrant tunas has changed in response to the increasing anthropogenic perturbations.

**Materials and methods** - Portion of muscle tissues of *Thunnus thynnus* were sampled at two Sardinian tuna traps (n=267 at Isola Piana and n=19 at Porto Paglia) during the fishing season (May-June). While Isola Piana's tunas were collected in five consecutive years (from 2005 to 2009), the sampling at Porto Paglia's trap was performed only in 2007. For each specimen biometric data were recorded (length, weight), samples were attributed to year classes based on the ICCAT estimated age-length table. Each individual was genotyped at 11 neutral microsatellite loci. The variation of the individual multi-locus genotypes was inspected by AMOVA using Arlequin 3.5. The differences among locations, sampling years and year classes were investigated by the factorial analysis of correspondences (FAC) using GENETIX 4.05.

**Results** - The AMOVA analysis indicate a substantial genetic homogeneity among samples over the five years of investigation (overall  $F_{ST}=0.00009$ ,  $P>0.05$ ). All the pairwise  $F_{ST}$  values were not significant when comparing sites, sampling years and

year classes, except for Porto Paglia vs Isola Piana 2006 tunas ( $F_{ST}=0.008$ ,  $P=0.018$ ). The FAC analysis showed that the Porto Paglia site is the most genetically divergent from the others (Fig. 1).

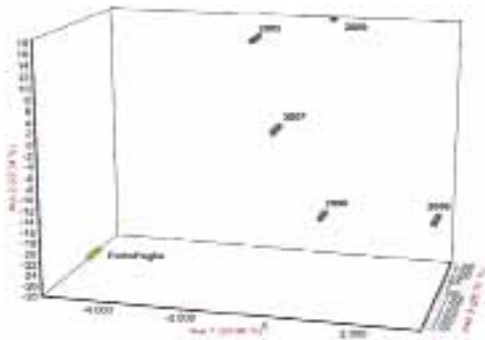


Fig. 1 - Factorial analysis of correspondences. The Isola Piana samples (2005, 2006, 2007, 2008, 2009) are shown according to the year of collection.

*Analisi fattoriale delle corrispondenze. I campioni di Isola Piana (2005, 2006, 2007, 2008, 2009) sono indicati con l'anno di campionamento.*

**Conclusions** - The genotyping of bluefin tuna from the Isola Piana trap did not provide evidence of genetic clustering among individuals that could have been ascribed to the mixing of local resident and Atlantic immigrant tunas in the trap catches and/or to modification of migration patterns with time. As concerns the Porto Paglia samples, no conclusive results can be drawn, mainly due to the low number of tunas sampled. However, considering that the Porto Paglia trap is located more inshore than the Isola Piana trap (Addis *et al.*, 2008), it leads us to hypothesize that the two traps may intercept separate, genetically differentiated, migratory flows. In order to clarify the local scale population dynamics of bluefin tuna in southwestern Sardinia, additional analyses are ongoing on specimens fished in the third tuna trap (Portoscuso) existing in the area. Furthermore, we are testing new adaptive genetic markers, more powerful than the existing ones in determining the eventual adaptive differentiation of local populations.

## References

- ADDIS P., DEAN J.M., PESCI P., LOCCI I., CANNAS R., CORRIAS S., CAU A. (2008) - Effects of local scale perturbations in the Atlantic bluefin tuna (*Thunnus thynnus* L.) trap fishery of Sardinia (W. Mediterranean). *Fish. Res.*, **92**: 242-254.
- CARLSSON J., McDOWELL J.R., CARLSSON J.E., GRAVES J.E. (2007) - Genetic identity of YOY bluefin tuna from the eastern and western Atlantic spawning areas. *J. Hered.*, **98**: 23-28.
- CARLSSON J., McDOWELL J.R., DÍAZ-JAIMES P., CARLSSON J.E.L., BOLES S.B., GOLD J.R., GRAVES J.E. (2004) - Microsatellite and mitochondrial DNA analyses of Atlantic bluefin tuna (*Thunnus thynnus thynnus*) population structure in the Mediterranean Sea. *Mol. Ecol.*, **13**: 3345-3356.
- CETTI F. (1777) - *Storia naturale della Sardegna*. Piattoli, Sassari.
- PAVESI P. (1889) - *L'industria del tonno. Relazione alla commissione reale per le tonnare*. Ministero di Agricoltura, Industria e Commercio, Roma.
- RICCIONI G., LANDI M., FERRARA G., MILANO I., CARIANI A., ZANE L., SELLA M., BARBUJANI G., TINTI F. (2010) - Spatio-temporal population structuring and genetic diversity retention in depleted Atlantic Bluefin tuna of the Mediterranean Sea. *PNAS*, **107**: 2102-2107.

The research is funded by MIUR PRIN2008, within the project 2008RA8P5 "Risoluzione di dinamiche ecologiche ed evolutive in popolazioni di tonno rosso del Mediterraneo".

M.V. FERNÁNDEZ, F. MALTAGLIATI<sup>1</sup>, F.G. PANNACCIULLI<sup>2</sup>, M.I. ROLDÁN

Laboratori d'Ictiologia Genética, Universitat de Girona, Campus de Montilivi - 17071 Girona, Spain.  
mariavictoria.fernandez@udg.edu

<sup>1</sup>Dipartimento di Biologia, Università di Pisa, Via Derna, 1 - 56126 Pisa, Italy.

<sup>2</sup>Centro Ricerche Ambiente Marino, ENEA - S. Teresa, CP 224 - 19100 La Spezia, Italy.

## ASSENZA DI STRUTTURA GENETICA SU AMPIA SCALA SPAZIALE IN *ARISTAEOMORPHA FOLIACEA* (CRUSTACEA, ARISTEIDAE)

### *ABSENCE OF LARGE SPATIAL GENETIC STRUCTURING IN ARISTAEOMORPHA FOLIACEA (CRUSTACEA, ARISTEIDAE)*

**Abstract** - The present study reports DNA-ISSR data on genetic diversity of 295 individuals of *Aristaeomorpha foliacea* (Risso 1827) (Crustacea, Aristeidae) collected at six sites across the Mediterranean and one in the Mozambique Channel. We found a general lack of genetic structure across the study area and a high degree of within-sample genetic variability. The high potential for larval dispersal and characteristics of the marker employed may account for the observed pattern.

**Key-words:** *Aristaeomorpha foliacea*, DNA-ISSRs, genetic markers, genetic variability, gene flow.

**Introduzione** - Lo studio della struttura genetica delle specie rappresenta un'informazione fondamentale per la conoscenza della biodiversità e, nel caso di specie sfruttate commercialmente, può fornire un importante contributo all'identificazione degli stock. Il gambero rosso, *Aristaeomorpha foliacea* (Risso 1827) è un'importante risorsa economica, non solo in Mediterraneo, ma anche in altre regioni del mondo (Bianchini e Ragonese, 1994); tuttavia ad oggi non sono disponibili dati sulla sua struttura genetica. Nel presente lavoro, che rappresenta un contributo finalizzato a colmare questa lacuna, sono stati applicati i marcatori molecolari ISSR (Inter Simple Sequence Repeats) a campioni di *A. foliacea* provenienti da sei località mediterranee ed una dell'Oceano Indiano. La tecnica degli ISSR consiste nell'amplificazione di regioni comprese tra sequenze di DNA microsatellite ripetute e invertite (Zietckievicz *et al.*, 1994) e produce profili multilocus altamente polimorfici.

**Materiali e metodi** - Sono stati analizzati 295 individui di *A. foliacea* provenienti dalle seguenti località: Canale di Ibiza (39°02'N, 02°39'E), Mar Tirreno (42°28'N, 9°43'E), Mazara del Vallo (campione commerciale acquistato), Portopalo (c.c.a.), Mar Ionio (37°31'N, 21°22'E), Mar Egeo (37°17'N, 22°53'E), Canale del Mozambico (25°57'S, 34°38'E). Il DNA genomico è stato estratto seguendo i protocolli riportati in Fernández *et al.* (2011). Le reazioni di PCR sono state condotte in volume finali di 10 µl, contenenti circa 2.5 ng di DNA template, 0.5 U di Taq DNA Polymerase, 1× tampone PCR, 200 µM di ciascun dNTP, 400 µM di primer, 2.5 mM di MgCl<sub>2</sub> e H<sub>2</sub>O per portare a volume. Le condizioni di PCR sono state le seguenti: 3 min di denaturazione iniziale a 94 °C, seguita da 35 cicli di 40 sec per la denaturazione a 94 °C, 45 sec per l'annealing a 60 °C e 100 sec per l'estensione a 72 °C, seguita da 5 min di estensione finale a 72 °C. Per l'elettroforesi e la visualizzazione dei prodotti di amplificazione sono stati seguiti i metodi riportati in Pannacciulli *et al.* (2009). È stato utilizzato il programma TFPGA (Miller, 1997) per calcolare l'eterozigosità e l'indice di Shannon (stime di variabilità genetica all'interno dei campioni), i parametri  $F_{ST}$  (divergenza genetica tra i campioni) e  $N_m$  (flusso genico). Inoltre è stata valutata la presenza di isolamento da distanza mediante il servizio online IBDWS.

**Risultati** - Dei tredici primer saggiati, cinque hanno prodotto risultati soddisfacenti, fornendo 150 bande polimorfiche, corrispondenti a frammenti di DNA compresi tra 300 e 1500 bp. Sono stati ottenuti valori medi di eterozigosità e di indice di Shannon pari rispettivamente a  $H=0.105\pm 0.015$  e  $I=0.190\pm 0.024$ ; questi parametri non hanno mostrato differenze significative tra le località considerate. La divergenza genetica tra i campioni è risultata relativamente bassa ( $F_{ST}$  medio= $0.013\pm 0.002$ ), come anche mostrato dall'elevata stima di flusso genico ( $Nm=18.4$ ) ed è stata inoltre rigettata l'ipotesi della presenza di isolamento da distanza (Mantel's  $Z=2269.7$ ,  $P=0.269$ ).

**Conclusioni** - Gli studi sulla biologia larvale di *A. foliacea* sono scarsi; è comunque ritenuto che questa specie non differisca molto da *Aristeus antennatus* (F. Sardà, com. pers.), la cui vita larvale pelagica dura da tre a sei settimane. In *A. antennatus* le larve hanno la possibilità di essere trasportate dalle correnti per centinaia di chilometri (Carbonell *et al.*, 2010), favorendo la connettività (Roldán *et al.*, 2009). Il mescolamento di individui con differenti genotipi originati in aree distanti può essere responsabile degli alti valori di diversità genetica all'interno dei campioni e dell'assenza di struttura genetica. Resta aperto il problema della relativa omogeneità genetica del campione dell'Oceano Indiano con quelli mediterranei. Un recente studio condotto su *A. antennatus*, con uno schema di campionamento simile a quello del presente lavoro, ha rilevato divergenza genetica significativa tra Atlantico, Mediterraneo occidentale, Mediterraneo orientale e Indiano mediante marcatori mitocondriali (Fernández *et al.*, 2011). Questa differenza potrebbe essere imputabile alle diverse caratteristiche biologico/evoluzionistiche delle due specie, ma anche ai differenti marcatori genetici utilizzati. L'impiego di altre classi di marcatori è raccomandabile per approfondire il problema della strutturazione genetica in *A. foliacea* e fornire un contributo sull'identificazione degli stock genetici.

#### Bibliografia

- BIANCHINI M.L., RAGONESE S. (eds) (1994) - Life cycles and fisheries of the deep-water red shrimps *Aristaeomorpha foliacea* and *Aristeus antennatus*. N.T.R.-I.T.P.P., Mazara del Vallo: 87 pp.
- CARBONELL A., DOS SANTOS A., ALEMANY F., VÉLEZ-BELCHI P. (2010) - Larvae of the red shrimp *Aristeus antennatus* (Decapoda: Dendrobranchiata: Aristeidae) in the Balearic Sea: new occurrences fifty years later. *Mar. Biodiv. Rec.*, **3**: 1-4.
- FERNÁNDEZ M.V., HERAS S., MALTAGLIATI F., TURCO A., ROLDÁN M.I. (2011) - Genetic structure in the blue and red shrimp *Aristeus antennatus* and the role played by hydrographical and oceanographical barriers. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **421**: 163-171.
- MILLER M.P. (1997) - Tools for population genetic analyses (TFPGA 1.3): a window program for the analysis of allozyme and molecular population genetic data. Computer software distributed by the author.
- PANNACCIULLI F.G., MANETTI G., MALTAGLIATI F. (2009) - Genetic diversity in two barnacle species, *Chthamalus stellatus* and *Tesseropora atlantica* (Crustacea, Cirripedia), with different larval dispersal modes in the archipelago of the Azores. *Mar. Biol.*, **156**: 2441-2450.
- ROLDÁN M.I., HERAS S., PATELLANI R., MALTAGLIATI F. (2009) - Analysis of genetic structure of the red shrimp *Aristeus antennatus* from the Western Mediterranean employing two mitochondrial regions. *Genetica*, **136**: 1-4.
- ZIETKIEWICZ E., RAFALSKI A., LABUDA D. (1994) - Genome fingerprinting by simple sequence repeat (SSR)-anchored polymerase chain reaction amplification. *Genomics*, **20**: 176-183.

V. GANCITANO, G. ANASTASI, G.B. GIUSTO, M. GRISTINA, G. INGRANDE,  
G. SINACORI, F. FIORENTINO

Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR) - Istituto per l'Ambiente Marino Costiero (IAMC)  
Mazara del Vallo, Via Luigi Vaccara, 61 - 91026 Mazara del Vallo (TP), Italia.  
vita.gancitano@iamc.cnr.it

ANALISI DI COORTE DEL GAMBERO ROSA, *PARAPENAEUS  
LONGIROSTRIS* (LUCAS, 1846) (CRUSTACEA; DECAPODA)  
NELLO STRETTO DI SICILIA: CONFRONTO TRA DATI  
DI CATTURA E DI SBARCATO

COMPARING LENGTH COHORT ANALYSIS BY USING CATCH AND  
LANDING DATA OF DEEP WATER ROSE SHRIMP, *PARAPENAEUS  
LONGIROSTRIS* (LUCAS, 1846)(CRUSTACEA; DECAPODA)  
IN THE STRAIT OF SICILY

**Abstract** - *P. longirostris* (Lucas, 1846) catch and landing data from the Strait of Sicily were analysed by means of LCA technique. No significant differences in the mean fishing mortality ( $F$ ) and in stock status were found comparing the catch and landings data results.

**Key-words:** deep water rose shrimp, stock status, catch, landings, Strait of Sicily.

**Introduzione** - Il gambero rosa, *P. longirostris* (Lucas, 1846), rappresenta per le imbarcazioni a strascico italiane operanti nello Stretto di Sicilia la principale risorsa della pesca demersale. La specie è catturata tutto l'anno sui fondi ricadenti nelle GSA 13, 14, 15 e 16. La produzione italiana nel 2009 è ammontata a oltre 7600 t (fonte IREPA), corrispondendo a più dell'80% della produzione dell'intera area (Italia, Tunisia e Malta). La valutazione congiunta con i dati di sbarcato dei tre paesi per il triennio 2007-2009 ha evidenziato una condizione di sovrapesca della risorsa, suggerendo una riduzione della mortalità da pesca ( $F$ ) di circa il 20% per raggiungere condizioni di maggiore sostenibilità del prelievo (Ben Meriem *et al.*, 2010). La disponibilità di informazioni sullo sbarcato e sullo scarto commerciale di gambero rosa della flottiglia italiana ci ha indotto a condurre un esercizio per stimare le eventuali differenze nella valutazione dello stato di sfruttamento di tale risorsa impiegando sia i dati di sbarcato che quelli di cattura (sbarcato più scarto).

**Materiali e metodi** - I campioni provengono dal Programma Nazionale di raccolta dati alieutici del 2009. L'esercizio è stato condotto sulla frazione femminile delle catture in quanto i parametri di popolazione delle femmine sono considerati i più attendibili e queste ultime rappresentano circa il 70% in peso degli sbarcati. I dati sono stati elaborati mantenendo separati i due principali segmenti di pesca nell'area: lo strascico costiero (Lunghezza Fuori Tutto LFT 12\_24 m) e lo strascico d'altura (LFT 24\_40 m). Lo stato di sfruttamento è stato valutato mediante analisi di coorte in lunghezza (LCA) - pacchetto "VIT4WIN" (Leonart e Salat, 2000). I parametri biologici utilizzati nell'analisi sono quelli riportati in Ben Meriem *et al.* (2010) (Tab. 1).

**Risultati e conclusioni** - L'andamento di  $F$  per classe di taglia e segmento di pesca è riportato in Fig. 1. I valori medi di  $F$  ( $F_c$ ) sono stati stimati considerando le classi di lunghezza che contribuiscono al 90% della cattura totale (Tab. 2). Il valore di  $F_c$  dello sbarcato è pari a circa il 90% di quello delle catture delle imbarcazioni a strascico costiero mentre risulta pari a circa l'82% nel caso della flotta alturiera.

Se si considera l'insieme della flotta i due valori risultano molto simili, con il valore di  $F_c$  ricavato dallo sbarcato pari al 98% del valore stimato dalle catture. I risultati riportati mostrano come l'assenza di dati di scarto nel caso della pesca del gambero rosa nello Stretto di Sicilia non influisce sulla percezione dello stato dello stock.

Tab. 1 - Parametri biologici di gambero rosa (*P. longirostris*) utilizzati.

*Biological parameters of deep water rose shrimp (P. longirostris) used.*

<i>Parametri utilizzati</i>			
$L_{\infty}$ in mm	42.71	b	2.482
k	0.67	M	1.05
$t_0$	-0.21	$F_t$	1.05
a	0.003		

Tab. 2 - Mortalità da pesca media ( $F_c$ ) stimata impiegando le catture e gli sbarcati di gambero rosa (*P. longirostris*) per i diversi segmenti di flotta (LFT).

*Mean fishing mortality ( $F_c$ ) assessed by catch and landings of deep water rose shrimp (P. longirostris) by trawler segments (LFT).*

<i>LCA</i>		
$F_c$ 90%		
LFT	Catture	Sbarcati
12_24	1.43	1.29
24_40	0.40	0.33
12_40	1.52	1.49

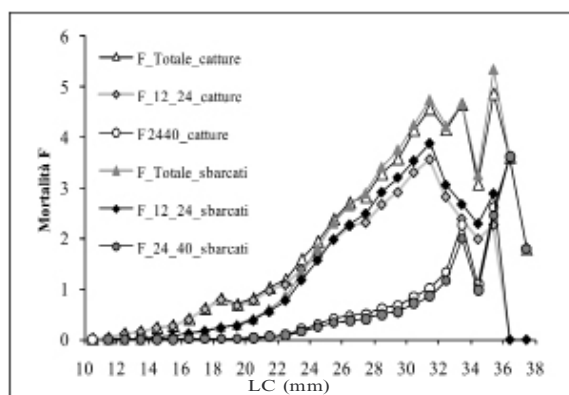


Fig. 1 - Mortalità da pesca per classe di taglia delle catture e degli sbarcati di gambero rosa (*P. longirostris*) per i diversi segmenti di pesca esaminati.

*Fishing mortality by size class of catch and landings by trawler segments of deep water rose shrimp (P. longirostris).*

## Bibliografia

- BEN MERIEM S., FIORENTINO F., DIMECK M., GANCITANO V., KNITTWEIS L., JARBOUI O., CERIOLA L., ARNERI E. (2010) - Assessment of the shared stock of deep water pink shrimp (*Parapenaeus longirostris* Lucas, 1841) in the MedSudMed area. Working Group on stock assessment of demersal species (Istanbul, Turkey 18<sup>th</sup>-23<sup>rd</sup> October 2010). [http://151.1.154.86/GfcmWebSite/SAC/2010/SCSA\\_WG\\_Demersal\\_Species/SAF/2010\\_DPS\\_GSA12-15-16\\_MEDSUDMED.pdf](http://151.1.154.86/GfcmWebSite/SAC/2010/SCSA_WG_Demersal_Species/SAF/2010_DPS_GSA12-15-16_MEDSUDMED.pdf)
- LLEONART J., SALAT J. (2000) - Vit4winVersion 1.1. [www.faocopemed.org/es/activ/infodif.htm](http://www.faocopemed.org/es/activ/infodif.htm).

I dati sono stati raccolti nell'ambito del programma nazionale italiano per la raccolta dei dati alieutici, modulo C ed E - "Campionamento biologico delle catture commerciali" - 2009 finanziati dal MiPAAF e dalla CE.



V. GANCITANO, C. BADALUCCO, S. CUSUMANO, S. GANCITANO, G. GAROFALO,  
P. RIZZO, G. SIELI, F. FIORENTINO

National Research Council (CNR) - Institute for Coastal Marine Environment (IAMC)  
Via Luigi Vaccara, 61 - 91026 Mazara del Vallo (TP), Italia.  
vita.gancitano@iamc.cnr.it

AGE COHORT ANALYSIS OF COMMON PANDORA,  
*PAGELLUS ERYTHRINUS* (L., 1758) (PISCES: SPARIDAE),  
IN THE STRAIT OF SICILY

ANALISI DI COORTE IN ETÀ DEL PAGELLO FRAGOLINO,  
*PAGELLUS ERYTHRINUS* (L., 1758) (PISCES: SPARIDAE),  
NELLO STRETTO DI SICILIA

**Abstract** - The state of exploitation of Common pandora, *P. erythrinus* (L., 1758) in the Strait of Sicily (GSA 16) was assessed by age cohort and Yield and Biomass per recruit analyses. Data from commercial trawling and artisanal fisheries were used. The results showed that the resource was in "growth overfishing" and a reduction of 30% of the current fishing mortality by trawl is suggested to reach  $F_{0.1}$  target reference point.

**Key-words:** Common pandora, current exploitation, landings, growth overfishing, Strait of Sicily.

**Introduction** - The Common pandora, *Pagellus erythrinus* (L., 1758) represents an important demersal resource in the Strait of Sicily. In the three years (2007-2009) the mean annual yields amounted to 325 t and 39 t, by trawl and artisanal fisheries respectively (IREPA source). In the present study the current exploitation status of *P. erythrinus* in the Strait of Sicily (GSA 16) was assessed by age cohort and yield and biomass per recruit analysis using data from commercial trawling and artisanal fisheries (trammel net and long lines).

**Materials and methods** - Biological samplings of landing were carried out monthly from 2007 to 2009 in GSA 16 (Italian National Program of DCF). Considering that *P. erythrinus* is a protogynous hermaphroditic species, the length composition of landings was prepared by sex combined. The LFDs were then converted in numbers by age group using the "age slicing" by LFDA package (Kirkwood *et al.*, 2001) and averaged over the three years in order to approximate the steady state. The current exploitation state was assessed by age cohort analysis (CA) as implemented in VIT (Leonart and Salat, 2000); yield and biomass per recruit and Biological Reference Points (BRP;  $F_{max}$ ,  $F_{0.1}$  and  $F_{ssb}$ ) were estimated by YIELD package (Branch *et al.*, 2000). The parameters of VBGF used in the analysis were estimated by Gancitano *et al.* (2010) for combined metiers. The scalar value of natural mortality ( $M=0.29$ ), was calculated by Hoenig's method using  $T_{max}=15$  y (Hoenig, 1983). The parameters of length-weight relationship were  $a=0.0216$  and  $b=2.8299$ . The age at maturity was 2 years (about 17 cm of TL) and the age at capture was 0.5 (about 10 cm of TL).

**Results and conclusions** - The fishing mortality by age was higher in trawlers than in artisanal fisheries (Fig. 1). Furthermore differences in the exploitation pattern between metiers were evident, being fully exploited fish from age group 1 in trawlers and from age group 5 in artisanal fisheries (Fig. 1). The current values of  $F$  ( $F_c$ ), averaged over the age classes that accounted for 90% of the catch, were 0.23 in trawlers, 0.04 in artisanal fisheries and 0.24 in all metiers combined. The probability distribution of the BRP with the median values over 3000 simulations are showed in Fig. 2. Since  $F_c$  is between  $F_{0.1}=0.16$ ,  $F_{max}=0.28$  and  $F_{SSB0.35}=0.07$ , the resource was

assessed in “growth overfishing”. An about 30% reduction of the current fishing mortality of trawl was suggested to reach a more sustainable exploitation state of this species ( $F_{0.1}$  as target reference point). The reduction of fishing mortality in trawlers would imply a little decrease of Y/R for combined metiers from 30.2 to 27.2 g (about 10%), while an increase of Y/R by artisanal fisheries is expected (Fig. 3).

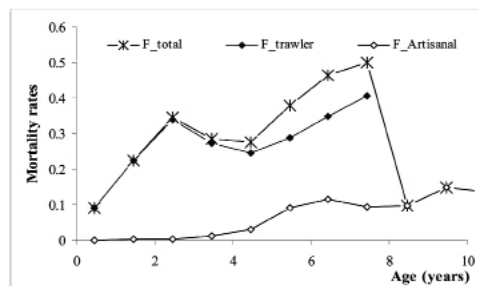


Fig. 1 - Fishing mortality by age class and metiers of Common pandora (*P. erythrinus*).  
Mortalità da pesca per classe di età e mestieri di pesca di pagello fragolino (*P. erythrinus*).

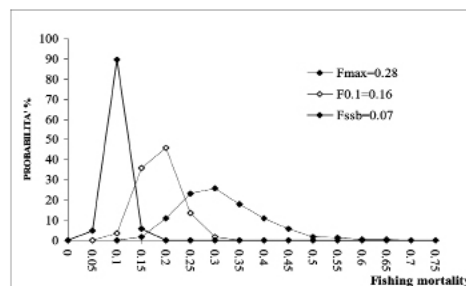


Fig. 2 –  $F_{max}$ ,  $F_{0.1}$  and  $F_{SSB0.35}$  values obtained in 3000 runs of Yield package. The median values for each BRP is reported.

Distribuzione di  $F_{max}$ ,  $F_{0.1}$  e  $F_{SSB0.35}$  ricavata da 3000 simulazioni del pacchetto Yield. Sono riportati i valori delle mediane dei BRP.

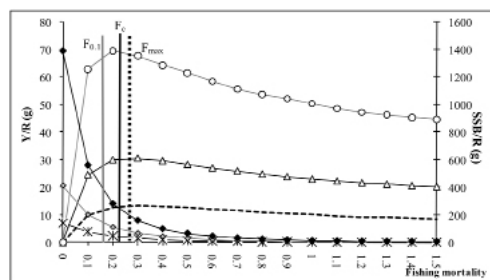


Fig. 3 - Y/R and SSB/R analysis of Common pandora (*P. erythrinus*). Curves at median, upper and lower 2.5 percentiles are shown.

Y/R e SSB/R di pagello fragolino (*P. erythrinus*) al variare di  $F$ . Sono indicati le curve corrispondenti alla mediana ed al maggiore e minore 2.5 percentile.

## References

- BRANCH T.A., KIRKWOOD G.P., NICHOLSON S.A., LAWLOR B., ZARA S.J. (2000) - Yield version 1.0, MRAG Ltd, London, U.K.
- GANCITANO V., BADALUCCO C., RIZZO P., GANCITANO S., SIELI G., CUSUMANO S., FIORENTINO F. (2010) - Difference in growth of Common Pandora, *Pagellus erythrinus* (L., 1758) (Pisces: Sparidae) caught by different fishing gear in the Strait of Sicily. *Biol. Mar. Mediterr.*, **17** (1): 338-339.
- HOENIG J.M. (1983) - Empirical use of longevity data to estimate mortality rates. *Fish. Bull.*, **82** (1): 898-902.
- KIRKWOOD G.P., AUKLAND R., ZARA S.J. (2001) - Length Frequency Distribution Analysis (LFDA), version 5.0. MRAG Ltd, London, U.K.
- LLEONART J., SALAT J. (2000) - Vit4winVersion 1.1. [www.faocopemed.org/es/activ/infodif.htm](http://www.faocopemed.org/es/activ/infodif.htm).

F. GARIBALDI, L. LANTERI, S. PASTORINO

Dipartimento per lo Studio del Territorio e delle sue Risorse (Dip.Te.Ris.), Università di Genova,  
Corso Europa, 26 - 16132 Genova, Italia.  
garibaldi.f@libero.it

## OSSERVAZIONI SUL PESCE FLAUTO, *FISTULARIA COMMERSONII* RUPPEL, 1838, IN MAR LIGURE

### NOTES ABOUT BLUESPOTTED CORNETFISH, *FISTULARIA COMMERSONII* RUPPEL, 1838, IN THE LIGURIAN SEA

**Abstract** - Fourteen specimens of the bluespotted cornetfish *Fistularia commersonii* were caught along the Central and Western coast of the Ligurian Sea, between October and November 2010. Meristic data and a brief account about gonadal development and diet composition are provided.

**Key-words:** *Fistularia commersonii*, alien species, Lessepsian migration, Ligurian Sea.

**Introduzione** - Il pesce flauto *Fistularia commersonii* Ruppel, 1838 rappresenta una specie aliena invasiva che ha trovato ormai in tutto il Mediterraneo condizioni molto favorevoli al suo insediamento (Golani *et al.*, 2002). Attualmente, nei mari italiani, *F. commersonii* è stata segnalata lungo tutta la costa occidentale, dalla Sicilia alla Liguria, e fino all'Adriatico centro-orientale (Orsi Relini, 2010). Questa breve nota descrive alcuni aspetti biologici riscontrati in un gruppo di individui catturati in Liguria tra ottobre e novembre del 2010.

**Materiali e metodi** - Tra il 23 ottobre e il 28 novembre 2010 sono stati campionati 14 individui di *F. commersonii*, pescati lungo le coste del Mar Ligure centro-occidentale con reti a strascico e con tramaglio. Ogni individuo è stato fotografato, misurato, pesato e sono stati effettuati i conteggi meristici. Le gonadi sono state prelevate, pesate per il calcolo dell'indice gonadosomatico (IGS) e ne è stato determinato macroscopicamente lo stadio di maturità tramite misura del diametro degli oociti. I contenuti gastrici sono stati conservati in alcool 70% e il riconoscimento è stato effettuato sulla base delle parti dure (otoliti, mandibole e altre parti scheletriche) al più preciso livello tassonomico possibile.

**Risultati** - Gli individui esaminati sono risultati compresi tra 72,4 cm e 89,7 cm di lunghezza standard (LS), con un peso variabile tra 291,5 g e 565,9 g. Le principali caratteristiche dei singoli pesci ed i conteggi meristici sono riportati in Tab. 1. Gli individui sono risultati essere tutte femmine adulte: le gonadi sono state classificate come "spent", per la consistenza flaccida, le piccole dimensioni degli oociti e la presenza di poche uova mature collassate, residuo della deposizione. L'IGS, infatti, è risultato molto basso, mediamente pari a 0,88%. Dei 14 contenuti stomacali analizzati, 8 sono risultati vuoti, con un indice di vacuità pari a circa il 57%. Nei rimanenti 6 contenuti sono stati rinvenuti principalmente resti di pesci di piccole dimensioni, appartenenti alle seguenti specie: *Mullus barbatus*, *Spicara maena*, *Boops boops* e *Coris julis*; inoltre, sono stati trovati i resti di un piccolo crostaceo decapode e residui sminuzzati di conchiglie di molluschi gasteropodi.

**Conclusioni** - Questa cospicua presenza di *F. commersonii* è avvenuta a 3 anni di distanza dalla prima segnalazione in Mar Ligure (Garibaldi e Orsi Relini, 2008). Interessante notare il fatto che, nelle aree più settentrionali del Mediterraneo, le catture avvengono sempre nel periodo autunnale, come riscontrato anche lungo la costa tirrenica (Ligas *et al.*, 2007; Psomadakis *et al.*, 2009). Le osservazioni condotte

Tab. 1 - Aspetti biometrici e meristici delle 14 femmine di *F. commersonii* catturate in Mar Ligure.  
*Biometric and meristic data of 14 females of F. commersonii caught in the Ligurian Sea.*

Data	LS	D	P	C	A	V	Peso (g)	P. gon. (g)	IGS	Attrezzo	Località
23/10/2010	72,4	15	14	16	15	6	291,5	2,5	0,86	Tramaglio	Noli
23/10/2010	83,5	15	14	16	15	6	489,6	4,5	0,92	Tramaglio	Noli
27/10/2010	84,2	15	14	16	15	6	484,4	5,6	1,16	Strascico	Ventimiglia
28/10/2010	75,2	-	14	16	-	6	346,3	2	0,58	Tramaglio	Arma di Taggia
28/10/2010	80,9	15	14	16	15	6	451,1	4,3	0,95	Strascico	Alassio
28/10/2010	81,5	15	14	16	15	6	459,8	4,9	1,07	Strascico	Alassio
28/10/2010	82,4	15	14	16	15	6	454,8	3,6	0,79	Strascico	Alassio
03/11/2010	80,1	15	14	16	15	6	402,3	3,8	0,94	Strascico	Arenzano
03/11/2010	81,6	15	14	16	15	6	478,8	4,4	0,92	Strascico	Arenzano
17/11/2010	77,3	15	14	16	15	6	357,0	3	0,84	-	Porto di Genova
18/11/2010	81,9	15	14	16	15	6	462,0	2,9	0,63	Strascico	Imperia
18/11/2010	87,2	15	14	16	15	6	500,0	4,8	0,96	Strascico	Imperia
25/11/2010	89,7	15	14	16	15	6	565,9	5,8	1,02	Strascico	Imperia
28/11/2010	80,9	-	14	16	15	6	454,8	3	0,66	Tramaglio	Sanremo

sui contenuti gastrici hanno confermato una dieta principalmente piscivora, basata su piccole specie costiere, come già osservato in altre aree del Mediterraneo (Kalogirou *et al.*, 2007). Le osservazioni condotte sulle gonadi fanno ipotizzare una probabile condizione di post-deposizione, come già osservato nei mesi di ottobre e novembre negli esemplari esaminati in Sicilia (Fiorentino *et al.*, 2004) e in Sardegna (Pais *et al.*, 2007).

**Ringraziamenti** - Si ringraziano il dott. S. Bava (AMP Bergeggi) e la dott.ssa L. Castellano (Acquario di Genova) per aver messo a disposizione gli esemplari di Noli e del porto di Genova.

### Bibliografia

- FIorentino F., GIUSTO G.B., SINACORI G., NORRITO G. (2004) - First record of *Fistularia commersonii* (Fistulariidae, Pisces) in the strait of Sicily (Mediterranean Sea). *Biol. Mar. Mediterr.*, **11** (2): 583-585.
- GARIBALDI F., ORSI RELINI L. (2008) - Record of the bluespotted cornetfish *Fistularia commersonii* Rüppel, 1838 in the Ligurian Sea (NW Mediterranean). *Aquat. Inv.*, **3** (4): 359-362.
- GOLANI D., ORSI RELINI L., MASSUTÍ E., QUIGNARD J.P. (2002) - *CIESM Atlas of exotic species in the Mediterranean. Vol. 1 - Fishes*. CIESM publishers, Monaco: 256 pp. www.ciesm.org.
- KALOGIROU S., CORSINI M., KONDILATOS G., WENNHAGE H. (2007) - Diet of the invasive piscivorous fish *Fistularia commersonii* in a recently colonized area of the eastern Mediterranean. *Biol. Invasions*, **8**: 887-896.
- LIGAS A., SARTOR P., SBRANA M., SIRNA R., DE RANIERI S. (2007) - New findings of *Fistularia commersonii* Rüppel, 1835 and *Sphoeroides pachygaster* (Müller & Troschel, 1848) in the northern Tyrrhenian Sea. *Atti Soc. tosc. Sci. nat., Mem., Serie B*, **114**: 131-133.
- ORSI RELINI L. (2010) - Non native marine fish in Italian waters. In: Golani D., Golani-Appelbaum B. (eds), *Fish invasions of the Mediterranean Sea: changes and renewal*. Pensoft, Sofia-Moscow: 267-292.
- PAIS A., MERELLA P., FOLLESA M.C., GARIPPA G. (2007) - Westward range expansion of the Lessepsian migrant *Fistularia commersonii* (Fistulariidae) in the Mediterranean Sea, with notes on its parasites. *J. Fish Biol.*, **70** (1): 269-277.
- PSOMADAKIS P., SCACCO U., CONSALVO I., BOTTARO M., LEONE F., VACCHI M. (2009) - New records of the lessepsian fish *Fistularia commersonii* (Osteichthyes: Fistulariidae) from the central Tyrrhenian Sea: signs of an incoming colonization? *Marine Biodiversity Records*, **2**: published online.

A. GASTONI, A. MULAS, C. PORCU, S. CABIDDU

Department of Life and Environmental Science, University of Cagliari,  
Via T. Fiorelli, 1 - 09126 Cagliari, Italy.  
cabiddus@unica.it

## TROPHIC HABITS OF THE BLACKBELLY ROCKFISH, *HELICOLENUS DACTYLOPTERUS* (OSTEICHTHYES, SCORPAENIFORMES) IN THE SARDINIAN CHANNEL

### *ALIMENTAZIONE DELLO SCORFANO DI FONDALE, HELICOLENUS DACTYLOPTERUS (OSTEICHTHYES, SCORPAENIFORMES) NEL CANALE DI SARDEGNA*

**Abstract** - Feeding habits of *Helicolenus dactylopterus* in the Sardinian waters were analysed. The trophic spectrum of this commercial species was mainly composed of crustaceans: Decapoda Natantia, Isopoda and Decapoda Brachyura. The diet changed according to the depth distribution and the size of the specimens.

**Key-words:** diet, western Mediterranean, fish behaviour.

**Introduction** - The blackbelly rockfish, *Helicolenus dactylopterus* (L., 1758), is a commercial deep-sea species distributed in the eastern and western Atlantic and throughout the Mediterranean at depth of 20-1000 m (Fischer *et al.*, 1987). Its diet was studied in different Mediterranean areas (Frogliola, 1976; Wurtz, 1977; Macpherson, 1981; Sartor *et al.*, 1993; Madurell and Labropoulou, 2000; Nouar and Maurin, 2000; Consoli *et al.*, 2010), but there is still no information on Sardinian Channel waters. The aim of this work is to provide information on the feeding habits by examining specimens caught in this area.

**Materials and methods** - A total of 123 specimens, caught by commercial trawls carried out at depths between 70 m and 590 m in the Sardinian Channel (Southern Sardinia), was analysed. The stomachs were removed and preserved in 6% formalin. Each prey item was identified to the lowest possible taxonomic level. The contribution to the diet of each food item was determined by diet indices: %Cv, %F, %N, %W, %IRI. Diet breadth was calculated using Levin's standardized index, and the intensity of feeding was determined by gastro-somatic index (IG, where gut is expressed as percentage of body weight). Differences in diet composition by size (S1: <12 cm of total length; S2: 12.1-17 cm; S3: >17 cm) and depth (D1: 0-200 m; D2: 300-600 m) were tested by chi-square test.

**Results and conclusions** - A total of 18 different prey items, belonging to 5 major taxonomic groups, were identified (Tab. 1). Crustacea was the most important prey category in the diet followed by Tunicata, Mollusca, Teleostea and Echinodermata. Among crustaceans, the main items were Decapoda, followed by Isopoda, Euphausiacea and Amphipoda were occasional preys.

Blackbelly rockfish selected preys according to the size of specimens. A significant difference was found between the class of the biggest specimens and the others ( $p < 0.05$ ). Crustacea (%IRI S1=98.12; %IRI S2=97.02; %IRI S3=67.70) dominated the diet of this species in all the size classes, except for the size class S3, where the importance of Tunicata (%IRI S1=0; %IRI S2=1.83; %IRI S3=28.01) and Cephalopoda (%IRI S1=0; %IRI S2=0.43; %IRI S3=4.30) increased. Crustacea importance varied according to the size: Isopoda were mainly eaten by younger and medium specimens. Although Crustaceans (%IRI D1=89.56; %IRI D2=98.38) were the most important preys in both depths, significant difference was found between depths ( $p < 0.05$ ), due to the highest presence of Tunicata in D1. Crustacea taxa changed according to the

depth: Decapoda was the most important category of prey in D1, while Isopoda in D2. The proportion of empty stomachs (%Cv=60.98) varied among depths (D1 %Cv=55.95; D2 %Cv=83.33), but appeared similar among size classes (%Cv S1=65.38; %Cv S2=59.72; %Cv S3=68.00). The IG index value was similar in the two depths (IG D1=2.13; IG D2 =2.18) and among size classes (IG S1=2.25; IG S2=2.23; IG S3=2.09). Diet breadth, as indicated by Levin's standardized index, was 0.388.

Diet composition suggests that *H. dactylopterus* is a benthophagous specialized species that preys mainly on crustaceans. Results showed that diet was similar to that described for the same species in other Mediterranean areas.

Tab. 1 - Trophic spectrum of *Helicolenus dactylopterus* in the Sardinian waters.

*Spettro trofico di Helicolenus dactylopterus nelle acque sarde.*

	S1: <12 cm (N=26)	S2: 12.1-17 cm (N=72)	S1: >17 cm (N=25)		S1: <12 cm (N=26)	S2: 12.1-17 cm (N=72)	S1: >17 cm (N=25)
Prey item	% IRI	% IRI	% IRI	Prey item	% IRI	% IRI	% IRI
<b>OSTEICHTHYES</b>	0.83	0.47	0	(continued)			
Osteichthyes unid.	0.83	0.47	0	<b>MACRURA</b>	0	4.33	2.92
<b>CRUSTACEA</b>	98.12	96.67	67.70	Macrura unid.	0	0.81	0
Crustacea unid.	16.54	10.92	37.38	<i>Collianassa truncata</i>	0	2.82	2.92
<b>EUFUSIACEA</b>	3.93	0	0	<i>Calocaris macandreae</i>	0	0.69	0
<b>AMPHIPODA</b>	0.56	0	0.93	<b>MOLLUSCA</b>	0	0.45	4.30
<b>ISOPODA</b>	36.89	37.29	3.68	<b>CEPHALOPODA</b>	0	0.45	4.30
<b>DECAPODA</b>	40.21	48.46	25.70	Cephalopoda unid.	0	0	4.30
<b>NATANTIA</b>	27.53	21.49	22.78	<i>Sepiola</i> sp.	0	0.45	0
<b>BRACHYURA</b>	12.68	22.64	0	<b>TUNICATA</b>	0	2.14	28.01
Brachyura unid.	12.68	13.83	0	Taliacea	0	2.14	28.01
<i>Pisa</i> sp.	0	4.32	0	<i>Pyrosoma atlanticum</i>	0	2.14	28.01
<i>Monodaeus couchii</i>	0	3.28	0	<b>ECHINODERMATA</b>	1.05	0.27	0
<i>Liocarcinus</i> sp.	0	1.22	0	<b>OFIUROIDEA</b>	1.05	0.27	0

## References

- CONSOLI P., BATTAGLIA P., CASTRIOTA L., ESPOSITO V., ROMEO T., ANDALORO F. (2010) - Age, growth and feeding habits of the bluemouth rockfish, *Helicolenus dactylopterus dactylopterus* (Delaroché 1809) in the central Mediterranean (southern Tyrrhenian Sea). *J. Appl. Ichthyol.*, **26**: 583-591.
- FISCHER W., BAUCHOT M.L., SCHNEIDER M. (1987) - *Fiches FAO d'Identification des Espèces pour les Besoins de la Pêche. Méditerranée et Mer Noire. Zone de Pêche 37*. FAO, Rome: 1529 pp.
- FROGLIA C. (1976) - Observations on the feeding of *Helicolenus dactylopterus* (Delaroché) (Pisces, Scorpaenidae) in the Mediterranean Sea. *Rapp. Comm. Int. Expl. Sci. Médit.*, **23**: 47-48.
- MACPHERSON E. (1981) - Resource partitioning in a Mediterranean demersal fish community. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **4**: 183-193.
- MADURELL T., LABROPOULOU M. (2000) - A preliminary study on the feeding habits of *Hoplostethus mediterraneus* and *Helicolenus dactylopterus* in the Ionian Sea. *Proc. 6<sup>th</sup> Hel. Symp. Oceanogr. & Fish.*, **2**: 39-44.
- NOUAR A., MAURIN C. (2000) - Régime alimentaire de *Helicolenus dactylopterus dactylopterus* (Pisces : Scorpaenidae) des fonds chalutables des côtes algériennes. *Cah. Biol. Mar.*, **41**: 313-320.
- SARTOR P., BIAGI F., MORI M. (1993) - Feeding habits and trophic relationships in *Phycis blennoides* (Bruenich), *Lepidorhombus boschii* (Risso) and *Helicolenus dactylopterus* (Delaroché, 1809) (Pisces, Osteichthyes) in the northern Tyrrhenian Sea. *Biol. Mar. Méditerr.*, **1**: 161-166.
- WURTZ M. (1977) - Osservazioni sull'alimentazione di *Helicolenus dactylopterus* (Delaroché, 1809) (Osteichthyes, Scorpaenidae) dei fondi batiali strascicabili del Mar Ligure. *Atti IX congresso SIBM*: 463-469.

L. LANTERI, F. GARIBALDI, A. MANNINI, A. FRANCO, M. FELETTI\*,  
S. IERARDI\*, G. RELINI

Centro di Biologia Marina del Mar Ligure (Dip.Te.Ris.), Università di Genova,  
Corso Europa, 26 - 16132 Genova, Italia.  
biolmar@unige.it

\*Regione Liguria, Ufficio Produzioni Agroalimentari, Genova, Italia.

## CATTURE PER UNITÁ DI SFORZO DELLA PESCA CON LA SCIABICA DA NATANTE IN LIGURIA NELLA STAGIONE 2009-2010

### *CATCH PER UNIT EFFORT IN THE BOAT SEINE FISHERY OF THE LIGURIAN SEA DURING THE 2009-2010 FISHING SEASON*

**Abstract** - Two Catch Per Unit Effort indexes for the boat seine fishery targeted to the transparent goby, *Aphia minuta* (Risso, 1810) and *Sardina pilchardus* (Walbaum, 1792) juveniles in the Ligurian Sea were used for a better comparison of yields in different areas. Part time artisanal fisheries deserve attention in terms of conservative and management value.

**Key-words:** *Sardina pilchardus* juveniles, *Aphia minuta*, boat seines, Ligurian Sea.

**Introduzione** - La pesca del rossetto e del bianchetto, relativa rispettivamente al gobide *Aphia minuta* (Risso, 1810) e ai giovanili di *Sardina pilchardus* (Walbaum, 1792), rientra nelle cosiddette pesche speciali (Relini *et al.*, 1998), soggette a specifica regolamentazione che prevede il loro esercizio in ristretti periodi dell'anno. Attualmente il regolamento comunitario consente deroghe per attrezzo e distanza dalla costa solo nell'ambito di appositi Piani di Gestione (art. 19, Reg. 1967/2006) che devono essere approvati dalla CE su proposta dello stato membro. A partire dall'inverno 2009 la Regione Liguria ha finanziato il monitoraggio di queste pesche speciali al fine di raccogliere dati necessari alla predisposizione dei suddetti Piani di Gestione. Questa breve nota riporta alcune osservazioni sui rendimenti di pesca (CPUE) di bianchetto e di rossetto nel corso della stagione 2009-2010.

**Materiali e metodi** - Il monitoraggio è stato effettuato lungo la costa ligure nelle località di Sestri Levante, Loano, Alassio e Sanremo. Sulla base delle osservazioni condotte allo sbarco o direttamente a bordo delle imbarcazioni della pesca professionale, sono stati monitorati 37 giorni/barca (per complessive 206 cale, dal 26 novembre al 14 febbraio) per il rossetto e 59 giorni/barca (476 cale, dal 15 febbraio al 15 aprile) per il bianchetto. I rendimenti sono stati elaborati secondo due modalità: 1) pescato totale al giorno per barca (kg/giorno/barca, CPUE/giorno) 2) pescato totale in relazione al numero delle cale effettuate (kg/cala, CPUE/cala).

**Risultati** - Nella Tab. 1 sono riassunti i risultati ottenuti nelle diverse zone per i due valori di CPUE considerati. Prendendo in esame l'intero periodo di monitoraggio per *A. minuta*, a Sestri Levante sono state registrate le CPUE maggiori, sia in termini di CPUE/giorno, 21,35 kg contro i 6,74 kg di Sanremo, sia in termini di CPUE/cala, rispettivamente 3,09 kg e 1,69 kg. Per i giovanili di *S. pilchardus*, le zone di Loano e di Sestri Levante raggiungono rispettivamente 69,17 e 52,53 kg di CPUE/giorno, valori decisamente più elevati rispetto a quelli riscontrati a Sanremo (24,56 kg/giorno) e ad Alassio (20 kg/giorno). Tuttavia, se si confrontano i valori di CPUE/cala, si osserva un rovesciamento della situazione, con rendimenti superiori a Sanremo (6,20 kg/cala) rispetto a Sestri Levante (3,68 kg/cala).

Tab. 1 - Sforzo di pesca e rendimenti monitorati durante la stagione 2009/10 in Liguria.  
*Effort and yields monitored during the fishing season 2009/10 in Liguria.*

	Area di pesca	Mesi	Tot. pescato (kg)	Giorni barca	N° tot. cale	N° medio cale	CPUE giorno	CPUE cale
Aphidius minutus	Sestri Levante	Dicembre	146	7	46	6,57	20,86	3,17
		Gennaio	224	10	75	7,50	22,40	2,99
		Febbraio	57	3	17	5,67	19,00	3,35
		<b>Tot</b>	<b>427</b>	<b>20</b>	<b>138</b>	<b>6,90</b>	<b>21,35</b>	<b>3,09</b>
	Sanremo	Novembre	5	1	4	4,00	5,00	1,25
		Dicembre	15	8	30	3,75	1,88	0,50
		Gennaio	79	6	27	4,50	13,17	2,93
		Febbraio	15,5	2	7	3,50	7,75	2,21
	<b>Tot</b>	<b>114,5</b>	<b>17</b>	<b>68</b>	<b>4,60</b>	<b>6,74</b>	<b>1,68</b>	
	<b>Totale</b>	<b>541,5</b>	<b>37</b>	<b>206</b>	<b>5,57</b>	<b>14,64</b>	<b>2,63</b>	
Sardinia pilchardus	Sestri Levante	Febbraio	240,5	7	100	14,29	34,36	2,41
		Marzo	705	11	157	14,27	64,09	4,49
		<b>Tot</b>	<b>945,5</b>	<b>18</b>	<b>257</b>	<b>14,28</b>	<b>52,33</b>	<b>3,68</b>
	Loano	Febbraio	210	2	35	17,50	105,00	6,00
		Marzo	120	2	18	9,00	60,00	6,67
		Aprile	85	2	25	12,50	42,50	3,40
	<b>Tot</b>	<b>415</b>	<b>6</b>	<b>78</b>	<b>13,00</b>	<b>69,17</b>	<b>5,32</b>	
	Alassio	Febbraio	39	2	9	4,50	19,50	4,33
		Marzo	57	3	15	5,00	19,00	3,80
		Aprile	64	3	10	3,33	21,33	6,40
	<b>Tot</b>	<b>160</b>	<b>8</b>	<b>34</b>	<b>4,28</b>	<b>26,09</b>	<b>4,72</b>	
	Sanremo	Febbraio	125	7	35	5,00	17,86	3,57
		Marzo	504,5	18	64	3,56	28,03	7,88
		Aprile	33,5	2	8	4,00	16,75	4,19
<b>Tot</b>	<b>663</b>	<b>27</b>	<b>107</b>	<b>3,96</b>	<b>24,56</b>	<b>6,28</b>		
<b>Totale</b>	<b>2183,5</b>	<b>59</b>	<b>476</b>	<b>8,07</b>	<b>37,01</b>	<b>4,59</b>		

**Conclusioni** - Le differenze registrate tra marinerie diverse nei valori di CPUE/giorno sono da porre in relazione alle differenti tradizioni locali; la pesca infatti è estesa all'intero arco della giornata a Sestri Levante e Loano, con conseguente aumento del numero di cale (Tab. 1) e dello sforzo di pesca, mentre è limitata a poche ore al mattino nelle altre zone (Sanremo, Alassio). Quindi il valore di CPUE/cale probabilmente rappresenta un migliore indice dell'abbondanza delle risorse in mare rendendo anche più agevole il confronto con i rendimenti di altre zone (Auteri *et al.*, 1998; Frogliani *et al.*, 1998). Nel presente studio, per il rossetto, la CPUE/cale sembrerebbe indicare una maggiore disponibilità della risorsa nel levante ligure (Relini *et al.*, 1998). Per la pesca del bianchetto invece i bassi valori di CPUE/cale di Sestri Levante ricalcano quanto osservato in passato e potrebbero derivare non tanto da una maggiore pressione di pesca, ma da caratteristiche ambientali e oceanografiche (correnti, torbidità dell'acqua), considerato che si tratta di larve e post/larve di una specie pelagica (Romanelli *et al.*, 2002).

#### Bibliografia

- AUTERI R., ABELLA A., BAINO R., RIGHINI P., SERENA F., SILVESTRI R., VOLIANI A. (1998) - La pesca del rossetto (*Aphia minuta*, Pisces, Gobidae) in Toscana. *Biol. Mar. Mediterr.*, **5** (3): 477-486.
- FROGLIA C., LA MESA M., ARNERI E., GRAMITTO M.E. (1998) - La pesca del rossetto nel compartimento marittimo di Pescara (Medio Adriatico). *Biol. Mar. Mediterr.*, **5** (3): 503-512.
- RELINI G., PALANDRI G., RELINI M., GARIBALDI F., TORCHIA G., CIMA C., MASSARO E., PICCONE A., BELLINGERI M. (1998) - Pesca sperimentale del rossetto in Liguria. *Biol. Mar. Mediterr.*, **5** (3): 487-502.
- ROMANELLI M., COLLOCA F., GIOVANARDI O. (2002) - Growth and mortality of exploited *Sardina pilchardus* (Walbaum) larvae along the western coast of Italy. *Fish. Res.*, **55**: 205-218.



M. MINERVA, R. CARLUCCI, A. GIOVE, P. MAIORANO, A. TURSI

Department of Biology, University of Bari "A. Moro", Via E. Orabona, 4 - 70125 Bari, Italia.  
m.minerva@biologia.uniba.it

## THE INCREASE IN SOME DEMERSAL RESOURCES IN THE NORTH WESTERN IONIAN SEA COULD BE A POSITIVE EFFECT OF THE DECREASE IN FISHING EFFORT

### *LAUMENTO DI ALCUNE RISORSE DEMERSALI NEL MAR IONIO NORD OCCIDENTALE POTREBBE ESSERE UN EFFETTO POSITIVO DELLA RIDUZIONE DELLO SFORZO DI PESCA*

**Abstract** - Increase in time of the abundance of *Aristaeomorpha foliacea*, *Parapenaeus longirostris* and *Nephrops norvegicus* collected from 1985 to 2005 by trawl surveys was recorded in the NW Ionian Sea. Significant negative correlation between abundance indices and fishing effort were found showing a possible relation between these variables.

**Key-words:** fishing effort, demersal fisheries, abundance.

**Introduction** - Fluctuations in the abundance of the demersal resources are due to variable recruitment, climate and environmental changes and fishing exploitation (Lloret *et al.*, 2001). The aim of the present note was to evaluate changes in the abundance of three demersal species exploited by trawling, hypothesizing a correlation with the decreasing trend in the fishing effort observed in the NW Ionian Sea.

**Materials and methods** - Data were collected during 17 experimental trawl surveys carried out in autumn in the NW Ionian Sea (Mediterranean) from 1985 to 2005, as part of a national study project for assessment of demersal resources (Relini, 1998). The species *A. foliacea*, *P. longirostris* and *N. norvegicus* were considered in the analysis because of their commercial importance in the study area. Data were standardized to the swept area and density (N/km<sup>2</sup>) and biomass (kg/km<sup>2</sup>) indices were estimated by year on a total of 896 hauls. Since the recruitment of *P. longirostris* and *N. norvegicus* occurs during autumn in the study area, the recruits index (N/km<sup>2</sup>) for these two species was also computed as the density of the individuals smaller than a cut-off length, corresponding to  $l_{\text{mean}} \pm 1s.d.$ , belonging to the first modal component deriving from modal progression analysis. Trends in time of abundance indices were estimated and tested by means of non parametric Spearman's correlation analysis. Fishing effort was evaluated as the number of potential fishing days per year in the period 1985-2005. Non-working days were defined as: days closed to trawling (between 15 and 45 days per year), weekly technical stops, public holidays and days with wind stronger than 15 knots, which generally prevents fishing activity. The temporal trend of fishing effort was evaluated by means of linear regression and its significance was estimated using the t-test. Finally, Spearman's correlation was used to evaluate the possible correlation between abundance indices and fishing effort.

**Results** - Fishing effort showed a highly significant decrease over time ( $p < 0.01$ ) (Fig. 1). *A. foliacea* and *N. norvegicus* showed significant increases in density and biomass indices (Fig. 2) inversely correlated with the reduction in fishing effort (*A. foliacea*: density  $\rho = -0.52$ ,  $p < 0.05$  and biomass  $\rho = -0.64$ ,  $p < 0.01$ ; *N. norvegicus*: density  $\rho = -0.70$ ,  $p < 0.01$  and biomass  $\rho = -0.51$ ,  $p < 0.05$ ). No trend in time was detected in the abundance indices of *P. longirostris*. The recruitment indices of both *P. longirostris* and *N. norvegicus* showed significant increasing trends ( $\rho = 0.50$  and  $0.51$  respectively;  $p < 0.05$ ) and they were inversely correlated with fishing effort ( $\rho = -0.67$ ,  $p < 0.01$ ;  $\rho = -0.72$ ,  $p < 0.001$ ).

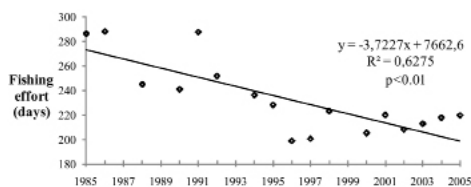


Fig. 1 - Fishing effort as number of potential working days in the NW Ionian Sea from 1985 to 2005.

*Andamento dello sforzo di pesca come numero di giornate potenzialmente lavorative nel Mar Ionio Nord Occidentale dal 1985 al 2005.*

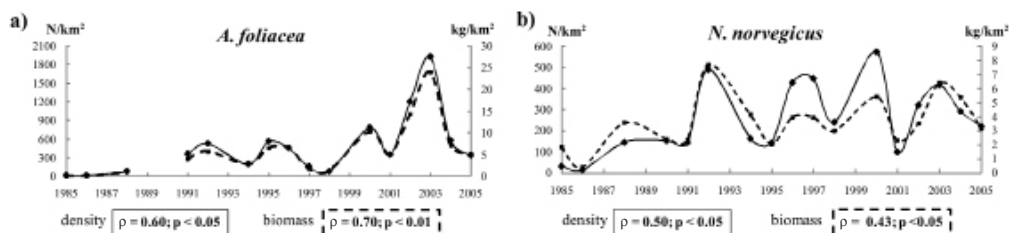


Fig. 2 - Changes over time in density (N/km<sup>2</sup>) and biomass (kg/km<sup>2</sup>) indices of *A. foliacea* (a) and *N. norvegicus* (b) collected from 1985 to 2005 in the NW Ionian Sea.

*Andamento nel tempo degli indici di densità e biomassa di *A. foliacea* (a) and *N. norvegicus* (b) campionati dal 1985 al 2005 nel Mar Ionio Nord Occidentale.*

**Conclusions** - The increasing trends of abundance and recruitment of the studied species were significantly related to the decrease in the working days recorded in the period 1985-2005. Along with the reduction of fishing effort, a decrease in fishing capacity over time was also reported by national official statistics (IREPA, 2008) for the most important fisheries in the NW Ionian Sea from 1997 to 2007. However, even if a decrease in fishing pressure can favour an increase in the abundance of resources, fish stocks could also be influenced by variations in climatic factors, such as North Atlantic Oscillations, changes in sea surface temperature, in salinity and in water mass circulation (Lloret *et al.*, 2001; Massuti *et al.*, 2008), particularly affecting the recruitment process. The influence of environmental factors on the abundance of commercial species has also recently been enhanced in the Ionian Sea (Capezzuto *et al.*, 2010). Thus, the results here reported point out how the abundance of marine resources seems to be influenced by fishing effort, but also the contribution of climatic factors should be considered.

## References

- CAPEZZUTO F., CARLUCCI R., MAIORANO P., SION L., BATTISTA D., GIOVE A., INDENNIDATE A., TURSI A., D'ONGHIA G. (2010) - The bathyal benthopelagic fauna in the NW Ionian Sea: structure, patterns and interactions. *Chem. Ecol.*, **26** (1): 199-127.
- LLORET J., LLEONART J., SOLÈ I., FROMENTIN J.M. (2001) - Fluctuation of landing and environmental conditions in the north-western Mediterranean Sea. *Fish. Oceanogr.*, **10** (1): 33-50.
- MASSUTI E., MONSERRAT S., OLIVER P., MORANTA J., LOPEZ-JURADO J.L., MARCOS M., HIDALGO M., GUIJARRO B., CARBONELL A., PEREDA P. (2008) - The influence of oceanographic scenarios on the population dynamics of demersal resources in the western Mediterranean: hypothesis for hake and red shrimps off Balearic Islands. *J. Marine Syst.*, **71**: 421-438.
- RELINI G. (1998) - Valutazione delle risorse demersali. *Biol. Mar. Mediterr.*, **5** (3): 3-19.

M. MUNTONI, C. FRONGIA, M. MURENU

Dipartimento di Scienze della Vita e dell'Ambiente (DiSciVA), Università di Cagliari,  
Via Fiorelli, 1 - 09126 Cagliari, Italia.  
mmurenu@unica.it

## PRIMO RINVENIMENTO DI POST LARVE DI *EPINEPHELUS MARGINATUS* (LOWE, 1834) NEL MAR MEDITERRANEO

### *FIRST RECORD OF POST LARVAE OF EPINEPHELUS MARGINATUS (LOWE, 1834) IN MEDITERRANEAN SEA*

**Abstract** - *First record of Epinephelus marginatus (Lowe, 1834) (Pisces, Serranidae) post-larvae is reported for the Mediterranean. Along the southern coast of Sardinia (Gulf of Cagliari), on September and October 2010, two specimens of dusky grouper were collected using light trap. According to the meristic and biometric parameters, the specimens were classified as post-larvae. One of the two was reared and the succeeding ontogenetic development is described.*

**Key-words:** *Epinephelus marginatus, larval settlement, traps, Mediterranean Sea, aquarium culture.*

**Introduzione** - Nel presente lavoro si riporta il rinvenimento di esemplari in fase post-larvale di *Epinephelus marginatus* (Lowe, 1834) (Pisces, Serranidae). La Cernia Bruna, specie ermafrodita sequenziale proterogina, vive in fondali rocciosi fino a 200 m ed ha un ampio areale che comprende la costa meridionale del Brasile, l'Atlantico orientale dalle isole britanniche al Sud Africa e il Mediterraneo (Glamuzina *et al.*, 1998). L'inversione sessuale avviene tra i 10 e 16 anni di età e le femmine diventano sessualmente mature a circa 38 cm di lunghezza totale (Pierre *et al.*, 2008). Il periodo di riproduzione è quello tardo primaverile-estivo (Glamuzina *et al.*, 1998). Sebbene esista un'ampia letteratura circa l'allevamento e le fasi di sviluppo in cattività (Glamuzina *et al.*, 1998; Cunha *et al.*, 2009), esistono pochi riferimenti sulle prime fasi di vita e su processi di *settlement* e ritrovamenti di giovanili in natura. Per quanto riguarda il Mediterraneo, Marinaro *et al.* (2005) riferiscono dei primi ritrovamenti larvali e Bodilis *et al.* (2003) riferiscono di rare osservazioni dirette effettuate in immersione di piccoli individui (2-3 cm) in fase di *post-settlement*, rinvenuti a Settembre e Ottobre. In letteratura, per il Mediterraneo, ad oggi non risulta alcuna cattura di post-larva.

**Materiali e metodi** - Nel Golfo di Cagliari, tra Maggio e Dicembre 2010, nei sette giorni precedenti e successivi al novilunio, sono stati realizzati un totale di 115 campionamenti notturni finalizzati alla cattura di post-larvae di teleostei. Durante ogni uscita sono state utilizzate 3 *light traps*, distanziate tra loro di circa 200 m, e posizionate in superficie in corrispondenza di un fondale sabbioso a circa 20 m di profondità, caratterizzato dalla presenza di una prateria di *Posidonia oceanica*. Al termine di ogni campionamento sono state raccolte le catture e il 'pescato' è stato classificato, ove possibile, fino al livello specifico. Successivamente ogni individuo è stato fotografato, misurato e conservato in formaldeide al 4%, ad eccezione di alcuni esemplari che, al fine di poterne osservare le fasi di sviluppo, sono stati mantenuti vivi all'interno di acquari controllati.

**Risultati** - Gli esemplari sono stati rinvenuti il 13 settembre e il 12 ottobre 2010. Si tratta di 2 post-larve rispettivamente di 22 e 25 mm di lunghezza totale (LT). Appena catturate sono state fotografate e trasferite in un acquario allestito appositamente per poter seguire le fasi di sviluppo ed osservare i cambiamenti morfologici durante l'accrescimento. L'esemplare catturato a settembre non è sopravvissuto al

trasporto, mentre quello catturato ad ottobre è tuttora vivo. Entrambi gli esemplari presentavano le caratteristiche morfologiche tipiche delle fasi giovanili del genere *Epinephelus*, descritte da Lara *et al.* (2009): una leggera pigmentazione brunastra, più evidente nell'esemplare di maggiori dimensioni; il II raggio della pinna dorsale e il I di quelle ventrali molto più sviluppati rispetto agli altri e con la parte terminale molle (*spinelet*). Nell'esemplare allevato dopo 4 giorni si è osservata la riduzione della lunghezza del raggio. Successivamente l'individuo ha iniziato ad assumere una leggera pigmentazione chiazzata che, dopo il primo mese dalla cattura (40 mm LT), ha raggiunto quella tipica degli adulti. Dopo circa 3 mesi dalla cattura misurava 75 mm LT, e dopo 5 mesi circa 100 mm LT.

**Conclusioni** - I parametri meristici e biometrici sono in accordo con quanto descritto da Cunha *et al.* (2009) per gli individui delle stesse dimensioni ottenuti e allevati in condizioni controllate. Alla luce delle considerazioni dello stesso autore, le dimensioni di cattura (22-25 mm) fanno presupporre che gli individui catturati fossero in fase di *pre-settlement*. Questa ipotesi è avvalorata anche dalle caratteristiche del sito di rinvenimento e da quanto affermato da Bruslé (1985), che definisce le praterie di *P. oceanica* come l'habitat ideale per le forme giovanili di questa specie. I due rinvenimenti quindi, da un lato risultano estremamente interessanti poiché arricchiscono il quadro delle informazioni relative al processo di settlement di questa specie, e dall'altro evidenziano le potenzialità di queste metodiche di campionamento per future applicazioni finalizzate ad ulteriori studi su reclutamento e pattern migratori di questa specie protetta e segnalata come "endangered" nella *red list* della IUCN.

#### Bibliografia

- BODILIS P., GANTEAUME A., FRANCOUR P. (2003) - Recruitment of the dusky grouper (*Epinephelus marginatus*) in the North-Western Mediterranean Sea. *Cybium*, **27** (2): 123-129.
- BRUSLÉ J. (1985) - Exposé synoptique des données biologiques sur les mérour *Epinephelus aeneus* (Geoffroy Saint Hilaire, 1809) et *Epinephelus guaza* (Linnaeus, 1758) de l'Océan Atlantique et de la Méditerranée. *FAO Syn. Pêches*, **129**: 1-64.
- CUNHA M.E., QUENTAL H., BARRADAS A., POUÇÃO-FERREIRA P., CABRITA E., ENGROLA S. (2009) - Rearing larvae of dusky grouper, *Epinephelus marginatus* (Lowe, 1834), (Pisces: Serranidae) in a semi-extensive mesocosm. *Scientia Marina*, **73S1**: 201-212.
- GLAMUZINA B., SKARAMUCA B., GLAVIC N., KOZUL V., DULCIC J., KRALJEVIC M. (1998) - Egg and early larval development of laboratory reared dusky grouper, *Epinephelus marginatus* (Lowe, 1834) (Pisces, Serranidae). *Scientia Marina*, **62**: 373-378.
- LARA M.R., SCHULL J., JONES D.L., ALLMAN R. (2009) - Early life history stages of goliath grouper *Epinephelus itajara* (Pisces: Epinephelidae) from Ten Thousand Islands, Florida. *Endangered Species Research*, **7**: 221-228.
- MARINARO J.Y., ROUSSEL E., LAWSON J., CREC'HRIOU R., PLANES S. (2005) - Premier signalement d'une reproduction effective du mérour brun, *Epinephelus marginatus*, dans la Réserve marine de Cerbère-Banyuls (France). *Cybium*, **29** (2): 198-200.
- PIERRE S., GAILLARD S., PRÉVOT-D'ALVISE N., AUBERT J., ROSTAING-CAPAILLON O., LEUNG-TACK D., GRILLASCA J.P. (2008) - Grouper aquaculture: Asian success and Mediterranean trials. *Aquatic. Conserv. Mar. Freshw. Ecosyst.*, **18**: 297-308.

M. MUNTONI, M. MURENU

Dipartimento di Scienze della Vita e dell'Ambiente (DiSciVA), Università di Cagliari,  
Via Fiorelli, 1 - 09126 Cagliari, Italia.  
mmurenu@unica.it

## CATTURA OCCASIONALE DI CECA DI *ANGUILLA ANGUILLA* (LINNEO, 1789) NEI MARI SARDI

### *OCCASIONAL RECORD OF ANGUILLA ANGUILLA* (*LINNAEUS, 1789*) *GLASS EEL IN SARDINIAN SEAS*

**Abstract** - The occurrence of a glass eel of *Anguilla anguilla* (*Anguilliformes, Anguillidae*) is reported in Sardinian coastal waters for the first time. The specimen (7.5 cm of total length) was captured during a night sampling carried out by using light traps in the Gulf of Cagliari. Given the controversies about the life cycle and patterns of dispersal and migration of this species in the Mediterranean Sea, this catch represents an important step in this field for future studies.

**Key-words:** eel, juvenile, traps, migrations, Mediterranean Sea, aquarium culture.

**Introduzione** - L'anguilla europea, *Anguilla anguilla* (Linneo, 1758), è una specie catadroma migratrice. Secondo diversi autori (Tesch, 2003; Bonhommeau *et al.*, 2009), l'areale di riproduzione è situato nel Mar dei Sargassi. La schiusa è seguita da uno stadio larvale piuttosto lungo, nel quale la dispersione è determinata per lo più dai processi oceanografici. Nel loro ritorno verso le acque costiere, le larve (leptocefali) subiscono una serie di metamorfosi diventando ceche (*glass eels*) che, successivamente, migrano dalle acque costiere verso gli estuari delle coste dell'Europa Occidentale del Nord Africa e del Mediterraneo (Tesch, 2003). Fatta eccezione per le segnalazioni di Lo Bianco di inizio secolo, che riferiscono di catture occasionali di ceche di anguille nei mesi da novembre a maggio in acque libere (D'Ancona *et al.*, 1931), i ritrovamenti confermati si riferiscono ad acque di transizione (Crivelli *et al.*, 2008). Considerate le difficoltà riscontrate nell'osservazione dei primi stadi di vita di questi organismi durante la loro fase pelagica in mare (Bonhommeau *et al.*, 2009), il quadro delle conoscenze sul reclutamento di *A. anguilla* risulta essere ancora incompleto e per alcuni aspetti controverso.

**Materiali e metodi** - Nel periodo maggio-dicembre 2010 sono stati effettuati una serie di campionamenti finalizzati alla cattura di forme post-larvali di teleostei. Nell'unica stazione di campionamento, localizzata nel Golfo di Cagliari (39°11'N - 09°10'E), nelle ore notturne dei giorni a cavallo del novilunio sono state effettuate 3 repliche posizionando altrettante *Light-traps* a distanza di circa 200 m tra loro. Le trappole luminose, ancorate a circa 20 metri e su un fondale sabbioso caratterizzato dalla presenza di un'ampia prateria di *Posidonia oceanica*, sono state mantenute in superficie mediante un sistema di galleggianti. Giornalmente le trappole sono state svuotate e gli esemplari catturati sono stati fotografati, misurati e classificati fino al livello generico, e laddove possibile a quello di specie. Per alcune specie, inoltre, alcuni esemplari sono stati trasferiti vivi in apposite vasche di allevamento per seguirne direttamente le fasi di sviluppo.

**Risultati** - L'11 settembre 2010 è stato rinvenuto un esemplare vivo di ceca di *Anguilla anguilla* di 7,5 cm di lunghezza totale. L'identificazione è stata effettuata sulla base di quanto descritto da Garcia e Moyano (1990), attraverso la conta dei miomeri (107) e l'osservazione dei pattern di colorazione. I parametri meristici, la forma allungata e la colorazione diafana hanno consentito di definire lo stadio

di crescita dell'esemplare catturato. Dovendo conservare in vita l'esemplare, estremamente delicato in questa fase, si sono evitate analisi genetiche per un'ulteriore conferma della classificazione tassonomica; si è optato, invece, per l'allevamento in cattività riservandosi di effettuare le indagini genetiche successivamente. L'esemplare, tutt'ora vivo, è stato allevato in un acquario controllato e, periodicamente, è stato fotografato e misurato per valutare i cambiamenti morfologici esterni. Nell'individuo appena catturato la pigmentazione era pressoché assente, e la post-larva si presentava quasi totalmente diafana. Dopo circa 10 giorni, durante la fase di accrescimento in acquario, è comparsa una debole pigmentazione superficiale che si estendeva da sopra il capo, lungo tutto il dorso. Tale pigmentazione si è successivamente ampliata alle porzioni laterali del corpo.

**Conclusioni** - La lunghezza totale dell'individuo alla cattura è in accordo con quanto riportato da Lo Bianco (D'Ancona *et al.*, 1931) per le ceche pescate nel Golfo di Napoli (5,6-8,4 cm). Anche il numero di vertebre concorda con quanto descritto da Rè e Meneses (2008), e ne avvalorata la classificazione. Ciò che risulta in disaccordo con i dati riscontrati in bibliografia per il Mediterraneo è il periodo di rinvenimento che, sempre secondo quanto riportato da Lo Bianco (D'Ancona *et al.*, 1931), viene indicato nei mesi compresi tra novembre e maggio. I risultati confermano il fototropismo di questo stadio iniziale di sviluppo della specie che tende a diminuire già con le prime metamorfosi, ovvero con la comparsa dei primi cromatofori, e si riduce ulteriormente durante le successive fasi di accrescimento che portano alla pigmentazione tipica degli stadi adulti (Bardonnet *et al.*, 2005). La metodologia di cattura utilizzata, seppur non finalizzata in modo specifico alla cattura di anguille, mostra le potenzialità di questi strumenti per future applicazioni che, tramite opportuni disegni campionari, siano capaci di monitorare i pattern migratori di questi anguilliformi.

### Bibliografia

- BARDONNET A., BOLLIET V., BELON V. (2005) - Recruitment abundance estimation: Role of glass eel (*Anguilla anguilla* L.) response to light. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, **321**: 181-190.
- BONHOMMEAU S., BLANKE B., TRÉGUIER A.M., GRIMA N., RIVOT E., VERMARD Y., GREINER E., LE PAPE O. (2009) - How fast can the European eel (*Anguilla anguilla*) larvae cross the Atlantic Ocean? *Fish. Oceanogr.*, **18**: 371-385.
- CRIVELLI A.J., AUPHAN N., CHAUVELON P., SANDOZ A., MENELLA J.Y., POIZAT G. (2008) - Glass eel recruitment, *Anguilla anguilla* (L.), in a Mediterranean lagoon assessed by a glass eel trap: factors explaining the catches. *Hydrobiologia*, **602**: 79-86.
- D'ANCONA U., SANZO L., SPARTA A., BERTOLINI F., RANZI S., MONTALENTI G., VIALI M., PADOA E., TORTONESE E. (1931) - *Uova, larve e stadi giovanili di Teleostei; monografia elaborata con l'uso del materiale raccolto e seriato da Salvatore Lo Bianco (1909)*. Fauna Flora Golfo Napoli, 38 Monografia: 1064 pp.
- GARCIA A.M.A., MOYANO P.D. (1990) - *Estados juveniles de la Ictiofauna en los canos de las Salinas de Bahía de Cadiz*. Instituto de Ciencias Marinas de Andalucía. Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Cadiz: 163 pp.
- RÉ P., MENESES I. (2008) - *Early stages of marine fishes occurring in the Iberian Peninsula*. IPIMAR/IMAR: 282 pp.
- TESCH F.W. (2003) - *The Eel*. In: Thorpe J.E. (ed). Blackwell Publishing: 408 pp.

M. MURENU, M. MUNTONI

Dipartimento di Scienze della Vita e dell'Ambiente (DiSciVA), Università di Cagliari,  
Via Fiorelli, 1 - 09126 Cagliari, Italia.  
mmurenu@unica.it

## LIGHT TRAP: PRIME SPERIMENTAZIONI PER LA CATTURA DI POST-LARVE DI TELEOSTEI NEI MARI ITALIANI

### *LIGHT TRAP: FIRST TRIALS IN ITALIAN WATERS TO CAPTURE FISH POST-LARVAE*

**Abstract** - Preliminary results on the selective collection of post-larvae (PL) using light traps are reported. A total of almost 1300 specimens of PL were sampled, belonging to 14 families of Teleosts. The data obtained show the traps' usefulness to investigate seasonal occurrence and species composition of settlers in the western Mediterranean coastal waters. Moreover valuable information are gained for further studies devoted to understanding the demographic impact of variation in the number of individuals recruiting from pelagic to benthic environment.

**Key-words:** *post larvae, light traps, Mediterranean Sea.*

**Introduzione** - Nel ciclo vitale di numerosi organismi marini la fase larvale pelagica precede quella demersale (Sale, 1980), e il successo del reclutamento dipende in larga misura dal successo della dispersione e del *settlement* delle forme larvali pelagiche intermedie dette appunto post-larve (PL) (Fisher e Bellwood, 2002). La variabilità spaziale, temporale e quantitativa del reclutamento, espressione di tale successo (Sale, 1980), influenzano la struttura, la dimensione e la dinamica di queste popolazioni, nonché la conservazione degli stock stessi. Il processo di *settlement*, cruciale nella dinamica delle popolazioni marine, è di difficile studio soprattutto per la difficoltà di osservare le PL nel momento della transizione pelagico-bentonica (Mileikovsky, 1972). Fu Doherty (1987) a sperimentare per la prima volta particolari "trappole di luce" o *light traps* (LT) capaci di catturare selettivamente organismi in questa fase del ciclo vitale. Successivamente le LT sono state adattate per l'utilizzo in diversi contesti, prevalentemente in mari tropicali. In Mediterraneo il loro impiego è ancora agli albori.

In questo lavoro si riportano i risultati preliminari delle prime sperimentazioni effettuate nei nostri mari, finalizzate a raccogliere dati sulla composizione specifica e sulla frequenza di cattura delle post-larve in zone costiere.

**Materiali e metodi** - Nel Golfo di Cagliari (Mediterraneo centro-occidentale), tra fine maggio 2010 e febbraio 2011, nei 7 giorni precedenti e successivi al novilunio sono stati realizzati campionamenti notturni finalizzati alla cattura di PL di teleostei. A tale scopo sono state utilizzate 3 trappole di luce, ognuna costituita da una fonte luminosa, che è stata sommersa per circa 35 cm, a cui è stata associata inferiormente una rete conica. La parte superiore della rete aveva un'apertura di circa 100 cm di diametro, mentre la parte terminale era collegata tramite un collettore ad un bicchiere di raccolta. Da un punto di vista funzionale questa trappola sfrutta i due principi (fototropismo e tigmotropismo) che regolano i comportamenti della fase di *pre-settlement* delle PL (Lecaillon e Lourié, 2007). Le trappole distanziate tra loro di circa 200 m, sono state posizionate in superficie e ancorate ad una profondità di circa 20 m, in corrispondenza di un fondale sabbioso caratterizzato dalla presenza di una prateria di *Posidonia oceanica*. Al termine di ogni campionamento, si è proceduto con

il sorting del pescato, la conta e la misura degli individui e la loro classificazione, avvalendosi della monografia di D'Ancona *et al.* (1931). Successivamente ogni individuo è stato fotografato e conservato in formaldeide al 4%.

**Risultati** - In totale sono stati effettuati 115 campionamenti notturni e catturate 1323 PL appartenenti a 14 famiglie di teleostei. Di queste gli Sparidi rappresentano quasi il 40% delle catture; seguono i Pomacentridi (14%), i Blennidi (13%), i Mullidi (6%), i Carangidi (4%) e i Mugilidi (3%). La percentuale di indeterminati incide per quasi il 17%. Le taglie di cattura sono molto variabili: Sparidi e Blennidi hanno una taglia di cattura compresa tra i 7 e i 40 mm di lunghezza totale; i Carangidi tra i 10 e i 93 mm; i Mullidi tra i 45 e 60 mm; i Pomacentridi tra 8 e 13 mm; e i Mugilidi tra 15 e 27 mm. I mesi di maggior rinvenimento, sono stati giugno e luglio, dominati da Sparidi, Blennidi e Pomacentridi. La CPUE, espressa in individui per trappola per notte, è stata relativamente bassa ( $3,7 \pm 0,5$ ). Tuttavia, nei mesi di maggior reclutamento, le rese sono aumentate, raggiungendo valori di 25,2 ( $\pm 6,1$ ) a giugno e 8,9 ( $\pm 1,8$ ) a luglio.

**Conclusioni** - I dati riportati confermano anche per il Mediterraneo le potenzialità di questi strumenti per la cattura di forme post-larvali della fauna ittica. I rendimenti, seppur relativamente bassi, si riferiscono a zone sabbiose in cui i livelli di abbondanza delle forme larvali sono più bassi rispetto a quelli di altre zone costiere (Borges, 2006). Un'ulteriore estensione delle ricerche in altri ambienti presumibilmente consentirà non solo un incremento delle catture, ma anche il rinvenimento di un maggior numero di specie. Da segnalare i rinvenimenti di post-larve di Mullidi, che confermano quanto descritto da Voliani (1999) sulla preferenza di substrati sabbiosi nella fase di pre-settlement della specie, e offrono spunti per ulteriori approfondimenti sul processo di reclutamento. L'alta percentuale di esemplari non determinati, infine, evidenzia la carenza di materiale bibliografico di riferimento specifico per la determinazione specifica di queste fasi vitali. A tal proposito si stanno predisponendo una serie di attività che mirano all'allevamento di PL a fini descrittivi (Muntoni *et al.*, 2011).

### Bibliografia

- BORGES R.A.D. (2006) - Composition, temporal and spatial patterns of very nearshore larval fish assemblages at the Arrábida Marine Park. *Phd Thesis Universidade do Algarve Faculdade de Ciências do Mar e do Ambiente*, Algarve: 341 pp.
- D'ANCONA U., SANZO L., SPARTA A., BERTOLINI F., RANZI S., MONTALENTI G., VIALI M., PADOA E., TORTONESE E. (1931) - *Uova, larve e stadi giovanili di Teleostei; monografia elaborata con l'uso del materiale raccolto e seriato da Salvatore Lo Bianco (1909)*. Fauna Flora Golfo Napoli, 38 Monografia: 1064 pp.
- DOHERTY P.J. (1987) - Light-traps: selective but useful devices for quantifying the distribution and abundance of larval fishes. *Bull. Mar. Sci.*, **41**: 423-431.
- FISHER R., BELLWOOD D.R. (2002) - A light trap design for stratum-specific sampling of reef fish larvae. *J. Experim. Mar. Biol. Ecol.*, **269**: 27- 37.
- LECAILLON G., LOURIÉ S.M. (2007) - Current status of marine post-larval collection: existing tools, initial results, market opportunities and prospects. *SPC Live Reef Fish Inf. Bull.*, **17**: 3-10.
- MILEIKOVSKY S.A. (1972) - The pelagic larvaton and its role in the biology of the world ocean, with special reference to pelagic larvae of marine invertebrates. *Mar. Biol.*, **16**: 13-21.
- MUNTONI M., FRONGIA C., MURENU M. (2011) - Primo rinvenimento di post larve di *Epinephelus marginatus* (Lowe, 1834) nel Mar Mediterraneo. *Biol. Mar. Mediterr.*, **18** (1): 352-353.
- SALE P.F. (1980) - The ecology of fishes on coral reefs. *Oceanograf. Mar. Biol. Annual Rev.*, **18**: 367-421.
- VOLIANI A. (1999) - *Mullus barbatus*. In: Relini G., Bertrand J., Zamboni A. (eds), Synthesis of the knowledge on bottom fishery resources in Central Mediterranean (Italy and Corsica). *Biol. Mar. Mediterr.*, **6** (Suppl. 1): 276-289.



F. PALMAS, A. GASTONI, A.A. PENDUGIU, P. PESCI, A. SABATINI

Dipartimento di Scienze della Vita e dell'Ambiente, Università di Cagliari,  
Via T. Fiorelli, 1 - 09126 Cagliari, Italia.  
francpalms@tiscali.it

## RISULTATI PRELIMINARI SULLE ASSOCIAZIONI DEMERSALI NEL CANYON DI SPARTIVENTO (SARDEGNA MERIDIONALE)

### PRELIMINARY DATA ON DEMERSAL ASSEMBLAGES IN SPARTIVENTO CANYON (SOUTH SARDINIA)

**Abstract** - The work focuses on the species associations in the Spartivento canyon (Southern Sardinia, Italy), according to variations in depth and time of the day. A total of 76 species was caught; among these we found: 45 bony fish, 6 cartilaginous fish, 10 molluscs and 15 crustaceans. Cluster analysis showed four groups where both time and depth played an important role. The night-day movement from the base of the canyon to the edge of the continental shelf seems to increase the range of the species distribution.

**Key-words:** canyon, demersal assemblages, multivariate analysis.

**Introduzione** - Le variazioni spaziali delle comunità demersali sono state ampiamente studiate per stabilire la distribuzione delle specie (Biagi *et al.*, 2002) ed il gradiente batimetrico è solo uno dei fattori che determinano la zonazione delle specie ittiche. A questo si aggiungono le caratteristiche fisico-chimiche delle acque, le correnti, la disponibilità alimentare e i lineamenti morfo-batimetrici (Sabatini *et al.*, 2011). L'obiettivo del presente lavoro è stato valutare in via preliminare l'associazione delle specie demersali all'interno del canyon di Spartivento (Sardegna meridionale).

**Materiali e metodi** - Sono stati effettuati campionamenti, con durata di 55 e 60 minuti, a diverse ore del giorno e della notte, a profondità comprese tra i 200 e 550 m. Per ciascuna specie catturata sono stati rilevati i rendimenti standardizzati all'ora (Kg/h e Ind/h). Per valutare la variabilità nelle diverse fasi giorno/notte, sono stati realizzati 7 campionamenti raggruppati in: 4 "G" giorno, 2 "N1" prima parte della notte (dopo il tramonto - 1 del mattino), 1 "N2" seconda parte della notte (1 del mattino - alba). I campionamenti sono stati suddivisi in 3 strati batimetrici: 3 "A" 200-350 m, 1 "B" 350-500 m, 2 "C" > di 500 m. I dati così aggregati per fasce orarie e batimetriche sono stati analizzati con il software PRIMER.

**Risultati** - Complessivamente sono state rinvenute 76 specie di cui: 45 teleostei, 6 pesci cartilaginei, 10 molluschi e 15 crostacei. Da un'analisi preliminare è possibile individuare 3 gruppi di specie: 14 ad ampia distribuzione batimetrica, 48 che sono state rinvenute strettamente nel loro caratteristico range batimetrico e 14 che abitualmente si rinvencono a profondità superiori a 400 metri ma che di notte sono state catturate a minori profondità. Questo ci consente di rilevare un fenomeno di risalita delle specie che abitualmente si trovano a profondità >400 m, nelle ore notturne N1 e N2. Tra queste vi sono i gamberi rossi *Aristeus antennatus* (Risso, 1816) e *Aristaeomorpha foliacea* (Risso, 1827); *Galeus melastomus* (Rafinesque, 1810) tra i selaci e *Coelorhynchus coelorhynchus* (Risso, 1810) tra i teleostei. Un movimento opposto dallo strato più basso verso quello più profondo è stato invece rilevato per le due triglie *Mullus barbatus* (Linnaeus, 1758) e *Mullus surmuletus* (Linnaeus, 1758). Queste specie, tipicamente costiere e che normalmente vivono a basse profondità sono state catturate durante le ore diurne a profondità superiori a 500 m. L'analisi dei cluster ci consente di evidenziare 4 gruppi principali dei campionamenti (Fig. 1).

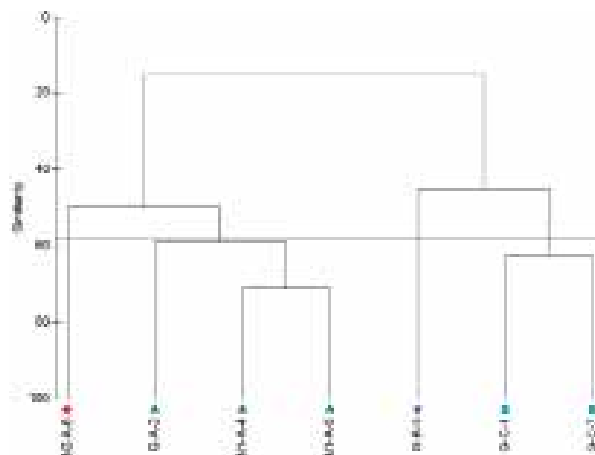


Fig. 1 - Classificazione (Analisi dei Cluster) delle specie raggruppate nel canyon di Spartivento.  
*Classification (Cluster Analysis) of species assemblages in the Spartivento canyon.*

Nonostante si tratti di dati preliminari, è comunque possibile evidenziare come la maggiore presenza di specie in risalita si verifichi nella seconda parte della notte (N2-A-6). La stessa analisi inoltre evidenzia le differenze dello strato B, con il campionamento effettuato nelle ultime ore del giorno, che presenta una maggiore abbondanza di specie tipicamente più profonde e quindi già in fase di migrazione (G-B-3). L'analisi SIMPER conferma questo attribuendo un maggior contributo nella dissimilarità alle specie profonde tra i gruppi 1 vs 2 e 3 vs 4. Il maggior contributo nell'analisi SIMPER si verifica per la presenza della razza *Raja clavata* (Linnaeus, 1758) nel gruppo 2 (campionamenti G e N1 nello strato A) e per la presenza di *Dipturus oxyrinchus* (Linnaeus, 1758) nel gruppo 4 (strato C).

**Conclusioni** - I risultati sin qui ottenuti, ci consentono di evidenziare come i canyon siano aree di estremo interesse per la comprensione dei fenomeni di risalita delle specie. La mobilità riscontrata in alcune specie demersali ci mostra l'abilità ad adattare il loro ciclo vitale in prossimità di queste formazioni. Nel caso specifico del canyon di Spartivento le specie profonde raggiungono il bordo della piattaforma prevalentemente nella seconda parte della notte diversamente da quanto osservato per il canyon di Quirra (Sardegna Orientale), dove invece la risalita interessa solo la prima parte della notte (Sabatini *et al.*, 2007). Questo porta a considerare ogni canyon come un caso a sé stante, che con le sue peculiarità è capace di determinare diverse caratteristiche nelle migrazioni nictemerali.

#### Bibliografia

- BIAGI F., SARTOR P., ARDIZZONE G.D., BELCARI P., BELLUSCIO A., SERENA F. (2002) - Analysis of demersal assemblages off the Tuscany and Latium coast (north-western Mediterranean). *Scientia Marina*, **66**: 233-242.
- SABATINI A., FOLLESA M.C., LOCCI I., MATTA G., PALMAS F., PENDUGIU A.A., PESCI P., CAU A. (2011) - Demersal assemblages in two trawl fishing lanes located on the Baronic seamount (Central West Mediterranean). *J. Mar. Biol. Ass. U.K.*, **91**: 65-75.
- SABATINI A., FOLLESA M.C., LOCCI I., PENDUGIU A.A., PESCI P., CAU A. (2007) - Assemblages in submarine canyon: influence of depth and time. *Hydrobiologia*, **580**: 265-267.

F. PALMAS, A. OLITA, A.A. PENDUGIU, W. BRAMBILLA, A. SABATINI

Dipartimento di Scienze della Vita e dell'Ambiente, Università di Cagliari,  
Via T. Fiorelli, 1 - 09126 Cagliari, Italia.  
francpalms@tiscali.it

## UN METODO PER L'ACQUISIZIONE DEI DATI OCEANOGRAFICI DURANTE L'ATTIVITÀ DI PESCA A STRASCICO

### *A METHOD FOR COLLECTING OCEANOGRAPHIC DATA DURING THE BOTTOM TRAWLING*

**Abstract** - *In this work we present an innovative application method for collecting data during the bottom trawling using a multi-parameter probe. It regards the collection of both vertical and longitudinal profiles on the bottom during the fishing operations (while the net is fishing), in order to identify the main features of water masses. This information is useful to understand the variability of current data in relation to the catches.*

**Key-words:** *Mediterranean Sea, temperature, salinity, bottom trawling.*

**Introduzione** - Durante gli ultimi venti anni le caratteristiche della circolazione marina e delle masse d'acqua nel mar Mediterraneo sono state ampiamente studiate attraverso l'utilizzo di modelli numerici che si basano su osservazioni di tipo oceanografico (e.g. Astraldi e Gasparini 1994; Millot, 1999). Grazie agli sforzi effettuati in questa direzione, si dispone oggi di un'ottima conoscenza della circolazione climatologica del bacino e della distribuzione delle masse d'acqua principali (MEDATLAS 132 Group, 2002). Ciò nonostante, i dati raccolti ed elaborati sono spesso relativi a scale spaziali e temporali che differiscono drasticamente da quelle necessarie per un confronto con i dati che provengono dalle attività di pesca, commerciale e sperimentale. Sebbene alcuni studi abbiano mostrato come i parametri oceanografici influenzino la distribuzione spaziale e temporale di numerose specie ittiche (e.g. Company *et al.*, 2008), le informazioni direttamente correlate alla distribuzione delle specie d'interesse alieutico sono piuttosto scarse. L'obiettivo del presente lavoro è illustrare l'applicazione di una tecnica che permette di acquisire dati oceanografici in concomitanza con l'attività di pesca.

**Materiali e metodi** - Per l'acquisizione dei dati oceanografici è stata utilizzata la sonda SBE 37-IM Microcat (Sea-Bird Electronic Inc.) autoalimentata e dotata di memoria interna per l'acquisizione in continuo dei dati ogni 10 sec. La sonda SBE 37-IM Microcat permette di acquisire dati di temperatura (°C), profondità (m), salinità (psu) e conduttività dell'acqua (mS/cm). Per l'acquisizione dati è stato predisposto un astuccio di acciaio opportunamente forato in modo da consentire il flusso dell'acqua dove viene inserita la sonda. Per una corretta acquisizione dei dati durante l'azione di pesca l'astuccio di acciaio è stato fissato a un divergente della rete a strascico. Contemporaneamente, dall'imbarcazione, sono stati raccolti tutti i dati di coordinate mediante GPS.

**Risultati e conclusioni** - Le informazioni raccolte mediante la sonda "SBE 37-IM Microcat" consentono di acquisire profili verticali di temperatura e salinità e i profili longitudinali sul fondo, quando la rete è in pesca. L'acquisizione dei dati di profondità e temperatura era già stata prevista nei protocolli dei trawl survey (MEDITS). Lo strumento solitamente in uso, "VEMCO Minilog-T" non consente però l'acquisizione dei dati di salinità e seppure di facile utilizzo, grazie alle sue ridotte dimensioni, mostra numerosi svantaggi come la copertura ridotta di spazio

e tempo, perdita accidentale dello strumento, precisione e accuratezza dei dati (nell'ordine del decimo di grado) (Ragonese *et al.*, 2008). Al contrario la sonda SBE 37-IM Microcat, oltre all'acquisizione dei dati di salinità e conducibilità, ci consente di avere una maggiore precisione del dato (0,0002 °C) importante per la comprensione dei fenomeni idrologici locali. L'acquisizione di questi dati permette di conoscere le caratteristiche delle masse d'acqua, di individuare le principali strutture di circolazione e una raffigurazione della loro variabilità spaziale contestualmente alle operazioni di pesca (Fig. 1).

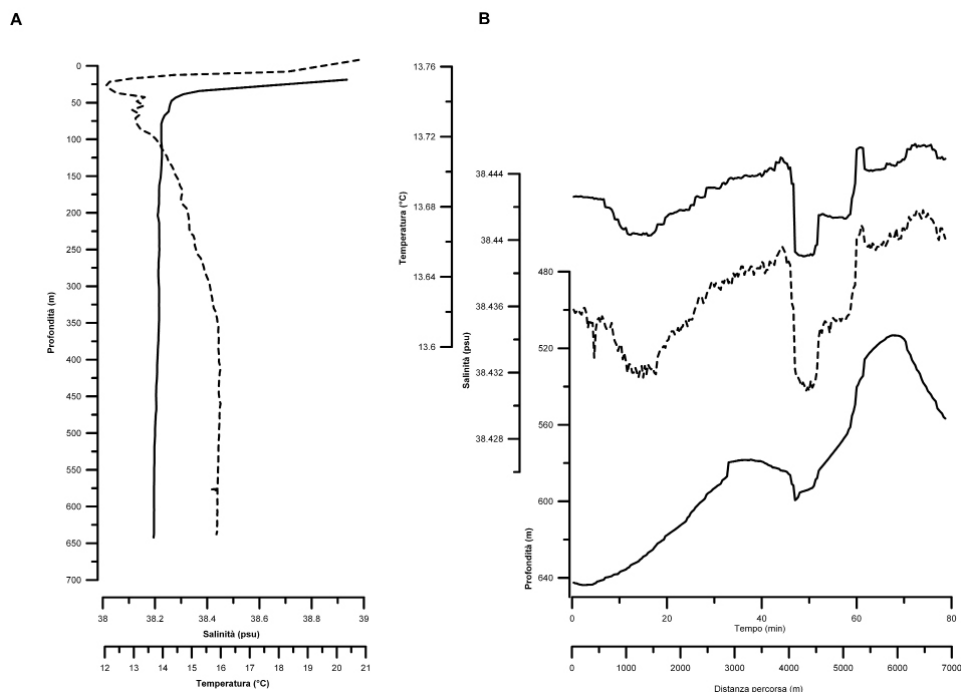


Fig. 1 - A) Profili verticali di temperatura e salinità; B) Profili di profondità, salinità e temperatura rilevati durante l'attività di pesca.

A) Vertical profiles of temperature and salinity; B) Profiles of depth, salinity and temperature recorded during the fishing activity.

## Bibliografia

- ASTRALDI M., GASPARINI G.P. (1994) - The seasonal characteristics of the circulation in the Tyrrhenian Sea. In: La Violette P.E. (ed), Seasonal and Interannual Variability of the Western Mediterranean Sea. *Coast. Estuarine Stud.*, **46**: 115-134.
- COMPANY J.B., PUIG P., SARDÀ F., PALANQUES A., LATASA M., SCHAREK R. (2008) - Climate Influence on Deep Sea Populations. *PLoS ONE*, **3** (1): e1431. doi:10.1371/journal.pone.0001431.
- MEDATLAS (2002) - Database and climatological atlas of temperature and salinity. Three CD-ROMs and the web site <http://www.ifremer.fr/medar/>.
- MILLOT C. (1999) - Circulation in the Western Mediterranean Sea. *J. Mar. Syst.*, **20**: 423-442.
- RAGONESE S., NARDONE G., GANCITANO S., DE SANTI A., OTTONELLO D., JEREB P. (2008) - Sea water temperature records gathered during experimental bottom trawl surveys in the Strait of Sicily (Mediterranean Sea). *Nat. Sic., Serie IV, XXXII* (3-4): 3-18.

F. SACCO, V.M. GIACALONE, F. BADALAMENTI, M. COPPOLA, G. DI STEFANO,  
C. PIPITONE, T. VEGA FERNANDEZ, V. VISCONTI, G. D'ANNA

CNR-IAMC, Sede di Castellammare del Golfo,  
Via G. da Verrazzano, 17 - 91014 Castellammare del Golfo (TP), Italia.  
cicciosacco@alice.it

STUDIO DEGLI SPOSTAMENTI RIPRODUTTIVI DEL SARAGO  
MAGGIORE, *DIPLODUS SARGUS SARGUS* (LINNAEUS, 1758),  
NEL GOLFO DI CASTELLAMMARE (SICILIA NO)

*MOVEMENT PATTERN OF SPAWNERS OF WHITE SEABREAM,  
DIPLODUS SARGUS SARGUS (LINNAEUS, 1758),  
IN THE GULF OF CASTELLAMMARE (NW SICILY)*

**Abstract** - The movement pattern of the white seabream, *Diplodus sargus sargus* (Sparidae) was studied during the spawning period. Some individuals were tracked by ultrasonic telemetry, while others were caught to assess the occurrence of the spawning event. The study showed that the monitored fish moved towards deeper areas only at the time of the spawning event.

**Key-words:** ultrasonic telemetry, movement pattern, white seabream, spawning season, Tyrrhenian Sea.

**Introduzione** - Nonostante l'importanza del legame fra gli spostamenti riproduttivi dei pesci e la gestione delle risorse ittiche sia ampiamente riconosciuta, poco si sa su alcune specie di grande interesse per la pesca artigianale come il sarago maggiore, *Diplodus sargus sargus* (Linnaeus, 1758). Studi sulla biologia della specie hanno chiarito la strategia riproduttiva, ma rimane sconosciuto quale sia l'habitat utilizzato per la riproduzione. Divanach (1985) e Pastor (2008) hanno registrato per i riproduttori di questa specie spostamenti in zone più profonde, fino a 50 m, nel Mediterraneo nord-occidentale. L'obiettivo di questo studio è la caratterizzazione degli spostamenti riproduttivi del sarago maggiore in un'area naturale rocciosa del Golfo di Castellammare attraverso l'utilizzo della telemetria ultrasonica. Per supportare l'interpretazione degli spostamenti registrati è stato individuato il periodo riproduttivo della specie nell'area di studio ed è stata misurata la temperatura nella colonna d'acqua durante tutto l'anno.

**Materiali e metodi** - Allo scopo di monitorare l'andamento della maturità gonadica, sono stati raccolti i dati biometrici ed è stato calcolato l'indice gonadosomatico ( $I_G$ ) di saraghi acquistati mensilmente dai pescatori locali (lunghezza totale, LT, >200 mm). Contemporaneamente è stata monitorata la temperatura dell'acqua in stazioni situate entro poche centinaia di metri dai siti di pesca. Per la caratterizzazione degli spostamenti riproduttivi, il 27/11/2009 e il 23/03/2010 sono stati catturati con il palangrese alcuni individui di sarago maggiore nell'area di mare antistante la Riserva Naturale Orientata dello Zingaro, lungo il versante occidentale del Golfo. Su quattro esemplari catturati a novembre e su uno catturato a marzo (LT 224±23 mm) è stato impiantato chirurgicamente un trasmettitore ultrasonico modello Vemco V9PI-L, dotato di sensore di profondità (precisione 0,4 m). Lungo la stessa area dello Zingaro, in corrispondenza della falesia sommersa, sono stati posizionati tredici ricevitori ultrasonici modello Vemco VR2 e VR2W. Il monitoraggio degli spostamenti è stato condotto dal 27 novembre 2009 al 28 maggio 2010, per un totale di 183 giorni per gli esemplari marcati in novembre e 67 per l'esemplare marcato in marzo. La variazione della distribuzione delle percentuali dei segnali registrati nelle 24 ore da ogni ricevitore è stata utilizzata per valutare gli spostamenti orizzontali

dei pesci marcati. Le percentuali di segnali ricevuti da ciascun ricevitore sono state calcolate per ogni giorno di monitoraggio ed è stato effettuato per ciascun individuo marcato un ordinamento MDS al fine di evidenziare l'esistenza di potenziali *pattern* di spostamento da associare ai risultati relativi al momento di *spawning*.

**Risultati** - Sono stati collezionati 124 individui di sarago maggiore, 56 femmine (LT 180-400 mm; peso 111-1170 g) e 68 maschi (LT 165-380 mm; peso 107-1025 g). L' $I_G$  per le femmine ha mostrato valori compresi tra un minimo di 0,19% a settembre ed un massimo di 8,77% a metà aprile. Lo stesso andamento è stato riscontrato per i maschi, con un valore di  $I_G$  minimo di 0,09% a fine luglio e massimo di 7,19% a metà aprile. In corrispondenza dei valori più alti dell' $I_G$  è stato registrato un aumento repentino della temperatura da 15 °C a 17 °C. Uno dei cinque individui marcati è andato perso fin dall'inizio del monitoraggio, probabilmente perché non ha superato il trauma post-operatorio. Gli ordinamenti MDS (*stress* 0,01÷0,04) hanno permesso di individuare, per ogni esemplare marcato, un gruppo di 3-4 date nettamente separate da tutti gli altri giorni di monitoraggio. Tali date sono caratterizzate da uno spostamento orizzontale netto degli individui da un ricevitore ad un altro e da una contemporanea discesa a profondità maggiori, rispettivamente: da 14,13±2,27 a 31,47±2,22 m, da 10,28±0,63 a 27,94±10,45 m, da 13,42±1,77 a 14,1±3,17 m e da 4,6±2,3 a 33,93±6,6 m. La permanenza dei pesci nel sito di spostamento ha avuto una durata compresa tra 6 e 10 ore, dopo le quali ogni sarago è tornato al rispettivo sito di provenienza.

**Conclusioni** - I risultati di questo studio hanno evidenziato una netta variazione del *pattern* di movimento del sarago maggiore in coincidenza con i valori più elevati dell' $I_G$  e con l'aumento della temperatura da 15 °C a 17 °C. Dunque in accordo con Mouine *et al.* (2007), l'inizio del riscaldamento dell'acqua sembra essere uno stimolo in grado di sincronizzare lo *spawning* in questa specie. Inoltre, la discesa degli individui marcati verso batimetrie maggiori in corrispondenza del periodo di deposizione trova riscontro con i dati presenti in letteratura (Divanach, 1985; Pastor, 2008). Quindi, sulla base dell'ampia durata del periodo di studio, è verosimile che la causa degli spostamenti registrati sia stato l'evento di *spawning*. Infine è possibile affermare che il sarago maggiore, nel Golfo di Castellammare, mostra una aggregazione riproduttiva di tipo residente, con spostamenti brevi e limitati nel tempo (Domeier e Colin, 1997).

#### Bibliografia

- DIVANACH P. (1985) - *Contribution à la connaissance de la biologie et de l'élevage de 6 Sparidés méditerranéens: Sparus aurata, Diplodus sargus, Diplodus vulgaris, Diplodus annularis, Lithognathus mormyrus, Puntazzo puntazzo (Poissons Téléostéens)*. Thèse Doc Science, USTL Montpellier: 479 pp.
- DOMEIERS M.L., COLIN P.L. (1997) - Tropical reef fish spawning aggregations: defined and reviewed. *Bull. Mar. Sci.*, **60** (3): 698-726.
- MOUINE N., FRANCOUR P., KTARI M.H., CHAKROUN-MARZOUK N. (2007) - The reproductive biology of *Diplodus sargus sargus* in the Gulf of Tunis (central Mediterranean). *Sci. Mar.*, **71** (3): 461-469.
- PASTOR J. (2008) - *Rôle des enrochements côtiers artificiels dans la connectivité des populations, cas du sar commun (Diplodus sargus, Linné, 1758) en Méditerranée nord-occidentale*. PhD Thesis, Université de Perpignan et de l'Ecole Pratique des Hautes Etudes: 190 pp.

F. SACCO, S. MARCIAS, A.M. DEIANA, R. CANNAS

Dip. di Scienze della Vita e dell'Ambiente, Università di Cagliari, Via T. Fiorelli, 1 - 09126 Cagliari, Italia.  
rcannas@unica.it

## POPULATION GENETICS OF THE RED AND BLUE SHRIMP *ARISTEUS ANTENNATUS* IN THE WESTERN MEDITERRANEAN SEA

### *GENETICA DI POPOLAZIONE DEL GAMBERO VIOLA ARISTEUS ANTENNATUS NEL MEDITERRANEO OCCIDENTALE*

**Abstract** - To investigate on the presence of distinct stocks in the Western Mediterranean Sea, genetic variation at 8 microsatellite loci was analyzed for eleven samples of the blue and red shrimp *Aristeus antennatus* (Crustacea, Decapoda) from the Western Mediterranean basin. High level of gene flow and no evidence of genetic partitioning were discovered. No significant genetic variation was found even when populations from exploited versus deep-water unexploited grounds were compared. All the results are consistent with the biology of the species, in particular the extensive pelagic larval stage and adult migration that allow high dispersal and connectivity, at least at the spatial scale investigated in this study.

**Key-words:** DNA, population genetics, shrimp fisheries, dispersion.

**Introduction** - The red and blue shrimp *Aristeus antennatus* (Risso, 1816) is an economically important resource for all the Western Mediterranean Sea fisheries. A few genetic studies have been performed on this species, the most recent used mtDNA markers (Maggio *et al.*, 2009; Roldán *et al.*, 2009; Sardà *et al.*, 2010; Fernández *et al.*, 2011). However, there are several drawbacks in analysing mitochondrial genes only. Firstly, mtDNA diversity is based on the analysis of one locus and hence it is unlikely to produce quantitative estimates sufficiently accurate to be useful for practical management of contemporary populations; on the contrary, the simultaneous investigation at many loci, as in the case of microsatellites, is more powerful in describing the demography and history of populations. Secondly, the maternal inheritance of mitochondria can lead to misleading results if migration differs between male and female. For these reasons, genetic surveys based on microsatellite loci are essential to complement mitochondrial results and assess a balanced and actual measure of gene flow of both sexes. In this paper the genetic variation at eight neutral nuclear microsatellite loci was measured for blue and red shrimp *A. antennatus* in order to quantify the intra-specific genetic diversity and population structure, to measure the connectivity among different localities, and hence to investigate on the presence of distinct stocks in the Western Mediterranean Sea.

**Materials and methods** - A total of 230 specimens of the blue and red shrimp *A. antennatus* were genotyped at 8 microsatellite loci (Cannas *et al.*, 2008). Individuals were obtained from both local fishermen (7 sampling sites: 4 in South and Eastern Sardinia, 1 in North-Western Sicily, 1 in the Ligurian Sea and 1 in Algeria, depth  $\leq 800$  m) and experimental trawls (2 sampling sites in South Sardinia with 2 temporal replicates each, depth range from 1110 to 1621 m). Genetic variability was quantified with standard descriptive statistics using GenAlEx v.6.4, Excel Microsatellite Toolkit v.3.1.1, and Genepop v.4.0. The AMOVA analysis of variance and pairwise  $F_{ST}$  values were computed using ARLEQUIN v.3.5. Bottleneck v.1.2.02 was used to test for the signature of very recent reduction in effective population size.

**Results** - The polymorphism information content PIC values per locus were always  $>0.5$  (range from 0.65 to 0.86), so all the loci were suitable and utilized for the subsequent population analyses. No significant differences in mean allelic numbers, heterozygosities (observed and expected) and allelic richness among sampling sites and temporal replicates were measured. Similarly, no differentiation was retrieved when shrimps from commercial (depth  $\leq 800$  m) and deep 'virgin' grounds (depth  $>1100$  m) were compared. A substantial lack of genetic structure was found with AMOVA (overall  $F_{ST}=0.007$ , P-value  $>0.05$ ). Similarly, all the pairwise  $F_{ST}$  values were not significant, that is no genetic differentiation was measured even between sampling sites separated by hundreds of kilometers. Bottleneck tests indicated that none of analyzed samples had experienced a recent reduction in size, that is all the samples resulted demographically stable.

**Conclusions** - A substantial genetic homogeneity was detected among the investigated samples, all collected in the Western Mediterranean basin. In particular, high levels of gene flow were measured between exploited shallow-dwelling shrimps ( $\leq 800$  m) and deep-dwelling virgin stocks ( $>1100$  m). Similar results were described in previous studies that used mtDNA markers (Maggio *et al.*, 2009; Roldán *et al.*, 2009; Sardà *et al.*, 2010; Fernández *et al.*, 2011). Actually, genetic structuring has been reported to exist at a broader scale (among samples from the Atlantic and Indian Ocean, Alboran Sea, Western and Eastern Mediterranean) due to the genetic discontinuity caused by hydro-geographical fronts (Fernández *et al.*, 2011). In our study, despite the high fishing pressure, bottleneck tests failed to detect variations in size in the contemporary gene pools of commercial stocks of *A. antennatus*. In the Western Mediterranean, previous studies were able to detect only signs of past population expansions (Maggio *et al.*, 2009; Roldán *et al.*, 2009; Fernández *et al.*, 2011), reported to have occurred about 2,000 years ago (Roldán *et al.*, 2009).

Therefore, microsatellites proved to be more powerful tools for the genetic monitoring of the present status of populations and hence for the planning of sound management measures.

## References

- CANNAS R., BUCCOLI S., SACCO F., MARCIAS S., SALVADORI S., CAU A., DEIANA A.M. (2008) - Isolation and characterization of 14 polymorphic microsatellite markers for the blue and red shrimp, *Aristeus antennatus* (Crustacea, Decapoda). *Mol. Ecol. Res.*, **8** (6): 1420-1422.
- FERNÁNDEZ M.V., HERAS S., MALTAGLIATI F., TURCO A., ROLDÁN M.I. (2011) - Genetic structure in the blue and red shrimp *Aristeus antennatus* and the role played by hydrographical and oceanographical barriers. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **421**: 163-171.
- MAGGIO T., LO BRUTTO S., CANNAS R., DEIANA A.M., ARCULEO M. (2009) - Environmental features of deep-sea habitats linked to the genetic population structure of a crustacean species in the Mediterranean Sea. *Mar. Ecol.*, **20** (3): 354-365.
- ROLDÁN M.I., HERAS S., PATELLANI R., MALTAGLIATI F. (2009) - Analysis of genetic structure of the red shrimp *Aristeus antennatus* from the Western Mediterranean employing two mitochondrial regions. *Genetica*, **136** (1): 1-4.
- SARDÀ F., ROLDÁN M.I., HERAS S., MALTAGLIATI F. (2010) - Influence of the genetic structure of the red and blue shrimp, *Aristeus antennatus* (Risso, 1816), on the sustainability of a deep-sea population along a depth gradient in the western Mediterranean. *Sci. Mar.*, **74** (3): 569-575.



A. SCUDERI, C. MANCUSI, C. PEDÀ<sup>1</sup>, T. ROMEO<sup>1</sup>, M. TARGUSI<sup>2</sup>, A. VOLIANI

ARPAT Risorse Ittiche e Biodiversità Marina, Via Marradi, 114 - 56126 Livorno, Italia.

alessia.scuderi@libero.it

<sup>1</sup>ISPRA-Milazzo, Italia.

<sup>2</sup>ISPRA-Roma, Italia.

## CONFRONTO DELLA DIETA DI *STENELLA COERULEOALBA* E *TURSIOPS TRUNCATUS* (CETARTIODACTYLA: DELPHINIDAE) NEGLI INDIVIDUI SPIAGGIATI SULLE COSTE DELL'ARCIPELAGO TOSCANO

### STENELLA COERULEOALBA AND TURSIOPS TRUNCATUS (CETARTIODACTYLA: DELPHINIDAE) DIET COMPARISON IN THE STRANDED INDIVIDUALS ON THE TUSCANY ARCHIPELAGO COAST

**Abstract** - The stomach contents of 5 bottlenose dolphins, *Tursiops truncatus*, and 6 striped dolphins, *Stenella coeruleoalba* (Cetartiodactyla: Delphinidae), stranded on the Tuscany Archipelago coast (North Western Mediterranean Sea) were examined. The identification of food items from the stomach content was done using hard parts (i.e. fish otoliths and cephalopod beaks) and fresh remains. Preliminary results show the opportunistic character of these predators.

**Key-words:** stomach content, *Stenella coeruleoalba*, *Tursiops truncatus*, diet, stranding.

**Introduzione** - *Stenella coeruleoalba* (Montagu, 1821) e *Tursiops truncatus* (Meyen, 1833) sono due specie cosmopolite presenti in acque tropicali e temperate. *T. truncatus* è uno dei cetacei più frequentemente osservati all'interno dell'intero bacino del Mediterraneo (Reeves e Notarbartolo di Sciarra, 2006), mentre, fra quelli presenti nella parte occidentale, *S. coeruleoalba* è la più abbondante (Forcada *et al.*, 1994). I lavori nel Mediterraneo sulla dieta di questi Delphinidae, definiti predatori opportunistici, hanno descritto una grande varietà di specie predate appartenenti principalmente a osteitti e cefalopodi (ad esempio, Wurtz e Marrale, 1993; Blanco *et al.*, 2001). I risultati preliminari qui presentati apportano un ulteriore contributo alla conoscenza dell'ecologia di questi predatori e alla relazione fra essi e le comunità marine in termini di uso delle risorse e ruolo nella rete trofica.

**Materiali e metodi** - Nell'ambito del progetto transfrontaliero marittimo GIONHA (Governance and Integrated Observation of marine Natural Habitat; [www.arpat.toscana.it/gionha/gionha](http://www.arpat.toscana.it/gionha/gionha)) sono stati prelevati gli stomaci di 11 delfini spiaggiati sulle coste dell'Arcipelago Toscano; di questi, 6 appartenevano alla specie *S. coeruleoalba* (4 maschi, 1 femmina ed 1 non determinato, di lunghezza compresa tra 1 m e 2,10 m) e 5 a *T. truncatus* (5 femmine di lunghezza compresa tra 1,75 m e 3 m). Tre stomaci di *S. coeruleoalba* e uno di *T. truncatus* sono risultati vuoti. Le prede sono state classificate al livello tassonomico più basso possibile utilizzando sia le parti molli caratterizzanti le specie, che gli otoliti o altre parti ossee per gli osteitti, il becco inferiore per i cefalopodi (Clarke, 1986; Pedà *et al.*, 2009) e parti dell'esoscheletro per i crostacei. Per ogni tipologia di preda è stato calcolato il numero degli individui.

**Risultati** - Negli stomaci analizzati le prede rinvenute appartenevano ai taxa Osteichthyes, Cephalopoda e Crustacea. Mediamente il numero di osteitti rilevato (n=220) negli stomaci di *S. coeruleoalba* è circa doppio rispetto a quello negli stomaci di *T. truncatus* (n=104), mentre in quest'ultimo predatore notiamo una maggiore diversità nelle prede, con 15 famiglie rispetto alle 6 rinvenute in *S. coeruleoalba*. Per i cefalopodi il numero di esemplari mediamente predati è simile per entrambe le specie

(circa 15), ma la varietà delle famiglie interessate è doppia in *S. coeruleoalba* (n=8) rispetto a *T. truncatus* (n=4). I crostacei sono risultati presenti solo negli stomaci di *S. coeruleoalba*, complessivamente con 175 esemplari appartenenti a 3 famiglie. Le famiglie più rappresentate negli stomaci di *T. truncatus* sono, tra gli osteitti, Sparidae (in particolare *Diplodus annularis*) e Merluccidae (*Merluccius merluccius*), tra i cefalopodi, Octopodidae (*Eledone cirrhosa*). Tra gli osteitti predati da *S. coeruleoalba* prevalgono Myctophidae (*Myctophum punctatum*) e Gadidae (*Gadiculus argenteus*), e tra i cefalopodi Onychoteuthidae e altri teutoidei; infine tra i crostacei sono risultati più rappresentati Euphausiidae e Peneidae.

**Conclusioni** - Dai risultati dell'analisi del contenuto stomacale delle due specie di delfinidi si nota una corrispondenza tra le prede classificate e l'habitat preferenziale del predatore. *T. truncatus* è una specie costiera che si nutre prevalentemente di specie demersali, sia tra gli osteitti che tra i cefalopodi. Per questo predatore la maggiore diversità nelle prede tra gli osteitti riflette la corrispondente varietà di specie demersali in prossimità della costa. Al contrario *S. coeruleoalba* è una specie pelagica che tende a predare specie distribuite lungo la colonna d'acqua, nonché prede in grado di compiere migrazioni nictemerali. Pertanto nella dieta di *S. coeruleoalba* si possono ritrovare sia specie che popolano le acque superficiali come *Argonauta argo*, sia specie di ambienti profondi come *Histioteuthis bonnellii* e *Histioteuthis reversa* tra i cefalopodi e *Myctophum punctatum* tra gli osteitti; inoltre tra le prede di *S. coeruleoalba* risultano abbondanti i crostacei, anch'essi presumibilmente predati durante le fasi nictemerali. I fenomeni descritti confermano quanto già sostenuto da Voliani e Volpi (1990) riguardo a *T. truncatus* e da Wurtz e Marrale (1993) per *S. coeruleoalba*.

#### Bibliografia

- BLANCO C., SALOMÓN O., RAGA J.A. (2001) - Diet of the bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) in the western Mediterranean Sea. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.*, **81**: 1053-1058.
- CLARKE M.R. (1986) - *A handbook for the identification of cephalopods beaks*. Clarendon Press, Oxford: 273 pp.
- FORCADA J., AGUILAR A., HAMMOND P., PASTOR X., AGUILAR R. (1994) - Distribution and numbers of striped dolphins in the Western Mediterranean Sea after the 1990 epizootic outbreak. *Marine Mammal. Science*, **10**: 137-150.
- PEDÀ C., MALARA D., BATTAGLIA P., PERZIA P., ANDALORO F., ROMEO T. (2009) - I cefalopodi nella dieta di grandi pelagici: identificazione dei becchi e costituzione di un archivio fotografico di riferimento. *Biol. Mar. Mediterr.*, **16** (1): 354-355.
- REEVES R., NOTARBARTOLO DI SCIARA G. (2006) - *The Status and Distribution of Cetaceans in the Black Sea and Mediterranean Sea*. IUCN Centre for Mediterranean Cooperation, Málaga, Spain: 137 pp.
- VOLIANI A., VOLPI C. (1990) - Stomach content analysis of a stranded specimen of *Tursiops truncatus*. *Rapp. Comm. int. Mer Mediterr.*, **32** (1): 237.
- WURTZ M., MARRALE D. (1993) - Food of striped dolphins, *Stenella coeruleoalba*, in the Ligurian Sea. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.*, **73**: 571-578.



# Comitato Plancton

---

*Poster*

G. CARUSO

Istituto per l'Ambiente Marino Costiero, CNR-IAMC, Spianata S. Raineri, 86 - 98122 Messina, Italia.  
gabriella.caruso@iamc.cnr.it

## ATTIVITÀ ENZIMATICA MICROBICA NEL TIRRENO CENTRO-MERIDIONALE (STAZIONE VTM, PROGETTO V.E.C.T.O.R.)

### *MICROBIAL ENZYME ACTIVITY IN THE TYRRHENIAN SEA (STATION VTM, V.E.C.T.O.R. PROJECT)*

**Abstract** - The activity rates of three enzymes (leucine aminopeptidase, LAP, beta-glucosidase, GLU, and alkaline phosphatase, AP) were measured in the Tyrrhenian Sea, in order to evaluate seasonal changes in the microbial community metabolism at different epi-, meso- and bathypelagic layers. A seasonal variability was found for LAP in the epipelagic layer, and significant differences for AP with the depth.

**Key-words:** organic matter, decomposition, enzymes, sea water, Tyrrhenian Sea.

**Introduzione** - La comunità procariotica eterotrofica svolge un ruolo chiave nel funzionamento degli ecosistemi acquatici. Il Tirreno centro-meridionale costituisce un importante sito di mescolamento delle masse d'acqua fra i bacini occidentale ed orientale del Mar Mediterraneo, tuttavia solo recentemente esso è stato oggetto di indagini biogeochimiche (La Ferla *et al.*, 2010). Lo scopo delle ricerche condotte dall'U.O. CNR-IAMC nell'ambito del progetto V.E.C.T.O.R.-Task 8 (MIUR-FISR) è stato stimare i flussi di carbonio e fosforo attraverso la comunità microbica, mediante lo studio dei tassi di attività enzimatiche coinvolte nella decomposizione della materia organica. I valori di attività enzimatica sono stati determinati in diverse stagioni a livello degli strati epi- (0-200 m), meso- (500-1000 m) e batipelagico (>1000 m).

**Materiali e metodi** - Una stazione idrologica profonda (stazione VTM: Latitudine 39°30' N Longitudine 13°30' E, profondità 3430 m) è stata campionata con cadenza stagionale (Novembre '06, Febbraio, Aprile e Giugno '07, Gennaio '09). In ciascuna campagna sono stati raccolti campioni d'acqua da 14 quote a profondità comprese fra la superficie e 2 m dal fondo. I tassi di attività leucin aminopeptidasica (LAP), beta-glucosidasica (GLU) e fosfatasica (AP) sono stati misurati mediante substrati fluorogenici specifici (Caruso *et al.*, 2010) ed espressi in  $\mu\text{g}$  di Carbonio o Fosfato inorganico rilasciati per litro e per ora. Dopo trasformazione logaritmica, i dati sono stati correlati (Spearman test) con i valori di temperatura e salinità e saggiati per eventuali differenze significative mediante analisi della varianza (ANOVA).

**Risultati** - I valori dei tassi enzimatici (Tab. 1) hanno evidenziato una maggiore attività LAP, seguita da AP e GLU. L'attività LAP, di natura proteolitica, è variata fra  $0.018 \pm 0.012$  e  $0.180 \pm 0.207 \mu\text{gC/l/h}$ , misurati rispettivamente nel mesopelago in Feb '07 e nell'epipelago in Apr '07. Pur non essendo state rilevate variazioni significative con la profondità, LAP è risultata concentrata nello strato epipelagico in Febbraio-Aprile, mentre nelle altre stagioni sono stati riscontrati picchi a quote maggiori. Sono state inoltre rilevate variazioni temporali significative ( $F=7.076$ ,  $P=0.01$ ), con valori più elevati in Nov '06 rispetto a Feb e Apr '07 (confronto Holm-Sidak  $t=4.59$ ; 3.91 rispettivamente). I tassi di GLU, attiva nella decomposizione dei polisaccaridi, variavano fra  $0.010 \pm 0.003$  e  $0.068 \pm 0.013 \mu\text{gC/l/h}$ , misurati rispettivamente nel batipelago in Feb '07 e nell'epipelago in Apr '07. Maggiore attività è stata misurata nello strato superficiale in Apr '07, e nel mesopelago durante Gen '09, segno della presenza di materiale organico più refrattario. Tuttavia non sono state registrate

differenze significative su base spaziale o temporale. I tassi enzimatici misurati in Nov '06 e Gen '09 sono risultati significativamente correlati ( $r=0.999$ ,  $P=0.002$ ). L'attività AP è variata fra  $0.003\pm 0.001$  e  $0.076\pm 0.051$   $\mu\text{gP/l/h}$ , misurati rispettivamente nel mesopelago in Apr '07 e nell'epipelago in Gen '09. Variazioni significative sono state registrate con la profondità ( $F=27.11$ ,  $P<0.001$ ), con valori di un ordine di grandezza inferiori nel meso- e batipelago, mentre su base temporale è stato rilevato un picco di attività in Gen '09. Correlazioni significative sono state osservate fra i valori di AP e temperatura in tutte le stagioni, tranne in Apr '07.

Tab. 1 - Valori enzimatici medi ( $\pm$ S.E.) misurati nel tempo negli strati epi-, meso- e batipelagico. Mean enzyme activity rates ( $\pm$ S.E.) measured over time at epi-, meso- and bathypelagic layers.

	Strato	Nov '06	Feb '07	Apr '07	Giu '07	Gen '09
<b>LAP</b>	EPI	$0.101 \pm 0.075$	$0.033 \pm 0.041$	$0.180 \pm 0.207$	$0.022 \pm 0.014$	$0.040 \pm 0.032$
	MESO	$0.179 \pm 0.024$	$0.018 \pm 0.012$	$0.063 \pm 0.028$	$0.027 \pm 0.004$	$0.052 \pm 0.007$
	BATI	$0.137 \pm 0.062$	$0.025 \pm 0.014$	$0.052 \pm 0.024$	$0.053 \pm 0.021$	$0.052 \pm 0.026$
<b>GLU</b>	EPI	$0.018 \pm 0.012$	$0.011 \pm 0.012$	$0.068 \pm 0.013$	$0.023 \pm 0.017$	$0.015 \pm 0.007$
	MESO	$0.012 \pm 0.001$	$0.013 \pm 0.014$	$0.012 \pm 0.004$	$0.026 \pm 0.009$	$0.055 \pm 0.008$
	BATI	$0.016 \pm 0.004$	$0.010 \pm 0.003$	$0.014 \pm 0.009$	$0.033 \pm 0.020$	$0.024 \pm 0.016$
<b>AP</b>	EPI	$0.040 \pm 0.039$	$0.053 \pm 0.052$	$0.047 \pm 0.022$	$0.036 \pm 0.023$	$0.076 \pm 0.051$
	MESO	$0.004 \pm 0.002$	$0.004 \pm 0.001$	$0.003 \pm 0.001$	$0.006 \pm 0.006$	$0.016 \pm 0.019$
	BATI	$0.012 \pm 0.008$	$0.003 \pm 0.002$	$0.004 \pm 0.003$	$0.007 \pm 0.006$	$0.009 \pm 0.004$

**Conclusioni** - I tassi enzimatici misurati nel sito di indagine sono risultati confrontabili per ordine di grandezza con quelli riportati in altri ambienti pelagici (La Ferla *et al.*, 2010; Misic *et al.*, 2008). Variazioni stagionali significative sono state osservate nello strato epipelagico per l'enzima LAP, che ha mostrato spiccata attività in Nov '06, indice della presenza di polimeri organici labili. Nel periodo produttivo (Apr '07), insieme a LAP, è risultata elevata anche l'attività GLU, forse in relazione al maggiore contenuto di polisaccaridi. Più variabili con la profondità sono apparsi i livelli di AP, maggiori nello strato epipelagico, evidenziando il ruolo del fitoplancton nella sintesi di questo enzima.

#### Bibliografia

- CARUSO G., DANOVARO R., ZACCONE R., ZOPPINI A. (2010) - Attività enzimatiche extracellulari. In: Socal G., Buttino I., Cabrini M., Mangoni O., Penna A., Totti C. (eds), *Manuali e Linee Guida* 56/2010. ISPRA, Roma: 195-201.
- LA FERLA R., AZZARO M., CARUSO G., MONTICELLI L.S., MAIMONE G., ZACCONE R., PACKARD T.T. (2010) - Prokaryotic abundance and heterotrophic metabolism in the deep Mediterranean Sea. *Adv. Oceanogr. Limnol.*, **1**: 143-166.
- MISIC C., CASTELLANO M., RUGGIERI N., COVAZZI HARRIAGUE A. (2008) - Variations in ectoenzymatic hydrolytic activity in an oligotrophic environment (Southern Tyrrhenian Sea, W Mediterranean). *J. Mar. Syst.*, **73**: 123-137.

Studio finanziato dal progetto VECTOR-Task 8 (MIUR); si ringraziano le Unità Operative Univ. Parthenope - NA, Staz. Zoologica - NA e i colleghi CNR-IAMC.

C. FACCA, G. SOCAL<sup>1</sup>, F. BERNARDI AUBRY<sup>1</sup>, A. SFRISO, F. ACRI<sup>1</sup>, F. BIANCHI<sup>1</sup>, E. PONIS<sup>2</sup>

DAIS, Università Ca' Foscari Venezia, Calle Larga Santa Marta, 2137 - 30123 Venezia, Italia.  
facca@unive.it

<sup>1</sup>ISMAR-CNR, Castello, 1364/a - 30122 Venezia, Italia.

<sup>2</sup>ISPRA, Loc. Mercato Ortofrutticolo - 30015 Chioggia (VE), Italia.

## IL FITOPLANKTON COME ELEMENTO DI QUALITÀ BIOLOGICA AI FINI DELL'IMPLEMENTAZIONE DELLA WATER FRAMEWORK DIRECTIVE (WFD, CE 2000/60) PER LE ACQUE DI TRANSIZIONE

### *PHYTOPLANKTON AS BIOLOGICAL QUALITY ELEMENT IN THE IMPLEMENTATION OF THE WATER FRAMEWORK DIRECTIVE (WFD, EC 2000/60) IN TRANSITIONAL WATERS*

**Abstract** - In order to implement the WFD (EC 2000/60) a multimetric phytoplankton index was set up for transitional waters. Hulburt dominance index, bloom frequency, Menhinick diversity index and chlorophyll *a* concentration were tested against main environmental parameters to verify the metric responses to eutrophication. The achieved results allow to consider the proposed formulation reliable.

**Key-words:** phytoplankton, index, transitional waters, Water Framework Directive.

**Introduzione** - Il fitoplancton è uno degli elementi di qualità biologica (BQE) indicati per la valutazione dello stato di “salute” dei corpi idrici (Water Framework Directive, WFD; CE 2000/60). Nonostante questo BQE sia fortemente soggetto alle fluttuazioni dell'idrodinamismo e compia il suo ciclo vitale in un periodo molto breve e con dinamiche temporali eterogenee, è stato dimostrato come la struttura della comunità possa essere messa in relazione alle principali pressioni antropiche (Facca e Sfriso, 2009). Nel rispetto della WFD e per sfruttare il sostanzioso, anche se eterogeneo, database regionale italiano recentemente regolamentato da “El-Pr-TW-Protocolli di Monitoraggio 03.05” (ISPRA, Dicembre 2008), viene qui presentato un indice multimetrico per il fitoplancton delle acque di transizione, che tiene conto sia della composizione tassonomica fitoplanctonica che della concentrazione di clorofilla *a*.

**Materiali e metodi** - Campioni d'acqua per la determinazione della clorofilla *a* e per il conteggio e l'identificazione tassonomica del fitoplancton secondo il metodo Utermöhl (1958) sono stati raccolti nella laguna di Venezia. Sono state usate le osservazioni mensili effettuate dal 1998 al 2007 in 5 stazioni, distribuite lungo un gradiente tra la bocca di porto di Lido e la zona industriale. Campionamenti mensili sono stati poi eseguiti per almeno 1 anno (tra il 1998 e il 2005) in altre 9 stazioni. Per ogni campionamento sono stati misurati i principali parametri ambientali (temperatura, salinità, pH, ossigeno disciolto) e le concentrazioni dei nutrienti (fosforo reattivo, nitrati, nitriti, ammoniaca, silicati). I coefficienti di correlazione di Pearson ( $p < 0.05$ ) sono stati calcolati per mettere in relazione le metriche con le altre variabili.

**Risultati** - Sono state scelte le seguenti metriche: 1) indice di dominanza di Hulburt (1963):  $H = 100 (n_1 + n_2) / N$ , dove  $n_1$  e  $n_2$  sono l'abbondanza cellulare delle due specie più abbondanti e  $N$  l'abbondanza totale; 2) frequenza delle fioriture (F): numero di volte in cui una specie supera il 50% dell'abbondanza totale, come percentuale valutata per ciascun campione; 3) indice di diversità di Menhinick:  $D = S / \sqrt{N}$ , dove  $S$  è il numero di specie e  $N$  l'abbondanza totale (Spatharis e Tsiirtsis, 2010); 4) concentrazione di clorofilla *a* con trasformazione logaritmica dei dati

originali. Dalla lista tassonomica sono state eliminate le forme indeterminate e sono stati mantenuti solo i gruppi identificati a livello di specie (almeno come Genere sp.). Le metriche sono state elaborate per ogni singola osservazione ed è poi stata calcolata la media per ogni stazione in modo da ridurre la variabilità stagionale che incide sulla composizione quali-quantitativa della comunità fitoplanctonica. Le metriche 1, 2 e 4 hanno evidenziato correlazioni positive significative con il fosforo e negative con la saturazione dell'ossigeno ed il pH. La metrica 3 è risultata correlata positivamente con il pH e negativamente con il fosforo e l'ammoniaca. Poiché la dominanza (1) e la frequenza di fioriture (2) sono risultate indicative di ambienti tendenzialmente rappresentati da un grado di eutrofia, si è scelto di considerare come metriche di riferimento per condizioni meno impattate i valori 100-Hulburt e 100-Frequenza. Valori maggiori dell'indice di diversità (3) sono risultati correlabili a migliori condizioni ambientali, mentre concentrazioni basse di clorofilla *a* (4) sono state utilizzate come indicatrici di una minor trofia. L'area che è risultata in condizioni meno impattate è stata quella della bocca di porto di Malamocco. I dati di tale sito sono stati usati come valori di riferimento per il calcolo del rapporto di qualità ecologica (EQR). Gli EQR, ottenuti per ciascuna metrica, sono stati mediati al fine di ottenere un unico valore per ogni stazione. L'intervallo tra 0 ed 1 in cui varia l'EQR è stato diviso in 5 classi di qualità: 0-0.2 *bad*; 0.21-0.4 *poor*; 0.41-0.6 *moderate*; 0.61-0.8 *good* e 0.81-1 *high*. Le stazioni della bocca di Lido hanno evidenziato condizioni leggermente peggiori, ma comunque buone, rispetto a quelle di Malamocco, forse perché ricevono, in marea uscente, le acque di scarico dal centro storico di Venezia, dove solo alcuni edifici sono dotati di fosse settiche. Sono buone anche le condizioni nelle zone di spartiacque, mentre si nota il peggioramento nelle aree urbane ed industriali. Sebbene ci si possa attendere una classificazione *bad* o *poor* per queste zone, si sottolinea il ruolo del mercato ricambio mareale, garantito dal canale Malamocco-Marghera ed è plausibile ritenere questa valutazione realistica rispetto alle condizioni ambientali.

**Conclusioni** - Nonostante le numerose criticità legate all'uso del fitoplancton come BQE e la necessità di una elevata conoscenza tassonomica da parte degli operatori, le elaborazioni proposte hanno permesso di verificare relazioni interessanti soprattutto con il fosforo. L'ipotesi alternativa di usare solo la clorofilla *a* come metrica di riferimento, appare poco plausibile in aree di transizione, dove gli equilibri ambientali e le concentrazioni dei nutrienti sono regolati principalmente dalle macrofite. Lo studio della struttura della comunità e l'uso di campionamenti almeno stagionali consentono di superare una parte di queste criticità e di ottenere una classificazione dello stato ecologico compatibile con le pressioni antropiche.

#### Bibliografia

- FACCA C., SFRISO A. (2009) - Phytoplankton in a transitional ecosystem of the Northern Adriatic Sea and its putative role as indicator for water quality assessment. *Mar. Ecol.*, **30**: 462-479.
- HULBURT E.M. (1963) - The diversity of phytoplankton population in oceanic, coastal and estuarine regions. *J. Mar. Res.*, **21**: 81-93.
- SPATHARIS S., TSIRTSIS G. (2010) - Ecological quality scales based on phytoplankton for the implementation of Water Framework Directive in the Eastern Mediterranean. *Ecol. Indic.*, **10**: 840-847.
- UTERMÖHL H. (1958) - Zur Vervollkommnung der quantitativen Phytoplankton-Methodik. *Mitt. Int. Verein. Limnol.*, **9**: 1-38.



L. GALLUZZI, A. CEGNA, S. CASABIANCA, A. PENNA, N. SAUNDERS\*, M. MAGNANI

Dipartimento di Scienze Biomolecolari, Università di Urbino, Via Saffi, 2 - 61029 Urbino, Italia.  
silvia.casabianca@uniurb.it

\*Centre for Infections, HPA (Colindale), 61 Colindale Avenue, London, UK.

## MONITORAGGIO DI DINOFLAGELLATE TOSSICHE CON TECNOLOGIA MICROARRAY

### *MONITORING OF TOXIC DINOFLAGELLATES BY MICROARRAY TECHNOLOGY*

**Abstract** - Different molecular approaches based on ribosomal DNA genes have been developed in the last years for the identification of HAB (Harmful Algal Bloom) species. Among them, the microarray-based techniques appear very promising due to their high throughput, automation possibility and specificity. In this study, we tested a microarray-based method for the simultaneous detection of 9 Mediterranean dinoflagellate species/clades in the NW Adriatic Sea.

**Key-words:** *dinoflagellates, microarrays, monitoring, HAB.*

**Introduzione** - Negli ultimi anni sono stati sviluppati diversi metodi molecolari, basati sulla rilevazione di sequenze del DNA ribosomiale (rDNA), per il monitoraggio di specie HAB, principalmente dinoflagellate (Lin, 2008). In questo contesto, l'utilizzo della tecnologia microarray risulta essere molto promettente in quanto capace di rilevare simultaneamente la presenza di diverse sequenze genomiche target in campioni di acqua di mare. L'applicabilità della tecnologia microarray per la rilevazione di specie HAB è stata dimostrata da vari recenti studi (Gescher *et al.*, 2008; Metfies e Medlin, 2008; Scorzetti *et al.*, 2009). In questi casi, le sequenze target sono rappresentate da rDNA 18S e/o 28S e la lunghezza delle sonde molecolari variava da 18 a 25 nucleotidi. In questo studio, è stato testato un nuovo metodo basato sulla tecnologia microarray per il monitoraggio simultaneo di 9 specie/cladi di dinoflagellate potenzialmente tossiche in campioni di acqua di mare dell'Adriatico nord-occidentale.

**Materiali e metodi** - Sonde specifiche di 45-47 nucleotidi sono state disegnate sulla regione ITS1-5.8S-ITS2 del rDNA delle seguenti dinoflagellate: *Alexandrium andersoni*, *A. tamarense* ME clade, *A. tamarense* WE clade, *A. catenella*, *A. minutum*, *A. taylori*, *A. pseudogoniaulax*, *Protoceratium reticulatum* e *Lingulodinium polyedrum*. Sono state disegnate due sonde per ogni specie. Tali sonde sono state progettate in modo da identificare tutti i ceppi mediterranei e alcuni ceppi non mediterranei. Inoltre, sono state utilizzate una sonda per il controllo positivo e una per il controllo negativo, per assicurare un controllo qualità nella performance del test. Il formato del vetrino microarray era costituito da 24 subarray identici, ognuno formato da spot ordinati in 18 colonne e 22 righe. Un singolo subarray conteneva 10 repliche di ogni sonda, per un totale di 200 spot (Galluzzi *et al.*, 2011). Le regioni ITS1-5.8S-ITS2 sono state amplificate tramite PCR da DNA estratto da campioni di retinata con primers universali, e gli ampliconi sono stati marcati tramite incorporazione di dUTP biotinilato. Gli ampliconi sono stati ibridati sui microarrays in condizioni stringenti e sono stati rilevati utilizzando Cy5-streptavidina tramite scansione laser dei vetrini. È stato considerato come risultato di ibridazione positivo un segnale di fluorescenza superiore al background sommato a 3 deviazioni standard, per entrambe le sonde specie-specifiche.

**Risultati** - Il sistema di monitoraggio sviluppato con tecnologia microarray è stato testato in campioni di acqua di mare concentrati con retino prelevati in

Adriatico nord-occidentale nel 2009. Tali campioni sono stati analizzati anche in seguito a contaminazioni con quantità note di specie target di dinoflagellate, allo scopo di determinare la sensibilità del metodo in campioni ambientali. Le analisi delle retinate hanno permesso di rilevare la presenza di *A. pseudogoniaulax*, quale specie potenzialmente tossica. La presenza di dinoflagellate appartenenti al genere *Alexandrium* era stata identificata anche dall'analisi dei campioni al microscopio, seppure non fosse stato possibile identificare con certezza le differenti specie. In questo caso quindi, l'analisi microarray ha consentito di discriminare specie di *Alexandrium* morfologicamente molto simili. Inoltre, sebbene le abbondanze fitoplanctoniche totali nei campioni fossero tra 400-600 cellule/ml, non sono stati rilevati falsi positivi, confermando la specificità delle sonde e del protocollo di ibridazione. Utilizzando le retinate contaminate con quantità note di diverse specie target, è stato possibile determinare la sensibilità del metodo in campioni ambientali. Tale sensibilità è risultata essere tra 2-8 cellule/ml di retinata con una certa variabilità da una specie all'altra. La relazione tra le mediane della fluorescenza e il numero di cellule usate per le contaminazioni dei campioni ambientali è risultata generalmente bassa ( $0.64 < R^2 < 0.93$ ), rendendo non fattibile un approccio di tipo quantitativo o semi-quantitativo.

**Conclusioni** - In questo studio, il metodo di microarray sviluppato per l'identificazione specie/clade specifica si è dimostrato generalmente più sensibile rispetto ad analoghi saggi a microarray pubblicati in precedenza. Questo è principalmente dovuto alle piccole dimensioni della regione molecolare genomica target, alla robustezza della PCR e alla lunghezza delle sonde utilizzate. Il metodo è al momento solo qualitativo, poiché la variabilità introdotta dalla PCR con primers universali non ha permesso un'applicazione quantitativa. Tuttavia, la rapidità della procedura (1 giorno) e la possibilità di processare fino a 24 campioni su un singolo vetrino, possono rendere attuabile l'applicazione della tecnologia microarray per programmi di monitoraggio costiero di specie HAB.

#### Bibliografia

- GALLUZZI L., CEGNA A., CASABIANCA S., PENNA A., SAUNDERS N., MAGNANI M. (2011) - Development of an oligonucleotide microarray for the detection and monitoring of marine dinoflagellates. *J. Microbiol. Methods*, **84**: 234-242.
- GESCHER C., METFIES K., MEDLIN L.K. (2008) - The ALEX CHIP - Development of a DNA chip for identification and monitoring of *Alexandrium*. *Harmful Algae*, **7**: 485-494.
- LIN S. (2008) - Use of molecular markers for early warning detection of harmful algal blooms. *Int. J. Environ. Pollut.*, **33**: 381-400.
- METFIES K., MEDLIN L.K. (2008) - Feasibility of transferring fluorescent in situ hybridization probes to an 18S rRNA gene phylochip and mapping of signal intensities. *Appl. Environ. Microbiol.*, **74**: 2814-2821.
- SCORZETTI G., BRAND L.E., HITCHCOCK G.L., REIN K.S., SINIGALLIANO C.D., FELL J.W. (2009) - Multiple simultaneous detection of Harmful Algal Blooms (HABs) through a high throughput bead array technology, with potential use in phytoplankton community analysis. *Harmful Algae*, **8**: 196-211.



## **Sessione Poster Vari**

---

A. ADDIS, F. FABIANO, V. DELOGU, M. CARCUPINO

Dipartimento di Zoologia e Genetica Evoluzionistica (DIZGEV), Università di Sassari,  
Via Muroni, 25 - 07100 Sassari, Italia.  
alberto.addis@hotmail.it

## REPRODUCTIVE SYSTEM OF *LIGHTIELLA MAGDALENINA* (CRUSTACEA, CEPHALOCARIDA)

### *APPARATO RIPRODUTTORE IN LIGHTIELLA MAGDALENINA* (CRUSTACEA, CHEFALOCARIDA)

**Abstract** - The aim of this study was to describe the morphology of the reproductive system of *Lightiella magdalenina* the only cephalocarid species known from Europe. Two adult specimens and one larval stage of *L. magdalenina* were analysed with light microscope and findings compared with available data from *H. macracantha*.

**Key-words:** Cephalocarida, reproductive system, sperms, oocytes.

**Introduction** - Cephalocarids exhibit several specialized traits in their reproductive biology. The well known cephalocarid species, *Hutchinsoniella macracantha*, is a hermaphrodite (possibly adopting self-fertilization) with entirely separate and functionally independent ovaries and testes (Hessler *et al.*, 1995). Two eggs are reported to be laid in *Hutchinsoniella macracantha*. whereas two eggs seem to be laid only occasionally by *Lightiella* species. One egg is also present in the unique ovigerous adult reported for *Lightiella magdalenina* (Carcupino *et al.*, 2006; Addis *et al.*, 2007). Moreover, in *L. incisa* the single ovisac appears at the opposite side of the only developed ovary (Sanders & Hessler, 1964). The aim of this paper was to describe the morphology of the female reproductive system in the *Lightiella magdalenina*, in order to verify whether the unique laid egg is either related to a different degree of development of the ovaries or an asynchronous development of the oocytes, in the right and left sides of the reproductive system.

**Materials and methods** - Adult and larval specimens of *L. magdalenina* were collected (May to July 2010), from a muddy sand bottom rich in organic matter on La Maddalena Archipelago. Specimens were fixed in Bouin's fixative, dehydrated in a graded ethanol series, cleared in Bioclear and finally embedded in paraffin. Sections (5 µm) were stained with Mallory's trichrome for morphology analysis with light microscope.

**Results** - In both adult and larval specimens, the female reproductive system consisted of two nearly round ovaries localized inside the cephalon in medio-ventral position, between second maxilla and first thoracic segments. In dorsal view, each ovary has a diameter of about 30 µm. At the postero-medial margin, each ovary continued with a long oviduct, which ran posteriorly through thorax and abdomen. At level of the trunk segment 18, the oviduct looped and went back up to the thoracic segment 6, where it joined the *vas deferens*. Along the entire length of each oviduct, oocytes at different developmental stage were visible. However, in both adult specimens observed, a single mature egg was recognizable inside the upward portion of the right oviduct (Fig. 1).

**Conclusions** - The female reproductive system of hermaphrodite *L. magdalenina* exhibit similar morpho-functional patterns in comparison with *H. macracantha*, since two well developed ovaries occur showing oocytes in different developmental

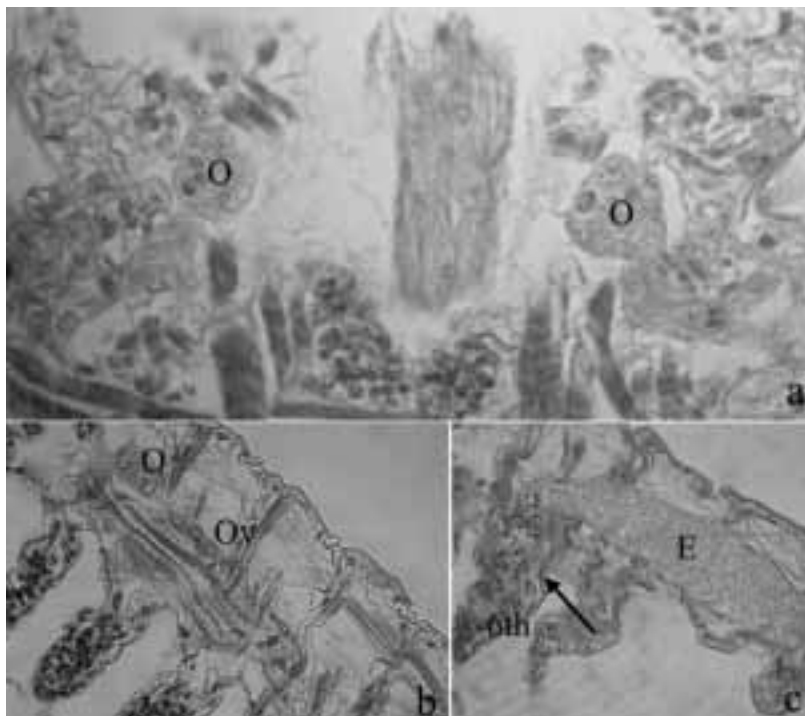


Fig. 1 - Ovaries (O)  $\times 470$  (a); ovary (O) and oocytes (Ov) in early stage of vitellogenesis  $\times 220$  (b); 6<sup>th</sup> thoracopod (6th), sperms (arrow) and mature egg (E)  $\times 170$  (c).

*Ovari (O)  $\times 470$  (a); ovario (O) e ovociti (Ov) nei primi stadi di vitellogenesi  $\times 220$  (b); 6<sup>a</sup> appendice toracica (6th), spermatozoi (freccia) e uovo maturo (E)  $\times 170$  (c).*

stages inside the oviduct of both side. However, *L. magdalenina* shows mature eggs inside a single oviduct. These preliminar data seem to support the hypothesis that in *Lightiella* species an asynchronous development of the oocytes occur, producing a single ovisac in each reproductive event.

**Acknowledgements** - We thank La Maddalena Archipelago National Park.

#### References

- ADDIS A., BIAGI F., FLORIS A., PUDDU E., CARCUPINO M. (2007) - Larval development of *Lightiella magdalenina* (Crustacea, Cephalocarida). *Mar. Biol.*, **152**: 733-744.
- CARCUPINO M., FLORIS A., ADDIS A., CASTELLI A., CURINI-GALLETTI M. (2006) - A new species of the genus *Lightiella*: the first record of Cephalocarida (Crustacea) in Europe. *Zool. J. Linn. Soc. Lond.*, **148**: 209-220.
- HESSLER R.R., ELOFSSON R., HESSLER A.Y. (1995) - Reproductive system of *Hutchinsoniella macracantha* (Cephalocarida). *J. Crustacean Biol.*, **15**: 493-522.
- SANDERS H.L., HESSLER R.R. (1964) - The larval development of *Lightiella incisa* Gooding (Cephalocarida). *Crustaceana*, **7**: 81-97.

This work was financially supported by Sardinia Autonomy Region with funds the Operative Program FSE 2007-2013 L.R.7/2007. "Promozione della ricerca scientifica e dell'innovazione tecnologica in Sardegna".

R.A. CAVALLO, M.I. ACQUAVIVA, R. LO NOCE, L. STABILI, M. NARRACCI

Istituto per l'Ambiente Marino Costiero, U.O.S. di Taranto - CNR, Via Roma, 3 - 70400 Taranto, Italia.  
rosanna.cavallo@iamc.cnr.it

## VIBRIONACEAE E INDICATORI DI CONTAMINAZIONE FECALE NEL MAR PICCOLO DI TARANTO: TRE ANNI DI CAMPIONAMENTO

### *VIBRIONACEAE AND MICROBIAL POLLUTION INDICATORS IN MAR PICCOLO OF TARANTO: THREE YEARS OF SAMPLING*

**Abstract** - In this work we report culturable vibrios biodiversity as well as the density of the microbial pollution indicators in water, sediment and mussel samples collected in the Mar Piccolo of Taranto (Italy) during three years of sampling. The results show that the most abundant strains are *Vibrio harveyi*, *Vibrio alginolyticus*, and *Vibrio mediterranei*.

**Key-words:** *Vibrio*, coastal waters, sediment, Ionian Sea, *Mytilus galloprovincialis*.

**Introduzione** - I vibriani sono batteri Gram-negativi, alofili non formanti spore, sensibili ai diversi fattori ambientali che ne influenzano la presenza ed abbondanza negli ecosistemi acquatici (Lipp *et al.*, 2002; Tantillo *et al.*, 2004). Si ritrovano in acque marine costiere, estuari, sedimenti e impianti di acquacoltura, sia liberi nella colonna d'acqua che adesi alla superficie di coralli, pesci, molluschi, alghe, zooplancton e crostacei (Baumann *et al.*, 1984; Thompson *et al.*, 2004; Milton, 2006). Questi microrganismi possono essere associati ai tessuti di organismi marini sia come commensali che come simbiotici o come agenti patogeni (Baticados *et al.*, 1990). Gli ecosistemi marini costieri rappresentano una nicchia ecologica ideale per la loro proliferazione. In particolare i vibriani hanno un ruolo fondamentale nella strutturazione e nel funzionamento della comunità batterica (Milton, 2006); alcuni ceppi sono in grado di biodegradare idrocarburi policiclici aromatici e sono anche produttori di sostanze ad azione antibiologica. Lo scopo di questo lavoro è stato quello di quantificare e caratterizzare le specie di vibriani coltivabili in campioni di acqua, sedimento e mitili raccolti nel Mar Piccolo di Taranto e di misurare contemporaneamente negli stessi campioni la concentrazione dei classici indicatori di contaminazione microbiologica.

**Materiali e metodi** - Campioni di acqua superficiale, di sedimento e di mitili sono stati raccolti da settembre 2006 a luglio 2009 in tre stazioni localizzate nel I e II Seno del Mar Piccolo di Taranto, con cadenza stagionale, per analizzare la dinamica dei vibriani e degli indicatori di contaminazione fecale. I campioni di acqua, di sedimento e di mitili (omogenati e opportunamente diluiti) sono stati seminati su piastre di TCBS agar addizionato del 2% di NaCl ed incubati a 37 °C. Le colonie cresciute sono state contate e identificate in base alle risposte a test biochimici e colturali (Bauman e Schubert, 1984; Alsina e Blanch, 1994). Gli indicatori di contaminazione fecale sono stati determinati con il metodo MPN (American Public Health Association, 1992).

**Risultati** - I valori massimi delle abbondanze dei vibriani sono stati registrati in estate per tutte le stazioni con valori pari a 241 CFU/mL nell'acqua, 19468 CFU/g nei mitili e 81 CFU/g nei sedimenti. Le analisi qualitative hanno confermato la presenza in tutti i campioni esaminati delle specie *V. mediterranei*, *V. harveyi* e *V. alginolyticus* (Tab. 1).

Tab. 1 - Valori percentuali delle specie più abbondanti di vibrioni.

*Percentage of the most abundant Vibrio species.*

	Acqua	Sedimento	Mitili
<i>Vibrio alginolyticus</i>	5.18	3.83	4.46
<i>Vibrio mediterranei</i>	29.6	27.97	33.8
<i>Vibrio harveyi</i>	7.56	6.13	10.2

In particolare tra i patogeni si è evidenziata la presenza di *V. metschnikovii* e *V. vulnificus* nel periodo autunno-inverno e la comparsa del *V. parahaemolyticus* nei mesi più caldi. La massima densità degli indicatori di contaminazione fecale è stata riscontrata in tutti i campioni nel periodo autunno-inverno (Tab. 2).

Tab. 2 - Valori medi degli indicatori fecali.

*Mean values of faecal indicators.*

	Coliformi fecali			<i>Escherichia coli</i>		
	Acqua	Sedimento	Mitili	Acqua	Sedimento	Mitili
	MPN/100mL	MPN/g		MPN/100mL	MPN/g	
<b>1</b>	23.63	0.44	37.13	16.13	0.15	25.20
<b>2</b>	7.57	0.13	8.36	3.79	0.06	6.85
<b>3</b>	23.13	0.85	21.96	19.82	0.32	14.52

**Conclusioni** - La dinamica dei vibrioni coltivabili ha seguito un andamento stagionale con picchi nel periodo estivo in cui si è evidenziata la maggiore abbondanza per numero e per specie. In particolare, la temperatura ha condizionato la presenza e l'abbondanza di alcune specie potenzialmente patogene: *V. alginolyticus*, pur essendo presente in ogni stagione nei campioni di mitili e sedimento, è risultato particolarmente abbondante nel periodo primavera-estate di ogni anno di campionamento anche nell'acqua; *V. parahaemolyticus* è risultato presente ed abbondante in tutti i campioni nel periodo primavera-estate; *V. vulnificus* non è stato particolarmente condizionato dalla temperatura essendo presente tutto l'anno in tutti i campioni studiati.

### Bibliografia

- ALSINA M., BLANCH A.R. (1994) - A set of keys for biochemical identification of environmental *Vibrio* species. *Jour. Appl. Bacteriol.*, **76**: 79-85.
- AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (1992) - *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, 18<sup>th</sup> Ed. Washington, D.C.: American Public Health Association.
- BATICADOS M.C.L., LAVILLA-PITOGO C.R., CRUZ-LACIERDA E.R., PENA L.D., SUNAZ N.A. (1990) - Studies on the chemical control of luminous bacteria *Vibrio harvey* and *V. splendidus* isolated from diseased *Penaeus monodon* larvae and rearing water. *Dis. Aquat. Organ.*, **9**: 133-139.
- BAUMANN P., SCHUBERT R.H.W. (1984) - Vibrionaceae. In: Krieg N.R., Holt J.G. (eds), *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology*. Williams & Wilkins Baltimore, **1**: 516-548.
- LIPP E.K., HUQ A., COLWELL R. (2002) - Effects of global climate on infectious disease: the cholera model. *Clin. Microbiol. Rev.*, **15**: 757-770.
- MILTON D.L. (2006) - Quorum sensing in vibrios: Complexity for diversification. *Int. J. Med. Microbiol.*, **296**: 61-71.
- TANTILLO G.M., FONTANAROSA M., DI PINTO A., MUSTI M. (2004) - Updated perspectives on emerging vibrios associated with human infections. *Lett. Appl. Microbiol.*, **39**: 117-128.
- THOMPSON F.L., ILDA T., SWINGS J. (2004) - Biodiversity of vibrios. *Microbiol. Mol. Rev.*, **68**: 403-431.



F. CUMANI, F. BRADASSI, F. VITA, A. DI PASCOLI, G. BRESSAN

Dipartimento di Scienze della Vita, Università di Trieste, Via L. Giorgieri, 10 - 34100 Trieste, Italia.  
francescocumani@libero.it

EFFETTI DELL'OCEAN ACIDIFICATION SULLA  
CALCIFICAZIONE DELLE PRIME FASI DI SVILUPPO DI  
*LITHOPHYLLUM INCRUSTANS PHILIPPI* (CORALLINACEAE,  
RHODOPHYTA): PRIMI RISULTATI

OCEAN ACIDIFICATION EFFECTS ON CALCIFICATION  
OF *LITHOPHYLLUM INCRUSTANS PHILIPPI* EARLY STAGES  
(CORALLINACEAE, RHODOPHYTA): PRELIMINARY RESULTS

**Abstract** - A study on the effect of ocean acidification on the calcification of *Lithophyllum incrustans* spores was realized in microcosm. The results indicate that the increase of CO<sub>2</sub> concentration determines: (i) an inhibition of the calcification rate, (ii) a progressive decalcification, (iii) an increase of microorganisms on *L. incrustans* spore.

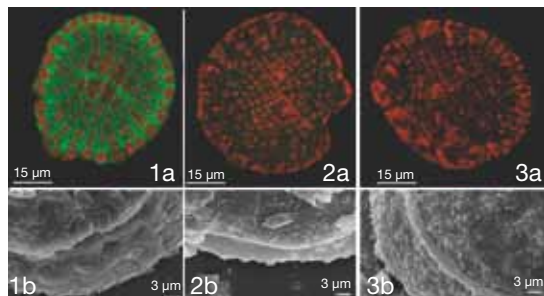
**Key-words:** ocean acidification, Corallinaceae, calcification, carbon dioxide, microcosms.

**Introduzione** - Il continuo aumento di CO<sub>2</sub> a causa dell'attività antropica determina un abbassamento del pH delle acque che influenza negativamente l'equilibrio dei carbonati e la calcificazione biologica, questo fenomeno viene definito *ocean acidification* (Royal Society, 2005). Precedenti analisi sviluppate in microcosmo sulla produzione di spore, sull'accrescimento e sulla vitalità delle prime fasi di sviluppo di *Lithophyllum incrustans* Philippi hanno evidenziato un effetto negativo della diminuzione di pH dell'acqua marina (Cumani *et al.*, 2010). Si è cercato di capire quindi gli effetti sulla calcificazione dei dischi germinativi di *L. incrustans*.

**Materiali e metodi** - È stato utilizzato un microcosmo a immissione diretta di CO<sub>2</sub> costituito da tre vasche da 15 litri ciascuna (acqua marina filtrata, 0,45 μm). Le condizioni di coltura erano: L:D=12:12, irradianza 12-16 μmol m<sup>-2</sup>s<sup>-1</sup>, T=20 °C. La pCO<sub>2</sub> e anche gli altri parametri della chimica dei carbonati è stata determinata dai parametri di pH, T, salinità e A<sub>T</sub> usando il *software* CO2sys.xls. In base a quanto espresso dagli scenari SRES (Barry *et al.*, 2010) sono state riprodotte le seguenti condizioni: vasca controllo (p(CO<sub>2</sub>)<sub>atm</sub> ≈ 378 ppm, pH ≈ 8.2 in cui si cerca di riprodurre le condizioni simili a quelle attuali); vasca intermedia (p(CO<sub>2</sub>)<sub>atm</sub> ≈ 564 ppm, pH ≈ 8.0: condizioni intermedie al fine di poter analizzare gli effetti del gradiente di acidità); vasca acida (p(CO<sub>2</sub>)<sub>atm</sub> ≈ 790 ppm, pH ≈ 7.8 si cerca di riprodurre le condizioni marine del 2100). Sono state realizzate 8 colture a partire da maggio 2008 fino a marzo 2010, ognuna delle quali è durata 2 mesi. Campioni di alghe calcaree, appartenenti alla specie *L. incrustans*, sono state prelevate, *in-shore*, nel Golfo di Trieste (45°41'21.79"N; 13°44'32.07"E) a una profondità di 3-4 m in apnea. Una volta portate in laboratorio le alghe progenitrici sono state sottoposte a *shock* termico per indurre la pervietà dei concettacoli ed il conseguente rilascio delle spore su vetrini coprioggetto. I dischi germinativi sono stati quindi osservati e fotografati con apparecchio digitale al microscopio ottico invertito. I vetrini con i campioni sono stati marcati con calceina (0.25 mg/l – marcatore fluorescente specifico per il calcio) per analizzare in modo semi quantitativo la calcificazione dei dischi germinativi mediante microscopia confocale. La calceina è stata iniettata direttamente nelle tre vasche di coltura per un periodo di 24 ore. I campioni marcati, cresciuti nelle tre diverse condizioni di pH, sono stati osservati al microscopio confocale nel corso della medesima giornata al

fine di registrare eventuali differenze nella calcificazione in modo contemporaneo. Successivamente i vetrini osservati al microscopio confocale sono stati collocati su *stubs* e metallizzati al fine di osservarli al microscopio elettronico a scansione (SEM).

**Risultati** - Vedi figure.



Figg. 1, 2, 3 - Vasca controllo: 1a) disco germinativo di *L. incrustans* marcato con calceina (verde) (microscopio confocale); 1b) cellule apicali marginali (SEM). Vasca intermedia: 2a) intensità di fluorescenza della calceina inferiore rispetto alla vasca di controllo (microscopio confocale); 2b) inizio di degradazione delle cellule apicali marginali (SEM). Vasca acida: 3a) non si registra marcatura con calceina (microscopio confocale); 3b) ulteriore degradazione delle cellule apicali marginali e presenza di microorganismi (SEM).

*Control tank: 1a) young thallus of L. incrustans stained with calcein (green) (confocal microscope); 1b) apical marginal cells (SEM). Intermediate tank: 2a) fluorescence intensity of calcein lower than the control tank (confocal microscope); 2b) beginning of degradation of apical marginal cells (SEM). Acidic tank: 3a) no staining with calcein (confocal microscope); 3b) further degradation of apical marginal cells and the presence of microorganisms (SEM).*

**Conclusioni** - Questi primi risultati sembrano indicare che l'incremento dell'acidità dell'acqua marina determini in *L. incrustans* una riduzione nel tasso di calcificazione dei dischi germinativi, una degradazione delle cellule marginali e, contemporaneamente, un forte incremento nella presenza di microorganismi, quali batteri, agenti sui talli calcarei che potrebbero essere un ulteriore fattore di stress oltre al decremento di pH. Ciò sembra essere in linea con Semesi *et al.* (2009) e Findlay *et al.* (2009). Ulteriori ricerche sono quindi necessarie, non solo su altre specie, ma anche per capire il peso dell'incremento di microorganismi sulle alghe rosse calcaree.

#### Bibliografia

- BARRY J.P., TYRRELL T., HANSSON L., PLATTNER G.-K., GATTUSO J.-P. (2010) - Atmospheric CO<sub>2</sub> targets for ocean acidification perturbation experiments. In: Riebesell U., Fabry V.J., Hansson L., Gattuso J.-P. (eds), *Guide to best practices for ocean acidification research and data reporting*. Publications Office of the European Union, Luxembourg: 53-66.
- CUMANI F., BRADASSI F., DI PASCOLI A., BRESSAN G. (2010) - Marine Acidification Effects On Reproduction And Growth Rates Of Corallinaceae Spores (Rhodophyta). *Rapp. Comm. int. Mer Médit.*, **39**: 735.
- FINDLAY H.S., WOOD H.L., KENDALL M.A., SPICER J.I., TWITCHETT R.J., WIDDICOMBE S. (2009) - Calcification, a physiological process to be considered in the context of the whole organism. *Biogeosciences Discuss.*, **6**: 2267-2284.
- ROYAL SOCIETY (2005) - *Ocean Acidification Due to Increasing Atmospheric Carbon Dioxide*. Policy Document 12/05, The Royal Society, London UK: 68 pp.
- SEMESI I.S., KANGWE J., BJÖRK M. (2009) - Alterations in seawater pH and CO<sub>2</sub> affect calcification and photosynthesis in the tropical coralline alga, *Hydrolithon* sp. (Rhodophyta). *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, **84** (3): 337-341.

R. FLORIS, S. MANCA, L. MURA, A. CANNAS, N. FOIS

AGRIS Sardegna, Agenzia per la Ricerca in Agricoltura. Dipartimento per la Ricerca nelle Produzioni Animali, Servizio Risorse Ittiche, Località Bonassai S.S. 291 km 18,600 - 07040 Olmedo (SS), Italia.  
rfloris@agrisricerca.it

## GENETIC CHARACTERIZATION OF THE INTESTINAL MICROFLORA OF GILTHEAD SEA BREAM (*SPARUS AURATA* L.) FROM TORTOLI LAGOON (EASTERN SARDINIA, ITALY)

### *CARATTERIZZAZIONE GENETICA DELLA MICROFLORA INTESTINALE DI ORATE (SPARUS AURATA L.) PROVENIENTI DALLO STAGNO DI TORTOLI (SARDEGNA ORIENTALE, ITALIA)*

**Abstract** - Fifty bacterial isolates from ten *Sparus aurata*'s gut samples and four "type" strains were studied by ARDRA and 16S rDNA sequence analysis in order to identify the dominant cultivable bacterial communities composing the gut of gilthead sea bream reared in a Sardinian lagoon. A high microbial diversity was evidenced and the dominant species was identified as *Pseudomonas fragii*.

**Key-words:** gut microbiota, gilthead sea bream, ARDRA, 16S rDNA sequencing.

**Introduction** - Fish gut microflora is important because it determines fish health, quality and it reflects fish ecology (Izvekova *et al.*, 2007). Few studies have been focused on the microbiological characterization of the intestinal tract of Mediterranean marine fish species as *Sparus aurata* (Floris *et al.*, 2010). The aim of this research is to study the microbial qualitative composition of the intestinal tract of gilthead sea bream reared in lagoon to identify the dominant cultivable bacterial communities by means of the analysis of the 16S ribosomal gene.

**Materials and methods** - Fifty bacterial isolates from ten gilthead sea breams' intestinal samples and the "type" strains CECT 529 (*Vibrio vulnificus*), CECT 625 (*V. aestuarianus*), CECT 839 (*Aeromonas hydrophila*), CECT 899 (*Pseudomonas anguilliseptica*) were analyzed. Bacterial cell preparation for DNA extraction was carried out as indicated by Mhamdi *et al.* (2002). The amplification of 16S rDNA was made using the universal primers (Marchesi *et al.*, 1998) and PCR conditions as indicated by Pond *et al.* (2006). Amplified products were electrophoresed in 1% (w/v) agarose (Eppendorf, Italia)-Tris-acetate EDTA gel added with 2.0 ml SYBER Safe DNA gel stain® (Oregon, USA) at 90 V for 1 h and photographed under UV light. Successively, ARDRA (Amplified Ribosomal DNA Restriction Analysis) technique was performed by using *HaeIII* and *HhaI* restriction enzymes. The digestion mixtures were incubated at 37 °C for 3 h in a water bath and the fragments obtained were resolved on 2% (w/v) agarose gel at 80 V for 2 h. The estimation of molecular size was made by using 1 Kb Plus DNA ladder Marker Size (100-12,000 bp) and 100 bp DNA Ladder (Invitrogen) (100-2,072 bp). 16S rDNA of some isolates from the most numerous ARDRA cluster was purified by a commercial kit (Amicon®, Millipore, USA) and sequenced by BMR Genomics (Padova). The partial sequence was paired in the NCBI (National Center for Biotechnology Information) by BLAST (Basic Logical Alignment Search Tool) for species identification.

**Results** - Amplification products of the 16S rRNA gene were obtained by most of the isolates and all the "type" strains. ARDRA technique detected the differences present in the 16S rRNA gene base composition among all the isolates and the "type" strains. The number of bands produced after the digestion of restriction enzymes ranged from 2 to 10 and their molecular weight were estimated from 80 to about

1000 bp. A specific ribotype was defined for each strain combining the analyses of the ARDRA profiles produced by the two enzymes. A total of 17 ribotypes out of 48 strains (2 strains did not produce any amplification product) from intestinal samples proved different. Considering the most numerous microbial groups, a dominant biotype was represented by the cluster *h* which merged 15 bacterial strains (31%) from 5 fish, the biotype *f* merging 6 bacteria (13%) from 1 fish and biotype *s* comprised 6 strains (13%) from 4 fish. Other ribotypes identified were: *e* with 3 strains (6%) from 1 fish, *c*, *i*, *l*, ( from 2 fish) including 2 isolates (4%) each, so as *g* and *r* (from 1 fish) merging 2 isolates (4%) per biotype and *a*, *b*, *d*, *m*, *n*, *o*, *p*, *q* comprising 1 isolate (2%). As regards the comparison of ARDRA profiles of the isolates with the “type” strains, *HhaI* patterns of dominant *h* ribotype presented the same ARDRA *HhaI* profiles as *Pseudomonas anguilliseptica* CECT 899. The results of sequence analysis ascribed ribotype *h* to the species *Pseudomonas fragii* with a 99% identity.

**Conclusions** - These results showed a high microbial diversity at species level of the culturable intestinal microflora of *Sparus aurata* reared in the Tortoli lagoon and the presence of a dominant bacterial group identified as *Pseudomonas fragii* which was described as component of edible part of fish and responsible of the spoilage of gilthead sea bream from Mediterranean Sea waters (Tryfinopoulou *et al.*, 2002). This study also indicates that the qualitative composition of the gut microflora of *Sparus aurata* is complex as found by other authors for different fish species (Kim *et al.*, 2007; Ringø *et al.*, 2008).

**Acknowledgements** - The authors thank Dr. Elisabetta Daga and Dr. Ilaria Duprè for their collaboration.

## References

- FLORIS R., MANCA S., CHESSA F., TRENTADUE M., CANNAS A., FOIS N. (2010) - Microbiological characterization of intestinal flora of gilthead sea breams (*Sparus aurata* L.) from Tortoli lagoon (eastern Sardinia, Italy). *Biol. Mar. Mediterr.*, **17** (1): 384-385.
- IZVEKOVA G.I., IZVEKOV E.I., PLOTNIKOV A.O. (2007) - Symbiotic microflora in fishes of different ecological groups. *Biology Bulletin*, **34** (6): 728-737.
- KIM D.H., BRUNT J., AUSTIN B. (2007) - Microbial diversity of intestinal contents and mucus in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Journal of Applied Microbiology*, **102**: 1654-1664.
- MARCHESI J.R., SATO T., WEIGHTMAN A.J., MARTIN T.A., FRY J.C., HIOM S.J., WADE W.G. (1998) - Design and evaluation of useful bacterium-specific PCR primers that amplify genes coding for bacterial 16S rRNA. *Applied and Environmental Microbiology*, **64** (2): 795-799.
- MHAMDI R., LAGUERRE G., AOUANI M.E., MARS M., AMARGER N. (2002) - Different species and symbiotic genotypes of field rhizobia can nodulate *Phaseolus vulgaris* in Tunisian soils. *FEMS Microbiology and Ecology*, **41**: 77-84.
- POND M.J., STONE D.M., ALDERMAN D.J. (2006) - Comparison of conventional and molecular techniques to investigate the intestinal microflora of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture*, **261**: 194-203.
- RINGØ E., SPERSTAD S., KRAUGERUD O.F., KROGDAHL A. (2008) - Use of 16S rRNA gene sequencing analysis to characterize culturable intestinal bacteria in Atlantic salmon (*Salmo salar*) fed diets with cellulose or non-starch polysaccharides from soy. *Aquaculture Research*, **39**: 1087-1100.
- TRYFINOPOULOU P., TSAKALIDOU E., NYCHAS G.-J.E. (2002) - Characterization of *Pseudomonas* spp. associated with spoilage of gilthead sea bream stored under various conditions. *Applied and Environmental Microbiology*, **68** (1): 65-72.

G. GUERRIERO, A. DI FINIZIO, S. TROCCHIA, N.H. ELNWSHLY\*, G. CIARCIA

ECLab (certif. UNI EN ISO 9001:2008), Department of Biological Sciences,  
University of Naples Federico II - 80134 Naples, Italy.

\*Biotechnology Research Center, Suez Canal University, Ismailia - 42522 Egypt.

## JUVENILE BLUE FISH: SPECIES DISCRIMINATION BY PCR-RFLP

### *IL NOVELLAME DI PESCE AZZURRO: DISCRIMINAZIONE DI SPECIE MEDIANTE PCR-RFLP*

**Abstract** - A PCR-RFLP analysis of a 630 bp fragment of the mitochondrial 16S rRNA gene was carried out in *Sardina pilchardus* (Pisces, Clupeidae), *Neosalanx tangkahkeii* (Pisces, Salangidae), *Engraulis encrasicolus* (Pisces, Engraulidae). Obtained restriction patterns using *MvaI* restriction endonuclease allow juvenile blue fish discrimination also in unprocessed commercial samples mistakenly fraudulently listed as "bianchetto".

**Key-words:** species identification, juvenile blue fish, bianchetto, PCR-RFLP, 16S rRNA, *MvaI*.

**Introduction** - Along the Italian coastline, many navy during the winter have targeted commercial juvenile *Sardina pilchardus*, called "bianchetto". Due to the growing market demand and the overfishing of these resources, species of different commercial value are given up as "bianchetto" (Armani *et al.*, 2011). Analysis of morphological characters is not always able to identify the species and protein patterns analysis has become impossible for the precarious temperature conditions in which they are marketed (Teletchea, 2009). A restriction fragment length polymorphisms (PCR-RFLP) analysis of an about 630 bp mitochondrial 16S rRNA gene fragment was carried out in *Sardina pilchardus*, *Neosalanx tangkahkeii*, (a freshwater Chinese specimen sold as "bianchetto"), *Engraulis encrasicolus* (sort of "blue fish" whose juveniles are often mistakenly considered "bianchetto"), and several fresh samples on the market listed as "bianchetto" for discrimination and exploitation of those Italian fish species resources.

**Materials and methods** - *S. pilchardus*, and *E. encrasicolus* (Navy of Torre del Greco, Italy), *N. tangkahkeii* (Chinese Academy of Fishery Science, Qingta, Beijing, China) adult fresh species were used as reference. Samples listed as "bianchetto" (two preparations) were bought in three different market sites (North-Central-South Italy). PCR amplification of the 630 bp 16S rRNA gene fragment was performed as previously reported (Di Finizio *et al.*, 2007). Virtual restriction maps of 16S rRNA gene sequences were obtained using NEB cutter software (New England Biolabs, MA, USA) on the basis of our previous *S. pilchardus*, *N. tangkahkeii* and *E. encrasicolus* sequences. After the search for species specific restriction sites, expected digestion profiles were calculated to obtain combined restriction patterns informative for species discrimination. PCR products derived from amplification of 16S rRNA gene fragment of whole species and "bianchetto" samples were subjected to restriction digestion without previous purification using *MvaI*, *Bsh* 1285I (Fermentas, Milan, Italy), and reaction mixtures specified by the manufacturer.

**Results** - The cleaved fragments obtained from PCR amplicons from 16S rRNA gene digestion of each reference sample *E. encrasicolus*, *N. tangkahkeii* and *S. pilchardus* with *MvaI* endonuclease resulted in agreement with those expected by theoretical analysis of our obtained sequence (Tab. 1) published in GenBank with accession number respectively of EU419752, EU419753, EU419754. After digestion

of samples generically referred as “bianchetto”, combined electrophoretic patterns provide evidence of various species (Fig. 1). Samples (B 1÷6) were identified as *N. tangkahkeii* in B1, B2, B3, B4; *E. encrasicolus* in B5 and *S. pilchardus* in B6.

Tab. 1 - Theoretical restriction patterns obtained on the basis of sequences of mitochondrial 16S rRNA gene expected after PCR amplification and *MvaI* digestion in the examined species.

Pattern di restrizione teorico ottenuto per il frammento mitocondriale 16S rRNA dopo digestione con l'enzima *MvaI* per le specie considerate.

Fish species (abbreviation)	<i>MvaI</i>	
	Cuts	Position/Fragments length (bp)
<i>Engraulis encrasicolus</i> (Ee)	0	undigested
<i>Neosalanx tangkahkeii</i> (Nt)	1	71/71; 562
<i>Sardina pilchardus</i> (Sp)	2	181; 288/181; 107; 327

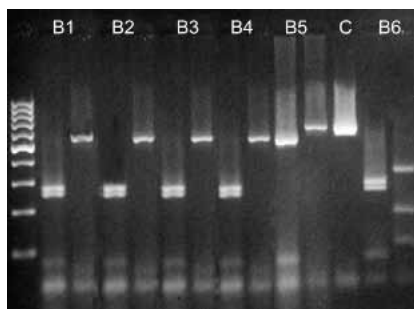


Fig. 1 - PCR-RFLP analyses of the 16S rRNA gene fragment amplified from all “bianchetto” samples (B1-B6) digested with the restriction enzyme *MvaI* (M) and with *Bsh* 1285I (H) as endonuclease of control; lane C: undigested amplicon; lane L: 100 bp DNA ladder (Fermentas).

Analisi RFLP del frammento del gene 16S rRNA dei campioni di bianchetto (B1-B6) digeriti con l'enzima di restrizione *MvaI* (M) e con *Bsh* 1285I (H) endonucleasi di controllo; lane C: campione non digerito; lane L: 100 bp DNA ladder (Fermentas).

**Conclusions** - The utilized enzyme digests the unpurified 630 bp 16S rRNA gene PCR products in only one step. On a total of six samples examined, four were identified as *N. tangkahkeii*, and only two (B5 and B6) respectively as blue fish *E. encrasicolus* and *S. pilchardus*. Among the other species of juvenile blue fish, *E. encrasicolus* could be mistakenly marketed as “bianchetto” (Armani *et al.*, 2011); we have not found morphological similar species as *Sprattus sprattus* (Ss) and *Sardinella aurita* (Sa) that show a different restriction pattern (Ss: *MvaI* 139/139; 490 Sa: *MvaI* 291/291; 439 data unpublished), or *Harengula jaguana* similar too but not biodistributed in the Mediterranean coasts. This rapid and widely diffused molecular approach indicating only one enzyme, the endonuclease *MvaI*, allowed an unequivocal discrimination between unprocessed juvenile blue fish economically important species to safeguard.

## References

- ARMANI A., CASTIGLIEGO L., TINACCI L., GIANFALDONI D., GUIDI A. (2011) - Molecular characterization of icefish, (Salangidae family), using direct sequencing of mitochondrial *cytochrome b* gene. *Food Control*, **22**: 888-895.
- DI FINIZIO A., GUERRIERO G., RUSSO G.L., CIARCIA G. (2007) - Identification of gadoid Species (Pisces, Gadidae) by sequencing and PCR-RFLP analysis of mitochondrial 12S and 16S rRNA gene fragments. *Eur. Food. Res. Technol.*, **225**: 337-344.
- TELETCHÉA F. (2009) - Molecular identification methods of fish species: reassessment and possible applications. *Rev. Fish Biol. Fisheries*, **19**: 265-293.

F.D. LEDDA, P. RAMOINO<sup>1</sup>, S. FERRANDO<sup>1</sup>, L. GALLUS<sup>1</sup>, P. BIANCHINI<sup>2</sup>,  
A. DIASPRO<sup>2</sup>, R. MANCONI

Dipartimento di Zoologia e Genetica Evoluzionistica, Università di Sassari,  
Via Muroni, 25 - 07100 Sassari, Italia.  
fdledda@uniss.it

<sup>1</sup>Dip.Te.Ris., Università di Genova, Genova, Italia.

<sup>2</sup>Istituto Italiano di Tecnologia (IIT), Sezione di Nanofisica, Genova, Italia.

## BIOMONITORING OF COASTAL AREAS: CADMIUM EFFECT ON CYTOSKELETON OF THE CALCISPONGE *CLATHRINA CLATHRUS*

### *MONITORAGGIO COSTIERO: EFFETTO DEL CADMIO SUL CITOSCHELETRO DELLA CALCISPONGIA CLATHRINA CLATHRUS*

**Abstract** - We detected the effect of Cadmium on the cytoskeleton of *Clathrina clathrus* by immunocytochemistry, confocal microscopy and immunoblotting. Results highlighted the potential of the sponge to resist to the action of heavy metals through the reorganisation of the tubulins and suggest the utilization of sponges for biomonitoring of environmental pollution.

**Key-words:** sponges, bioindicator, immunofluorescence, cytology, heavy metals.

**Introduction** - As sessile filter feeders, sponges are highly exposed to environmental stress by pollutants of both anthropogenic and natural origin and are able to accumulate harmful substances (Verdenal *et al.*, 1990). Thus sponges are considered as experimental model for biomonitoring of coastal areas (Carballo *et al.*, 1996; Perez *et al.*, 2005). In this work we studied the effect of Cadmium on the cytoskeleton, focusing on tubulins, of the calcisponge *Clathrina clathrus* (Schmidt, 1864). Microtubules are elements of the cytoskeleton necessary for cell division, intracellular trafficking of macromolecules and organelles, beating of cilia and flagella, and the dynamic organisation of the cell morphology. Several studies have demonstrated that post-translational acetylation and detyrosination of  $\alpha$ -tubulin occur on stable microtubules (Piperno *et al.*, 1987; Webster *et al.*, 1987) whereas tyrosination of  $\alpha$ -tubulin is linked to relatively dynamic or labile microtubules (Webster *et al.*, 1987). We detected here the reaction of *C. clathrus* to heavy metal exposure as a potential indicator of contamination.

**Materials and methods** - Specimens of the marine sponge *Clathrina clathrus* were collected by SCUBA at the Portofino Promontory (Ligurian Sea, NW-Mediterranean) at a depth of 15-25 m. Sponges were cut into cubes (5 g each) and put into flasks containing 200 ml of filtered and oxygenated seawater supplemented with or without different concentrations of Cadmium chloride (0.2 or 1 mg/L) for 24 h. Thereafter, part of the sponge cubes were immediately fixed in 4% paraformaldehyde and paraplasm embedded. Serial sections (5  $\mu$ m thick) were incubated with a primary antibody (overnight at 4 °C) after pre-treatment with 3% bovine serum albumin in PBS plus 0.1% Triton X-100, and then with the appropriate secondary antibody (2 h at room temperature). The following antibodies were used: monoclonal antibodies specific for acetylated or tyrosinated  $\alpha$ -tubulin, polyclonal antibody specific for detyrosinated  $\alpha$ -tubulin. Images were acquired by a confocal laser-scanning microscope (Leica Microsystems Mannheim, Germany). Part of sponge cubes was utilized for cell isolation for immunoblotting and cell viability determination.

**Results** - Microtubules in control sponge cells in absence of  $\text{Cd}^{2+}$  were not labelled by the antibodies specific for acetylated or detyrosinated  $\alpha$ -tubulin except for the choanocyte flagella. In contrast, the formation of microtubule clusters in the choanocyte cytoplasm was observed in cells treated with Cadmium chloride. Consistent with the immunofluorescence staining, predominant protein bands, representing acetylated and detyrosinated  $\alpha$ -tubulin, appeared in the immunoblotting of  $\text{Cd}^{2+}$  treated cells in a dose-dependent manner whereas the corresponding labelled protein bands were not detectable in control cells. Furthermore a reduction of tyrosinated  $\alpha$ -tubulin was evidenced. Flagella and large microtubule clusters were intensely labelled in choanocytes of both controls and 0.2 mg/L  $\text{Cd}^{2+}$  treated sponges, whereas only flagella and small microtubule clusters were stained in choanocytes of 1 mg/L  $\text{Cd}^{2+}$  treated sponges.

**Conclusions** - In this study we have documented increased levels of acetylated and detyrosinated  $\alpha$ -tubulin as well as a reduced level of tyrosinated  $\alpha$ -tubulin after Cadmium exposure in *Clathrina clathrus* cells. Since  $\alpha$ -tubulin acetylation and detyrosination are convenient markers for the presence of stable microtubules (Piperno *et al.*, 1987; Webster *et al.*, 1987), the marked enhancement of  $\alpha$ -tubulin acetylation and detyrosination in  $\text{Cd}^{2+}$ -treated cells indicates that divalent Cd ions stabilize microtubules, which in turn should favour the formation of microtubule bundles. Subpopulations of relatively dynamic or labile microtubules, enriched in tyrosinated  $\alpha$ -tubulin, are instead disassembled in presence of  $\text{Cd}^{2+}$ . In conclusion, the results from this work indicate that a reduced  $\alpha$ -tubulin tyrosination and an enhanced  $\alpha$ -tubulin detyrosination and acetylation represent early sponge-specific markers of  $\text{Cd}^{2+}$  toxicity. This evidence suggest the ability of *C. clathrus* cells to tolerate heavy metal effect by reorganizing its microtubule network, and the potentiality to act as a sentinel of pollutants in coastal areas.

## References

- CARBALLO J.L., NARANJO S., GARCÍA-GOMEZ J.C. (1996) - Use of marine sponges as stress indicators in marine ecosystem at Algeciras Bay (southern Iberian Peninsula). *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **135**: 109-122.
- PEREZ T., LONGET D., SCHEMBRI T., REBOUILLON P., VACELET J. (2005) - Effects of 12 years' operation of a sewage treatment plant on trace metal occurrence within a Mediterranean commercial sponge (*Spongia officinalis*, Demospongiae). *Mar. Pollut. Bull.*, **50**: 301-309.
- PIPERNO G., LEDIZET M., CHAN X.-J. (1987) - Microtubules containing acetylated  $\alpha$ -tubulin in mammalian cells in culture. *J. Cell Biol.*, **104**: 289-302.
- VERDENAL B., DIANA C., ARNOUX A., VACELET J. (1990) - Pollutant levels in Mediterranean commercial sponges. In: Rützler K. (ed), *New perspective in sponge biology*. Smithsonian Institution Press, Washington, DC: 516-524.
- WEBSTER D.R., GUNDERSEN G.G., BULINSKI J.C., BORISY G.G. (1987) - Differential turnover of tyrosinated and detyrosinated microtubules. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, **84**: 9040-9044.

Grants and funds to support this work were provided by MIUR-PRIN, RAS (PO/FSE/Sardegna2007/13, L.R.7/2007, CRPI\_324) and by the Fondazione Banco di Sardegna.



A. PAIS, S. SABA, R. RUBATTU, G. MELONI, S. MONTISCI

Sez. di Acquacoltura e Gestione delle Risorse Acquatiche, Dip. di Scienze Zootecniche,  
Università di Sassari, Via E. De Nicola, 9 - 07100 Sassari, Italia.  
pais@uniss.it

## PROXIMATE COMPOSITION OF EDIBLE SEA URCHIN *PARACENTROTUS LIVIDUS* ROE COMMERCIALISED IN SARDINIA

### COMPOSIZIONE CENTESIMALE DI GONADI DEL RICCIO DI MARE EDULE *PARACENTROTUS LIVIDUS* COMMERCIALIZZATE IN SARDEGNA

**Abstract** - Chemical analyses on edible sea urchin *Paracentrotus lividus* (Echinoidea) gonads legally (L) and illegally (I) sold in Sardinia (Italy) were carried out during the fishing season 2008-2009. Statistical tests performed on moisture, ash, crude protein, lipid and carbohydrate content detected significant differences between L and I samples, but also among roe illicitly commercialised (I) by ambulant vendors in different Sardinian coastal districts.

**Key-words:** chemical composition, roe fisheries, *Paracentrotus lividus*, Mediterranean Sea.

**Introduction** - The purple sea urchin *Paracentrotus lividus* (Lamarck, 1816) is an Echinoid of commercial importance with a high market demand for its roe. In Sardinia, the harvesting of this species is intensively practised (Pais *et al.*, 2007) and, with the exception of a few authorised dealers, it is illicitly sold without veterinary inspection. Since a recent study has demonstrated significant differences in the microbial content of sea urchin roe legally and illegally commercialised in a number of Sardinian coastal districts (Floris *et al.*, 2009), the aim of this work was to compare their proximate composition in order to highlight further differences in their quality traits.

**Materials and methods** - Sea urchin roe collected in the Gulf of Oristano and packed in glass jars by an authorised seafood dealer (hereafter L), and roe samples purchased from unauthorised ambulant vendors (hereafter I) in the districts of Alghero, Sassari and Cagliari were analysed during the fishing season 2008-2009. Three samples from each group were tested. Every sample was initially homogenised, then the moisture content was determined after drying in an oven at 105 °C for 24 h. Ashes were evaluated after combustion at 550 °C for 12 h in a muffle furnace. Crude protein was obtained by the Kjeldhal method (AOAC, 1990), and total lipids were quantified through the method proposed by Folch *et al.* (1957). Finally, carbohydrate content of each sample was determined by difference. All analyses were carried out in triplicate, and the results were expressed as percentages of the wet weight (%WW). One-way Analysis of Variance was used to detect putative differences between the roe analysed and the Student-Newman-Keuls (SNK) test was used for *post-hoc* comparisons.

**Results** - Proximate composition of *Paracentrotus lividus* roe examined is reported in Tab. 1. The sea urchin gonads legally packed (L) in Oristano showed a significant higher moisture content ( $p < 0.01$ ) than those illicitly sold (I) in Alghero, Cagliari and Sassari districts, respectively. On the other hand, ash, crude protein, total lipid and carbohydrate content of the L group was always lower (Tab. 1) than those illegally commercialised by ambulant vendors. For these latter variables, however, the SNK test revealed significant differences ( $p < 0.01$ ) also among the I roe samples, being those from Cagliari always characterised by higher mean values (except for ash content).

Tab. 1 - Proximate composition (% wet weight $\pm$ SD) of *Paracentrotus lividus* gonads (L=legal; I=illegal). Different superscripts indicate significant differences ( $p<0.01$ ).

Composizione centesimale (% peso umido $\pm$ DS) delle gonadi di *Paracentrotus lividus* (L=legali; I=illegali). Esponenti diversi indicano differenze significative ( $p<0,01$ ).

	Oristano (L)	Alghero (I)	Cagliari (I)	Sassari (I)
Moisture	85.00 $\pm$ 0.41 <sup>a</sup>	84.06 $\pm$ 0.76 <sup>b</sup>	81.77 $\pm$ 0.43 <sup>c</sup>	84.27 $\pm$ 1.18 <sup>b</sup>
Ash	1.88 $\pm$ 0.03 <sup>c</sup>	2.10 $\pm$ 0.12 <sup>b</sup>	2.21 $\pm$ 0.03 <sup>b</sup>	2.35 $\pm$ 0.25 <sup>a</sup>
Crude protein	10.96 $\pm$ 0.21 <sup>c</sup>	11.64 $\pm$ 0.65 <sup>b</sup>	12.20 $\pm$ 0.28 <sup>a</sup>	10.60 $\pm$ 0.68 <sup>c</sup>
Lipid	1.87 $\pm$ 0.09 <sup>c</sup>	1.85 $\pm$ 0.05 <sup>c</sup>	2.17 $\pm$ 0.08 <sup>a</sup>	1.98 $\pm$ 0.09 <sup>b</sup>
Carbohydrate	0.29 $\pm$ 0.12 <sup>c</sup>	0.35 $\pm$ 0.10 <sup>c</sup>	1.65 $\pm$ 0.18 <sup>a</sup>	0.80 $\pm$ 0.27 <sup>b</sup>

**Conclusions** - This study evidenced significant differences in proximate composition of *Paracentrotus lividus* roe legally and illegally commercialised in several Sardinian coastal zones. In particular, sea urchin gonads packed by an authorised seafood dealer showed a higher content of moisture, probably due to intense washing procedures before packaging (De la Cruz-García *et al.*, 2000). Previous studies have highlighted seasonal variations in the chemical composition of raw sea urchin roe from both Mediterranean (Dincer & Cakli, 2007; Mol *et al.*, 2008) and Atlantic areas (Montero-Torreiro & Garcia-Martinez, 2003), but little is known about quality changes due to handling or alteration of the product. In fact, while *P. lividus* gonads illicitly sold can have different quality traits attributable to different time periods from harvest to sale (the so-called “food miles”), further research is needed to test if legal glass jars storage can modify the chemical-bromatological properties of the purple sea urchin roe.

**Acknowledgements** - The Authors are grateful to the “Società Cooperativa Ittica Arborea” a.r.l.

## References

- AOAC (1990) - *Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists*. 15<sup>th</sup> ed. A.O.A.C. International, Arlington, VA: 1200 pp.
- DE LA CRUZ-GARCÍA C., LÓPEZ-HERNÁNDEZ J., GONZÁLEZ-CASTRO M.J., RODRÍGUEZ-BERNALDO DE QUIRÓS A.I., SIMAL-LOZANO J. (2000) - Protein, amino acid and fatty acid contents in raw and canned sea urchin (*Paracentrotus lividus*) harvested in Galicia (NW Spain). *J. Sci. Food. Agric.*, **80** (8): 1189-1192.
- DINCER T., CAKLI S. (2007) - Chemical composition and biometrical measurements of the Turkish sea urchin (*Paracentrotus lividus*, Lamarck, 1816). *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, **27** (1): 21-26.
- FLORIS R., FOIS N., MANCA P., MANCA S., MONTISCI S., PAIS A. (2009) - Analisi microbiologiche su gonadi del riccio di mare commestibile *Paracentrotus lividus* commercializzate in Sardegna. *Biol. Mar. Mediterr.*, **16** (1): 398-399.
- FOLCH J., LEES M., STANLEY G.H.S. (1957) - A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *J. Biol. Chem.*, **226** (1): 497-509.
- MOL S., BAYGAR T., VARLIK C., TOSUN S.Y. (2008) - Seasonal variations in yield, fatty acids, amino acids and proximate compositions of sea urchin (*Paracentrotus lividus*) roe. *J. Food Drug Anal.*, **16** (2): 68-74.
- MONTERO-TORREIRO M.F., GARCIA-MARTINEZ P. (2003) - Seasonal changes in the biochemical composition of body components of the sea urchin, *Paracentrotus lividus*, in Lorbé (Galicia, north-western Spain). *J. Mar. Biol. Ass. U.K.*, **83** (3): 575-581.
- PAIS A., CHESSA L.A., SERRA S., RUIU A., MELONI G., DONNO Y. (2007) - The impact of commercial and recreational harvesting for *Paracentrotus lividus* on shallow rocky reef sea urchin communities in North-western Sardinia, Italy. *Estuar. Coast. Shelf Sci.*, **73** (3-4): 589-597.

M. RIA, C. CARUSO<sup>1</sup>, M. DE PIRRO<sup>1</sup>, G. GIANNELLI<sup>2</sup>, S. GUIDUCCI<sup>3</sup>,  
P. MESCHINI<sup>4</sup>, L. PAPETTI<sup>3</sup>, E. RICEVUTO<sup>5</sup>

A.R.P.A.T. – Area Mare, Via Marradi, 114 - 57126 Livorno, Italia.  
m.ria@arpat.toscana.it

<sup>1</sup>Clinica Veterinaria “Tartanet” Ente Parco Regionale della Maremma, Italia.

<sup>2</sup>Centro WWF di Massa, Italia.

<sup>3</sup>Acquario Comunale di Grosseto, Italia.

<sup>4</sup>Comune di Livorno, Italia.

<sup>5</sup>Provincia di Livorno, Italia.

## SPIAGGIAMENTI E CATTURE ACCIDENTALI DI TARTARUGHE MARINE IN TOSCANA: RESOCONTO DELLE ATTIVITÀ DELLA RETE REGIONALE

### *STRANDING AND BY CATCH OF SEA TURTLES ALONG TUSCANY COAST: REPORT ON THE ACTIVITIES OF THE REGIONAL NETWORK*

**Abstract** - Since 1990, a consortium of Tuscan institutes has been engaged in the activity of rescue, recovery and release of sea turtles in the Ligurian and northern Tyrrhenian Sea. During this period, data from a total of 406 specimens sea turtle, mainly the loggerhead sea turtle, *Caretta caretta* (Linnaeus, 1758), have been recorded.

**Key-words:** *Caretta caretta*, Tyrrhenian and Ligurian Sea, incidental catch, time series.

**Introduzione** - Nel Mediterraneo le tartarughe marine sono messe a rischio da numerose attività umane, tra le quali la pesca è considerata una delle più importanti (Casale, 2008). In questo contesto risulta fondamentale l'attività di centri che si occupano di recupero e riabilitazione degli animali catturati, feriti o spiaggiati, di sensibilizzazione dell'opinione pubblica e di istituti di ricerca per la sperimentazione di attrezzi da pesca dotati di accorgimenti che impediscano la cattura accidentale di questi animali (A.A.VV., 2007). In Toscana, a partire dal 1990, si è creata una Rete Regionale che, vede attualmente il coinvolgimento di ARPAT, il Centro Tartanet di Talamone, (Nannarelli *et al.*, 2008), l'Istituto Zooprofilattico Toscana-Lazio, l'Acquario Comunale di Grosseto e il centro WWF “L'Assiolo” di Massa, con la collaborazione di Capitaneria di Porto, Vigili del Fuoco e Corpo Forestale dello Stato. In questo lavoro si presentano i risultati delle attività di monitoraggio e recupero delle tartarughe marine nei mari toscani. Dal 2009 la Rete Regionale viene inoltre implementata dalle attività previste dal progetto transfrontaliero marittimo Gionha (Fase 3, azione 4) (<http://www.arpat.toscana.it/gionha/gionha>).

**Materiali e metodi** - I dati analizzati provengono dalle attività di monitoraggio e di recupero effettuate in Toscana dai centri e dagli istituti afferenti alle Rete Regionale dal 1990 al 2010. Durante ogni intervento, sono state raccolte informazioni relative ai dati morfometrici, al sito, nonché alle modalità, di cattura o di ritrovamento. Nel corso degli ultimi due anni, i dati raccolti sono confluiti nell'archivio gestito nell'ambito del progetto Gionha.

**Risultati** - Tra le 402 tartarughe marine recuperate nel periodo 1990-2010, la tartaruga comune *Caretta caretta* è risultata la specie più rappresentata (390 esemplari, pari al 97%). Inoltre (Meschini *et al.*, 2006), sono stati ritrovati 7 esemplari di tartaruga liuto *Dermochelys coriacea*, piuttosto rara in Mediterraneo, e 5 esemplari di tartaruga verde *Chelonia mydas*. Per quanto riguarda la tartaruga

comune 154 esemplari sono stati catturati accidentalmente da attrezzi da pesca (principalmente reti a strascico, reti da posta e palamiti), 100 sono state trovate spiaggiate, 87 recuperate in mare; soltanto 6 esemplari sono stati avvistati, mentre per 43 tartarughe non è stata registrata la modalità di ritrovamento. Nel periodo di indagine il numero di esemplari vivi e morti registrati è risultato essere pari a 219 e 171 rispettivamente; gli esemplari vivi sono stati rilasciati in mare una volta accertato il loro stato di salute e, in circa il 95% dei casi, previa marcatura. Tra i 235 animali di cui si dispone della lunghezza del carapace (LC), 158 sono giovani o sub-adulti, con LC inferiore a 60 cm. Solo 8 esemplari avevano dimensioni superiori a 70 cm di LC, potendo, quindi, essere considerati adulti. L'analisi della serie storica mostra picchi di ritrovamento relativi al 2001 e agli ultimi 3 anni di indagine, dal 2008 al 2010, con la maggior parte dei ritrovamenti (187 animali) nel periodo giugno-settembre, mentre la cattura accidentale da parte della pesca a strascico mostra un picco tra febbraio e marzo, fenomeno che potrebbe essere legato al comportamento di dormienza osservato in *C. caretta* (Bentivegna *et al.*, 2003; Ligas *et al.*, 2008).

**Conclusioni** - L'attività della Rete Regionale coordinata da ARPAT rappresenta un'esperienza fondamentale per la protezione, la salvaguardia ed il recupero delle tartarughe marine, ma anche per la raccolta di dati ed informazioni sulla presenza, la densità e la distribuzione di questi organismi nei mari toscani. Dall'analisi dei dati raccolti in più di 20 anni risulta un incremento sensibile delle catture accidentali e dei ritrovamenti di tartarughe marine (principalmente *C. caretta*) nella zona di studio. Questo potrebbe essere legato ad una maggiore sensibilizzazione di tutti gli operatori e fruitori del mare (forze dell'ordine, diportisti, turisti, ecc.), ad un incremento dello sforzo di pesca nonché alla maggiore efficienza da parte dei centri e istituti impegnati nel recupero di questi animali. Sebbene molta strada debba essere ancora percorsa per comprendere a fondo la biologia e l'ecologia di questi organismi, i dati raccolti in Toscana negli ultimi venti anni confermano la consistente presenza di *C. caretta* nel Mar Ligure e nel Mar Tirreno Settentrionale.

### **Bibliografia**

- AA.VV. (2007) - *Linee Guida per il recupero, soccorso, affidamento e gestione delle tartarughe marine ai fini della riabilitazione e per la manipolazione e rilascio a scopi scientifici*. MiATTM-DPN, ICRAM, Roma: 100 pp.
- BENTIVEGNA F., HOCHSCHEID S., MINUCCI C. (2003) - Seasonal variability in voluntary dive duration of the Mediterranean loggerhead turtle, *Caretta caretta*. *Sci. Mar.*, **67** (3): 371-375.
- CASALE P. (2008) - *Incidental catch of marine turtles in the Mediterranean Sea: captures, mortality, priorities*. WWF Italy, Rome: 64 pp.
- LIGAS A., FICO R., GUIDUCCI S., MARTELLUCCI E., MECIANI N., PAPETTI L., SIRNA R. (2008) - Incidental catch of the loggerhead turtle, *Caretta caretta* (Linnaeus, 1758), in the northern Tyrrhenian Sea. *Atti Mus. Stor. Nat. Maremma*, **22**: 63-71.
- MESCHINI P., MANCUSI C., LUSCHI P. (2006) - On the presence of sea turtles along the Tuscany coast. *Atti del 6° Congresso Nazionale della Societas Herpetologica Italica*: 117-122.
- NANNARELLI S., PIOVANO S., AFFRONTI M., FURII G., MORABITO D., OLLANO G., DE PIRRO M., PIREDDU L., MARZANO G., MARSICO N., LENTINI C., SGAMBATI D., GIACOMA C. (2008) - Tartanet: una rete per la conservazione delle tartarughe marine in Italia. In: Corti C. (ed), *Herpetologia Sardiniae*, Societas Herpetologica Italica. Ed. Belvedere, Latina, "Le Scienze": 377-381.

S. TRICARICO, A. BARBAGLIO, N. BURLINI, L. DEL GIACCO,  
F. BONASORO, M.D. CANDIA CARNEVALI

Department of Biology, University of Milan, Via Celoria, 26 - 20133 Milano, Italy.  
serena.tricarico@unimi.it

## ECHINODERMS: NEW STARS OF THE BIOMIMETIC APPROACH

### *ECHINODERMI: NUOVE STAR DELL'APPROCCIO BIOMIMETICO*

**Abstract** - Echinoderms possess a dynamic connective tissue, which can undergo drastic nervously-mediated changes in its mechanical properties. In the up to date biomimetic approach, this tissue seems to provide a suitable model for biomaterial design. This contribution shows the last results of an integrated analysis of Mutable Collagenous Tissues (MCTs) of the common sea urchin *Paracentrotus lividus*.

**Key-words:** echinoderms, sea urchin, connective tissues, collagen, biomaterial.

**Introduction** - Echinoderms possess a unique type of connective tissue, called Mutable Collagenous Tissue (MCT). The matrix consists of collagen fibrils comparable to those found in mammals (Trotter & Koob, 1989), and could actually provide an alternative and safer source of such protein. In addition, MCT undergoes rapid, drastic and reversible changes in its mechanical properties without any muscular contribution, but regulated by one or more proteins released by neurosecretory-like juxtaligamental cells and that can modulate the capacity of collagen fibrils for reciprocal sliding and establishing interfibrillar links (Wilkie *et al.*, 2004). In the scientific biomimetic approach MCT could represent a promising model for new composite materials, whose molecular interactions and structural conformation can be changed in response to external stimuli, e.g. for biomedical application. This contribution provides the last results of an integrated analysis of two representative MCT models from *P. lividus*: the compass depressor ligament (CD) and the peristomial tissue (PM), focusing on: histological as well biochemical characterizations of collagen, and biomolecular analysis of the regulatory glycoproteins. This research is part of MIMESIS Project financed by Cariplo Foundation.

**Materials and methods** - For the structural analysis we chose the simpler CD treated with propylene phenoxetol (PP) or acetylcholine (ACh) to obtain a compliant or stiffened state. Samples were embedded in Epon, sectioned with microtomes and stained by uranyl acetate-lead citrate (TEM). For immunohistochemistry (IHC), acetone fixed CDs were labelled with mouse anti-collagen-type-I and rabbit anti-fibrillin-1 antibodies (Abs). Secondary Abs were: TRITC-coniugated anti-mouse and FITC-coniugated anti-rabbit IgG for fluorescence microscopy. Controls lacking primary Abs were prepared. Since PM has a higher quantity of collagenous tissue, this MCT model was chosen for collagen extraction by stirring tissue in a disaggregating solution. TEM analysis was carried out on collagen fibres stained with phosphotungstic acid (PTA). Some samples were stirred in 4 M guanidine chloride or 0.1 N NaOH in order to purify collagen solution from large proteoglycans (PG) and cells. After Milligan's Trichrome and Alcian Blue staining, samples were observed with LM. Collagen quantification was performed with a spectrophotometric method using the Sirius red dye. To amplify *Stroglyocentrotus purpuratus* and *P. lividus* tensilin cDNA from the PM, we designed primers upon the clones available in GenBank and performed 3' RACE, in order to isolate the ORF for *in-vitro* translation.

**Results** - Promising data came from TEM analysis that confirm the modular structure of echinoderm collagen fibril bundles and reveal differences related to

interfibrillar distance in compliant, stiffened and control samples (Fig. 1A). This result allowed a direct correlation between structural details and mechanical behaviour of the considered MCT models. IHC showed an interesting distribution of fibrillin that gives rise to a network of fibres on the tissue surface and to an in depth alignment of fibrillin with collagen fibres. This remarkable presence of fibrillin, known to be involved in the elastic behavior of mammalian connective tissues, must be taken into account for its mechanical implications. Collagen extraction from the *P. lividus* PM was tested using two types of disaggregating solution and it was found that tissue began to disaggregate when the  $\beta$ -mercaptoethanol concentration was at least 0.1 M. TEM analysis demonstrated the effectiveness of collagen extraction protocol. The collagen banding pattern varied between 60 and 66 nm (Fig. 1B). Milligan's Trichrome showed that cellular material was unaffected by guanidine but was removed entirely by NaOH (Fig. 1C). Alcian blue staining showed again that only NaOH reduced the intensity of staining of the collagen fibres (Fig. 1D). Since guanidine removes non-covalently bound PGs from collagen fibrils and it had no discernible effect on the PM, it appears that covalently bound PGs dominate in this tissue.

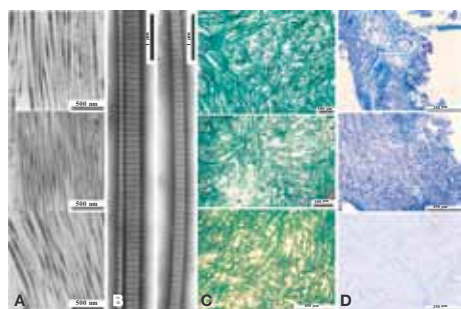


Fig. 1 - TEM graphs: A, inter-fibrillar distances in CDs, from the top: ASW ctrl, ACh, PP; B, extracted collagen fibrils from the PM, PTA staining. Paraffin sections of PM: C, Milligan's trichrome; D, Alcian Blue Stain. a, ASW ctrl; b, guanidine treated; c, NaOH solution treated.

Immagini al TEM: A, distanza interfibrillare nel CD, dall'alto: ctrl ASW, ACh, PP; B, fibrille di collagene estratto dalla PM e colorato con PTA. Sezioni in paraffina di PM: C, Tricromica di Milligan; D, colorazione Alcian Blu. a, ctrl ASW; b, trattato-guanidina; c, trattato-soluzione NaOH.

The spectrophotometric collagen quantification using the Sirius red histological dye confirmed the effectiveness of the extraction protocol. The wet and dry weights of *P. lividus* PMs were  $57 \pm 13.2$  and  $32 \pm 2.0$  mg. We extracted up to 1 mg of collagen from a single PM, amounts consistent with literature data. Finally, we successfully isolated the sequence encoding tensilin from the PMs of *S. purpuratus* and *P. lividus*. These are characterized by the presence of a conserved domain of the TIMP-like subfamily (Tissue Inhibitor of MetalloProteinases), essential and constitutive regulator of extracellular matrix turnover and remodeling. This is consistent with the hypothesis that the tensilin works as a TIMP, by inhibiting the matrix metalloproteinases and causes the tissue stiffening.

**Conclusions** - The very ultimate challenge of our project is to explore the possible development of a new class of biomimetic materials inspired to MCT, able to reversibly change their mechanical characteristics and structural integrity following external manipulation.

## References

- TROTTER J.A., KOOB T.J. (1989) - Collagen and proteoglycan in a sea urchin ligament with mutable mechanical properties. *Cell Tissue Res.*, **258**: 527-539.
- WILKIE I.C., CANDIA CARNEVALI M.D., TROTTER J.A. (2004) - Mutable collagenous tissue: recent progress and an evolutionary perspective. In: Heinzler, Nebelsick (eds), *Echinoderms*. München, Taylor & Francis Group, London: 371-378.

A. UGOLINI, G. UNGHERESE

Dipartimento di Biologia Evoluzionistica, Università di Firenze, Via Romana, 17 - 50125 Firenze, Italia.  
alberto.ugolini@unifi.it

INGESTIONE DI MICROPLASTICA  
DA PARTE DI ANFIPODI SOPRALITORALI  
*SUPRALITTORAL AMPHIPODS  
AND INGESTION OF MICROPLASTIC DEBRIS*

**Abstract** - Feeding adult individuals of the sandhopper *Talitrus saltator* with dry fish food mixed to Polyethylene microsphere, reveal that microplastic debris can be swallowed by sandhoppers. Qualitative observations on isolated guts of freshly collected individuals confirmed this possibility under natural conditions.

**Key-words:** microplastic, sandy beaches, sandhoppers, *Talitrus saltator*.

**Introduzione** - La presenza di vari tipi di plastica in mare e lungo i litorali è un fatto evidente da molti anni (Barnes *et al.*, 2009; Thompson *et al.*, 2009). Soltanto recentemente, tuttavia, è stata considerata la relazione fra presenza di microplastica (frammenti <1 mm) in ambiente marino, possibilità di ingestione e suoi possibili effetti su organismi appartenenti ai livelli più bassi della piramide alimentare. Microplastica è stata ritrovata in numerosi organismi acquatici appartenenti a vari taxa, fra questi alcuni molluschi, anellidi policheti, zooplancton, crostacei (Thompson *et al.*, 2004; Teuten *et al.*, 2009). È inoltre stata indagata la possibilità che frammenti di plastica fungano da vettori per la diffusione di contaminanti organici (IPA, Teuten *et al.*, 2007, 2009). Nonostante che in zona litorale e sopralitorale venga a depositarsi la maggior parte della plastica presente in mare, nessuno studio è stato finora condotto per valutare la possibilità di ingestione di microplastica da parte di specie chiave di queste zone. Nel presente studio abbiamo verificato la possibilità di ingestione di microplastica in una delle specie ecologicamente più rilevanti del sopralitorale di coste sabbiose, l'anfipode *Talitrus saltator* (Montagu).

**Materiali e metodi** - Esemplari adulti di *T. saltator* sono stati catturati in estate 2010 sulla spiaggia del Parco Regionale di S. Rossore, Migliarino, Massaciuccoli (Pisa). In laboratorio, a gruppi di circa 10 individui veniva somministrato mangime secco per pesci al quale erano state aggiunte microsfere di polietilene (diametro compreso tra 10 e 45  $\mu\text{m}$ ) in quantità pari al 10% del peso del mangime. I talitri erano tenuti in presenza di cibo con microsfere per 24h. Gli intestini di gruppi di 5 individui erano omogenati e le microsfere eventualmente presenti venivano contate e suddivise in 3 classi dimensionali: piccole (<25  $\mu\text{m}$ ), medie (comprese tra 25 e 35  $\mu\text{m}$ ), grandi (>35  $\mu\text{m}$ ). Inoltre sono state eseguite osservazioni qualitative su omogenati di intestino di talitri appena raccolti, per verificare l'eventuale presenza di microplastica ingerita in condizioni naturali

**Risultati** - Dalle osservazioni del contenuto intestinale risulta evidente la presenza di microsfere assunte col cibo (Fig. 1). Nessuna differenza statisticamente significativa è stata rilevata confrontando le classi dimensionali delle microsfere presenti nell'intestino degli animali ( $p=NS$  in tutti i casi,  $t$  di Student).

Inoltre, le osservazioni qualitative condotte su intestini di individui appena raccolti hanno evidenziato la presenza di microplastica, spesso riconoscibile anche dalla colorazione.

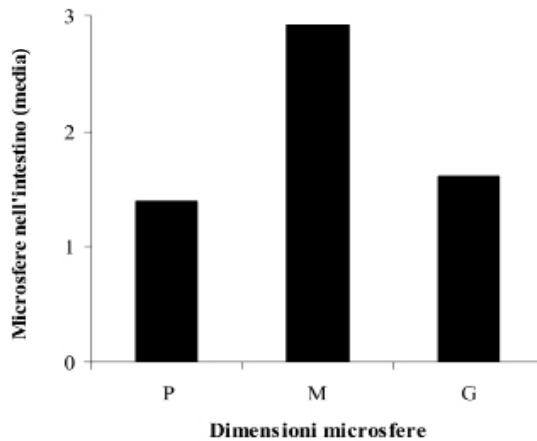


Fig. 1 - Numero medio di microsfere di Polietilene rinvenute negli intestini di 5 *T. saltator*. P, diametro <25  $\mu\text{m}$ , M, 25 < diametro <35  $\mu\text{m}$ , G, diametro >35  $\mu\text{m}$ .

Mean number of Polyethylene microspheres found in the gut of 5 *T. saltator*. P, diameter <25  $\mu\text{m}$ , M, 25 < diameter <35  $\mu\text{m}$ , G, diameter >35  $\mu\text{m}$ .

**Conclusioni** - È evidente che i talitri ingeriscono frammenti di plastica insieme al cibo, essendo detritivori e spazzini, non selezionando i frammenti in base al loro diametro. Gli effetti dell'assunzione di microplastica sugli organismi, e quindi anche sui talitri, non sono noti. Tuttavia, nel caso di conferma del trasferimento di contaminanti dall'ambiente agli organismi tramite la microplastica, il ruolo che gli anfipodi sopralitorali potrebbero ricoprire nel processo di biomagnificazione sarebbe certamente rilevante dal momento che i talitri costituiscono una risorsa alimentare per numerose specie, sia di invertebrati che di vertebrati (Wildish, 1988).

#### Bibliografia

- BARNES D.K.A., GALGANI F., THOMPSON R.C., BARLAZ M. (2009) - Accumulation and fragmentation of plastic debris in global environments. *Phil. Trans. Royal Soc.*, **364**: 1985-1998.
- BROWNE M.A., DISSANAYAKE A., GALLOWAY T.S., LOWE D.M., THOMPSON R.C. (2008) - Ingested microscopic plastic translocates to the circulatory system of the mussel, *Mytilus edulis* (L.). *Environ. Sci. Technol.*, **42**: 5026-5031.
- TEUTEN E.L., ROWLAND S.J., GALLOWAY T.S., THOMPSON R.C. (2007) - Potential for plastic to transport hydrophobic contaminants. *Environ. Sci. Technol.*, **41**: 7759-7764.
- TEUTEN E.L., SAQUING J.M., KNAPPE D.R.U., BARLAZ M.A., JONSSON S., BJÖRN A., ROWLAND S.J., THOMPSON R.C., GALLOWAY T.S., YAMASHITA R., OCHI D., WATANUKI Y., MOORE C., VIET P.H., TANA T.S., PRUDENTE M., BOONYATUMANOND R., ZAKARIA M.P., AKKHAVONG K., OGATA Y., HIRAI H., IWASA S., MIZUKAWA K., HAGINO Y., IMAMURA A., SAHA M., TAKADA H. (2009) - Transport and release of chemicals from plastic to the environment and to wildlife. In: *Plastics, the environment and human health. Phil. Trans. Royal Soc.*, **364**: 2027-2045.
- THOMPSON R.C., OLSEN Y., MITCHELL R.P., DAVIS A., ROWLAND S.J., JOHN A.W., MCGONIGLE D., RUSSEL A.E. (2004) - Lost at sea: Where is all the plastic? *Science*, **304**: 838.
- THOMPSON R.C., SWAN S.H., MOORE C.J., VOM SAAL F.S. (2009) - Our plastic age. *Phil. Trans. Royal Soc.*, **364**: 1973-1976.
- WILDISH D.J. (1988) - Ecology and natural history of aquatic Talitroidea. *Can. J. Zool.*, **66**: 2340-2359.