



**UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI SASSARI**

***SCUOLA DI DOTTORATO IN***

**RIPRODUZIONE, PRODUZIONE, BENESSERE ANIMALE E  
SICUREZZA DEGLI ALIMENTI DI ORIGINE ANIMALE**

Direttore Prof. Giovanni Garippa

***INDIRIZZO IN: Produzione e Sicurezza degli Alimenti di Origine Animale  
(XXIV CICLO)***

Coordinatore: prof. Basilio Remo Floris

**CARATTERISTICHE QUALITATIVE ED  
INDICI SOMATICI DI SPECIE ITTICHE  
DI INTERESSE COMMERCIALE E  
MONITORAGGIO DELL'ATTIVITA' DI  
PESCA A CIRCUIZIONE NEL MARE  
DELLA SARDEGNA NORD-  
OCCIDENTALE**

**Docente Guida**

**Chiar.mo Prof. Giuseppe Moniello**

**Tutor**

**Dr. Nicola De Riu**

**Direttore**

**Chiar.mo Prof. Giovanni Garippa**

**Tesi di dottorato del**

**Dr. Roberto Giovanni Cappuccinelli**

**ANNO ACCADEMICO 2010 – 2011**



# I N D I C E

INTRODUZIONE . . . . .	pag. 4
PRIMO CONTRIBUTO SPERIMENTALE . . . . .	pag. 13
Introduzione . . . . .	pag. 15
Materiali e metodi . . . . .	pag. 23
Risultati e discussione . . . . .	pag. 26
Conclusioni . . . . .	pag. 29
Tabelle . . . . .	pag. 31
SECONDO CONTRIBUTO SPERIMENTALE . . . . .	pag. 34
Introduzione . . . . .	pag. 36
Materiali e metodi . . . . .	pag. 47
Risultati e discussione . . . . .	pag. 49
Conclusioni . . . . .	pag. 53
Tabelle . . . . .	pag. 55
TERZO CONTRIBUTO SPERIMENTALE. . . . .	pag. 62
Introduzione . . . . .	pag. 64
Materiali e metodi . . . . .	pag. 71
Risultati e discussione . . . . .	pag. 75
Conclusioni . . . . .	pag. 77
Tabelle . . . . .	pag. 79
CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE. . . . .	pag. 82
RINGRAZIAMENTI . . . . .	pag. 85
BIBLIOGRAFIA . . . . .	pag. 86

## **INTRODUZIONE**

Il comparto ittico, negli ultimi decenni, ha visto susseguirsi difficoltà crescenti per la pesca a cui si sono affiancati in parallelo importanti sviluppi ed innovazioni nell'ambito dell'allevamento. Nel 1995 la FAO ha pubblicato il Codice di Condotta per la Pesca Responsabile (CCPR) che include anche i principi per lo sviluppo di un'acquacoltura sostenibile. Il Codice è stato approvato nell'ottobre del 1995 per consenso da tutti i Paesi, che partecipano al Comitato della Pesca della FAO, che, nella sostanza, è il momento di incontro e di dibattito, in materia di pesca ed acquacoltura, degli Stati, che afferiscono alle Nazioni Unite. Il Codice è una prima risposta globale ai problemi della pesca. Ricerca scientifica, partecipazione delle parti coinvolte, sforzi degli Stati per la diffusione del Codice sono essenziali per avviare una nuova politica delle produzioni acquatiche. Centottantatré Stati hanno dato il loro consenso al testo, che ha assunto natura programmatica ed operativa, in cui il principio dell'integrazione tra ambiente e sviluppo è stato posto alla base del cosiddetto Sviluppo Sostenibile. L'obiettivo principale è conservare le risorse naturali, garantendone il trasferimento alle future generazioni, avviando modelli di sviluppo capaci di produrre non intaccando la rinnovabilità delle risorse biologiche, non più intese come beni isolati, ma come viventi parti di un ecosistema. Infatti, nel mondo della pesca, nelle scienze ad essa connesse e nelle sue politiche gestionali esiste il bisogno, soprattutto da parte dei Governi, di individuare le regole per lo sfruttamento di una risorsa naturale, al fine di evitare gli effetti delle crisi di abbondanza, dipendenti da fluttuazioni naturali o da effetti di una pesca eccessiva. Il Codice riguarda una serie di contesti applicativi, ad esempio quello delle operazioni di pesca, dell'utilizzo dei prodotti della pesca, della gestione delle risorse, della fascia costiera e dell'acquacoltura. Questa ha strette relazioni con la pesca, ed ha acquisito un ruolo notevole anche nel Codice per le sue potenzialità ed i tassi di crescita di rilievo nelle produzioni alimentari moderne, assumendo anche un ruolo parzialmente vicariante nelle politiche di contenimento dello sforzo di pesca. Pesca ed acquacoltura, nella loro

diversità e nel pieno rispetto delle specificità tecniche ed economiche, costituiscono due aspetti inscindibili delle produzioni ittiche, soprattutto per la serie di interazioni che le caratterizzano. Anche se apparentemente soltanto l'art. 9 del CCPR è dedicato allo sviluppo dell'acquacoltura, tutto il Codice è ricco di raccomandazioni necessarie per lo sviluppo di un'acquacoltura responsabile, in quanto questo settore non può essere isolato dal sistema delle produzioni acquatiche più in generale, e soprattutto non può essere considerato ai margini di strategie finalizzate alla difesa ed al recupero degli ambienti acquatici.

Nell'ambito delle Linee Guida Tecniche pubblicate dalla FAO a supporto della diffusione e dell'applicazione dei principi del CCPR, nel 1999 è stato pubblicato un documento finalizzato a definire alcuni Indicatori per lo Sviluppo Sostenibile della pesca. Anche in questo caso ci troviamo di fronte ad approcci e linguaggi di nuova generazione, in cui i differenti attori debbono necessariamente considerare la loro attività, o le loro competenze disciplinari, come parte di un sistema complesso che può essere osservato da più punti di vista, talvolta con conseguenti giudizi discordanti, che richiedono un approccio ad ampio raggio. Ciò significa che le dimensioni economiche, sociali, ecologiche e di *governance*, debbono essere valutate non solo grazie a criteri specifici, ma anche considerando la serie di relazioni che sono alla base del sistema stesso. In sintesi, lo scopo degli indicatori è quello di fornirci la possibilità di migliorare la comunicazione, la trasparenza, la validità e l'affidabilità nella gestione delle risorse naturali. Per una laguna costiera, ad esempio, sono da considerare lo stato delle comunità animali e vegetali, la qualità delle acque, le serie statistiche di pesca con le composizioni in specie, il reddito e l'età media dei pescatori, il numero di sanzioni per attività di pesca illegale, i livelli di conflittualità tra pescatori ed altri utenti, di conservazione del paesaggio e la qualità dell'aria, gli investimenti pubblici e privati per conservare foci e canali; questi possono essere una prima serie di descrittori utili per costruire un sistema di

indicatori per giudicare se l'uso di tale ecosistema è compatibile con una sua futura capacità di conservare un accettabile grado di naturalità.

Lo sviluppo di indicatori, adatti al sistema che si esamina, affidabili, sensibili, che si prestano ad un trattamento appropriato, potrebbe anche ridurre l'impatto negativo delle applicazioni del cosiddetto Metodo Precauzionale. Questo dibattito principio, la cui efficacia è rilevante, se applicato con "buon senso", è il numero 15 della Dichiarazione di Rio sull'ambiente e sullo sviluppo: **“Al fine di proteggere l'ambiente, gli Stati applicheranno largamente, secondo le loro capacità, il metodo precauzionale. In caso di rischio di danno grave o irreversibile, l'assenza di certezza scientifica assoluta non deve servire da pretesto per rinviare l'adozione di misure adeguate ed effettive, anche in rapporto ai costi, dirette a prevenire il degrado ambientale”**.

La pesca professionale è l'attività di cattura e prelievo di pesci a fini economici, esercitata da soggetti abilitati ed iscritti nei Registri Imprese di Pesca. Non di rado modifiche ambientali, causate dall'inquinamento o da altre attività umane, hanno determinato la riduzione della presenza di alcune specie, con successiva scomparsa di metodi di pesca, cultura e tradizioni (CANNAS A., 2000). Un aspetto importante da considerare è dato dal fatto che le risorse marine sono rinnovabili, ma non inesauribili e l'attività di prelievo esercitata dall'uomo influisce notevolmente sulla loro consistenza e sul loro potenziale di rigenerazione. Pertanto, esse vanno gestite, adattando il tasso di prelievo alla loro capacità di rinnovarsi. Ciò si traduce in comportamenti e regole in grado di agire su quei parametri controllati dall'uomo, che influenzano l'abbondanza delle risorse stesse. Non è possibile, infatti, pescare indiscriminatamente senza rispettare i cicli naturali. In epoca recente ci troviamo di fronte ad una realtà di crisi sempre più diffusa del sistema della pesca. In diverse aree geografiche, le risorse sono sovra sfruttate ed i rendimenti della pesca commerciale crescono poco o tendono a decrescere. A ciò

devono aggiungersi questioni quali la conservazione della biodiversità e la tutela di organismi marini particolarmente vulnerabili (SPEDICATO M. T., 2000).

Evoluzione e prospettive dell'acquacoltura: nel secondo dopoguerra, pur con molti insuccessi dovuti a scarse conoscenze tecniche, l'acquacoltura iniziò a diffondersi in vari punti del globo. Solamente negli anni '80 dello scorso secolo, tuttavia, con l'affinamento delle tecniche di riproduzione, il perfezionamento dei mangimi artificiali e delle gabbie di allevamento, con l'individuazione di diverse patologie ittiche e delle loro terapie di controllo e prevenzione, l'attività di allevamento ittico ha avuto una diffusione mondiale. Ciononostante il prodotto derivante dalla piscicoltura è ancora quantitativamente ridotto rispetto a quello che proviene dalla cattura.

Un ulteriore impulso alla diffusione dell'acquacoltura potrà derivare dalla crisi della pesca, che da diversi anni mostra un lento e progressivo declino confermato dal calo complessivo della produzione ittica da cattura, che resta la fonte principale della produzione mondiale. Nel 2003 essa era pari al 73% del totale e nel 2006 si è ridotta al 64% (FAO 2003 – 2009). È risaputo che alcuni stock hanno raggiunto i limiti biologici. Questo fatto ha comportato l'introduzione di programmi di fermo con riduzione di giorni di pesca e conseguentemente di reddito per i pescherecci. Inoltre, l'aumento dei costi di carburante, verificatosi in questi ultimi anni, ha negativamente influito sull'attività di pesca riducendone la redditività.

L'acquacoltura italiana ha acquisito un ruolo di rilievo in ambito europeo per quanto riguarda i livelli produttivi e qualitativi, purtroppo ciò riguarda un ristretto numero di specie (appena una decina), alcune delle quali trovano una forte e qualificata concorrenza in ambito europeo (mitili, orate, branzini), altre attraversano una fase di perdurante crisi (anguilla), altre ancora necessitano di nuove forme di commercializzazione (trota). In Italia aumenta la possibilità di sviluppare la pratica

dell'allevamento ittico, grazie a risorse naturali e finanziarie, tradizione e conoscenze tecnico-scientifiche e considerando che oltre la metà della domanda di pesce, cresciuta negli ultimi anni, è soddisfatta facendo ampio ricorso alle importazioni. L'acquacoltura e in particolare la maricoltura e la molluschicoltura sono le attività naturalmente candidate a sopperire al calo del prodotto ittico proveniente dalla pesca.

Diffusione e consistenza dell'acquacoltura e suo rapporto con il prodotto ittico globale:

La produzione ittica mondiale ha raggiunto il picco di 143,6 milioni di tonnellate nel 2006 (92 milioni di tonnellate dalla pesca di cattura, 51,7 dall'acquacoltura), precisamente 102,0 milioni di tonnellate provenienti dal mare e 41,7 dalle acque interne (Tabella 1). Di queste, 110,4 milioni di tonnellate sono state destinate al consumo umano, con una media pro capite mondiale di 16,7 kg peso vivo equivalente annui, mentre le restanti sono state impiegate in usi non alimentari (alimentazione animale, farina di pesce per l'acquacoltura). Sul totale del pesce utilizzato come alimentazione umana l'apporto dato dall'acquacoltura incide per il 47%.

Oltretutto il pesce fornisce a più di 2,9 miliardi di persone mediamente più del 15% del fabbisogno procapite di proteine animali (FAO 2009).

Eccetto la Cina, il consumo pro capite, ha mostrato un modesto incremento di circa lo 0,5% per anno a partire dal 1992. Esso è dovuto all'aumento della popolazione mondiale e alla drastica diminuzione del pesce di cattura, ma lo stato Asiatico rimane di gran lunga il maggiore produttore, con 51,5 milioni di tonnellate al 2006, (rispettivamente 17,1 e 34,4 da pesca di cattura e da acquacoltura) e con un consumo pro capite annuale di 29,4 kg, nonostante la produzione per esportazione e quella per scopi non alimentari. In questo Paese, grazie a una politica volta a dare sempre maggiore impulso all'allevamento, l'incremento di prodotto ittico globale si è avuto per la relativa e progressiva crescita dall'acquacoltura. La produzione mondiale della pesca nel 2006 è

stata di circa 92 milioni di tonnellate con un valore stimato all'ingrosso (prima vendita) di circa di 91,2 miliardi di dollari comprendente circa 82 milioni di tonnellate dalla produzione marina e un record di 10 milioni di tonnellate provenienti dalle acque interne.

Cina, Perù e Stati Uniti sono le nazioni più produttive in assoluto nel settore pesca.

L'acquacoltura continua ad essere l'attività a più rapida crescita mondiale nell'ambito delle produzioni alimentari, con un incremento medio dell'11% per anno dal 1984; nello stesso periodo quello della pesca è stato dello 0,8%. Circa il 90% delle produzioni nel 1998 sono riferibili alle aree meno ricche del globo, che hanno mostrato una tendenza alla crescita. L'acquacoltura asiatica produce circa il 90% del totale mondiale e solo quella Cinese rappresenta il 68,6%, con 27 milioni di tonnellate. La Cina produce infatti il 77% di tutte le specie di carpe (ciprinidi) e l'82% del fabbisogno globale delle ostriche.

La regione dell'Asia-Pacifico produce il 98% di carpe, 95% di ostriche e 88% di gamberi peneidi. Norvegia e Cile sono i due leader mondiali nell'allevamento del salmone con il 33% e il 31% rispettivamente della produzione mondiale

In Europa solamente 1,2 provengono dall'allevamento su una produzione ittica globale di 7,2 milioni di tonnellate annue. Si evince che il prodotto ittico europeo proviene per l'80% dal pescato, a fronte del 50% del prodotto ittico cinese (Tabella 2).

Per quanto riguarda i maggiori produttori a livello europeo spicca sicuramente il primo posto della Spagna con 1,08 migliaia di tonnellate, il secondo posto è assegnato al Regno Unito con 0,791 migliaia di tonnellate, a seguire la Francia con 0,749 migliaia di tonnellate e la Danimarca con 0,684 migliaia di tonnellate, che sino al 2000 era indiscutibilmente la principale produttrice a livello europeo.

Fra le specie ittiche quantitativamente di più frequente cattura in Europa prevale di gran lunga l'aringa, segue la papalina, il melù e lo sgombro.

In Italia il pescato è calato da 465 tonnellate del 1997 a 333 tonnellate dell'anno 2001, sia per effetto delle politiche restrittive europee, volte a contenere il

depauperamento degli stock naturali, sia per il calo di catture attribuibile allo stato di sovra-sfruttamento delle risorse. A fronte della riduzione del pescato, l'acquacoltura italiana, che conta circa 1000 impianti, ha proseguito il suo sviluppo, sia in termini quantitativi sia qualitativi; gli allevamenti di acqua dolce sono i più diffusi, a seguire quelli in acque salmastre e quindi in acque salate. La produzione interna totale non è tuttavia in grado di soddisfare le esigenze del mercato ed il tasso di approvvigionamento italiano si aggira intorno al 50% del fabbisogno (fonte MIPAF).

Tabella 1– Produzione ittica mondiale distinta per quantitativi provenienti da cattura e allevamento in mare ed in acque interne nel 2002 e 2006 (milioni di tonnellate)

IN ACQUE MARINE	2002	2006
Catture	84,5 (83,7%)	81,9 (80,3%)
Acquacoltura	16,4 (16,3%)	20,1 (19,7%)
<b>ACQUE MARINE TOTALE</b>	<b>100,9</b>	<b>102,0</b>
IN ACQUE INTERNE		
Catture	8,7 (26,6%)	10,0 (24,4%)
Acquacoltura	24,0 (73,4%)	31,0 (75,6%)
<b>ACQUE INTERNE TOTALE</b>	<b>32,7</b>	<b>41,0</b>
<b>TOTALE COMPLESSIVO</b>	<b>133,6</b>	<b>143,6</b>

Fonte FAO - 2006

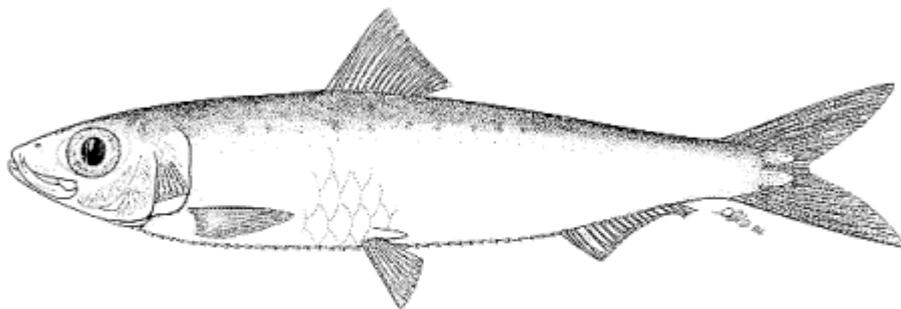
Tabella 2– Produzioni totali dell'UE per gruppi di specie (migliaia di tonnellate) e relative percentuali distinte in catture ed allevamento nel 2000 e 2007

Gruppi di specie	2000			2007		
	Catture	Allevamento	Totale	Catture	Allevamento	Totale
Pesci Marini	5.692 (98%)	106 (2%)	5.798	4.377 (96%)	156 (4%)	4.533
Molluschi	524 (40%)	774 (60%)	1.298	387 (36%)	684 (64%)	1.071
Crostacei	249 (99,9%)	0,19 (0,1%)	204,19	256 (99,9%)	0,19 (0,9%)	256,19
Pesci d'acqua dolce	110 (57%)	80 (43%)	190	112 (58%)	80 (42%)	192
Pesci d'acqua salmastra	38 (8%)	420 (92%)	458	28 (7%)	361 (93%)	389
Altri animali acquatici	6 (100%)	0	6	3 (50%)	3 (50%)	6
<b>Totale</b>	<b>6.616 (83%)</b>	<b>1.380 (17%)</b>	<b>7.954,1</b>	<b>5.163 (80%)</b>	<b>1.284 (20%)</b>	<b>6.447</b>

FAO – Fisheries and Aquaculture Information and Statistics Service 2009

## **PRIMO CONTRIBUTO SPERIMENTALE**

**MONITORAGGIO DELL'ATTIVITÀ DI PESCA A CIRCUIZIONE  
NEL MARE DELLA SARDEGNA NORD OCCIDENTALE**



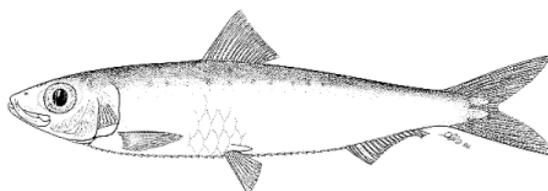
FAO

## INTRODUZIONE

Sardina e acciuga sono i clupeiformi più comuni e frequenti nel Mediterraneo. Questi costituiscono la frazione più alta del pescato nazionale, circa un milione di quintali l'anno, il 30% della cattura complessiva dei pesci ed il 20% del pescato complessivo (IREPA, 1995). Benché la sardina costituisca la quota più cospicua della pesca dei piccoli pelagici nel Mediterraneo, l'acciuga viene commercializzata a prezzi più elevati e rappresenta una delle più importanti risorse nell'ambito dell'industria della pesca. La pressione della pesca è quindi assai più elevata per quanto attiene all'acciuga, in tutte le aree marine dove vive stagionalmente. Le specie dei piccoli pelagici costituiscono, inoltre, la preda più ambita per numerose risorse ittiche, come ad esempio il tonno ed altri tinnidi, lo sgombro, ecc., pertanto il crollo, o comunque un notevole calo di questi stock, influirebbe in modo massiccio sulle altre specie e sull'industria della pesca ad essi connessa.

Le condizioni ambientali del mare svolgono un'azione diretta sulle specie dei piccoli pelagici. I processi fisico-chimici e oceanografici influiscono pesantemente sulla deposizione delle uova, sul loro reclutamento e post-reclutamento, determinando il successo di ciascuna classe di età. Data la breve vita di queste specie, le fluttuazioni quantitative annuali sono elevate e maggiormente evidenti rispetto a quanto accade per altre specie ittiche (Alvares F., 2003).

### Caratteristiche della sardina (*Sardina pilchardus*, Walbaum 1792)



*S. pilchardus* appartiene alla famiglia Clupeidae che, nei mari italiani, comprende altre tre specie ittiche pelagiche di piccole dimensioni appartenenti ad altrettanti generi: lo spratto o papalina (*Sprattus sprattus*), l'alaccia (*Sardinella aurita*) e l'alosa o cheppia (*Alosa fallax*). La sardina possiede corpo allungato, affusolato e moderatamente compresso lateralmente, con una sezione, che risulta pertanto ovaloide. Il profilo ventrale presenta una serie di scudetti ossei di piccole dimensioni, che tuttavia non formano una vera carena ventrale (FISCHER et al. 1987). Il capo è provvisto di occhi grandi, forniti di membrana adiposa, e di opercolo caratterizzato da un'inconfondibile striatura a forma di ventaglio. Il muso è acuto e le mascelle, che terminano sotto l'occhio, sono sub eguali, con quella inferiore che sopravanza leggermente quella superiore. La bocca della sardina presenta denti piccoli. La pinna dorsale, unica e molto breve, è collocata in posizione avanzata; nelle larve questa è spostata più indietro ma con lo sviluppo migra nella sua posizione definitiva (a 35-40 mm). La pinna anale, in cui gli ultimi due raggi sono più lunghi degli altri è, invece, spostata molto posteriormente rispetto alla dorsale. Le ventrali, che come le altre sono di piccole dimensioni, si originano in corrispondenza della metà della pinna dorsale. La pinna caudale, bilobata e simmetrica, rende questa specie un abile nuotatore. La colorazione è quella tipica dei pesci pelagici, dorso azzurro-verdastro, fianchi dorati e ventre bianco-argenteo. Il corpo è ricoperto di scaglie caduche, che assumono particolare grandezza lungo la linea laterale. La sardina è una specie

diffusa in tutto il Mediterraneo, anche se meno abbondante nel versante orientale. In Italia l'area di maggior abbondanza è rappresentata dall'Adriatico, da dove proviene circa il 75% delle catture nazionali. La specie è presente anche nell'est dell'Atlantico dalla parte meridionale del Mare del Nord fino al Senegal e alle Canarie (LUCCHETTI A., 2006). La lunghezza massima riportata per la specie è di 25 cm (FISCHER et al., 1987; FROESE e PAULY, 2006), sebbene sia comunemente intorno ai 15 cm. La sardina, nel periodo autunno-inverno, frequenta fondali a maggiore profondità (fino a 180 m), mentre nel resto dell'anno è più comune sottocosta; di giorno si mantiene in genere in acque più profonde (100-150 m) spostandosi verso la superficie di notte (30-80 m). Questa specie può compiere migrazioni di una certa entità influenzate essenzialmente dalla temperatura e può adattarsi anche a condizioni sfavorevoli tollerando salinità comprese tra 27 e 38‰ e temperature tra 10 e 20°C. *S. pilchardus* ha sessi separati e la maturità viene raggiunta a circa un anno di vita, o comunque entro il secondo anno. Ogni femmina emette 50-60.000 uova (LUCCHETTI A., 2006). La deposizione delle uova è fortemente condizionata dalle variazioni di temperatura, si riproduce infatti sottocosta tra novembre e febbraio con un picco invernale nelle aree caratterizzate da isoterme comprese tra 10 e 20 °C. In altri mari, meno temperati, la deposizione delle uova avviene solamente nei mesi primaverili ed estivi. Le uova, che possiedono un diametro 1,2-1,7 mm, si schiudono tra i 2 ed i 5 giorni, lasciando fuoriuscire larve di 3-4 mm. Queste, nella prima fase della vita, si nutrono principalmente di fitoplancton, e, raggiunte le dimensioni di 24-25 mm tendono ad allontanarsi dalla zona in cui è avvenuta la deposizione per avvicinarsi alla costa. La metamorfosi, dalla fase larvale a quella adulta, con l'acquisizione della morfologia e della colorazione definitiva, inizia quando gli esemplari hanno raggiunto una lunghezza di circa 3,5 cm e termina alla lunghezza di circa 4,1 cm. Gli esemplari giovani, a 7-10 cm, all'inizio dell'autunno si allontanano verso il largo, ove permangono tutto l'inverno. Raggiunte, il secondo anno, le dimensioni di 15 cm di lunghezza, si riproducono per la

prima volta e successivamente ogni anno con modalità partial spawning ed un numero di circa 15 deposizioni/anno (SINOVIC, 1991). La longevità massima delle sardine è stimata in 6-7 anni, età in cui raggiungono una lunghezza massima di oltre 20 cm; la mortalità per le classi adulte è stimata pari al 60-80% (MARANO, 2000). La sardina si alimenta essenzialmente nelle ore notturne. A differenza di altri clupeidi, che si nutrono filtrando acqua e trattenendo indiscriminatamente il nutrimento con le branchie, la sardina sembra cacciare le sue prede individualmente (GRAMITTO, 2001). L'alimentazione durante la fase adulta è costituita da larve di Crostacei, Copepodi e Decapodi: è nota la catena trofica *Coscinodiscus-Calanus-Sardina* (PEREZ, 1976). Il tempo minimo di raddoppiamento della popolazione è di 1,4-4,4 anni.

### **Tecniche di pesca della sardina**

Le sardine vengono catturate, nel Mediterraneo occidentale e nel Mar Adriatico, con il sistema della volante a coppia: si tratta di due pescherecci che lavorano appaiati trainando una grossa rete da traino pelagica a sacco in grado di catturare diverse specie, a seconda della stagione e della zona di profondità in cui avviene la pesca. In numerose aree marine del Mediterraneo, la Sardegna rientra tra queste, i piccoli pelagici vengono pescati con il tradizionale metodo delle reti da circuizione (cianciolo). Queste catturano il pesce durante la notte quando i banchi sono distribuiti in prossimità della superficie e, a tale scopo, si avvalgono, per attrarli e concentrarli, di una fonte luminosa, la *lampara*, posta su una piccola barca al centro di quello che sarà il tragitto circolare compiuto dal peschereccio. La cattura con le reti a circuizione permette di ottenere un prodotto di qualità molto elevata, infatti, in tutte le diverse fasi, il pescato non è soggetto ad alcun tipo di stress meccanico e non viene in alcun modo manipolato (LUCCHETTI, 2006).

### **Caratteristiche della flotta sarda**

Negli ultimi anni la consistenza numerica e le caratteristiche principali del settore peschereccio sardo sono rimaste praticamente invariate. La struttura produttiva è

connotata da una forte artigianalità, con una marcata prevalenza dei battelli esercitanti la piccola pesca, che costituiscono i tre quarti della realtà produttiva regionale.

Dall'archivio licenze di pesca risulta che nel 2002 la struttura produttiva della Sardegna era composta da 1.454 battelli, con stazza complessiva pari a 12.620 tonnellate e la cui potenza motore è di 96.942 kW.

La ripartizione per singoli sistemi di pesca evidenzia che il 76,9% pari a 1.118 battelli è da attribuirsi alla piccola pesca, il 15,5% (225 battelli) costituisce il sistema polivalente, la flotta a strascico è costituita da 107 battelli (7,4% del totale), il rimanente 0,3% è costituito dalla circuizione, che consta di 4 battelli.

L'analisi della seconda componente dello sforzo di pesca, rappresentata dai giorni di lavoro a mare, permette di rilevare che il dato medio della flotta sarda è decisamente inferiore al corrispondente valore nazionale. La bassa attività delle imbarcazioni isolane è ormai diventata un tratto peculiare della realtà produttiva locale. Tale parametro è infatti influenzato in maniera particolare dalle condizioni meteo marine dell'isola, caratterizzate dalla presenza di forti venti che, in alcuni periodi, impediscono lo svolgimento delle normali attività di pesca.

Un altro elemento rilevante della struttura produttiva sarda è il livello di obsolescenza delle unità operative. L'età media delle imbarcazioni regionali è pari a 29 anni; simili caratteristiche rendono necessari continui e costosi interventi di manutenzione denotando, nel contempo, un livello di innovazione tecnologica affatto soddisfacente. Inoltre, non si può ignorare che questo aspetto comporta dei limiti nel contenimento dei costi di gestione e nel miglioramento della performance produttiva del comparto peschereccio regionale (IREPA, 2003).

Per quanto riguarda la pesca a circuizione in Sardegna, gli unici dati esistenti in bibliografia sono rappresentati da un progetto di ricerca di Porto Conte Ricerche del 2003/2004 con i risultati pubblicati nel 2005, che prevedeva il monitoraggio dell'attività

di pesca di un “cianciolo” nei mari circostanti la Sardegna e da una ricerca condotta dalla Sezione di Produzioni Animali dell’Università degli Studi di Sassari, che ha verificato a tre anni di distanza lo stato della popolazione della specie bersaglio (*S. pilchardus*) nel mare nord-occidentale della Sardegna.

### **Consumo**

La sardina viene commercializzata fresca o conservata (sotto sale, olio, ecc.). Attualmente gran parte del prodotto pescato viene ritirato dalle industrie conserviere, per essere confezionato sott’olio o surgelato. La specie non viene ugualmente apprezzata nelle diverse regioni italiane; quelle che per tradizione hanno una spiccata predilezione per questa specie sono Veneto, Sicilia e Liguria. La sardina, per la sua abbondanza in mare e le sue proprietà organolettiche è una risorsa, che dovrebbe essere valorizzata maggiormente. Sebbene, non venga univocamente apprezzata nelle diverse regioni, secondo fonti ISMEA, la sardina rientra ancora fra le prime dieci specie di pesce fresco acquistate in Italia. Un’elevata importanza commerciale assumono in alcuni periodi dell’anno le forme giovanili della sardina, il cosiddetto bianchetto, presente in prossimità delle acque costiere esclusivamente nel periodo primaverile, che viene catturato solo in questi mesi (LUCCHETTI, 2006).

Composizione e composizione acidica: La composizione in acidi grassi varia tra le specie ed è influenzata dalla dieta e da fattori ambientali, quali la salinità, la temperatura, la stagione ecc. (CASTELL, 1979; ACKMAN, 1995). Le specie ittiche carnivore, poiché predano altri pesci, presentano il contenuto più elevato di PUFA (acidi grassi poli insaturi)  $\omega$ -3 nei loro tessuti (HENDERSON e TOCHER, 1987; ACKMAN, 1995). Riguardo alla salinità e alla temperatura è noto che nelle specie d’acqua dolce gli enzimi elongasi e denaturasi, che allungano e denaturano le catene carboniose, hanno una maggiore attività rispetto a quelli d’acqua di mare, che, proprio per questo, necessitano di un apporto esogeno di PUFA  $\omega$ -3 nella loro dieta. Le specie d’acqua fredda possiedono

livelli più elevati di PUFA  $\omega$ -3 rispetto alle specie temperate, probabilmente perché un maggiore grado d'insaturazione aiuta a mantenere la flessibilità delle membrane (CASTELL, 1979; HENDERSON e TOCHER, 1987). La complessità delle interazioni tra fattori intrinseci (specie e ciclo biologico) ed estrinseci (ambiente, dieta, regolarità di alimentazione) complica la definizione dei parametri, che possono concorrere al miglioramento della qualità. In ogni caso l'aspetto qualitativo va valutato riferendosi alla presenza di alcune categorie ben precise di acidi grassi presenti nel profilo lipidico tissutale (ORBAN *et al.*, 1998; POLI, 1999). Come precedentemente detto, alcune classi di acidi grassi ricoprono ruolo benefico nell'alimentazione umana, altri sono noti come potenziali fattori di rischio. Gli acidi grassi saturi a lunga catena sono responsabili dell'attività aggregante delle piastrine, gli  $\omega$ -6 determinano la riduzione dei lipidi serici, gli HUFA (acidi grassi altamente insaturi) della serie  $\omega$ -3 hanno effetto antitrombogenetico, ossia di riduzione dell'attività piastrinica. Inoltre gli HUFA della serie  $\omega$ -3 esercitano un ruolo lenitivo nei confronti delle malattie infiammatorie, poiché essi rientrano nel processo di sintesi di prostaglandine, trombossani e leucotrieni (ULBRICHT e SOUTHGATE, 1991).

La quota edibile della sardina si attesta intorno al 75% del totale, è ricca di PUFA  $\omega$ -3, che sembrano avere diverse proprietà positive poiché riducono il livello di trigliceridi nel sangue e prevengono patologie cardiovascolari. Secondo la banca dati INRAN (Tabella 1), le carni della sardina hanno un discreto contenuto di proteine (20,3%), un'elevata concentrazione di grassi (15,4%), di cui PUFA  $\omega$ -3 (21,1 g/100 g di lipidi) e colesterolo (0,065%). Fra i minerali degni di nota sono il magnesio (70 mg / 100 g), lo zinco (3,90 mg / 100 g), il rame (1,60 mg / 100 g), il selenio (58,0  $\mu$ g / 100 g) (LUCCHETTI A., 2006).

### **Scopo del Lavoro**

Il presente contributo è finalizzato a valutare lo stato della popolazione della specie bersaglio (*S. pilchardus*) nella campagna di pesca 2010, nel mare nord-occidentale della Sardegna, confrontandolo con i risultati pubblicati nel 2005 (campagna di pesca 2003) e nel 2008 (campagna di pesca 2007), oltre a valutare le variazioni stagionali di alcune caratteristiche chimico-nutrizionali dei campioni pescati nel mar di Sardegna.

## MATERIALI E METODI

Il lavoro ha previsto il monitoraggio dell'attività di pesca di un ciancio (pesca a circuizione), operante nelle acque circostanti la Sardegna per l'intera durata di una stagione di pesca (circa 5 mesi). La ricerca è stata condotta in collaborazione con il motopeschereccio "Luigi", matricola 5 CA 177. L'imbarcazione è lunga 19 mt fuori tutto (F.T.) per 17 tonnellate di stazza lorda e di potenza motore di 440 Hp per un corrispettivo di 323,5 kW, è stata immatricolata nel 2000 e conta di 12 persone di equipaggio compreso il comandante.

La rete impiegata nella pesca delle sardine è lunga 370 metri, di cui gli ultimi 50 costituiscono il *pezzale o morte*; l'altezza massima al centro è di 125 metri (8000 maglie), ed al pezzale di 80 metri (5500 maglie). Sono stati previsti, compatibilmente con le condizioni meteomarine, tre campionamenti mensili, durante i quali si è sempre proceduto a rilevare i parametri meteo (stato del mare, copertura del cielo, direzione e forza del vento, fasi lunari), i parametri idrologici (temperatura dell'acqua, ossigeno disciolto e salinità) ed i dati relativi alla cala, coordinate GPS e profondità. Durante circa 5 mesi di campagna di pesca sono state effettuate 21 uscite a mare con 14 pescate. Tramite sopralluoghi al porto al momento dello sbarco si sono inoltre registrati i dati del pescato di tutta la stagione di pesca, oltre a quelli relativi al numero di uscite e di cale effettuate.

Con i campionamenti sono stati rilevati i dati relativi alla composizione del pescato in termini di incidenza assoluta (kg) e percentuale delle specie componenti la pescata. Un campione rappresentativo della pescata è stato trasportato in laboratorio e su questo si è proceduto ai rilievi dei dati biometrici (T.L., lunghezza totale in cm e peso in grammi), ed alla classificazione e biometria delle catture accessorie.

Il 50% dei campioni della specie *S. pilchardus*, dopo gli esami biometrici, è stato conservato intero, il 50% decapitato eviscerato. Dopo le analisi morfometriche i campioni sono stati congelati a -30°C, fino al momento delle analisi, quindi macinati e liofilizzati; sui campioni si sono determinati i parametri chimici secondo le metodiche ufficiali AOAC: umidità % (in stufa 105°C 24 h), ceneri (in mufola 550°C 5 h), proteine grezze (PG; metodo Kjeldahl) e lipidi grezzi (EE; metodo Soxhlet).

### **Lo sforzo di pesca**

Si definisce sforzo di pesca la somma di tutte le attrezzature utilizzate per catturare pesce all'interno di un'area definita per un determinato periodo di tempo. La somma di tutte le attrezzature comprende:

- a. Dimensioni, stazza, potenza motore ed attrezzatura elettronica per l'individuazione e la cattura del pesce.
- b. Il tipo e le specifiche attrezzature da pesca (reti, dimensioni, ecc.).
- c. Tipi di pesca praticati dall'imbarcazione.

Lo sforzo di pesca si quantifica attraverso due grandezze di capacità (l'imbarcazione e l'attrezzatura) ed una misura di attività (tempo); queste tre grandezze possono influire sul risultato finale.

Se da una parte la premessa in base alla quale lo sforzo di pesca rappresentato dal prodotto del tempo per la potenza di pesca è universalmente accettata, definire con precisione cosa costituisca queste componenti è spesso contraddittorio.

Monitorando e controllando il tasso di mortalità attraverso lo sforzo di pesca è necessario evidenziare due concetti base: la grandezza del peschereccio (è risaputo che le imbarcazioni più grandi catturano più pesce) ed il suo utilizzo (più tempo si passa a pescare, più pesce si cattura) (Corsini, 2001).

Quando si considerano i parametri del peschereccio, è importante differenziare tra quelli propri dell'attività di pesca (utilizzo) e quelli propri della capacità di pesca. Entrambi i gruppi contribuiscono a determinare la capacità di pesca del peschereccio.

Tra i parametri appartenenti alla capacità di pesca vi sono:

1. Attrezzature di rilevamento.
2. Attrezzature ponte (argani, verricelli, ecc.).
3. Capacità di trasporto dell'attrezzatura (più tipi di rete, ecc.).
4. Capacità di movimentazione dell'attrezzatura.
5. Capacità del comandante e dell'equipaggio.

Il rapporto tra lo sforzo di pesca ed il tasso di mortalità è solitamente espresso da un'equazione semplice, che non è mai stata verificata in dettaglio, né quantificata. Quindi la definizione in sé dello sforzo di pesca potrebbe non essere così semplice. Infatti lo sforzo è la misura dell'attività del peschereccio che può essere suddivisa in due parti: capacità del peschereccio ed attività (utilizzo). Pertanto la relazione che esprime lo sforzo di pesca si può impostare come:

$$S = \text{Capacità del peschereccio} * \text{Giorni di pesca.}$$

I parametri maggiormente utilizzati per quantificare la capacità del peschereccio sono dimensioni, stazza e potenza motore, nel nostro caso lo sforzo di pesca (S) è stato calcolato come (IREPA, 2003):

$$S = [\text{Tonnellate di stazza lorda (TSL)} * \text{Giorni di pesca (gg)}] / 1000$$

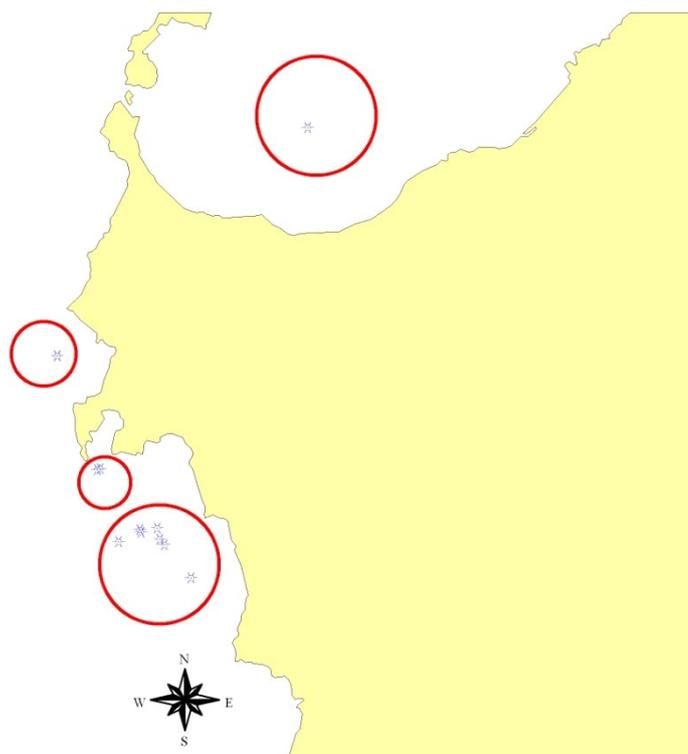
Le catture per unità di sforzo (CPUS) sono quindi uguali a (IREPA, 2003):

$$\text{CPUS} = (\text{catture totali in tonnellate} / \text{gg}) / \text{TSL.}$$

Un'ulteriore elaborazione dei dati registrati ha consentito di determinare le catture per uscita e le catture per cala.

## RISULTATI E DISCUSSIONE

Durante la ricerca sono stati effettuati 14 campionamenti con un totale di 1968 esemplari considerati appartenenti a 5 specie, di cui 1542 appartenenti a quella bersaglio, *Sardina pilchardus*, i restanti 426 a: *Sardinella aurita*, *Boops boops*, *Scomber japonicus* e *Engraulis encrasicolus*, che costituiscono le catture accessorie.



Area di pesca delle sardine

La composizione del pescato della campagna di pesca, in termini assoluti e percentuali è riportata nelle tabelle 2, 3 e 4.

Durante la campagna di pesca 2010 sono state effettuate dal M/P Luigi 80 uscite (64 cale) numero decisamente inferiore rispetto sia al 2007 (101 uscite, 69 cale) sia al 2003 (95 uscite, 68 cale) a causa delle avverse condizioni meteomarine, con una contrazione del pescato medio sia per uscita che per cala rispetto al 2007, ma non rispetto al 2003. Lo sforzo di pesca è stato pari a 1,36 nettamente inferiore a quello registrato sia nel 2007 ( $S = 1,717$ ) che nel 2003 ( $S = 1,615$ ) con un CPUS di 173,53 kg/tsl (150,5 e 202,1 kg/tsl nel

2003 e nel 2007), che ripartito tra le specie bersaglio indica un CPUS pari a 158,43 kg/tsl per la sardina (191 kg/tsl nel 2007 e 129,5 kg/tsl nel 2003).

Gli esemplari biometrizzati appartenenti alla specie bersaglio sono stati riuniti in classi di età (anni) in base alla lunghezza misurata (Cingolani, 2000; Della Croce, 1982; Giovanardi, 1990; Motos, 1990; Piccinetti, 1970; Sinovic, 1988-1991; Tinti, 2002; Tserpes, 1991) per verificare lo stato della popolazione confrontando il risultato con i dati presenti in letteratura per le acque sarde (Cappuccinelli et al, 2005, uniss 2008). I risultati sono riportati nei grafici 1 (composizione del pescato per classi di età stagione 2003) e 2 (composizione del pescato per classi di età stagioni 2007 e 2010). L'analisi della composizione chimica centesimale, effettuata su campioni collezionati nell'arco di 4 mesi (inizio aprile, fine maggio e fine luglio) mostra un aumento costante della frazione lipidica all'avanzare della stagione calda, che passa da  $7,84\% \pm 0,94$  a  $9,25\% \pm 0,97$  ed un calo delle proteine che passano da  $21,18\% \pm 0,56$  di inizio aprile a  $17,63\% \pm 0,59$  di fine luglio.

La taglia maggiormente rappresentata è passata da 3 anni nel 2003 (le sardine appartenenti a questa classe di età erano 363 nella distribuzione assoluta, valore pari al 32,7%) a 4 anni nel 2007 (i pesci catturati che rientrano in questa classe sono 399 nella distribuzione assoluta, e rappresentano il 43,6% del totale) così come nel 2010 (666 esemplari pari al 43,19%). Questo dato è di notevole interesse in quanto, nell'arco di sette anni, la taglia dei pesci catturati non mostra alcuna tendenza alla diminuzione. Si può quindi concludere che, per quanto riguarda la popolazione di sardine oggetto del nostro studio, non ci troviamo di fronte ad evidenti fenomeni di sofferenza.

Il quantitativo di pescato catturato è aumentato in termini assoluti nel 2007, essendo passato da 209 t a 328 t, per poi diminuire nel 2010 fino a 236 t soprattutto a causa delle avverse condizioni meteo, che non hanno consentito lo svolgimento di una regolare stagione di pesca.

L'incidenza delle catture accessorie è rimasta invariata, rappresentando meno del 10% del pescato complessivo. Questa quota rimane dunque una componente trascurabile dal punto di vista quantitativo, confermando il fatto che la pesca a circuizione rappresenta una tecnica di pesca altamente selettiva con un impatto ambientale positivo. Dal punto di vista economico, oltretutto, queste catture accessorie costituiscono comunque una fonte di reddito. Infatti, vengono commercializzate, anche se, in genere, a prezzi inferiori rispetto alle sardine.

## CONCLUSIONI

L'obiettivo generale del lavoro è stato quello di valutare l'impatto di questo sistema di pesca sulla specie bersaglio e l'incidenza delle catture accessorie.

In Sardegna nel 2010 hanno operato 6 imbarcazioni, che pescano a circuizione, di cui 3 inferiori alle 20 tsl (M/P Luigi, M/P Capobianco, M/P Santina), 1 inferiore a 60 tsl (M/P Falco) e 2 superiori a 60 tsl (M/P Condor ed M/P Padre Pio). Dall'indagine condotta dall'IREPA risultano solo 4 imbarcazioni in quanto M/P Luigi e M/P Santina sono state considerate come polivalenti, e M/P Padre Pio non appartiene alla marineria sarda. Le due imbarcazioni più grandi si dedicano in maniera esclusiva alla pesca della ricciola. Le rimanenti 4 imbarcazioni pescano per almeno 5 mesi principalmente sardine ed acciughe con una notevole pressione di pesca sugli stock presenti nelle nostre acque. Gli stock di piccoli pesci pelagici sono notoriamente variabili in termini di abbondanza ed inclini a soccombere sotto la pressione di pesca, anche se dai dati disponibili non possiamo affermare che vi sia ad oggi una reale situazione di rischio per gli stock delle nostre acque. Sarebbe, pertanto, estremamente utile condurre una stima sulla biomassa allo scopo di ottenere un quadro ben preciso del loro stato.

Confrontando i dati della presente tesi con quelli pubblicati in letteratura si può notare che non si è osservata una riduzione della taglia media delle sardine catturate, che è il primo sintomo di uno stato di sofferenza degli stock sottoposti ad una eccessiva pressione di pesca.

Quantunque nel Mediterraneo l'industria specializzata nella produzione di farine o di olio a base di piccole specie pelagiche occupi un ruolo marginale, sarebbe bene evitare l'utilizzo di queste specie per scopi diversi dall'alimentazione umana. Il loro contenuto di acidi grassi polinsaturi li rende un alimento prezioso per le popolazioni del bacino del Mediterraneo.

Per ottenere da un lato una rapida ed adeguata valorizzazione del prodotto e dall'altro una necessaria riduzione della pressione di pesca è auspicabile una regolamentazione della pesca a circuizione nelle acque circostanti la Sardegna.

Infine in una prospettiva mirante alla conservazione ed allo sfruttamento sostenibile degli stock di sardina in Sardegna, sarebbe importante impostare un programma coordinato di monitoraggio della struttura di popolazione delle risorse, basato su diversi approcci che, in tempi relativamente brevi, possa dare indicazioni sulla dinamica evolutiva degli stock sottoposti all'azione modificatrice di fattori antropogeni e ambientali (pesca ed inquinamento).

Tabella 1- Composizione chimica e valore energetico per 100 gr di sardina

Composizione chimica e valore energetico degli alimenti per 100g di parte edibile		
	% Parte Edibile	75
	Acqua (g)	60,7
	Proteine (g)	20,3
	Lipidi (g)	15,4
<b>Vitamine</b>	Tiamina (mg)	
	Vitamina C (mg)	tr

Fonte Ismea 2002

Tabella 2- Composizione del pescato delle diverse annate di pesca in termini assoluti e percentuali

SPECIE	2003		2007		2010	
	Kg	%	Kg	%	Kg	%
<i>Sardina pilchardus</i>	209250	86,10	327960	94,52%	215460	91,30%
<i>Sardinella aurita</i>	15525	6,39	8030	2,31%	15040	6,37%
<i>Boops boops</i>	4900	2,02	9690	2,79%	550	0,23%
<i>Tracurus spp.</i>	4100	1,69	20	0,01%	0	0,00%
<i>Scomber japonicus</i>	3310	1,36	380	0,11%	1580	0,67%
<i>Loligo vulgaris</i>			40	0,01%	100	0,04%
<i>Sarda sarda</i>					170	0,07%
<i>Engraulis encrasicolus</i>	4590	1,89			3100	1,31%
<i>Sarpa salpa</i>			700	0,20%		
<i>Thunnus thynnus</i>			110	0,03%		
<i>Zeus faber</i>			50	0,01%		
<i>Auxis thazard</i>	1000	0,41				
<i>Sphiraena spp</i>	200	0,08				
<i>Oblada melanura</i>	150	0,06				
<b>TOTALE</b>	<b>243025</b>	<b>100%</b>	<b>346980</b>	<b>100%</b>	<b>236000</b>	<b>100%</b>

Tabella 3- Pescato medio per uscita 2010

Pescato medio per uscita 2010			
Specie	Casse n°	Kg	%
<i>Sardina pilchardus</i>	269,33	2693,25	91,30%
<i>Sardinella aurita</i>	18,80	188,00	6,37%
<i>Boops boops</i>	0,69	6,88	0,23%
<i>Tracurus spp.</i>	0,00	0,00	0,00%
<i>Scomber japonicus</i>	1,98	19,75	0,67%
<i>Loligo vulgaris</i>	0,13	1,25	0,04%
<i>Sarda sarda</i>	0,21	2,13	0,07%
<i>Engraulis encrasicolus</i>	3,88	38,75	1,31%
<b>Totale pescata</b>	295,00	2950,00	100,00%

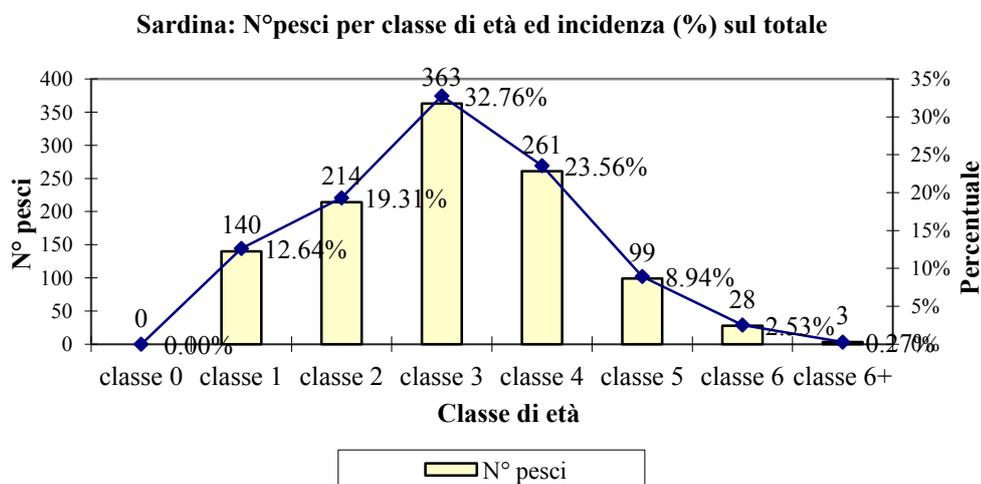
Tabella 4- Pescato medio per cala 2010

pescato medio per cala 2010			
Specie	Casse n°	Kg	%
<i>Sardina pilchardus</i>	336,66	3366,56	91,30%
<i>Sardinella aurita</i>	23,50	235,00	6,37%
<i>Boops boops</i>	0,86	8,59	0,23%
<i>Tracurus spp.</i>	0,00	0,00	0,00%
<i>Scomber japonicus</i>	2,47	24,69	0,67%
<i>Loligo vulgaris</i>	0,16	1,56	0,04%
<i>Sarda sarda</i>	0,27	2,66	0,07%
<i>Engraulis encrasicolus</i>	4,84	48,44	1,31%
<b>Totale pescata</b>	368,75	3687,50	100,00%

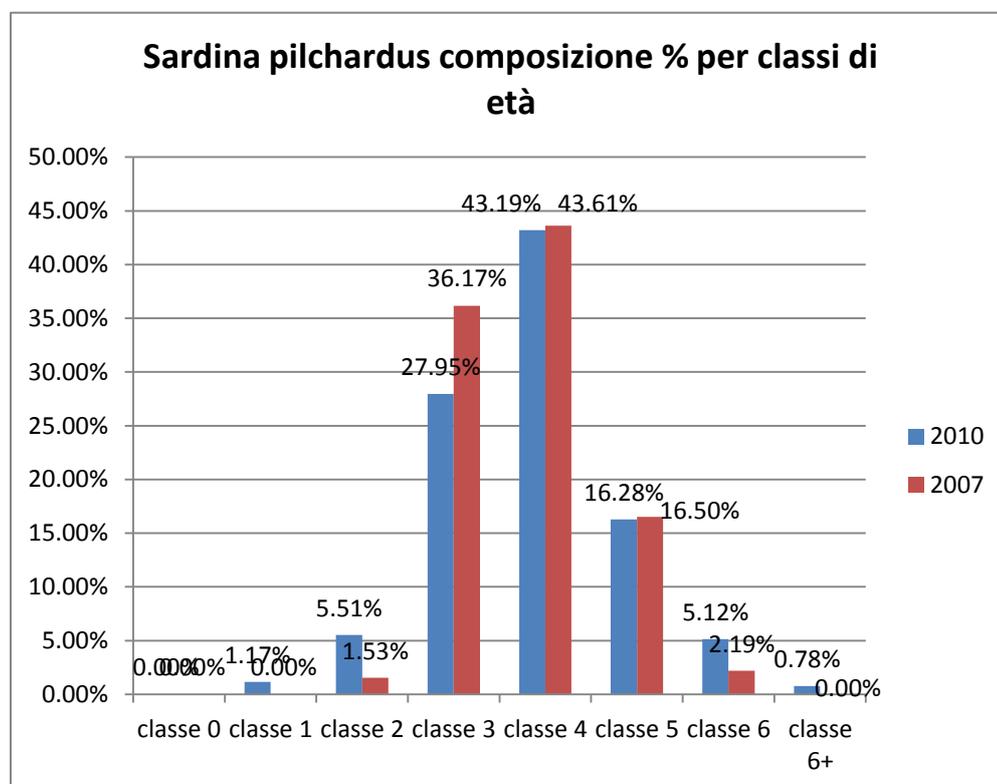
Tabella 5- Analisi chimiche % *Sardina pilchardus* nel periodo primavera/estate

Mese	Umidità	Secco	Ceneri	EE	PG
<b>aprile</b>	67,1±1,42	32,9±1,42	3,27±0,42	7,84±0,94	21,18±0,56
<b>maggio</b>	66,7±1,65	33,3±1,65	3,24±0,56	8,26±1,12	21,15±0,48
<b>luglio</b>	68,7±1,36	31,3±1,36	3,19±0,14	9,25±0,97	17,63±0,59

**Grafico 1- Composizione. del pescato (*Sardina pilchardus*) per classi di età stagione 2003**

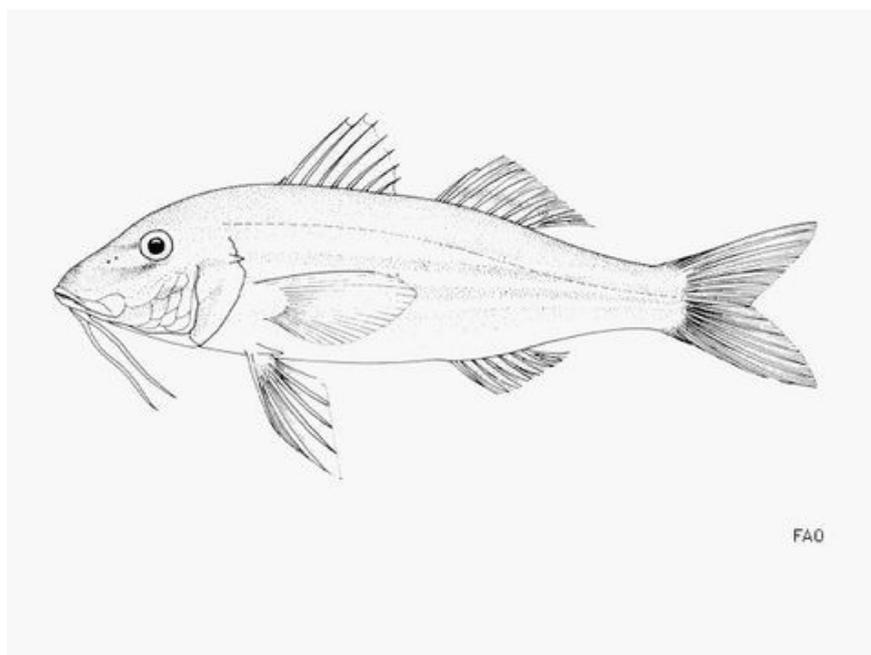


**Grafico 2- Composizione. del pescato (*Sardina pilchardus*) per classi di età stagioni 2007, 2010**



## **SECONDO CONTRIBUTO SPERIMENTALE**

**MORFOMETRIA E CARATTERISTICHE CHIMICO-NUTRITIVE  
DI TRIGLIA ATLANTICA (*PSEUDUPENEUS PRAYENSIS*,  
CUVIER, 1829) E DI DUE SPECIE MEDITERRANEE (*MULLUS  
SURMULETUS* E *MULLUS BARBATUS BARBATUS*)**



## INTRODUZIONE

Il pesce, e più in generale i prodotti ittici, forniscono proteine di elevato valore biologico, bilanciate nella composizione in aminoacidi essenziali, ricche di metionina e lisina. Ciò rende i prodotti ittici importanti per l'alimentazione della popolazione sia dei Paesi industrializzati, sia di quelli più poveri, la cui dieta è spesso basata sul consumo di tuberi o cereali, nei quali tali aminoacidi sono carenti. I prodotti ittici sono anche caratterizzati da una composizione dei grassi particolare, che li differenzia dai Vertebrati omeotermi, in quanto sono ricchi di acidi grassi polinsaturi, in buona parte a catena lunga (20, 22 atomi di carbonio) e fra questi di notevole rilevanza sono quelli della serie  $\omega 3$ , in particolare l'acido eicosapentaenoico (EPA) e l'acido docosaesaenoico (DHA). Come per gli acidi grassi  $\omega 6$  (o n-6), è stata dimostrata l'essenzialità degli acidi grassi  $\omega 3$  (o n-3). Nell'uomo gli n-6 predominano nelle membrane di muscoli, fegato, rene, adipociti. Studi recenti (NACA/FAO 2000) hanno dimostrato che una dieta mancante di n-3 provoca visione ridotta, anomalie nell'elettroretinogramma, profonde modificazioni biochimiche nella composizione in acidi grassi delle membrane di cervello, retina ed altri organi. Il DHA costituisce il 25-33% degli acidi grassi dei fosfolipidi cerebrali e il 40-50 % nella retina. È stato dimostrato come sia fondamentale con l'allattamento il trasferimento del DHA dalla madre al neonato. L'uomo può ricavare tali acidi grassi dal loro precursore, l'acido linolenico (18:3 n-3). Tale capacità può risultare deficitaria in talune situazioni patologiche (diabete, squilibri ormonali), nel digiuno, nell'invecchiamento, quando l'attività delle desaturasi diminuisce di efficienza e quindi si riduce la possibilità di operare tale trasformazione. Dall'EPA vengono prodotte prostaglandine caratterizzate da un'azione antiaggregante piastrinica, quindi antitrombotica e vasodilatatrice. L'assunzione abituale di pesce è in grado di determinare un abbassamento del livello dei trigliceridi e del colesterolo diminuendo quindi i fattori di rischio coronarico. Tali acidi grassi, uniti ad un'alimentazione equilibrata, possono quindi contribuire alla prevenzione

delle malattie cardiovascolari. Per tutti questi motivi, l'American Dietetic Association include i prodotti ittici tra i *functional foods* e la quantità di acidi grassi n-3 da inserire nella dieta giornaliera (1 g/giorno) viene inclusa, da Società di Nutrizione Nazionali ed Internazionali, tra i livelli di assunzione raccomandati di nutrienti.

Le sostanze minerali sono presenti nei diversi tipi di pesce in quantità superiore a quella degli animali terrestri. Tra esse meritano di essere menzionate il selenio, lo iodio (nei pesci di mare), il fosforo, lo zinco. Nei pesci grassi si può segnalare una discreta presenza di vitamine A ed E nel tessuto muscolare mentre nei pesci magri la vitamina A è abbondante nel fegato, dove è presente anche la vitamina D. Molluschi e crostacei hanno una composizione simile al pesce magro, i loro grassi sono ricchi di polinsaturi, in particolare n-3. I molluschi bivalvi sono anche ricchi di ferro, magnesio e zinco.

In Europa ed in particolare in Italia il consumo dei prodotti ittici è andato aumentando negli ultimi anni fino ad arrivare a 23 kg annui pro capite. A fronte di questa domanda indirizzata verso specie medio-pregiate, le produzioni da acquacoltura hanno fornito un contributo fondamentale, rendendo possibile la presenza costante sui nostri mercati, nella pezzatura desiderata, di trote, spigole, orate ed anguille ma anche di nuove specie da acquacoltura come saraghi, dentici e pagelli, in passato presenti solo stagionalmente, in quanto legati esclusivamente ad attività di pesca. Inoltre, si ricorre sempre di più all'importazione, dai Paesi Comunitari e Terzi (Grecia, Tunisia, Turchia, Malta), molto spesso con problemi di competizione con le produzioni nazionali. Anche la molluschicoltura, ha assunto una grande importanza dal punto di vista alimentare con l'allevamento dei mitili (*Mytilus galloprovincialis*) e delle vongole veraci (*Tapes philippinarum*) alle quali si affiancano, seppure in quantità ridotte, ostriche appartenenti alla specie *Crassostrea gigas*. Tali specie sono presenti tutto l'anno sui nostri mercati e presso la Grande Distribuzione in differenti taglie, favorendo un aumento del loro consumo. Nei prodotti di acquacoltura la Qualità Totale (nutrizionale, organolettica,

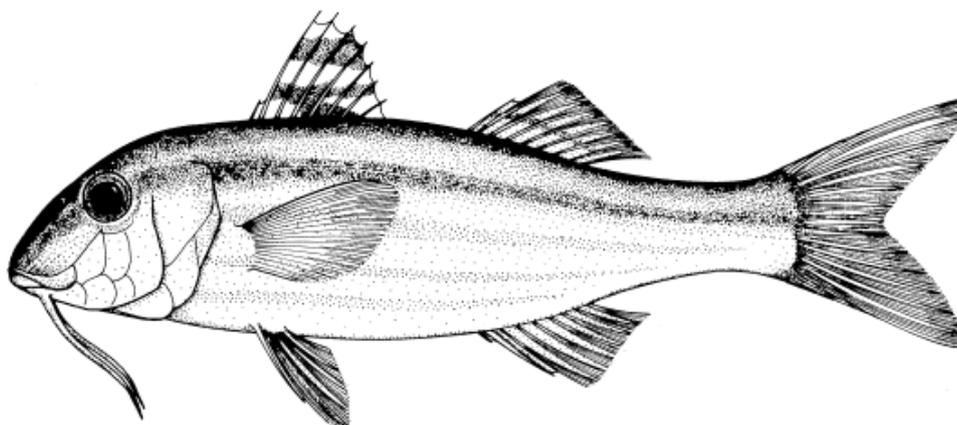
sicurezza d'uso, tecnologica, ecc.) è in funzione delle caratteristiche della filiera produttiva fino al piatto del consumatore.

Negli ultimi anni in Italia il settore ittico ed il consumatore dei suoi prodotti sono stati coinvolti da una profonda evoluzione, che ha interessato una serie di cambiamenti connessi sia con i più generali mutamenti nella struttura dei consumi alimentari, sia con elementi specifici del settore riguardanti il profilo produttivo ma, soprattutto, della trasformazione e commercializzazione nonché gli aspetti economici, sociali e ambientali. Ciò non può che costituire lo spunto per il recupero di interesse del comparto e di attenzione all'analisi del consumo di prodotti ittici. Si è, infatti, assistito ad un tendenziale aumento dei consumi di pesce e ad una crescente diversificazione nelle richieste, cui ha fatto riscontro un settore ittico nazionale caratterizzato da una produzione non sempre in grado di cogliere e soddisfare le nuove esigenze dei consumatori ed impreparato a fronteggiare adeguatamente la concorrenza estera. Variazioni della composizione e della consistenza delle spese per consumo inducono modificazioni della produzione, dell'occupazione e dell'investimento settoriale, perciò ciascun modello dell'economia con finalità previsionali deve essere in grado di interpretare il comportamento dei consumatori e di prevedere l'andamento delle spese familiari. Alla luce di ciò, si accentua la rilevanza del monitoraggio continuo dei livelli di consumo di prodotti ittici di una determinata area, anche in funzione dell'aumento della domanda rilevato negli ultimi anni. In risposta all'incremento del consumo, si è avuto un accrescimento dello sforzo di pesca che ha contribuito al depauperamento delle risorse ittiche e ad un aumento delle importazioni dai Paesi Comunitari e Terzi sia di prodotto da acquacoltura sia di cattura, oltre che a un crescente sviluppo dell'acquacoltura nazionale nelle sue diverse forme di allevamento. Emerge chiaramente, dunque, che il monitoraggio della domanda e la previsione del suo andamento nel breve-medio periodo si configura come utile strumento alla politica di organizzazione e gestione del sistema ittico. La

sicurezza d'uso di tali prodotti è determinata da vari fattori quali la qualità dell'ambiente acquatico, l'igienicità degli ambienti di allevamento e/o delle imbarcazioni dedite alla pesca, le modalità e l'igienicità dei processi di manipolazione, conservazione e vendita. Dal punto di vista nutrizionale è importante, dato il ruolo dei prodotti ittici nella dieta dell'uomo per le peculiarità sopra descritte, che tali caratteristiche vengano mantenute quanto più possibile anche nel prodotto d'importazione.

## Le Specie

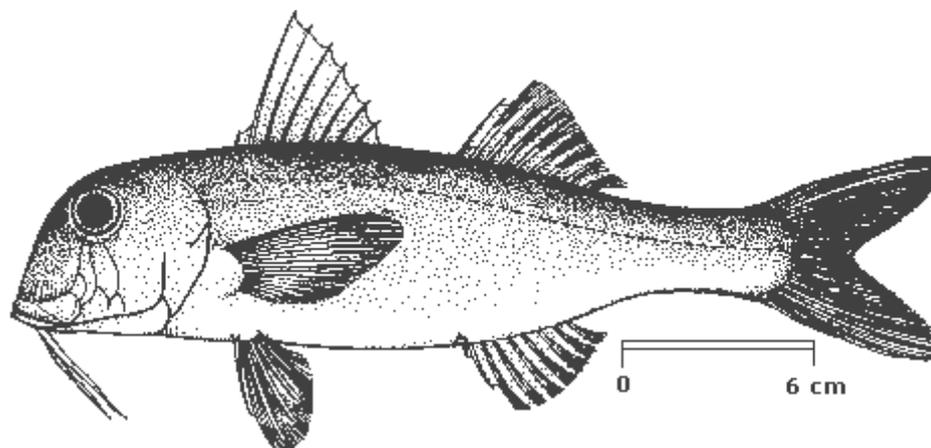
### TRIGLIA di SCOGLIO



La **Triglia di scoglio** (*Mullus surmuletus* Linnaeus, 1758) è un pesce appartenente alla famiglia Mullidae, diffusa nell'Atlantico orientale (dalla Norvegia al Senegal), nel Mar Mediterraneo e nel Mar Nero con temperature comprese tra 17 e 25 C. Abita fondali rocciosi, sabbiosi e fangosi coperti da vegetali, fino a 100 metri di profondità ma più spesso si trova molto sottocosta in acque profonde fino a 10 metri. La triglia di scoglio ha il corpo allungato, slanciato e non molto compresso ai fianchi. La testa è grossa e il muso ha un caratteristico profilo obliquo. La bocca è piccola e munita di denti solo sulla mascella inferiore. Gli occhi sono grandi e vicini al bordo superiore della testa, due grosse squame sono presenti nella parte posteriore della mandibola proprio sotto gli occhi. Sotto il mento la triglia ha due "baffi" o barbigli, molto mobili, dei quali si serve per cercare il cibo; questi barbigli sono spesso tanto lunghi da raggiungere gli opercoli. Le pinne dorsali sono due: la prima è sorretta da raggi duri ma elastici, la seconda, meno alta, da raggi molli. Di media dimensione sia la coda forcata che le altre pinne, di cui l'anale è simile alla seconda dorsale cui è contrapposta. La sua livrea è tipicamente rosso carminio sul dorso e diventa via via più chiara sui lati e sul ventre fino ad assumere una tinta giallastra. Quattro strisce longitudinali gialle percorrono i fianchi. Le squame sono

grandi, di tipo cicloide. A sviluppo completo, la triglia di scoglio può raggiungere una lunghezza di 40 cm, generalmente le femmine sono di dimensioni superiori rispetto ai maschi. Il periodo riproduttivo avviene tra aprile e agosto. Le femmine ed i maschi raggiungono la maturità sessuale a circa un anno dalla nascita, quando misurano all'incirca 14 cm. Le uova, pelagiche, hanno forma sferica ed un diametro 1 mm circa, le larve sono pelagiche e presentano uno sviluppo abbastanza rapido. Gli adulti di *Mullus surmuletus* si ritrovano normalmente da soli o in gruppi ristretti. La triglia di scoglio si ciba quando è giovane perlopiù di larve di crostacei, da adulta si ciba di piccoli organismi di fondale come molluschi, policheti, crostacei, echinodermi e anche piccoli pesci. Per distinguere *Mullus surmuletus* da *Mullus barbatus* si osservano essenzialmente due particolari: nella triglia di scoglio sono presenti alcune strisce scure sulla pinna dorsale anteriore, che invece sono assenti nella triglia di fango, il secondo riguarda il numero delle scaglie presenti sulle guance di tali pesci.

## TRIGLIA di FANGO



La **triglia di fango** (*Mullus barbatus barbatus* Linnaeus, 1758) ha il corpo allungato, slanciato e non molto compresso ai fianchi. La testa è relativamente corta; il muso è piuttosto corto, con il profilo anteriore ripido. Gli occhi sono vicini al bordo superiore della testa. La bocca è piccola, posta sotto la testa. Sotto il mento ha due "baffi" o barbigli, molto mobili, con funzione sensoria, dei quali si serve per cercare il cibo. Il colore tende uniformemente al rosa, con schiena più scura e ventre bianco. Le pinne non presentano una colorazione ben definita. (Tortonese, 1975; Fisher *et al.*, 1987; Jardas, 1996; Relini *et al.*, 1999).

Il numero dei raggi delle pinne è il seguente: D1:VII-VIII, D2: I+7-8, A: II+6-7, P: 15-17, V: I+5 (Jardas, 1996).

La triglia di fango è diffusa nell'Atlantico orientale, dalla Gran Bretagna al Senegal e nel Mar Mediterraneo.

Specie bentonica vive prevalentemente su fondali fangosi tra 5 e 250 mt (Relini *et al.*, 1999, Jukić and Piccinetti, 1981).

Sebbene la specie sia uniformemente distribuita, l'indice di abbondanza relativa della popolazione decresce con la profondità (Haidar, 1970; Jukić, 1972; Jukić and Arneri, 1984; Županović and Jardas, 1989; Jukić *et al.*, 1999; Vrgoč, 2000).

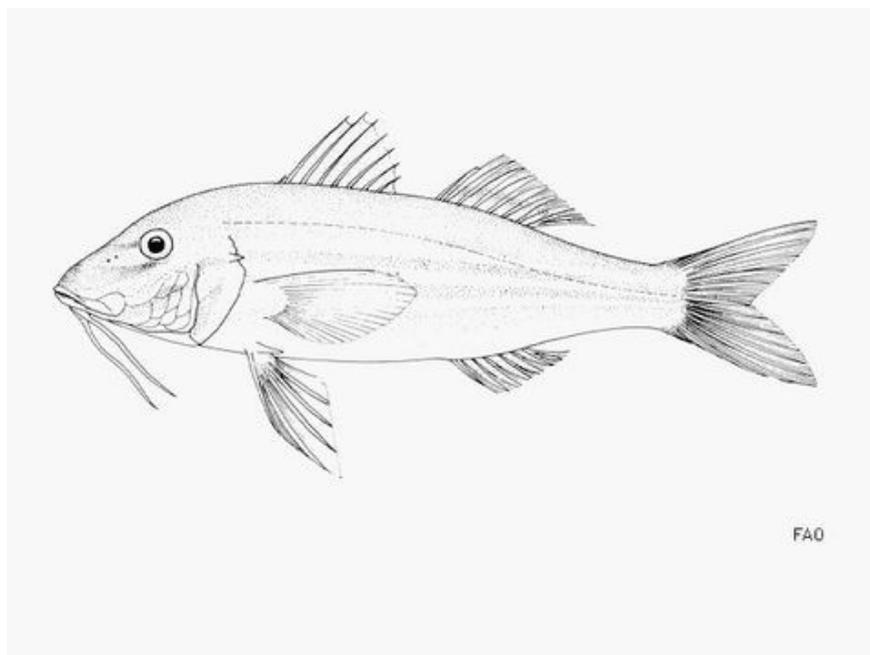
La triglia di fango può raggiungere la taglia di circa 30 cm (circa 0,5 kg), ma la taglia che si rinviene più frequente mente è compresa tra 10 e 20 cm. Mediamente le femmine presentano una taglia maggiore rispetto ai maschi (Jardas, 1996). La crescita è particolarmente veloce nel primo anno di vita (Haidar 1970). Normalmente gli esemplari di taglia maggiore sono femmine (28-29 cm). I maschi normalmente non superano la taglia di circa 20 cm (Relini *et al.*, 1999).

La relazione lunghezza-peso mostra che la crescita di questa specie è isometrica, ci sono due punti di flessione nella relazione L/W delle femmine, una a 12-13 cm (in corrispondenza della taglia di prima maturità sessuale) e un'altra a circa 16-17 cm. I maschi mostrano un unico punto di flessione a circa 11,5-12 cm che corrisponde alla taglia di prima maturità sessuale (Županović and Jardas, 1989).

I maschi mostrano due tipi di cicli sessuali: gli esemplari di taglia inferiore ai 14 cm hanno un ciclo annuale con emissione tra maggio e luglio, gli esemplari di taglia maggiore hanno un ciclo biennale con emissione dei gameti tra maggio e dicembre (Haidar, 1970), le femmine mostrano sempre un ciclo annuale con emissione nel periodo aprile-luglio. La triglia di fango raggiunge la taglia di prima maturità sessuale nel primo anno di vita ad una lunghezza compresa tra 10 e 14 cm. Larve, post larve e giovanili fino a 4-5 cm di lunghezza sono pelagici, successivamente raggiungono le coste e diventano demersali. La sex ratio (rapporto maschi/femmine; M/F) risulta essere estremamente variabile. In letteratura è riportato che nel Mediterraneo Orientale e nel mar Adriatico vi sia una predominanza di femmine mentre, il rapporto risulta invertito nel Mediterraneo Occidentale (Županović, 1963). Nelle acque del Montenegro, ad esempio, il rapporto risulta essere :  $M/F = 37/63$  (Joksimovic, 2005). Ci sono alcune differenze nella dinamica

di crescita tra maschi e femmine, queste ultime risultano essere 1-2 cm più lunghe rispetto ai maschi della stessa età (Županović and Jardas, 1989). La dinamica della crescita mostra inoltre variazioni nel corso degli anni (Scaccini, 1947b; Haidar, 1970; Relini *et al.*, 1999) (Tabella 1). Specie carnivora si nutre soprattutto di policheti, lamellibranchi e crostacei, si nutre durante tutto l'arco dell'anno anche se in misura maggiore durante l'estate e l'autunno, probabilmente in relazione alla maggior temperatura dell'acqua (Jukić and Županović, 1965).

## TRIGLIA ATLANTICA



La **triglia atlantica** *Pseudupeneus prayensis* (Cuvier, 1829) presenta corpo allungato, moderatamente compresso, testa allungata con profilo moderatamente convesso, il margine posteriore dell'opercolo è provvisto di una spina; un paio di barbigli sotto il mento, in entrambe le mascelle sono presenti forti denti conici, alcuni denti esterni sulla mascella superiore chiaramente visibili con la bocca chiusa, niente denti sul vomere e palatino. Prima dorsale con 8 spine di cui la prima molto corta, seconda dorsale con 1 spina e 8 raggi. Scaglie grandi, cicloidi, 28-29 lungo la linea laterale, colore rosa più intenso sul dorso con 3 o 4 linee rosse longitudinali, può raggiungere i 55 cm di lunghezza ma si rinviene più frequentemente fra 30 e 35 cm.

Bentonico su fondali sabbiosi o fangosi a profondità comprese tra 10 e 300 m, normalmente tra 20 e 75 dove si nutre soprattutto di policheti, lamellibranchi e crostacei. In letteratura non si rinvengono dati riguardo il periodo e le dinamiche riproduttive di questa specie.

Specie tropicale si rinviene dalle coste del Marocco lungo tutta la costa occidentale africana sino all'Angola. Rinvenuta recentemente nel mediterraneo occidentale (Reina & Nunnez, 1984).

### **Scopo del lavoro**

A fronte della domanda crescente di prodotti ittici freschi e surgelati si assiste ad una parallela immissione sul mercato di specie alloctone, che vengono solo in minima parte riconosciute dal consumatore come tali.

Lo scopo del presente lavoro è stato il confronto (chimico e morfometrico) tra le due specie mediterranee, la triglia di scoglio (*Mullus surmuletus*) e la triglia di fango (*Mullus barbatus barbatus*), di notevole importanza commerciale, e la triglia atlantica (*Pseudupeneus prayensis*), recentemente comparsa sui nostri mercati.

## MATERIALI E METODI

Il progetto, di durata annuale ha previsto 4 campionamenti (inverno, primavera, estate ed autunno) durante i quali sono stati acquisiti campioni commerciali di triglia di scoglio e triglia di fango di provenienza locale (Golfo dell'Asinara) e campioni di triglia atlantica (grande distribuzione organizzata; GDO). Essi sono stati trasportati presso il laboratorio in condizioni di refrigerazione. Complessivamente sono stati esaminati 182 esemplari così suddivisi: *Mullus surmuletus* 101; *Mullus barbatus barbatus* 53; *Pseudupeneus prayensis* 28. Ad esclusione di *Pseudupeneus prayensis* che viene commercializzato in un'unica taglia le altre 2 specie sono state suddivise ciascuna in 3 classi di taglia (piccole, medie e grandi) corrispondenti rispettivamente a g  $31,40 \pm 8,18$ ; g  $61,80 \pm 18,38$ ; g  $153,62 \pm 50,89$ . Su ogni esemplare si è quindi provveduto a rilevare i seguenti parametri: lunghezza totale (LT in cm) cm, lunghezza della testa (L testa in cm), lunghezza del tronco (L tronco in cm), altezza massima (H max in cm) e peso (P in g), sugli esemplari decapitati sono stati inoltre rilevati il peso della carcassa (Pc in g), il peso dei visceri (Pv in g), il peso del fegato (Pf in g), il sesso ed il peso delle gonadi (Pg in g) e se visibili la presenza di endoparassiti.

Con questi dati si sono potuti calcolare:

- 1) Fattore di condizione  $K = P \cdot 100 / LT^3$
- 2) Cranial Index C.I. = L testa/LT
- 3) Rapporto di agilità A.F. = L tronco/ H max
- 4) Profilo relativo R.P. = H max/LT
- 5) % edibile =  $(Pc/P) \cdot 100$
- 6) Indice epato somatico L.S.I. =  $(Pf \cdot 100) / P$
- 7) Indice visceri somatico V.S.I. =  $(Pv \cdot 100) / P$
- 8) Indice gonado somatico G.S.I. =  $(Pg \cdot 100) / P$
- 9) Sex ratio

Dopo i rilievi morfometrici, il 50% dei campioni per ciascuna classe di taglia è stato conservato intero, il rimanente 50% è stato decapitato ed eviscerato e quindi conservato come i precedenti in confezioni sottovuoto, a -30°C fino al momento delle analisi, quindi macinati e liofilizzati, sui campioni si sono determinati i parametri chimici secondo le metodiche ufficiali AOAC: umidità % (liofilizzazione), ceneri % (in muffola 550°C 5 h), le proteine grezze % (PG; metodo Kjeldahl) e i lipidi grezzi % (EE; metodo Soxhlet). Le analisi sono state effettuate sia sul campione intero sia sul decapitato/eviscerato (D/E).

## RISULTATI E DISCUSSIONE

Le analisi morfometriche di *M. surmuletus* diviso nelle tre classi di taglia piccole (P), medie (M) e grandi (G) hanno evidenziato incrementi direttamente proporzionali alla taglia del fattore di condizione (K, rispettivamente P=1,22; M=1,35 e G=1,48), del R.P. (P=0,21; M=0,22; G=0,24), del L.S.I. (P=1,54; M=2,08; G=2,22) e del V.S.I. (P=6,64; M=8,80; G=9,93); A.F. ha evidenziato incrementi inversamente proporzionali alla taglia (P=2,95; M=2,78; G=2,68), mentre C.I. (P=0,24; M=0,24; G=0,24) e % edibile (P=62,10; M=63,64; G=62,95) non hanno mostrato differenze significative per questa specie riferibili alla taglia. L'analisi del G.S.I. indica per questa specie nel nord Sardegna il picco del periodo riproduttivo ad aprile/giugno (G.S.I. >3 per G ed M e >1 per P). Come descritto in letteratura per questa specie l'analisi della Sex Ratio mostra chiaramente uno sbilanciamento a favore delle femmine (f) rispetto ai maschi (m), all'aumentare della taglia (P= m 60%, f 40%; M= m 46%, f 54%; G= m 27%, f 73%) (Tabella 2). Infatti, come descritto precedentemente tra le specie della famiglia Mullidae, ci sono alcune differenze nella dinamica di crescita tra maschi e femmine, queste ultime risultano essere 1-2 cm più lunghe rispetto ai maschi della stessa età.

Analizzando gli andamenti stagionali delle diverse classi di taglia si osserva che K tende ad aumentare nel periodo autunnale in tutte le classi, con conseguente diminuzione di A.F. nello stesso periodo; la % edibile risente pesantemente del periodo riproduttivo ed è minima in maggio e conseguentemente si osserva un incremento notevole di V.S.I., gli altri parametri non mostrano variazioni riferibili alla stagionalità (Tabelle 3, 4 e 5).

Analizzando i dati dei campioni raggruppati per classi di taglia si osserva come all'aumentare della taglia diminuisca l'umidità (P=74,59; M=72,47; G=69,93) con il conseguente aumento della sostanza secca, delle ceneri e dei lipidi totali, mentre il quantitativo di proteine rimane sostanzialmente invariato, sia nei campioni interi sia in quelli D/E (Tabelle 6 e 7).

In relazione alle stagioni non si sono osservate variazioni nella composizione attribuibile alla stagionalità.

Anche le analisi morfometriche dei campioni *M. barbatus barbatus* diviso nelle tre classi di taglia (piccole P, medie M e grandi G) mostrano andamenti simili a quelli rilevati per *M. surmuletus* evidenziando incrementi direttamente proporzionali alla taglia del fattore di condizione (K rispettivamente P=1,18; M=1,27; G=1,35), del R.P. (P=0,20; M=0,21; G=0,22), del L.S.I. (P=1,45; M=2,01; G=2,21) e del V.S.I. (P=6,75; M=8,88; G=9,68); A.F. ha evidenziato incrementi inversamente proporzionali alla taglia (P=3,11; M=3,00; G=2,93), mentre C.I. (P=0,22; M=0,22; G=0,23) e % edibile (P=65,21; M=62,63; G=62,84) non hanno mostrato differenze significative per questa specie riferibili alla taglia. L'analisi del G.S.I. indica per questa specie nel nord Sardegna il picco del periodo riproduttivo a maggio/luglio (G.S.I. >2 per G ed M e >1 per P), come descritto in letteratura anche per questa specie l'analisi della Sex Ratio mostra chiaramente uno sbilanciamento a favore delle femmine all'aumentare della taglia arrivando al 100% di femmine nella classe di taglia maggiore (P= m50%, f 50%; M= m50%, f 50%; G= m0%, f 100%) (Tabella 8), mostrando chiaramente un minor accrescimento nei soggetti maschi, rispetto alle femmine, di questa specie.

Analogamente a quanto fatto per *M. surmuletus* anche per *M. barbatus barbatus* sono stati analizzati gli andamenti stagionali delle diverse classi di taglia. Per questa specie è risultato problematico il reperimento di esemplari della taglia inferiore, di cui si è rinvenuto unicamente il campione primaverile, si osserva inoltre che la taglia media per questa specie è minore rispetto a *M. surmuletus* pertanto le classi di taglia non risultano completamente sovrapponibili come dimensioni, anche se dai dati disponibili in letteratura risultano essere esemplari di analoga età. Anche per questa specie la % edibile risente del periodo riproduttivo ed è minima in luglio e conseguentemente si osserva un

incremento notevole di V.S.I.; gli altri parametri, a parte G.S.I. non mostrano variazioni riferibili alla stagionalità (Tabelle 9, 10 e 11).

Dai dati delle analisi chimiche su campioni raggruppati per classi di taglia si osserva come anche in questo caso, all'aumentare della taglia diminuisca l'umidità ( $P=71,80$ ;  $G=69,49$ ) con il conseguente aumento della sostanza secca, delle ceneri e dei lipidi totali, mentre, anche in questa specie il quantitativo di proteine rimane sostanzialmente invariato, sia nei campioni interi sia in quelli D/E. Anche in questo caso non si sono evidenziate variazioni nella composizione chimico-centesimale chiaramente riconducibili alla stagionalità (Tabelle 12 e 13).

Per *P. prayensis* non è stato possibile effettuare il confronto tra classi di taglie in quanto commercializzato in un'unica pezzatura dalla G.D.O. (peso medio g  $163,99 \pm 25,75$ ) analogamente a quanto fatto per *M. surmuletus* anche per *M. barbatus barbatus* sono state, quindi, valutate le variazioni stagionali dei diversi parametri nell'ambito della stessa taglia.

Anche in questa specie, di cui esistono pochi riferimenti in letteratura, si riscontra un aumento di K nel periodo autunnale con conseguente diminuzione di A.F. nello stesso periodo; si osserva un incremento di V.S.I. in concomitanza con lo sviluppo gonadico. Il G.S.I. indica per questa specie il picco del periodo riproduttivo a maggio/luglio (G.S.I.  $>1,5$ ), per questa specie l'analisi della Sex Ratio non mostra uno sbilanciamento a favore delle femmine come avviene per le specie mediterranee, (m 71%, f 29%), gli altri parametri non mostrano variazioni riferibili alla stagionalità (Tabella 14).

Ad un raffronto dei parametri morfometrici tra le specie esaminate della medesima classe di taglia, si evidenzia come *P. prayensis* mostri valori di K e A.F. intermedi tra quelli delle specie mediterranee, C.I. e % edibili superiori e L.S.I. e V.S.I. nettamente inferiori. In letteratura è inoltre riportata per questa specie una taglia massima di 55 cm contro i 40 cm di *M. surmuletus* e i 30 cm circa di *M. barbatus*, è pertanto ragionevole ipotizzare che

classi di taglia omologhe non corrispondano a classi di età omologhe, e che, pertanto, gli esemplari di *P. prayensis* analizzati siano più giovani di quelli delle specie mediterranee, questo spiegherebbe anche la sex ratio per questa specie sbilanciata a favore dei maschi, nei campioni da noi esaminati, diversamente da quanto si rinviene in letteratura per i Mullidae (Tabella 15).

Le analisi chimico-centesimali effettuate sull'unica classe di taglia disponibile per questa specie hanno evidenziato un quantitativo di umidità superiore rispetto alle specie mediterranee, un ridotto contenuto lipidico e un tenore di proteine comparabile con *M. surmuletus* e *M. barbatus barbatus* di analoghe dimensioni, sia su campioni interi che D/E (Tabelle 16 e 17).

## CONCLUSIONI

Lo scopo del presente lavoro è stato il confronto (chimico e morfometrico) tra le due specie mediterranee, di notevole importanza commerciale, la triglia di scoglio (*Mullus surmuletus*), la triglia di fango (*Mullus barbatus barbatus*) e la triglia atlantica (*Pseudupeneus prayensis*), recentemente comparsa sui nostri mercati. Dalle analisi morfometriche si evidenzia che la triglia atlantica risulta facilmente riconoscibile rispetto alle specie mediterranee, tra cui *M. surmuletus* risulta essere quella di maggior pregio, rispetto a cui *P. prayensis* viene commercializzata ad un prezzo inferiore. I dati sperimentali mostrano inoltre come *P. prayensis* abbia una % edibile nettamente superiore rispetto alle specie mediterranee, grazie soprattutto alle ridotte dimensioni dell'apparato digerente. Le analisi chimico-centesimali mostrano come questa specie abbia un tenore in umidità maggiore rispetto alle specie mediterranee di pari taglia, un ridotto contenuto di grassi e un tasso di proteine maggiore rispetto alle altre specie indagate, sia nei campioni interi sia in quelli D/E. Inoltre, non essendo disponibili dati in letteratura a riguardo, per la prima volta per questa specie, si ipotizza che il periodo riproduttivo possa essere compreso tra maggio e luglio.

Ulteriori indagini potrebbero essere effettuate su questa specie riguardando parametri più strettamente correlati con la qualità organolettica delle carni analizzando la composizione acidica, che, trattandosi di pesci d'importazione, potrebbe risentire del lasso di tempo intercorso tra la cattura e la commercializzazione al dettaglio, risultando significativamente differente rispetto alle specie locali; valutando gli indici di trombogenicità e aterogenicità; valutando l'eventuale contenuto in metalli pesanti, anche se risulta ipotizzabile che trattandosi di pesci di età inferiore a parità di taglia rispetto alle specie mediterranee questo possa risultare percentualmente inferiore.

In conclusione si può affermare che *Pseudupeneus prayensis* per l'elevata quantità di quota edibile, il ridotto contenuto lipidico e la maggiore percentuale di proteine nelle

carni rispetto alle specie mediterranee (*M.surmuletus* e *M.barbatus barbatus*) risulta senza dubbio una specie decisamente interessante per l'alimentazione umana.

Tabella 1-Relazione tra Lunghezza Totale (cm) ed età (anni) riportata da alcuni autori

Autore	Sesso	età (anni)							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Scaccini, 1947b	M	12,63	17,47	20,42	23,31	23,32	24,19	24,88	25,50
	F	12,71	20,26	23,94	25,93	27,04	27,93	28,66	29,34
Bougis and Mužinić, 1958	M	10-11	14,0	15,6	16,6	17,7			
	F	12-14	18,0	18,9	20,4	21,8			
Haidar, 1970	M	10,1	12,9	14,2	15,1	15,7			
	F	12,2	15,2	16,5	17,5	18,3			
Jukić and Piccinetti, 1981	M	10,0	12,5	14,0	15,0	15,4			
	F	12,3	15,1	16,3	17,4	18,0			

Tabella 2.-Parametri morfometrici e principali indici somatici, quota edibile e sex ratio *Mullus**surmuletus*(medie ± D.S.)

	L.T. cm	Peso g	K	C.I.	A.F	R.P.	%ED	LSI	VSI	GSI	sex ratio
piccole	13,45±0,70	31,20±5,26	1,22±0,018	0,24±0,005	2,95±0,12	0,21±0,005	62,10±1,44	1,54±0,40	6,64±0,75	maggio	m 60%
medie	17,33±1,25	71,76±14,91	1,35±0,014	0,24±0,005	2,78±0,017	0,22±0,005	63,64±1,83	2,08±0,23	8,80±1,54	maggio	m 46%
grandi	23,17±2,44	189,67±64,19	1,48±0,042	0,24±0,005	2,68±0,046	0,24±0,006	62,95±3,50	2,22±0,46	9,93±4,93	maggio	m27%

Tabella 3- Parametri morfometrici e principali indici somatici, quota edibile e sex ratio *Mullus surmuletus* piccole (medie  $\pm$  D.S.)

	L.T. cm	Peso g	K	C.I.	A.F	R.P.	%ED	LSI	VSI	GSI	sex ratio
febbraio	12,59 $\pm$ 0,81	24,49 $\pm$ 4,87	1,21 $\pm$ 0,07	0,23 $\pm$ 0,01	3,11 $\pm$ 0,17	0,2 $\pm$ 0,01	63,81 $\pm$ 2,20	2,08 $\pm$ 0,32	7,23 $\pm$ 0,32	0,00	
maggio	13,56 $\pm$ 1,01	34,49 $\pm$ 8,35	1,20 $\pm$ 0,07	0,23 $\pm$ 0,01	2,96 $\pm$ 0,18	0,21 $\pm$ 0,01	62,48 $\pm$ 1,72	1,19 $\pm$ 0,50	7,34 $\pm$ 1,59	1,23 $\pm$ 0,54	m 60%
luglio	14,3 $\pm$ 0,56	36,18 $\pm$ 4,65	1,23 $\pm$ 0,10	0,24 $\pm$ 0,01	2,83 $\pm$ 0,18	0,21 $\pm$ 0,01	60,37 $\pm$ 2,67	1,31 $\pm$ 0,58	6,06 $\pm$ 0,64	0,00	
novembre	13,33 $\pm$ 0,88	29,65 $\pm$ 5,60	1,24 $\pm$ 0,06	0,24 $\pm$ 0,007	2,89 $\pm$ 0,18	0,21 $\pm$ 0,01	61,72 $\pm$ 1,19	1,59 $\pm$ 0,26	5,92 $\pm$ 0,50	0,00	

Tabella 4- Parametri morfometrici e principali indici somatici, quota edibile e sex ratio *Mullus surmuletus* medie (medie  $\pm$  D.S.)

	L.T. cm	Peso g	K	C.I.	A.F	R.P.	%ED	LSI	VSI	GSI	sex ratio
febbraio	15,51 $\pm$ 0,79	50,21 $\pm$ 9,81	1,33 $\pm$ 0,08	0,24 $\pm$ 0,01	2,8 $\pm$ 0,22	0,22 $\pm$ 0,01	64,53 $\pm$ 0,94	2,04 $\pm$ 0,71	9,1 $\pm$ 0,72	2,32 $\pm$ 0,44	m 100%
maggio	18,32 $\pm$ 1,39	84,32 $\pm$ 20,85	1,35 $\pm$ 0,10	0,24 $\pm$ 0,01	2,78 $\pm$ 0,13	0,22 $\pm$ 0,01	60,96 $\pm$ 1,89	2,42 $\pm$ 0,40	10,75 $\pm$ 2,99	3,67 $\pm$ 2,78	m 25%
luglio	17,87 $\pm$ 0,48	77,7 $\pm$ 3,71	1,36 $\pm$ 0,06	0,23 $\pm$ 0,004	2,79 $\pm$ 0,10	0,22 $\pm$ 0,01	65,03 $\pm$ 1,21	1,92 $\pm$ 0,36	8,27 $\pm$ 0,97	0,44 $\pm$ 0,06	m 0%
novembre	17,63 $\pm$ 0,58	74,82 $\pm$ 7,24	1,36 $\pm$ 0,10	0,24 $\pm$ 0,008	2,76 $\pm$ 0,05	0,23 $\pm$ 0,01	64,05 $\pm$ 1,45	1,94 $\pm$ 0,40	7,09 $\pm$ 0,59	0,81 $\pm$ 0,58	m 66%

Tabella 5- Parametri morfometrici e principali indici somatici, quota edibile e sex ratio *Mullus surmuletus* grandi (medie  $\pm$  D.S.)

	L.T. cm	Peso g	K	C.I.	A.F	R.P.	%ED	LSI	VSI	GSI	sex ratio
febbraio	22,15 $\pm$ 1,94	163,12 $\pm$ 36,52	1,49 $\pm$ 0,09	0,25 $\pm$ 0,01	2,69 $\pm$ 0,14	0,23 $\pm$ 0,01	63,17 $\pm$ 1,73	2,15 $\pm$ 0,11	8,35 $\pm$ 0,95	0,96 $\pm$ 0,24	m 0%
maggio	26,63 $\pm$ 1,70	280,35 $\pm$ 66,02	1,47 $\pm$ 0,14	0,24 $\pm$ 0,003	2,61 $\pm$ 0,13	0,24 $\pm$ 0,01	58,33 $\pm$ 0,11	2,88 $\pm$ 0,03	17,24 $\pm$ 0,32	9,01 $\pm$ 0,26	m 0%
luglio	20,97 $\pm$ 0,66	131,35 $\pm$ 18,99	1,42 $\pm$ 0,09	0,24 $\pm$ 0,005	2,71 $\pm$ 0,09	0,23 $\pm$ 0,01	63,45 $\pm$ 3,34	2,04 $\pm$ 0,65	7,46 $\pm$ 0,62	0,38 $\pm$ 0,22	m 33%
novembre	22,92 $\pm$ 0,82	183,85 $\pm$ 23,82	1,52 $\pm$ 0,11	0,24 $\pm$ 0,008	2,7 $\pm$ 0,16	0,24 $\pm$ 0,01	66,83 $\pm$ 1,54	1,82 $\pm$ 0,16	6,65 $\pm$ 0,26	0,72 $\pm$ 0,16	m 66%

Tabella 6-Principali caratteristiche chimico-nutritive % *Mullus surmuletus* intere(medie  $\pm$  D.S.)

	Umidità	Secco	Ceneri	EE	PG
<b>piccole</b>	74,59 $\pm$ 1,86	25,41 $\pm$ 1,86	2,88 $\pm$ 0,48	3,59 $\pm$ 2,00	17,45 $\pm$ 1,09
<b>medie</b>	72,47 $\pm$ 0,88	27,53 $\pm$ 0,88	3,13 $\pm$ 0,81	5,64 $\pm$ 1,25	17,5 $\pm$ 0,86
<b>grandi</b>	69,93 $\pm$ 3,86	30,07 $\pm$ 3,86	3,21 $\pm$ 0,24	7,95 $\pm$ 4,35	17,11 $\pm$ 0,09

Tabella 7- Principali caratteristiche chimico-nutritive % *Mullus surmuletus* D/E (medie  $\pm$  D.S.)

	Umidità	Secco	Ceneri	EE	PG
<b>piccole</b>	74,92 $\pm$ 1,86	25,08 $\pm$ 1,86	2,10 $\pm$ 0,21	2,13 $\pm$ 1,65	16,62 $\pm$ 0,80
<b>medie</b>	71,49 $\pm$ 0,56	28,51 $\pm$ 0,56	2,29 $\pm$ 0,18	5,13 $\pm$ 1,51	16,86 $\pm$ 1,14
<b>grandi</b>	68,95 $\pm$ 3,10	31,05 $\pm$ 3,10	2,70 $\pm$ 0,40	7,56 $\pm$ 2,93	16,98 $\pm$ 0,37

Tabella 8- Parametri morfometrici e principali indici somatici, quota edibile e sex ratio *Mullus barbatus barbatus* (medie  $\pm$  D.S.)

	L.T. cm	Peso g	K	C.I.	A.F	R.P.	%ED	LSI	VSI	GSI	sex ratio
piccole	13,98 $\pm$ 0,45	32,27 $\pm$ 2,70	1,18 $\pm$ 0,06	0,22 $\pm$ 0,01	3,11 $\pm$ 0,17	0,2 $\pm$ 0,01	65,21 $\pm$ 3,19	1,45 $\pm$ 0,50	6,75 $\pm$ 1,28	maggio	m 50%
medie	15,91 $\pm$ 0,72	51,35 $\pm$ 6,42	1,27 $\pm$ 0,06	0,22 $\pm$ 0,005	3,00 $\pm$ 0,10	0,21 $\pm$ 0,006	62,63 $\pm$ 2,47	2,01 $\pm$ 0,52	8,88 $\pm$ 1,02	mag/lug	m 50%
grandi	19,97 $\pm$ 1,46	108,95 $\pm$ 21,65	1,35 $\pm$ 0,04	0,23 $\pm$ 0,005	2,93 $\pm$ 0,09	0,22 $\pm$ 0,01	62,84 $\pm$ 3,98	2,21 $\pm$ 0,81	9,68 $\pm$ 3,41	mag/lug	m 0%

Tabella 9- Parametri morfometrici e principali indici somatici, quota edibile e sex ratio *Mullus barbatus barbatus* piccole (medie  $\pm$  D.S.)

	L.T. cm	Peso g	K	C.I.	A.F	R.P.	%ED	LSI	VSI	GSI	sex ratio
febbraio											
maggio	13,98 $\pm$ 0,45	32,27 $\pm$ 2,70	1,18 $\pm$ 0,06	0,22 $\pm$ 0,01	3,11 $\pm$ 0,17	0,2 $\pm$ 0,01	65,21 $\pm$ 3,19	1,45 $\pm$ 0,50	6,75 $\pm$ 1,28	1,42 $\pm$ 0,72	m 50%
luglio											
novembre											

Tabella 10- Parametri morfometrici e principali indici somatici, quota edibile e sex ratio *Mullus barbatus barbatus* medie (medie  $\pm$  D.S.)

	L.T. cm	Peso g	K	C.I.	A.F	R.P.	%ED	LSI	VSI	GSI	sex ratio
febbraio	16,15 $\pm$ 0,94	56,73 $\pm$ 9,05	1,34 $\pm$ 0,08	0,22 $\pm$ 0,006	2,89 $\pm$ 0,22	0,21 $\pm$ 0,01	65,82 $\pm$ 1,83	1,72 $\pm$ 0,93	8,74 $\pm$ 2,89	1,79 $\pm$ 1,06	m 50%
maggio	16,83 $\pm$ 0,66	57,07 $\pm$ 9,24	1,19 $\pm$ 0,11	0,22 $\pm$ 0,007	3,07 $\pm$ 0,12	0,2 $\pm$ 0,01	63,34 $\pm$ 1,63	1,42 $\pm$ 1,08	8,54 $\pm$ 1,18	2,16 $\pm$ 0,68	m 66%
luglio	15,26 $\pm$ 0,71	45,32 $\pm$ 6,15	1,27 $\pm$ 0,10	0,23 $\pm$ 0,007	3,09 $\pm$ 0,15	0,2 $\pm$ 0,01	60,69 $\pm$ 0,85	2,55 $\pm$ 0,45	10,31 $\pm$ 2,41	2,35 $\pm$ 1,82	m 50%
novembre	15,42 $\pm$ 0,77	46,27 $\pm$ 7,20	1,26 $\pm$ 0,07	0,22 $\pm$ 0,009	2,93 $\pm$ 0,16	0,21 $\pm$ 0,01	60,683 $\pm$ 2,63	2,33 $\pm$ 0,45	7,92 $\pm$ 0,14	1,02 $\pm$ 0,13	m 33%

Tabella 11- Parametri morfometrici e principali indici somatici, quota edibile e sex ratio *Mullus barbatus barbatus* grandi (medie  $\pm$  D.S.)

	L.T. cm	Peso g	K	C.I.	A.F	R.P.	%ED	LSI	VSI	GSI	sex ratio
febbraio	18,63 $\pm$ 0,17	89,13 $\pm$ 3,91	1,38 $\pm$ 0,04	0,23 $\pm$ 0,008	2,87 $\pm$ 0,11	0,22 $\pm$ 0,01	64,27 $\pm$ 3,79	1,28 $\pm$ 0,05	6,7 $\pm$ 1,48	1,41 $\pm$ 0,39	m 0%
maggio	19,86 $\pm$ 1,20	105,09 $\pm$ 29,10	1,33 $\pm$ 0,12	0,23 $\pm$ 0,005	2,84 $\pm$ 0,10	0,22 $\pm$ 0,01	60,63 $\pm$ 2,82	3,11 $\pm$ 0,66	10,89 $\pm$ 3,50	3,01 $\pm$ 2,31	m 0%
luglio	22,02 $\pm$ 0,79	139,73 $\pm$ 11,92	1,31 $\pm$ 0,06	0,23 $\pm$ 0,005	3,01 $\pm$ 0,23	0,22 $\pm$ 0,01	58,73 $\pm$ 1,15	2,61 $\pm$ 0,69	13,95 $\pm$ 1,66	3,64 $\pm$ 0,61	m 0%
novembre	19,37 $\pm$ 1,46	101,83 $\pm$ 21,02	1,39 $\pm$ 0,07	0,22 $\pm$ 0,007	2,99 $\pm$ 0,17	0,22 $\pm$ 0,01	67,72 $\pm$ 0,15	1,83 $\pm$ 0,29	7,18 $\pm$ 0,83	0,99 $\pm$ 0,03	m 0%

Tabella 12- Principali caratteristiche chimico-nutritive % *Mullus barbatus barbatus* intere (medie  $\pm$  D.S.)

	<b>Umidità</b>	<b>Secco</b>	<b>Ceneri</b>	<b>EE</b>	<b>PG</b>
<b>piccole</b>	71,80	28,20	2,36	6,14	16,31
<b>medie</b>	71,68 $\pm$ 1,24	28,32 $\pm$ 1,24	2,8 $\pm$ 0,41	5,32 $\pm$ 2,46	18,43 $\pm$ 2,56
<b>grandi</b>	69,49 $\pm$ 2,28	30,51 $\pm$ 2,28	2,69 $\pm$ 0,27	8,62 $\pm$ 3,42	17,43 $\pm$ 1,46

Tabella 13- Principali caratteristiche chimico-nutritive % *Mullus barbatus barbatus* D/E (medie  $\pm$  D.S.)

	<b>Umidità</b>	<b>Secco</b>	<b>Ceneri</b>	<b>EE</b>	<b>PG</b>
<b>piccole</b>	73,19	26,81	2,07	3,92	15,82
<b>medie</b>	73,88 $\pm$ 0,81	26,12 $\pm$ 0,81	2,46 $\pm$ 0,92	3,91 $\pm$ 1,07	16,73 $\pm$ 1,50
<b>grandi</b>	71,27 $\pm$ 4,89	28,73 $\pm$ 4,89	1,69 $\pm$ 0,40	6,94 $\pm$ 5,13	16,69 $\pm$ 1,01

Tabella 14- Parametri morfometrici e principali indici somatici, quota edibile e sex ratio *Pseudupeneus prayensis* grandi (medie  $\pm$  D.S.)

	L.T. cm	Peso g	K	C.I.	A.F	R.P.	%ED	LSI	VSI	GSI	sex ratio
febbraio	22,08 $\pm$ 0,89	154,83 $\pm$ 24,59	1,43 $\pm$ 0,06	0,28 $\pm$ 0,012	2,45 $\pm$ 0,12	0,24 $\pm$ 0,01	62,75 $\pm$ 0,61	1,22 $\pm$ 0,01	4,5 $\pm$ 0,46	0,00	
maggio	23,78 $\pm$ 0,96	190,16 $\pm$ 26,00	1,41 $\pm$ 0,08	0,26 $\pm$ 0,010	2,67 $\pm$ 0,12	0,23 $\pm$ 0,01	73,1 $\pm$ 2,35	0,37 $\pm$ 0,17	5,21 $\pm$ 1,64	1,59 $\pm$ 0,39	m 66%
luglio	21,18 $\pm$ 0,53	132,29 $\pm$ 8,50	1,39 $\pm$ 0,09	0,26 $\pm$ 0,008	2,62 $\pm$ 0,17	0,23 $\pm$ 0,01	61,33 $\pm$ 2,66	0,81 $\pm$ 0,42	5,73 $\pm$ 3,28	1,97 $\pm$ 0,42	m75%
novembre	22,68 $\pm$ 1,59	178,68 $\pm$ 33,59	1,52 $\pm$ 0,08	0,26 $\pm$ 0,005	2,57 $\pm$ 0,05	0,24 $\pm$ 0,01	73,05 $\pm$ 0,82	0,59 $\pm$ 0,17	4,14 $\pm$ 0,28	0,00	

Tabella 15- Parametri morfometrici e principali indici somatici, quota edibile e sex ratio, confronto tra *M. surmuletus*, *M. barbatus* e *P. prayensis*(medie  $\pm$  D.S.)

	L.T. cm	Peso g	K	C.I.	A.F	R.P.	%ED	LSI	VSI	GSI	sex ratio
SCOGLIO	23,17 $\pm$ 2,44	189,67 $\pm$ 64,19	1,48 $\pm$ 0,042	0,24 $\pm$ 0,005	2,68 $\pm$ 0,046	0,24 $\pm$ 0,006	62,95 $\pm$ 3,50	2,22 $\pm$ 0,46	9,93 $\pm$ 4,93	maggio	m27%
FANGO	19,97 $\pm$ 1,46	108,95 $\pm$ 21,65	1,35 $\pm$ 0,04	0,23 $\pm$ 0,005	2,93 $\pm$ 0,09	0,22 $\pm$ 0,01	62,84 $\pm$ 3,98	2,21 $\pm$ 0,81	9,68 $\pm$ 3,41	mag/lug	m 0%
ATLANTICHE	22,43 $\pm$ 1,09	163,99 $\pm$ 25,75	1,44 $\pm$ 0,06	0,27 $\pm$ 0,01	2,58 $\pm$ 0,09	0,24 $\pm$ 0,006	67,56 $\pm$ 6,40	0,75 $\pm$ 0,36	4,90 $\pm$ 0,71	mag/lug	m 71%

Tabella 16- Principali caratteristiche chimico-nutritive %, confronto tra *M. surmuletus*, *M. barbatus* e *P. prayensis* intere (medie  $\pm$  D.S.)

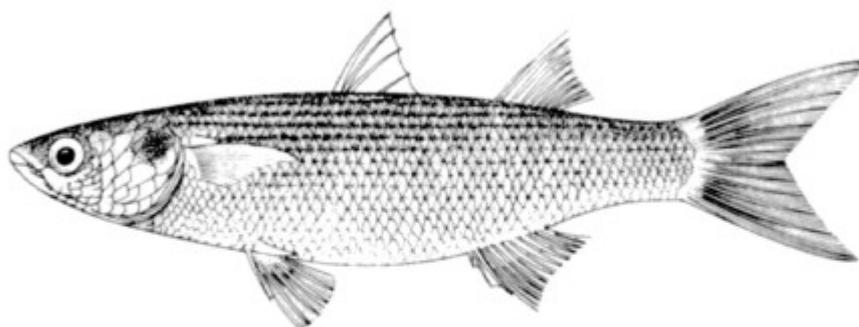
	<b>Umidità</b>	<b>Secco</b>	<b>Ceneri</b>	<b>EE</b>	<b>PG</b>
<b>SCOGLIO</b>	69,93 $\pm$ 3,86	30,07 $\pm$ 3,86	3,21 $\pm$ 0,24	7,95 $\pm$ 4,35	17,11 $\pm$ 0,09
<b>FANGO</b>	69,49 $\pm$ 2,28	30,51 $\pm$ 2,28	2,69 $\pm$ 0,27	8,62 $\pm$ 3,42	17,43 $\pm$ 1,46
<b>ATLANTICHE</b>	72,12 $\pm$ 2,05	27,88 $\pm$ 2,05	4,36 $\pm$ 0,75	3,97 $\pm$ 1,04	17,74 $\pm$ 1,49

Tabella 17- Principali caratteristiche chimico-nutritive %, confronto tra *M. surmuletus*, *M. barbatus* e *P. prayensis* D/E (medie  $\pm$  D.S.)

	<b>Umidità</b>	<b>Secco</b>	<b>Ceneri</b>	<b>EE</b>	<b>PG</b>
<b>SCOGLIO</b>	68,95 $\pm$ 3,10	31,05 $\pm$ 3,10	2,70 $\pm$ 0,40	7,56 $\pm$ 2,93	16,98 $\pm$ 0,37
<b>FANGO</b>	71,27 $\pm$ 4,89	28,73 $\pm$ 4,89	1,69 $\pm$ 0,40	6,94 $\pm$ 5,13	16,69 $\pm$ 1,01
<b>ATLANTICHE</b>	71,32 $\pm$ 1,55	28,68 $\pm$ 1,55	4,27 $\pm$ 1,05	3,29 $\pm$ 2,12	17,27 $\pm$ 1,61

## **TERZO CONTRIBUTO SPERIMENTALE**

**VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI TOSSICI DEL SELENIO IN  
MUGILIDI (OSTEICHTHYES- PERCIFORMES) DELLA  
SARDEGNA**



FAO

## INTRODUZIONE

Le lagune costiere sono siti a ridotto idrodinamismo, risultano pertanto particolarmente sensibili all'inquinamento dovuto alle attività antropogeniche, che causano il rilascio di numerose sostanze tossiche, che si accumulano nel sedimento. Gli effetti ecologici del Selenio (Se) nel sedimento sono determinati da una sequenza di processi concatenati, che mettono in relazione peso, concentrazione, speciazione, biodisponibilità, trasporto nella catena alimentare ed infine effetti sui predatori (Luoma et al., 1992; Luoma, 1996; Wang et al., 1996; Reinfelder et al., 1997; 1998; Luoma and Fisher, 1997). Infatti, i modelli di bioaccumulo considerano: 1) biotrasferimento tra differenti tipi di particolato in sospensione (fitoplancton, benthos, ecc.); 2) biotrasformazione nelle differenti forme (selenato, selenito, organo-Se e Se elementare) ad opera di batteri; 3) bioaccumulazione attraverso i livelli inferiori della catena alimentare; 4) progressione nella rete trofica. Poiché la concentrazione del Se può essere magnificata ad ogni step della catena alimentare, le specie che occupano i livelli superiori sono probabilmente le più vulnerabili agli effetti nocivi della contaminazione da Se (USEPA, 1980; Saiki, 1986; Maier and Knight, 1994). La contaminazione da selenio degli ecosistemi acquatici causa mortalità di pesci e uccelli (Gillespie & Baumann, 1986; Ohlendorf, Hoffman, Saiki, & Aldrich, 1986). Inoltre, effetti sub letali possono prevalere in animali esposti a dosi sub letali di selenio; nei pesci questi includono edema, ridotti livelli di ematocrito ed emoglobina, gonfiore delle lamelle branchiali con estese aree vacuolizzate, degenerazione dei follicoli ovarici, vistosi danni a livello epatico, miocardiale e pericardiale ed aberrazioni cromosomiche (Krishnaja & Rege, 1982; Sorensen & Bauer, 1983; Sorensen, Cumbie, Bauer, Bell, & Harlan, 1984; Gillespie & Baumann, 1986; Saiki, 1990). In letteratura è riportato che diverse specie di mugilidi presenti nelle lagune costiere della Sardegna come *Mugil cephalus*, *Chelon labrosus*, *Liza aurata* e *Liza ramada*, assumono tutti allo stadio larvale zooplancton, allo stadio di giovanili zoobentos

e poi diventano essenzialmente dei detritivori (Soyinka, 2008; P.B. KELLY 1958; M. Richard 2010), si cibano cioè di organismi in decomposizione presenti nel fondo sabbioso degli ambienti marini. La particolare attitudine del muggine ad alimentarsi mangiando nel fondo, che lo caratterizza come detritivoro, lo rende particolarmente vulnerabile ai contaminanti, che nel bentos potrebbero depositarsi (Reinfelder et al., 1998; Stewart et al, 2004; Luoma and Rainbow, 2005).

Il rilascio di Selenio nel sistema acquatico è il risultato di una serie di attività tra cui, la raffinazione del petrolio, la produzione di corrente elettrica mediante la combustione di carbone e il percolamento dei fertilizzanti utilizzati in agricoltura nei canali di irrigazione. Il ciclo biogeochimico del selenio e il suo ruolo come nutriente essenziale comporta in genere la dominanza di reazioni biologiche su quelle termodinamiche nel sistema acquatico riguardanti la catena alimentare (Shrift, 1964; Stadtman, 1974; National Research Council, 1976; Measures and Burton, 1978; Cutter and Bruland, 1984; Lemly, 1985; Presser and Ohlendorf, 1987; Oremland and others, 1989; Luoma and others, 1992; Maier and Knight, 1994; Presser, 1994a; Lemly, 1997b; Wang and others, 1996; Luoma and Fisher, 1997; Dowdle and Oremland, 1999; Reinfelder and others, 1998). Più in particolare il destino e gli effetti ecologici del selenio presente nell'ambiente acquatico sono determinati da una sequenza di processi che legano carichi, concentrazioni, speciazione e biodisponibilità, trasferimento trofico ed effetti sui predatori (Luoma and others, 1992; Luoma, 1996; Wang and others, 1996; Reinfelder and others, 1997, 1998; Luoma and Fisher, 1997; Luoma and Rainbow, 2005). Studi specifici sulla speciazione del selenio e la creazione di modelli previsionali portano a far pensare che ci sia una trasformazione tra forme disciolte e forme particolate e biotrasferimento tra diversi tipi di materiale particolati e in sospensione (per esempio fitoplancton, detriti e sedimenti, che comportano una bioaccumulazione a partire dai gradini più bassi della catena alimentare). Il Selenio ha la tendenza alla

biomagnificazione durante i passaggi nella catena alimentare (USEPA, 1980; Saiki, 1986; Maier and Knight, 1994; Reinfelder and others, 1998; Stewart and others, 2004; Luoma and Rainbow, 2005), rendendo livelli più alti della catena più vulnerabili agli effetti negativi della contaminazione.

La concentrazione di selenio nell'acqua non è di per sé sufficiente a poter predire implicazioni biologiche da contaminazione. La speciazione geochimica del selenio è un passaggio fondamentale per capire le trasformazioni tra la forma disciolta e quella particolata (come sedimenti e detriti). La trasformazione e la concentrazione nei particolati sono importanti fattori per determinare gli effetti biologici del selenio, ma non si può fare una predizione senza prendere in considerazione la speciazione. Il selenio è un elemento presente in natura in tracce, il suo numero nella tavola periodica è il 34, un numero sotto lo zolfo. Il selenio può essere disponibile in soluzione in tre diversi stati ossidativi:

- selenio organico (-2 o II) che sostituisce S-2 dando origine alla selenometionina e alla seleno-cysteina
- selenite (+4 o IV) che forma l'oxyanion selenite ( $\text{SeO}_3^{2-}$ ) un analogamente a quanto fa lo zolfo con la solfito
- selenato (+6 o VI) che forma l'ossianion selenato ( $\text{SeO}_4^{2-}$ ) analogamente a quanto fa lo zolfo con il solfato

L'influenza dei processi biologici rende molto difficile fare una predizione della speciazione del selenio nell'acqua, infatti tale elemento è reperibile in tutti i diversi stati ossidativi (Luoma and others, 1992), tuttavia il selenato e il selenito sono le due forme disciolte più comuni.

In natura la bioaccumulazione di selenio nella catena alimentare è maggiore ed ha effetti negativi più evidenti nei pesci ed in generale in tutte le forme di vita acquatiche quando nell'acqua il selenio è prevalente nella forma selenite rispetto al selenato (Skorupa,

1998a). Generalmente in natura è maggiormente presente la forma selenato in presenza di drenaggio di canali agricoli (Presser and Ohlendorf, 1987; Zhang and Moore, 1996, 1997a, b); la selenite invece prevale in ecosistemi gravati da scarichi industriali, specialmente quelli utilizzati per la lavorazione di combustibili fossili (raffinerie) o di scarichi di impianti per la produzione di energia, che brucino carbone (Cutter and San Diego-McGlone, 1990; Skorupa, 19980). La forma organica è data dal processamento delle due forme ad opera dei microorganismi (batteri prevalentemente), che la rendono biodisponibile.

In un ambiente acquatico ossigenato la prima trasformazione, cui tutte le diverse forme di Se incorrono, è quella in Se (II) particolato attraverso l'assimilazione da parte di piante e microorganismi. I microbi, piante e microflora (fitoplancton) riducono il selenio, che concentrano al loro interno alla forma Se(II) rendendolo altamente biodisponibile a quegli animali, che si nutrono di tali organismi (Reinfelder and Fisher, 1991). Il Se(II) biodisponibile può essere, inoltre, sequestrato nei sedimenti o sospeso nel particolato come Se(II) detritale. Si può inoltre avere ad esclusiva opera dei microorganismi una trasformazione extracellulare detta dissimilatoria da Se (IV) e Se(VI) a Se(II) (Oremland and others, 1989) nel caso in cui tali forme di selenio vengano a trovarsi nei sedimenti. Durante tale riduzione si genera Se elementare, che può precipitare nel sedimento in forma di ferroselenite ( $\text{FeSeO}_2$ ), incorporato in concrezioni solide come la pirite (Velinsky and Cutter, 1991) o infine venir assorbito da piante, nelle quali concorrerà alla formazione di Se Organico (Zhang and Moore, 1997a, c) biodisponibile per gli animali acquatici.

Uno studio particolarmente interessante (Urquhart and Regalado, 1991; Linville et al., 2002) è stato condotto in California. Prove sperimentali di campo hanno messo in evidenza la presenza di elevate concentrazioni di Se maggiori di 15 e 30 mg/Kg in campioni di muscolo e fegato di storione bianco (*Acipenser transmontanus*) anche se le

concentrazioni di tale elemento nell'acqua risultavano assolutamente nella norma (5 µg Se/l) e considerate non pericolose per gli organismi acquatici (United, 1992). Secondo Lemly (2002a) valori sopra cui si palesano effetti tossici nei pesci, sia d'acqua dolce sia di mare, sono 12mg/kg nel fegato e 8 mg/kg nel muscolo. La causa di ciò non può che essere imputata al bioaccumulo dovuto alle abitudini alimentari dello storione (Luoma and Presser, 2000), un pesce che ha, dal punto di vista alimentare, molto in comune con i muggini visto che, entrambi detritivori, si alimentano grufolando nel fondale (Soyinka, Olufemi Olukolajo 2008; P.B. Kelly 1958; M. Richard 2010).

Esistono differenti metodiche per la determinazione del Se mediante spettrofotometria ad assorbimento atomico quali fornetto di grafite, lettura mediante atomizzazione con fiamma di acetilene e analisi con il generatore di idruri. Tutti gli autori concordano che il primo passo sia la mineralizzazione del campione, ossia la distruzione della sostanza organica a mezzo di acido nitrico e cloridrico a caldo. Tale passaggio è fondamentale non solo perchè solubilizza i campioni organici solidi ma anche perchè rende tutto il metallo disponibile per essere analizzato, rompendo i legami con i composti organici. Durante la mineralizzazione si ha, inoltre, grazie all'acido cloridrico, il passaggio del selenio dalla forma organica a selenato e da quest'ultimo a selenite (J. Peterson, 1991), forma rilevabile con lo spettrofotometro ad assorbimento atomico, secondo la reazione:



La mineralizzazione dei campioni può essere effettuata col metodo tradizionale, mettendo i campioni all'interno di fiasche contenenti acido nitrico e cloridrico (2:1) su piastre calde (90 °C) sotto cappa fino alla completa mineralizzazione che si ha in circa due ore (J. Peterson, 1991) oppure mediante microonde in un sistema chiuso. Il metodo di mineralizzazione dei campioni con microonde consente di risparmiare tempo e di ottenere un risultato qualitativamente superiore (Riansares M.O. 1997). Il vantaggio ulteriore è dato dal minor impiego di acidi e da una minore pericolosità durante

l'esecuzione, infatti l'analista non è esposto ai vapori estremamente tossici dell'acido nitrico e dell'acido cloridrico, essendo il microonde ermeticamente chiuso ed automatizzato.

Le lagune costiere sono ecosistemi estremamente delicati, che forniscono l'habitat ideale a numerose specie animali e vegetali. A causa dello scarso idrodinamismo che le caratterizza, si prestano ad essere particolarmente vulnerabili all'inquinamento antropico, dato dagli scarichi industriali, dal percolamento delle acque irrigue, ricche di pesticidi e fertilizzanti nei canali che confluiscono nelle lagune sono il maggiore pericolo per la biodiversità di tali luoghi. Il selenio che si trova abbondante nei fertilizzanti agricoli è uno degli inquinanti più subdoli per la fauna acquatica, per la sua tendenza a depositarsi nei sedimenti fangosi, che caratterizzano i fondali delle lagune. Il selenio inorganico presente nei sedimenti viene reso biodisponibile grazie all'azione di batteri ed entra a far parte del ciclo alimentare. Una risorsa economica delle lagune costiere sarde è rappresentata dalla pesca del muggine (*Mugil cephalus*, *Chelon labrosus*, *Liza aurata* e *Liza ramada*). Le abitudini alimentari del muggine, caratterizzate dalla ricerca di nutrimento proprio nei sedimenti fangosi del fondo lo rendono particolarmente vulnerabile all'inquinamento da selenio.

### **Scopo del lavoro**

Scopo del presente contributo è stato da un lato la ricerca della presenza di selenio nelle varie specie di muggini adulti in alcune lagune costiere della Sardegna e, dall'altro, la verifica della soglia e del livello di tossicità di questo inquinante mediante prove sperimentali in vasca con diete purificate contenenti quantità scalari di selenio. Determinare la presenza di bioaccumulazione di selenio nei muggini delle lagune costiere e quantificare la soglia di tossicità di tale elemento appare estremamente importante per prevenire che livelli di accumulazione elevati provochino danni irreversibili agli stock di tali pesci.

## MATERIALI E METODI

### I Fase

In una prima fase, nella stagione autunnale 2010, sono stati acquisiti tre esemplari adulti di *Mugil cephalus*, *Liza aurata*, *Liza ramada* e *Chelon labrosus* in tre lagune costiere della Sardegna: Arbatax (OG), Cabras e Mistras (OR) (i pesi dei soggetti campionati sono riportati nella Tabella 1a).

In ciascuno degli stagni, che hanno fornito i pesci è praticata la pesca professionale. I pesci sono stati pescati nei lavorieri posti nella bocca degli stagni, dove essi si congiungono con il mare ed è possibile concentrare il pesce che, per effetto delle maree, cerca di muoversi dallo stagno al mare e viceversa. Al momento dell'acquisizione dei campioni sono stati prelevati anche tre fiasche da 100ml di acqua e tre barattoli da 100g di limo in ciascuno stagno.

I pesci sono stati abbattuti per immersione in H<sub>2</sub>O marina e ghiaccio e quindi trasportati in laboratorio in condizioni di refrigerazione. Sui campioni si è quindi provveduto ad effettuare i principali rilievi morfometrici e successivamente alla dissezione e al prelievo di branchie, cuore, fegato, rene, intestino, muscolo e gonadi destinato alle analisi del Se e quindi congelati a -30°C. i campioni sono stati quindi omogeneizzati e liofilizzati.

Le analisi del Se sono state effettuate nella Sezione di Produzioni Animali del Dipartimento di Biologia Animale. Per la determinazione è stato utilizzato uno Spettrofotometro ad assorbimento atomico Shimatzu AA6800 dotato di auto campionatore ASC6100 e generatore di idruri HVG. I campioni sono stati mineralizzati con un Microwave CEM M.A.R.S. utilizzando una miscela di acido nitrico e di acido cloridrico per 30 min a 160 °C. Il metodo si basa sulla reazione del selenio (IV) con sodio boroidruro per formare l'idruro di selenio (SeH<sub>2</sub>). Successivamente il selenio (IV), ridotto dal sodio boroidruro a SeH<sub>2</sub>, viene vaporizzato in un sistema a circolazione chiusa

e quindi trasferito mediante un gas inerte nella cella di misura mantenuta ad una temperatura di 1000°C tramite un mantello riscaldante.

La lettura è stata effettuata con la lampada a catodo cavo specifica per il selenio, regolata ad una lunghezza d'onda pari a 196 nm e con lampada al deuterio per correggere i disturbi di fondo.

Dalla misura del segnale di assorbanza a 196,0 nm si è ricavata la concentrazione mediante confronto con una curva di taratura ottenuta con soluzioni a concentrazioni note di selenio standard AAS 1000 mg/L Certipur, comprese nel campo di indagine analitico.

Per poter confermare i dati ottenuti si è provveduto a mineralizzare la stessa quantità di matrice certificata con quantità nota di selenio (fegato di pescecane DOLT-4 National Research Council Canada) che ha restituito un valore molto simile (8,6 mg/kg) a quello dichiarato dal fornitore (8,3 mg/Kg). Su ciascun campione è stata ripetuta tre volte la lettura e il valore riportato corrisponde alla media delle tre letture. I dati ottenuti dalle analisi per la determinazione del contenuto di Se nei singoli organi e nei pesci interi sono riportati nelle tabelle 2 e 3.

Anche per la determinazione della concentrazione di selenio nei campioni di H<sub>2</sub>O e di limo prelevate negli stagni si è adottata la metodica sopra descritta ed i risultati sono riportati nella Tabella 4.

## II Fase

La seconda fase ha previsto una prova di tolleranza al selenio in ambiente controllato. E' stata pertanto prevista la selezione di una specie di mugilidi, tra le quattro oggetto della prima fase. I dati ottenuti dall'analisi della concentrazione di SeMet nel corpo e negli organi delle 4 diverse specie non ha evidenziato differenze sostanziali attribuibili alla specie, pertanto il criterio di scelta è stato determinato dalla maggiore disponibilità di *Liza aurata*, della taglia idonea per la sperimentazione. La prova, della durata di 8 settimane precedute da 4 di ambientamento, è stata condotta presso la piattaforma

tecnologica “Blue technology” di Porto Conte Ricerche, che è composta da tre linee a circuito chiuso per specie ittiche marine, ciascuna linea è dotata di 3 vasche (vol. unitario 550 l), filtro meccanico biologico (1500 l), schiumatoio per la rimozione del particolato fine, sistema di ricircolo H<sub>2</sub>O, areazione e ossigenazione, sistema di sterilizzazione dell’acqua (ozono + U.V.), condizionamento della temperatura e sistema di monitoraggio in continuo dei principali parametri chimico-fisici dell’acqua (ossigeno disciolto, temperatura, salinità, pH, conducibilità e potenziale redox). La dieta, rispondente ai fabbisogni nutritivi di una specie ittica onnivora è stata preparata tenendo conto di quanto riportato da M. Richard nel 2010. La dieta presenta le seguenti caratteristiche: proteine greggie 48%, olii e grassi greggi 18%, cellulosa greggia 2%, ceneri greggie 8,5 %, vit A 7000 UI/Kg, vit D3 2500UI/Kg, Mn 20 mg/kg, Cu 5 mg/Kg, I 1,5 mg/Kg, Fe 200 mg/Kg, Zn 40 mg/Kg, P 1,1%, Na 0,6%, Ca 1,8%, Antiossidante etossichina 100 mg/kg.

I componenti sono i seguenti: farina di pesce, farina di soia, olio di pesce, farina di frumento, glutine di mais, concentrato proteico di soia. Disponendo di 9 vasche, per la sperimentazione sono stati applicati tre protocolli sperimentali (in triplo) controllo (0 mg/kg SeMet) e due trattamenti addizionati di Selenometionina (L-Selenometionina 561505-1GM Calbiochem, purezza >98%) rispettivamente 20 mg/kg SeMet e 40 mg/Kg SeMet. Il diametro dei pellet è stato deciso in base all’apertura buccale dei pesci in 2 mm. I valori di selenio organico da aggiungere alla dieta sono stati decisi in base alle esperienze riportate da D. H. Tashjian 2006 sullo storione bianco (*Acipenser transmontanus*). Tali valori, infatti, sono sufficientemente elevati da causare un accumulo di Se negli organi e nei tessuti che sono stati indagati, ma non abbastanza elevati da causare il decesso dei pesci prima della conclusione della prova sperimentale. Il numero di soggetti necessario per condurre la prova è stato determinato in 20 soggetti per ogni vasca.

Sono stati acquisiti dalla peschiera di Mistras circa 250 esemplari di *Liza aurata* (peso medio g  $35 \pm 2$ , lunghezza media cm  $14 \pm 0,5$ ). I campioni sono stati trasportati presso il laboratorio e quindi trattati per 4 h con bagno in soluzione 50 ppm di acido peracetico al 15% e perossido di idrogeno (30 vol.) al 20% e successivamente posti per 2 h in un bagno di antiparassitario. I soggetti sono stati quindi suddivisi nelle vasche per la sperimentazione. Dopo un periodo di ambientamento, della durata di un mese, in cui è stato necessario condizionare i soggetti in vasca all'assunzione dell'alimento pellettato alcuni soggetti sono stati soppressi, previa anestesia in acetone-cloroformio (1,1,1-tricloro-2-metilpropan-2-olo) 0,2% in acqua marina, mediante immersione in acqua marina /giaccio. Sui campioni si è quindi provveduto ad effettuare i principali rilievi morfometrici e successivamente alla dissezione e al prelievo di branchie, cuore, fegato, rene, intestino, muscolo e gonadi destinati alle analisi del Se e quindi congelati a  $-30^{\circ}\text{C}$ , infine immediatamente prima delle analisi i campioni sono stati macinati, omogeneizzati e liofilizzati.

Sui campioni interi sono stati inoltre determinati i parametri chimici secondo le metodiche ufficiali AOAC: umidità % (in stufa  $105^{\circ}\text{C}$  24 h), ceneri % (in muffola  $550^{\circ}\text{C}$  5 h), proteine grezze % (PG; metodo Kjeldahl) e i lipidi grezzi % (EE; metodo Soxhlet).

Sui soggetti rimasti in vasca è stata effettuata una biometria per determinare la razione alimentare da somministrare, che è stata calcolata in ragione del 2% del peso vivo.

Alla fine delle 8 settimane tutti i soggetti sono stati soppressi e processati secondo i protocolli sopra descritti. Per ogni protocollo sperimentale è stato determinato in ciascun soggetto peso finale (g), fattore di condizione ( $K = \text{Peso} * 100 / \text{LT}^3$ ), incremento in peso % [ $\text{WG} = 100 * (\text{peso finale} - \text{peso iniziale}) / \text{peso iniziale}$ ], incremento ponderale medio ( $\text{IPM} = \text{Peso finale} - \text{Peso iniziale}$ ) e tasso di accrescimento specifico [ $\text{SGR} = 100 * (\text{Ln peso finale} - \text{Ln peso iniziale}) / \text{gg alimentazione}$ ].

## **RISULTATI e DISCUSSIONE**

### **I Fase**

Le tabelle 1 e 2 illustrano i risultati ottenuti (peso medio e concentrazione media di Se) nei soggetti adulti delle quattro specie prese in esame, provenienti da tre diversi stagni della Sardegna oltre ai dati registrati sul limo e sull'acqua delle medesime lagune. Come si può notare le concentrazioni massime di Se si sono registrate nei reni, nelle gonadi e nell'intestino, leggermente inferiore risulta quella del fegato ed ancora più basse e comparabili tra loro quelle rilevate in muscolo, branchie e cuore. La concentrazione di Se osservata sul pesce intero fa registrare, chiaramente, un valore intermedio. Non vi sono evidenze che mostrino una correlazione tra le differenti specie e l'accumulo di Se, ma tutti i mugilidi esaminati in questa prima fase mostrano concentrazioni elevate di Se negli organi bersaglio (rene, gonadi e intestino) anche se il livello di tale composto nell'acqua e nel limo risulta relativamente basso. In letteratura è riportato che i valori sopra i quali si palesano effetti tossici nei pesci, sia d'acqua dolce sia di mare, sono 12mg/kg nel fegato e 8 mg/kg nel muscolo. I dati rilevati nei campioni analizzati risultano sufficientemente al di sotto di tale soglia, ma comunque tali da poter spiegare effetti sub letali, con danni anche importanti a carico degli organi bersaglio, specialmente alle gonadi, con conseguente riduzione della fitness e della biodiversità in un ambiente delicato come quello lagunare.

### **II Fase**

Il protocollo sperimentale ha previsto una prova di alimentazione di 8 settimane in ambiente controllato con diete purificate contenenti quantità scalari di selenio. I parametri sperimentali sono riassunti in Tabella 3. Dalle analisi strumentali si è rilevata una concentrazione di Se pari a 18,5 mg/kg nella prima dieta sperimentale (20) e di 36,4 per la seconda (40), mentre nel controllo (0) il valore rilevato è stato pari a 1,7 mg/kg. Come

si evidenzia in Tabella 4 l'aumento della concentrazione di Se nella dieta ha comportato una notevole riduzione dell'I.P.M. che è passato da 32,95 g nel controllo a 14,70 nella dieta con 40 ppm di Se, parallelamente si riduce in maniera significativa il valore di K (0,98 nel controllo; 0,89 a 40 ppm). Netta anche la riduzione del WG% (59,89; 42,59; 24,46 rispettivamente per 0; 20; 40 ppm) e del SGR% (0,87; 0,66; 0,41 rispettivamente per 0; 20; 40 ppm). Viceversa non sono evidenziabili correlazioni significative tra la quantità di Se nella dieta e la composizione chimico centesimale, che non appare influenzata (Tabella 5), nonostante i livelli di metallo accumulato negli organi sia prossimo alla soglia di tossicità (7,7 mg/kg nel fegato - Tabella 6).

Appare evidente come anche dosi sub letali di Se incidano in maniera importante su tutti i diversi indicatori di crescita considerati infatti, si assiste ad una drastica riduzione di tutti i valori, che appare strettamente connessa all'aumento del metallo nella dieta, pur non alterando in maniera evidente la composizione chimico-centesimale. Purtroppo a causa delle ridotte dimensioni dei soggetti non è stato possibile avere i dati di accumulo del Se sul rene e sul cuore per la limitata quantità di campione biologico recuperato e sulle gonadi in quanto alla dissezione esse non risultavano visibili.

## CONCLUSIONI

L'influenza dei processi biologici rende molto difficile fare una predizione della speciazione del selenio nell'acqua, infatti, tale elemento è reperibile in tutti i diversi stati ossidativi, tuttavia il selenato e il selenito sono le due forme disciolte più comuni.

In natura la bioaccumulazione di selenio nella catena alimentare è maggiore ed ha effetti negativi più evidenti nei pesci ed in generale in tutte le forme di vita acquatiche quando nell'acqua il selenio è prevalente nella forma selenite rispetto al selenato. Generalmente in natura è maggiormente presente la forma selenato in presenza di drenaggio di canali agricoli; la selenite è invece maggiormente presente in ecosistemi gravati da scarichi industriali, specialmente quelli utilizzati per la lavorazione di combustibili fossili (raffinerie) o di scarichi di impianti per la produzione di energia, che brucino carbone. La sperimentazione ha valutato in vivo gli effetti del bioaccumulo di selenio nelle principali specie di mugilidi presenti nelle lagune costiere della Sardegna. I risultati ottenuti hanno permesso di evidenziare come nei soggetti adulti delle quattro specie prese in esame, provenienti da tre diversi stagni della Sardegna, non vi siano livelli di Se tali da comportare fenomeni di intossicazione acuta, ma che comunque non escludono la possibilità di causare danni in organi particolarmente sensibili come l'ovaio. La prova in ambiente controllato ha permesso di valutare l'influenza diretta di questo inquinante sui parametri specifici dell'accrescimento, che vengono condizionati in maniera importante anche da dosi sub letali. La conoscenza dei fenomeni, che conducono ad una perdita di fertilità e ad una importante riduzione delle performances di crescita in specie economicamente importanti potrebbe portare ad un incremento nella produzione, con positive ricadute economiche per gli operatori del settore, oltre a contrastare la riduzione della biodiversità in ambienti particolarmente sensibili quali quelli delle lagune costiere. I dati ricavati da questa sperimentazione potranno essere utilizzati come base per ulteriori

sperimentazioni sugli effetti tossici del selenio e di altri metalli su specie ittiche economicamente importanti per l'economia sarda.

**Tabella 1. Peso dei soggetti delle diverse specie di mugilidi e concentrazione di Se mg/Kg (medie  $\pm$  D.S.) nei pesci interi, branchie, cuore, fegato, rene, intestino, muscolo e gonadi, provenienti da tre lagune costiere della Sardegna (Arbatax, Cabras e Mistras)**

Sito	Specie n=3	Peso Kg	Se mg/kg							
			Intero	Branchie	Cuore	Fegato	Rene	Intestino	Muscolo	Gonadi
Arbatax	<i>Liza aurata</i>	0,81 $\pm$ 0.3	4,77 $\pm$ 0.1	5,38 $\pm$ 0.8	3,66 $\pm$ 0.1	5,78 $\pm$ 0.3	7,04 $\pm$ 0.1	7,13 $\pm$ 0.2	4,14 $\pm$ 0.6	6,50 $\pm$ 0.5
	<i>Liza ramada</i>	0,73 $\pm$ 0.1	4,97 $\pm$ 0.0	4,24 $\pm$ 0.0	3,39 $\pm$ 0.1	5,37 $\pm$ 0.2	7,77 $\pm$ 0.8	6,87 $\pm$ 0.3	4,43 $\pm$ 0.9	7,08 $\pm$ 0.7
	<i>Chelon labrosus</i>	1,11 $\pm$ 0.2	4,58 $\pm$ 0.7	5,39 $\pm$ 0.1	3,17 $\pm$ 0.6	5,13 $\pm$ 0.4	7,90 $\pm$ 0.7	6,43 $\pm$ 0.2	3,98 $\pm$ 0.5	6,17 $\pm$ 0.2
	<i>Mugil cephalus</i>	0,65 $\pm$ 0.1	6,17 $\pm$ 0.1	5,28 $\pm$ 0.3	4,15 $\pm$ 0.4	5,22 $\pm$ 0.2	7,63 $\pm$ 0.6	6,58 $\pm$ 0.3	4,74 $\pm$ 0.1	7,72 $\pm$ 0.3
Cabras	<i>Liza aurata</i>	0,72 $\pm$ 0.4	6,25 $\pm$ 1.0	5,06 $\pm$ 0.1	4,09 $\pm$ 0.5	5,54 $\pm$ 0.9	7,29 $\pm$ 0.2	7,02 $\pm$ 0.1	4,14 $\pm$ 0.8	7,32 $\pm$ 0.2
	<i>Liza ramada</i>	0,68 $\pm$ 0.1	6,44 $\pm$ 0.5	5,09 $\pm$ 0.1	4,24 $\pm$ 0.7	5,32 $\pm$ 0.7	8,01 $\pm$ 0.5	7,32 $\pm$ 0.3	5,37 $\pm$ 0.0	7,84 $\pm$ 0.4
	<i>Chelon labrosus</i>	1,17 $\pm$ 0.3	5,08 $\pm$ 0.1	4,75 $\pm$ 0.3	3,71 $\pm$ 0.3	5,07 $\pm$ 0.3	7,09 $\pm$ 0.6	6,42 $\pm$ 0.6	4,04 $\pm$ 0.5	6,80 $\pm$ 0.2
	<i>Mugil cephalus</i>	0,63 $\pm$ 0.2	4,03 $\pm$ 0.2	4,96 $\pm$ 0.7	3,56 $\pm$ 0.2	5,35 $\pm$ 0.2	7,18 $\pm$ 0.1	5,78 $\pm$ 0.5	4,78 $\pm$ 0.3	7,74 $\pm$ 0.8
Mistras	<i>Liza aurata</i>	0,61 $\pm$ 0.1	6,38 $\pm$ 0.0	5,54 $\pm$ 0.3	3,86 $\pm$ 0.2	5,82 $\pm$ 0.0	7,35 $\pm$ 0.6	7,23 $\pm$ 0.3	5,14 $\pm$ 0.6	7,69 $\pm$ 0.7
	<i>Liza ramada</i>	0,65 $\pm$ 0.5	5,16 $\pm$ 0.1	4,49 $\pm$ 0.8	3,37 $\pm$ 0.1	5,59 $\pm$ 0.3	7,68 $\pm$ 0.3	5,81 $\pm$ 0.7	4,11 $\pm$ 0.1	6,83 $\pm$ 0.2
	<i>Chelon labrosus</i>	0,84 $\pm$ 0.2	6,25 $\pm$ 0.3	5,76 $\pm$ 0.3	4,17 $\pm$ 0.6	5,36 $\pm$ 0.2	7,62 $\pm$ 0.5	7,00 $\pm$ 0.2	4,07 $\pm$ 0.3	7,44 $\pm$ 0.0
	<i>Mugil cephalus</i>	0,61 $\pm$ 0.2	6,18 $\pm$ 0.7	5,57 $\pm$ 0.3	3,82 $\pm$ 0.4	5,03 $\pm$ 0.4	7,82 $\pm$ 0.6	7,12 $\pm$ 0.4	4,38 $\pm$ 0.0	7,55 $\pm$ 0.5

**Tabella 2. Concentrazione di Se nel limo e nell'acqua di alcune lagune costiere sarde (Mistras, Cabras ed Arbatax)**

Sito	Campione	Se ppm
Mistras	limo	0,15±0,1
	H <sub>2</sub> O	0,003±0,0
Cabras	limo	0,06±0,1
	H <sub>2</sub> O	0,002±0,0
Arbatax	limo	0,04±0,2
	H <sub>2</sub> O	0,003±0,0

**Tabella 3. Parametri sperimentali e principali caratteristiche chimico-fisiche dell'acqua registrati durante la sperimentazione**

LINEA	gg totali	gg digiuno	gg alimentazione	t (°C)	pH	O <sub>2</sub> (mg/l)	sal (‰)	razione (%)	n° pesci	Sopravvivenza (%)
1	56	2	54	20±0,5	7,8±0,2	5,5±1,0	37±1,0	2,0±0,03	60	100
2	56	2	54	20±0,5	7,8±0,2	5,5±1,0	37±1,0	2,0±0,03	60	100
3	56	2	54	20±0,5	7,8±0,2	5,5±1,0	37±1,0	2,0±0,03	60	100

**Tabella 4. Indicatori di crescita registrati durante la sperimentazione**

Se mg/Kg	IW (g)	FW (g)	IPM (g)	K (%)	WG%	SGR (%)
0	55±15,2	88,1±13,8	32,95±13,1	0,98±0,09	59,89	0,869116
20	63,4±23,2	90,4±11,1	27,00±10,7	0,88±0,09	42,59	0,657001
40	60,1±12,9	74,8±16,3	14,70±6,2	0,89±0,07	24,46	0,405200

**Tabella 5. Caratteristiche chimico-nutritive di *Liza aurata* al termine della prova in ambiente controllato**

<b>Se ppm</b>	<b>Umidità %</b>	<b>S Secca</b>	<b>Ceneri</b>	<b>EE %</b>	<b>PG %</b>
0	68,34 ± 2,12	31,66 ± 2,12	4,2 ± 1,20	9,42 ± 2,44	16,97 ± 0,74
20	66,51 ± 2,51	33,49 ± 2,51	31,5 ± 0,36	11,28 ± 0,43	17,77 ± 0,64
40	67,81 ± 1,81	32,19 ± 1,81	3,6 ± 0,17	10,87 ± 1,25	16,81 ± 0,47

**Tabella 6. Concentrazione di Se mg/Kg (medie ± D.S.) nei soggetti interi, branchie, fegato, intestino di *Liza aurata* al termine della prova in ambiente controllato**

<b>Dieta (Se mg/kg)</b>	<b>Se mg/kg</b>				
	<b>Intero</b>	<b>Branchie</b>	<b>Fegato</b>	<b>Intestino</b>	<b>Muscolo</b>
<b>0 (1,7)</b>	0,8±0,3	0,6±0,1	0,8±0,3	0,9±0,2	0,6±0,1
<b>20 (18,5)</b>	2,1±0,3	1,9±0,2	2±0,4	2,6±0,1	1,7±0,2
<b>40 (36,4)</b>	7,9±1,5	7,3±0,7	7,7±1,2	9,6±1,1	6,4±0,6

## **CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE**

Gli stock di piccoli pesci pelagici sono notoriamente variabili in termini di abbondanza ed inclini a soccombere sotto la pressione di pesca. Confrontando i dati della presente tesi con quelli pubblicati in letteratura si può notare che non si è osservata una riduzione della taglia media delle sardine catturate nell'arco di sette anni, pertanto si può affermare che, per quanto riguarda la popolazione di sardine oggetto del nostro studio, non ci troviamo di fronte ad evidenti fenomeni di sofferenza.

Questa tecnica di pesca si è dimostrata, inoltre, altamente selettiva, con una bassa incidenza di catture accessorie e quindi con un impatto ambientale positivo.

In una prospettiva mirante alla conservazione ed allo sfruttamento sostenibile degli stock di sardina in Sardegna, sarebbe importante impostare un programma coordinato di monitoraggio delle risorse, basato su diversi approcci che, in tempi relativamente brevi, possa dare indicazioni sulla dinamica evolutiva degli stock sottoposti all'azione modificatrice di fattori antropogeni e ambientali.

I dati sperimentali hanno mostrato come *P. prayensis* abbia una % edibile nettamente superiore rispetto alle specie mediterranee, grazie soprattutto alle ridotte dimensioni dell'apparato digerente. Inoltre, per la prima volta per questa specie, si può ipotizzare che il periodo riproduttivo possa essere compreso tra maggio e luglio. Tale evidenza è di fondamentale importanza ai fini dell'attuazione di programmi di tutela e salvaguardia e nella programmazione del fermo pesca.

In conclusione si può affermare che *Pseudupeneus prayensis* per l'elevata quantità di % edibile, il ridotto contenuto lipidico e l'elevata quantità di proteine nelle carni risulta senza dubbio una specie decisamente interessante per l'alimentazione umana.

La sperimentazione ha valutato in vivo gli effetti del bioaccumulo di selenio nelle principali specie di mugilidi presenti nelle lagune costiere della Sardegna. La prova in ambiente controllato ha permesso di valutare l'influenza diretta di questo inquinante sui parametri specifici dell'accrescimento. La conoscenza dei fenomeni, che conducono ad una perdita di fertilità e ad una importante riduzione delle performances di crescita in specie economicamente importanti potrebbe portare ad un incremento nella produzione, con positive ricadute economiche per gli operatori del settore, oltre a contrastare la riduzione della biodiversità in ambienti particolarmente sensibili quali quelli delle lagune costiere.

## RINGRAZIAMENTI

Si ringrazia il comandante del MP Luigi, Silverio Musella, per la collaborazione fornita durante la sperimentazione, oltre che per la disponibilità e cortesia mostrate durante le fasi di campionamento. Si ringraziano, inoltre, il Prof. Sergio Uzzau, Amministratore Unico di Porto Conte Ricerche S.r.l., la Dott.ssa Tonina Roggio, Responsabile R&S, ed il Dr. Elia Bonaglini per l'indispensabile supporto tecnico e logistico fornito dal Centro di Ricerca al terzo contributo sperimentale. Un ringraziamento speciale alle mie bimbe Marilù e Viola che con la loro dolcezza hanno reso possibile la stesura di questa tesi.

## **BIBLIOGRAFIA**

### Bibliografia I° Contributo Sperimentale

- ACKMAN R.G., 1995. Composition and nutritional value of fish and shellfish lipids. In: Fish and Fisheries Products. Composition, Nutritive Properties and Stability, pp. 117-156. Ruiter A. Ed. CAB International, Wallingford, UK.
- ALVARES F., CINGOLANI N., KALLIANIOTIS A., 2003- Piccoli pelagici: gestione futura delle risorse condivise in mediterraneo. *Il Pesce* 5/03:57-65.
- ANTIMI M., CATAUDELLA S., et al.-Tante buone molecole dal mare, alcune relazioni tra consumo di prodotti ittici e salute umana- Uniprom 20
- ARENA P. 1981. Caratteristiche delle reti a circuizione per tonno e loro efficienza in relazione alle condizioni ambientali ed ai comportamenti delle specie pescate. Convegno nazionale U.O. sottoprogetto *Risorse biologiche*, Roma 10/11/1981.
- BINI G., 1970- Atlante dei pesci delle coste italiane. Mondo Sommerso, Roma.
- BINI G. .Esperimenti e studi con osservazione diretta del comportamento in mare della rete "cianciolo". Memoria n. 5, Ministero Marina mercantile
- CANNAS A., SPEDICATO M. T., cap. 2 tratto da -Un mare di risorse, introduzione alla conservazione ed alla gestione delle risorse ittiche- a cura di Cataudella S. e Carrada G. C., UNIPROM 2000. pp67-68-69-71-102-103
- CAPPUCCINELLI R., RUSSINO G., PAIS M., 2005- Monitoraggio dell'attività di pesca di un "cianciolo" nei mari circostanti la Sardegna. *Il Pesce* 5/05 pp115-125.
- CASTELL J.D., 1979. Review of lipid requirements of finfish. In Tiews K., Halver J.E., Ed. Proceedings of the world Symposium on finfish nutrition and fishfeed technology, Vol 1 Hamburg: Heenemann, pp. 59-84.
- CATTANEO-VIETTI R., ORSI RELINI L., WURTZ M 1985. La pesca in Liguria. Centro Studi Unioncamere liguri, 190 pp.
- CINGOLANI N et al. 2002-Stock assessment of sardine (*Sardina pilchardus*, Walb.) in the Adriatic Sea. *Biol. Mar. Medit.* (2002), 9 (1): 82-88.
- COCCIA M., BORGANZONI M., GUERRIERI M., MILIA M., STOPPIELLO N. 1998. Indagine sulla pesca in acque costiere per la cattura del pesce bianco (1991). In Atti "Le ricerche

sulla pesca e l'acquacoltura nell'ambito della L.41/82", Parte I Risorse biologiche e tecnologia, 15-16 dicembre 1998, MIPA: 813-817

- CORSINI P., MESSINA G., 2001- Il consumo di carburante quale metodo di misura dello sforzo di pesca. *Rapporto della Comunità Europea*. (Rif.97/0073)
- DELLA CROCE N., 1982- Biologia della fauna ittica e gestione degli stock. *Il mare e la pesca Ass.prod pesca Savona*. pp95-102.
- DELLA CROCE N., 1982- Biologia e pesca del pesce azzurro. *Il mare e la pesca Ass.prod pesca Savona*. pp 103-112.
- FAO – The state of world fisheries and aquaculture 2008
- FERRETTI M. 1983. Inventario degli attrezzi da pesca usati nelle marinerie italiane. Ministero Marina Mercantile, Direzione Generale della Pesca: 95 pp.
- FERRETTI M., TARULLI E., PALLADINO S.,-classificazione e descrizione degli attrezzi da pesca in uso nelle marinerie italiane con particolare riferimento al loro impatto ambientale -2002 pp19-22-23-25-26
- FISCHER W., BAUCHOT M. L., SCHNEIDER M., 1987-Fiches FAO d'identification des espèces pour les besoins de la peche. Méditerranée et mer Noire.760 pp.
- FROESE R., PAULY D. EDITORS. – (2006), *Fish Base, World Wide Web electronic publication*, fishbase.org, version June 2006.
- GIOVANARDI O., ALHEIT J., 1990- Biologia della riproduzione nei pesci, in particolare piccoli pelagici: recenti acquisizioni ed implicazioni gestionali. *ICRAP Quaderno pesca N° 3- I piccoli pelagici nel mar Tirreno, osservazioni dopo il primo anno di indagini ittioplanctoniche*. pp 35-45.
- GRAMITTO M. E., 2001- La gestione della pesca marittima in Italia. Fondamenti tecnico-biologici e normativa vigente. *Marchesi grafiche Editoriali S.p.a. Monografie scientifiche C.N.R.* 319 pp.
- HENDERSON R.J. e TOCHER D.E., 1987. The lipid composition and biochemistry of freshwater fish. *Prog. Lipid. Res.*, **26**: 281-347.
- I.R.E.P.A., 1995-Sistema di rilevazione sistematica ed organica degli indicatori economici della pesca in Italia. IV rapporto:278 pp.

- IREPA, 2003-Osservatorio economico sulle strutture produttive della pesca marittima in Italia, 2001-2002 *cap 15* La pesca in Sardegna.: 269-284.
- LE CREN E. D., 1951- The length-weight relationship and seasonal cycle in gonad weight and condition in the perch (*Perca fluviatilis*). *J. Anim Ecol.*, **20**: 201-219.
- LUCCHETTI A., 2003- L' acciuga *Engraulis encrasicolus* (Linneo, 1758). *Il Pesce* **5/03**: 95-100.
- LUCCHETTI A., 2006- La sardina *Sardina pilchardus* (Walbaum, 1792). *Il Pesce* **6/06**:142-1
- MARANO G., 2000- Piccoli pelagici: valutazione della biomassa (1984-1996). *Biol. Mar. Medit.* (2000), **7** (4): 59-70.
- MOTOS L., SANTIAGO J., URIARTE A., 1990- Application of the daily egg production method to the bay of biscay anchovy population (*Engraulis encrasicolus* L.). Reproductive biology, egg production, biomass estimates and management implications. *Atti del seminario: Reproductive biology of small pelagics and stock assessment through ichthyoplanktonic methods.* pp 49-76.
- NIKIFOROS G., 2002-Fauna del Mediterraneo- Giunti, pp 4-5
- ORBAN E., RICELLI A., DI LENA G., CASINI I., CAPRONI R., 1999. Quality differences in sea bass (*Dicentrarchus labrax*) from intensive and extensive rearing systems. In: Proc. Int. Conf. Aquaculture Europe '99, Trondheim, Norway, **27**:180-181.
- PEREZ J.M., 1976-Elementi di biologia oceanografica. Edi, Ermes: 222 pp.
- PICCINETTI C., 1970-Considerazioni sugli spostamenti delle alici *Engraulis encrasicolus*(L.) nell'Alto e Medio Adriatico. *Boll. Pesca Piscic. Idrobiol.* **25**(1):145-148.
- POLI B.M., PARISI G., LUPI P., MECATTI M., BONELLI A., ZAMPACAVALLO G., GUALTIERI M., MASCINI M., 1999. Qualitative traits and *shelf life* in *Pagrus major x Dentex dentex* hybrids stored at refrigerated conditions and comparison with European gilthead seabream (*Sparus aurata*). pp 329 326 in Proc. 33rd Int. Symp. SIPZOO on New Species for Mediterranean aquaculture, Alghero (SS), Italy.
- SALA A., COSIMI G., PALUMBO V., 2002- Catture di *Engraulis encrasicolus* e *Sardina pilchardus* in relazione alla temperatura ed alla profondità di campionamento (Mare Adriatico). *Biol. Mar. Medit.* (2002), **9** (1): 96-104.

- SANTOJANNI A. et al., 2002- Calculation of small pelagic catch per unit of fishing effort in the Adriatic Sea. *Biol. Mar. Medit.* (2002), **9** (1): 89-95.
- SINOVIC G., 1988- Age and growth of anchovy, *Engraulis encrasicolus* (L.) in Middle Adriatic. *Rapp. Comm. Int Mer Medit.* 31: 266.
- SINOVIC G., 1991- Stock size assesment of sardine, *Sardina pilchardus* (Walb) population from the central eastern Adriatic on the basis of VPA method. *Acta Adriat.* **32**(2):869-884.
- TINTI F. et al., 2002-Struttura di popolazione di *Sardina pilchardus* (Walbaum, 1792) dell'adriatico mediante analisi di marcatori molecolari e morfometrici. *Biol. Mar. Medit.* (2002), **9** (1): 105-111.
- TSERPES, G. and TSIMENIDES N., 1991- Evaluation of growth rate differences in population of *Sardina pilchardus* (Walbaum, 1792) (Clupeidae) from the Aege Ionian Seas.
- ULBRICHT T.L.V., SOUTHGATE D.A.T., 1991. Coronary heart disease: seven dietary factors. *Lancet* 338:985-992.

#### **Bibliografia II°Contributo Sperimentale**

- ABELLA, A.J., SERENA, F. (1998) Stato di sfruttamento del nasello nei compartimenti di pesca di Livorno e Viareggio. *Biol. Mar. Medit.*, 5(2): 136-150.
- ADRIAMED. (2000) Priority topics related to shared demersal fishery resources of the Adriatic Sea. Report of the first meeting of the AdriaMed Working Group on shared demersal resources. FAO-MiPAF Scientific Cooperation to Support Responsible Fisheries in the Adriatic Sea. GCP/RER/010/ITA/TD-02: 21 pp.
- AGUIRRE, H. - 1997Presence of dentition in the premaxilla of juvenile *Mullus barbatus* and *M. surmuletus* . *Journal of Fish Biology*, 51: 1186-1191.
- ALEGRE, M., J. LLEONART & J. VENY. - 1992 Espècies Pesqueres d'interès comercial. Nomenclatura oficial catalana. Generalitat de Catalunya. Departament de Cultura, DARP, TERMCAT. 64 pp. Base de datos ICTIMED (WWW Work: D. Lloris & Justino Martínez).

- ALEGRIA HERNANDEZ, V., GRANIĆ, V., JUKIĆ, S. (1982) The protection of the hake (*Merluccius merluccius* L.) in the Adriatic Sea by regulation of the level of exploitation. Acta Adriat., 23 (1/2): 431-440.
- ALEGRIA HERNANDEZ, V., JUKIĆ, S. (1990) Some aspects of biology and population dynamics of Hake (*Merluccius merluccius*) from the Adriatic Sea. Rapp. Comm. Int. Mer. Medit., 32 (1): 265.
- ALEGRIA HERNANDEZ, V., JUKIĆ, S. (1992) Abundance dynamics of the hake (*Merluccius merluccius* L.) from the middle Adriatic Sea. Bull. Inst. Oceanogr., Monaco, n. special 11: 161pp.
- ALFIREVIĆ, S., CRNKOVIĆ, D., GAMULIN BRIDA, H. (1969) Problem racionalne eksploatacije škampa (*Nephrops norvegicus* L.). Thalassia Jugosl., 5: 5-12.
- ARDIZZONE, G.D. (1998) Un tentativo di valutazione delle condizioni di *Merluccius merluccius* e *Mullus barbatus* nei mari italiani. Biol. Mar. Medit., 5(2): 151-168.
- ARNERI, E. (1996) Fisheries resources assessment and management in Adriatic and Ionian Seas. FAO Fish. Rep., 533: 7-20.
- ARNERI, E., JUKIĆ, S. (1986) Some preliminary observations on the biology and dynamics of *Mullus barbatus* in the Adriatic Sea. FAO Fish. Rep., 345: 79-86.
- BAUCHOT, M.-L. 1967. Catalogue critique des types de poissons du Muséum national d'Histoire naturelle. Publs Mus. natn. Hist. nat., Paris, (21): 70 p.
- BELLO, G., MARANO, G., RIZZI, JUKIĆ, S., PICCINETTI, C. (1986) Preliminary survey on the Adriatic hake, *Merluccius merluccius*, within the Demersal Resources Assessment Programme, Spring 1985 survey. FAO Fish. Rep., 345: 200-204.
- BEN-TUVIA, A. - 1990 Mullidae. In: J.C. Quero et al., (eds.) Check-list of the fishes of the eastern tropical Atlantic (CLOFETA). Unesco, Portugal, vol. II: 827-829.
- BERTRAND, J. (1995) Campagnes internationales de chalutage demersal en Mediteranee (MEDITS). Campagne 1994. Manuel des protocoles. Rapp. de Contract EC-IFREMER-IEO-SIBM-NCMR (MED93: 020-018 006004): 27 pp.

- BERTRAND, J., GIL DE SOLA, L., PAPACONSTANTINOU, C., RELINI, G. AND SOUPLET, A. (1997) An international bottom trawl survey in the Mediterranean: the MEDITS programme. ICES CM 1997-03: 16 pp.
- BEVERTON, R.J.H. AND S.J. HOLT (1956) A review of methods for estimating mortality rates in exploited fish populations, with special references to sources of bias in catch sampling. Rapp. P.-v. Reun. CIEM, 140: 67-83.
- BINI, G. (1968-70) Atlante dei pesci delle coste italiane. 1-10. Mondo Sommerso Roma.
- BINI, G. - 1965 Catálogo de los nombres de peces, moluscos y crustáceos de importancia comercial en el Mediterráneo. FAO, Rome: i-xv + 407 pp.
- BLEEKER, P. 1862-1878. Atlas ichthyologique des Indes Orientales Néerlandaises, publié sous les auspices du Gouvernement colonial néerlandais, Amsterdam.
- BOLJE, A. (1992) Kvantitativna i kvalitativna analiza kočarskih naselja u tršćanskom zaljevu. Master thesis. Sveučilište u Zagrebu., 64 pp.
- BOMBACE, G. (1972) Considerazioni sulla distribuzione delle popolazioni di livello batiale con particolare riferimento quelle bentoniche. Quad. Lab. Tecnol. Pesca. 1(4): 65-82.
- BOMBACE, G., CINGOLANI, N. (1986) Résultats pratique du programme de recherche “Étude de faisabilité pour un system d’échantillonnage des statistiques de pêche” (programme PESTAT). FAO Fish. Rep., 345: 57-59.
- BOMBACE, G., CINGOLANI, N. (1988) Distribution de l’effort de pêches dans les pêcheries des mers italiennes, densité (CV/n mi<sup>2</sup>) et CPUE (KG/CV) pour les différents métiers de pêche. In: Caddy, J.F. and Savini, M. (eds). Report of the fifth technical Consultation of the General Fisheries Council for the Mediterranean on stock assessment in the Adriatic and Ionian Seas. Bari, Italy, 1-5 june 1987. FAO Fish. Rep., 394: 234-244.
- BOUGIS, P., MUŽINIĆ, R. (1958) Sur la croissance de *Mullus barbatus* (L.) dans les eaux de Split. Acta Adriat., 8(9):14 pp.

- BULJAN, M., ZORE-ARMANDA, M. (1971) Osnovi oceanografije i pomorske meteorologije. Institut za oceanografiju i ribarstvo, Split, 424 p.
- CADDY, J.F. (1993) Some future perspectives for assessment and management of Mediterranean fisheries. *Scientia Marina*, 57(2-3): 121-130.
- CADENAT, J. 1937. Recherches systématiques sur les poissons littoraux de la côte occidentale d'Afrique récoltés par le navire 'Président Théodore Tissier' au cours de sa 5e croisière. Liste des poissons littoraux avec la diagnose de 6 espèces nouvelles. *Rev. Trav. Off. (scient. tech.) Pêch. marit.*, 10 (4): pp. 425-562.
- CASALI, G. MANFRIN PICCINETTI, S. SORO, (1998) Distribuzione di cefalopodi in Alto e Medio Adriatico. *Biol. Mar. Medit.*, 5(2): 307-318.
- CETINIĆ, P., (Coordinator). (1999) Istraživanje kompetitivnih odnosa između ribolova pridnenim povlačnom povlačnom mrežom (koćom), vršama za lov škampa i jednostrukim mrežama stajaćicama za lov oslića u velebitskom kanalu, s posebnim osvrtom na populaciju škampa i oslića. IOF, Split, 53 pp.
- CHAINE, J. 1938. Recherches sur les otolithes des poissons. Étude descriptive et comparative de la sagitta des Téléostéens (suite). *Act. Soc. linn. Bordeaux*, 90: pp. 5-258, pl. I-XVIII.
- COPPOLA, S.R., CINGOLANI, N. (1992) Assessment of catch and effort of Italian fleet by fishing areas based on "PESTAT" data. *FAO Fish. Rep.*, 468: 36-68.
- CRISTO, M., CARTES, J.E. (1998) A comparative study of the feeding ecology of *Nephrops norvegicus* (L) in the bathyal Mediterranean and adjacent Atlantic. *Scientia Marina*, 62 (Suppl.1), 81-90.
- CRNKOVIĆ, D. (1959) Contribution to the study of economically valuable benthonic species of the channels of the north-eastern Adriatic. *Rapp. P.-v. Reun. Comm.int. Explor. scient. Mer Medit.*, 5: 355-363.
- CRNKOVIĆ, D. (1964) Utjecaj koćarenja na bentoska naselja u kanalskom području sjeveroistočnog Jadrana. 11(5): 47-57.

- CRNKOVIĆ, D. (1965) Ispitivanje ekologije i mogućnosti racionalnog unaprijeđenja eksploatacije raka *Nephrops norvegicus* (L) u kanalskom području sjeveroistočnog Jadrana. Disertacija, PMF Sveučilišta u Zagrebu.
- CRNKOVIĆ, D. (1970) Prilog biološkoj i ekonomskoj problematici kočarenja u kanalskom području sjeveroistočnog Jadrana. *Thalassia Jugosl.*, 6: 5-90.
- CUVIER, G.; VALENCIENNES, A. 1828-1849. *Histoire naturelle des Poissons*, Paris-Strasbourg, 22 vol., 11030 pp., 621 pl.
- D'ANCONA, U. (1949) Il differenziamento della gonade e l'inversione sessuale degli Sparidi. *Arch. Oceanogr. Limnol.*, 6(2/3): 97-139.
- DE ZIO V., UNGARO, N., VLORA, A., STRIPPOLI, G. (1998) Lo stock di nasello del basso Adriatico: Struttura demografica e rendimenti di pesca della frazione catturata con palangaro di fondo. *Biol. Mar. Medit.*, 5 (2): 128-135. EC XIV/298/96-EN (1996) Report of the Group of independent Experts to Advise the European Commission on the Fourth Generation of Multi-annual Guidance Programmes.
- DJABALI, F., B. BRAHMI & M. MAMMASSE. – 1993 *Poissons des cotes Algeriennes*. Bulletin de l'Institut des Sciences de la Mer et de l'Aménagement du littoral. 215 pp.
- DOLLFUS, R. PH. 1955. Première contribution à l'établissement d'un fichier ichthyologique du Maroc atlantique de Tanger à l'embouchure de l'Oued Dra. *Trav. Inst. scient. chérif.*, Zool, (6): 227 pp., 1 map.
- FABI, G. (2001) *Sepia officinalis*: impact of three set of fishing techniques in the Adriatic and the Ligurian Sea. Study contract No. 98/069. IRPEM-C.I.B.M. 119 pp.
- FERRETTI, M., FROGLIA, C. (1975) Results of selectivity experiments, made with different trawls, on more important Adriatic demersal fish. *Quad. Lab. Tecnol. Pesca.*, 2(1): 3-16.
- FIORENTINI, L., DREMIERE, P.Y. (1999) ESMED Efficacy and selectivity of trawl used for the MEDITS project. Study Proposal, No. 95/29:118 pp.

- FISCHER, W.; G. BIANCHI; W. B. SCOTT (eds.). - 1981 Fiches FAO d'identification des espèces pour les besoins de la pêche. Atlantique centre-est; zones de pêche 34, 47 (en partie). Canada Fonds de Dépôt. Ottawa, Ministère des Pêcheries et Océans Canada, en accord avec l'Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture, Vol. 1-7: pag. var.
- FISHER, W., SCHNEIDER, M., BAUCHOT, M.L. (eds.) (1987) Fishes FAO d'identification des espèces pour les besoins de la pêche. Méditerranée et mer Noire. Vol. I – II., Rome, FAO. 1-2: 760 p.
- FLAMIGNI, C. (1983) Preliminary utilization of trawl survey data for hake (*Merluccius merluccius* L.) population dynamics in the Adriatic Sea. FAO Rapp. Pechs / FAO Fish.Rep., (290): 109-115.
- FLAMIGNI, C., GIOVANARDI, O. (1984) Biological data, collected during the Pipeta expeditions, on the squid *Loligo vulgaris* Lam. FAO, Fish. Rep., 290: 143-146.
- FONDA UMANI, S., FRANCO, P., GHIRARDELLI, E., MALEJ, A. (1990) Outline of oceanography and phytoplankton of the Adriatic Sea. 'The Adriatic Sea': Papers presented at the 25th European marine Biology Symposium, University of Ferrara: 25-43.
- FOWLER, H. W. 1936. The Marine Fishes of West Africa, based on the collection of the American Museum Congo Expedition 1909-1915. Bull. am. Mus. nat. Hist., 70 (1), Jan. 21, 1936: pp. vii+1-606.
- FRATTINI, C., CASALI, P. (1998) Distribuzione di Gadiformi in Alto e Medio Adriatico. Biol. Mar. Medit., 5(2): 82-98.
- FRATTINI, C., PAOLINI, M. (1995) Ruolo delle acque profonde quale nursery per *Merluccius merluccius* (L.). Biol. Mar. Medit., 2(2): 281-286.
- FROGLIA, C. (1972) Osservazioni sulle variazioni di cattura dello scampo, *Nephrops norvegicus* (L.) in riferimento all'etologia ed alla biologia della specie. Quad. Lab. Tecnol. Pesca., 1(4): 83-100.

- FROGLIA, C. (1973) Osservazioni sull'alimentazione del merluzzo (*Merluccius merluccius* L.) del medio Adriatico. Atti V. Congr. Naz.Coc. It. Biol. Mar., Ed. Salentina nardo, 327-341.
- FROGLIA, C. (1982) Contribution to the knowledge of the biology of *Parapenaeus longirostris* (Lucas) (Decapoda, Penaeoidea). Quad. Lab. Tecnol. Pesca., 3(2-5): 163-168.
- FROGLIA, C. (1988) Food preferences of juvenile Red mullet *Mullus barbatus* in Western Adriatic nursery ground (Osteichthyes: Mullidae) Rapp. Comm. int. Mer Medit., 31(2): 263.
- FROGLIA, C., ATKINSON, R.J., TUCK, I.D., ARNERI, E. (1997) Underwater television survey, a tool to estimate Nephrops stock biomass on the Adriatic trawling grounds. In: Tisuću godina prvog spomena ribarstva u Hrvata. Finka B. (Ed.), HAZU, Zagreb, 657-667.
- FROGLIA, C., GALLI, B. (1970) Selettività e capacità di cattura di una rete a strascico di tipo italiano su popolazioni di *Mullus barbatus* L. Quad. Lab. Tecnol. Pesca, Ancona, 1(1): 1-20.
- FROGLIA, C., GIANNETTI, G. (1985) Growth of common sole *Solea vulgaris* Quensel in the Adriatic Sea. Rapp. Comm. int. Mer Medit., 29 (8): 91-93.
- FROGLIA, C., GIANNETTI, G. (1986) Remarks on rings formation in otoliths of *Solea vulgaris* and other flatfishes from the Adriatic Sea. FAO Fish. Rep., 345: 121-122.
- FROGLIA, C., GRAMITTO, M. E. (1981) Summary of biological parameters on the Norway lobster, *Nephrops norvegicus* (L.), in the Adriatic. FAO Fish. Rep., (253): 165 – 178.
- FROGLIA, C., GRAMITTO, M.E. (1979) An estimate of the fecundity of Norway lobster (*Nephrops norvegicus*) in the Adriatic Sea. Rapp. Comm. int. Mer Medit., 25/26 (4): 227-229.
- FROGLIA, C., GRAMITTO, M.E. (1982) Effetti della crisi di ossigeno del 1977 sulla pesca degli scampi in Adriatico. Bollettino dei Musei e degli Istituti Biologici dell' Università di Genova, 50 (Suppl.): 195-201.
- FROGLIA, C., GRAMITTO, M.E. (1986) Diurnal changes in fishery resources catchability by bottom trawl in the Adriatic Sea. FAO Fish. Rep., 345: 111-118.

- FROGLIA, C., GRAMITTO, M.E. (1988) An estimate of growth and mortality parameters for Norway lobster (*Nephrops norvegicus*) in the Central Adriatic Sea. FAO Fish. Rep., 394: 189-203.
- FROGLIA, C., MAGISTRELLI, F. (1976) Considerazioni sulla pesca delle seppie con attrezzature selettive nell'alto e medio Adriatico. Gazzettino della pesca, 23(5): 1-2.
- GAMULIN-BRIDA, H., ILIJANIĆ, V. (1972) Contribution à la connaissance des Cephalopodes de l'Adriatique. Acta Adriat., 14 (6): 3-12.
- GAROIA, FLAVIO, GUARNIERO, ILARIA & TINTI, FAUSTO (2003). Polymorphic dinucleotide microsatellites for the Mediterranean angler species (Lophiidae). Molecular Ecology Notes 3 (2), 294-296.
- GAROIA, F., GUARNIERO I., RAMŠAK, A., UNGARO N., LANDI M., PICCINETTI, C., MANNINI, P., & TINTI, F. (2004) Microsatellite DNA variation reveals high gene flow and panmictic populations in the Adriatic shared stocks of the European squid and cuttlefish (Cephalopoda). Heredity 93(2): 1–9.
- GAROIA F., GUARNIERO, I., PICCINETTI, C. & TINTI, F. (2004) First Microsatellite Loci of Red Mullet (*Mullus barbatus*) and their Application to Genetic Structure Analysis of Adriatic Shared Stock. Marine Biotechnology, 6 (5):446-452.
- GENERAL FISHERIES COMMISSION FOR THE MEDITERRANEAN (GFCM). (2001) Report of the twenty-six session. Lacco Ameno, Ischia, Italy, 10-13 September 2001. GFCM Report. No 26. Rome, FAO, 27 pp.
- GHIRARDELLI, E. (1959a) Contribution à l'étude de la biologie des soles (*Solea solea*) en moyenne Adriatique. Proc. gen. Fish. Coun. Medit., 5: 481-487.
- GHIRARDELLI, E. (1959b) Contribution à la connaissance de la biologie du merlu (*Merluccius merluccius* L.) eu moyenne Adriatique. Proc. gen. Fish. Coun. Medit., 5: 489-494.
- GIOVANARDI, O., RIZZOLI, M. (1984) Biological data, collected during expeditions Pipeta, on the whiting, *Merlangius merlangius* (L.) in the Adriatic Sea. FAO, Fish. Rep., 290: 149-153.

- GIOVANARDI, O., RIZZOLI, M., JUKIĆ, S. (1986) Preliminary consideration on the fishery management of the hake (*Merluccius merluccius* L.) stock in the Adriatic Sea. *FAO Fish. Rep.*, (345): 71-77.
- GMS-GRUND (Gruppo Metodologie Statistiche – GRU.N.D). (1998) Valutazioni preliminari relative all'introduzione della taglia minima di 20 cm per il nasello nella realtà della pesca a strascico italiana. *Biol. Mar. Medit.*, 5(3): 140-155.
- GRAMITTO, M.E. (1998) Molt pattern Identification through gastrolith examination on *Nephrops norvegicus* (L.) in the Mediterranean Sea. *Scientia Marina*, 62 (Suppl.1), 17-23.
- GRAMITTO, M.E., FROGLIA, C. (1980) Osservazioni sul potenziale riproduttivo dello scampo (*Nephrops norvegicus*) in Adriatico. *Memorie di Biologia Marina e di Oceanografia*, 10 (Suppl.): 213-218.
- GRANIĆ, B., JUKIĆ, S. (1982) Selektivnost i zaštita demerzalnih resursa Jadranskoga mora s posebnim osvrtom na populaciju oslića, *Merluccius merluccius* (L.), pravilnim izborom veličine okca na saki dubinske povlačne mreže (koće). *Ichthyologia*. 14 (1): 1-11.
- GRUBIŠIĆ, F. (1980) Prilozi za poznavanje sezona mriještenja nekih jadranskih riba u području srednje Dalmacije. *Morsko Ribarstvo* 32 (4): 151-152.
- GRUBIŠIĆ, F. (1982) Ribe, rakovi i školjke Jadrana. *Liburnija – Naprijed, Rijeka – Zagreb*, 239 pp.
- GRUVEL, A. 1927. Le port d'Agadir et la région du Sous considérés au point de vue de la pêche industrielle. *Faune Colon. Franc.*, 1(1) :1-28, pl. I-VI, I chart.
- GUARNIERO, I., GAROIA, F., DI PLACIDO, R., RAMŠAK, A., MANNINI, P., TINTI, F. 2003. Species-specific microsatellite loci for the European squid (*Loligo vulgaris*). *Molecular Ecology Notes* 3(2): 312-313.
- GUARNIERO I. (2004) Identification of population units of Mediterranean fishery resources by genetic structure analysis. *PhD Thesis in Environmental Sciences, University of Bologna, Ravenna*.

- GUESCINI, A., PICCINETTI MANFRIN, G., PICCINETTI, C. (1983) Distribution des larves de *Mullus barbatus* L. en Adriatique. Rapp. Comm. int. Mer. Medit., 28(5): 155-158.
- GÜNTHER, A. 1859. Catalogue of the Acanthopterygian fishes in the collection of the British Museum. 1. Gasterosteidae, Berycidae, Percidae, Aphredoderidae, Pristipomatidae, Mullidae, Sparidae. London, pp. xxxi+524.
- GULLAND, J.A. (1968) Manual of methods for fish stock assessment. Part I. Fish population analysis. FAO Fisheries Technical Papers (Revision 2) 40: 97 pp.
- HAIDAR, Z. (1970) L'oecologie du rouget (*Mullus barbatus* L.) en Adriatique orientale. Acta Adriat., 14 (1): 1-94.
- HELDT, H. (1938) La reproduction chez les crustacés Decapodes de la famille des peneides. Ins. Oceanogr., 18: 31-206.
- HRVATSKI HIDROGRAFSKI INSTITUT. (1999) Peljar. Jadransko more – istočna obala. Hrvatski hidrografski institut, Split. 331 pp.
- HUREAU, J.C. - 1986 Mullidae. In: P.J.P. Whitehead et al., (eds.). Fishes of the North-eastern Atlantic and the Mediterranean (FNAM). Unesco, Paris, vol. II: 877-882.
- IMBC, UMBSM, IRPEM (1994) *Nephrops norvegicus*: stock variability and assessment in relation to fishing pressure and environmental factors. Final Report to the Commission Of the European Communities, Contract XIV.1/MED/91/003, 84 p + figures and appendicies.
- JARDAS, I. (1976) Contribution to the knowledge of the biology of hake in the Adriatic Sea. Rev. Trav. Inst. Peches marit., 40 (3 et 4): 615-618.
- JARDAS, I. (1987) On the biology and ecology of Lophius species (Teleostei, Lophiidae) in the Adriatic Sea. Proc. V Congr. europ. Ichthyol., Stockholm 1985, 181-185.
- JARDAS, I. (1996) Jadranska ihtiofauna. Školska knjiga, Zagreb, 536 pp.
- JOKSIMOVIĆ, A. 1999. Length-weight relationship of pandora, *Pagellus erythrinus* (Linnaeus, 1758), from the Montenegrin shelf. Acta Biologica Iugoslavica- Ichthyologia, 31(1): 9-21.

- JOKSIMOVIĆ, A. 1999. State, Structure and Exploitation Level of Red Pandora, *Pagellus erythrinus* (Linnaeus, 1758), Population in the Montenegrin Coastal Waters. M. Sc. Thesis, Faculty of Sciences, University of Kragujevac: 73p.
- JOKSIMOVIĆ, A. 2000. Biomass estimate and maximum sustainable yield of pandora *Pagellus erythrinus* (Linnaeus, 1758) in trawling fisheries at Montenegrin shelf. *Acta Biologica Iugoslavica-Ichthyologia*, 32(1): 17-29.
- JOKSIMOVIĆ, A., 2001. Growth of pandora, *Pagellus erythrinus* in Montenegrin shelf (South Adriatic). 36th Congress Commission Internationale pour l'Exploration Scientifique de la mer Mediterranee, CIESM, Septembre 24-28. 2001. Monte-Carlo. Conference proceedings.
- JOKSIMOVIĆ, A., 2004. Mortality of pandora, *Pagellus erythrinus* in Montenegrin shelf (South Adriatic). 37th Congress Commission Internationale pour l'Exploration Scientifique de la mer Mediterranee, CIESM, June 7-11. 2004. Barcelona. Conference proceedings.
- JOKSIMOVIC, A. 2005. Population Dynamic of Red mullet *Mullus barbatus*, Linnaeus, 1758 in the Montenegrin shelf. Doctoral dissertation. Faculty of Biology, University of Belgrade: 93p.
- JUKIĆ, S. (1971) Studies on the population and catchability of Norway lobster in the central Adriatic. *FAO Stud. Rev.*, 48: 27-52.
- JUKIĆ, S. (1972) Ishrana oslića (*Merluccius merluccius*), bukve (Boops boops) trlje (*Mullus barbatus*) i arbuna (*Pagellus erythrinus*) u Kaštelanskom zaljevu. *Acta Adriat.*, 14 (4): 1-40
- JUKIĆ, S. (1974) The Yugoslav Nephrops fishery. *Acta Adriat.*, 15 (8):1-18.
- JUKIĆ, S. (1975) Kočarska područja u srednjem Jadranu. *Acta Adriat.*, 17 (1): 1-86.
- JUKIĆ, S., ARNERI, E. (1984) Distribution of hake (*Merluccius merluccius* L.), Red mullet (*Mullus barbatus* L.) and Pandora (*Pagellus erythrinus* L.) in the Adriatic sea. *FAO, Fish. Rep.*, 290: 85-91.
- JUKIĆ, S., CRNKOVIĆ, D. (1974) Stanje naselja pridnenih jestivih vrsta u Jadranu. *Acta Adriat.*, 16 (8): 137-156.

- JUKIĆ, S., PICCINETTI, C. (1974) Influence des facteurs biologiques, technologiques, sociaux et économiques sur la pêche en Adriaïque. FAO; CGPM (Resume). Varna, Bulgaria, 7-9 Mars 1974.
- JUKIĆ, S., PICCINETTI, C. (1979) Standing stock estimation and yield per exploitable biomass (YEB) forecast of the Adriatic edible demersal resources. *Inv. Pesq.*, 43 (1): 273-288.
- JUKIĆ, S., PICCINETTI, C. (1981) Quantitative and qualitative characteristics of demersal resources in the Adriatic sea with some population dynamic estimates. *FAO, Fish. Rep.*, 253: 73-91.
- JUKIĆ, S., PICCINETTI, C. (1987) Biological and economic aspects of mesh size regulation in the multispecies demersal fishery of the Adriatic Sea. *Acta Adriat.* 28(1/2): 199-219.
- JUKIĆ, S., PICCINETTI, C. (1988) Contribution to the knowledge on the short and long-term effects of the application of 40 mm codend mesh size in Adriatic trawl fishery – Eastern Adriatic coast. *FAO Fish. Rep.* 394: 282-290.
- JUKIĆ, S., ŽUPANOVIĆ, Š. (1965) Relations entre la température et l'intensité de l'alimentation chez *Mullus barbatus* L. et *Pagellus erythrinus* L. dans Baie de Kaštela. *FAO Proc. gen. Fish. Coun. Medit.*, 8: 173-177.
- JUKIĆ-PELADIĆ, S., VRGOČ, N., DADIĆ, V., KRSTULOVIĆ-ŠIFNER, S., PICCINETTI, C., MARČETA, B. (1999) Spatial and temporal distribution of some demersal fish populations in the Adriatic Sea described by GIS technique. *Acta Adriat.* 40: 55-66.
- KARLOVAC, J. (1965) Contribution à la connaissance de l'oecologie du merlu, *Merluccius merluccius* L., dans le stade planctonique de vie en Adriaïque. *Rapp. Comm. int. mer Medit.*, 18 (2): 461-464.
- KARLOVAC, J., KARLOVAC, O. (1968) *Lophius piscatorius* L. dans les eaux de la haute Adriaïque, dans toutes les phases de sa vie (Note préliminaire). *Rapp. Comm. int. Mer Medit.*, 19(3): 537-540.

- KARLOVAC, O. (1949) Le *Parapenaeus longirostris* (H. Lucas) de la haute Adriatique. Acta Adriat., 3(12): 407-418.
- KARLOVAC, O. (1953) An ecological study of *Nephrops norvegicus* (L) of the high Adriatic. Izv. rep. Rib.biol. Eksp."Hvar" 1948-49, 5(2C): 1-50.
- KARLOVAC, O. (1959) La nourriture du merlu (*Merluccius merluccius* L.) de la haute Adriatique. FAO Proc. Gen. Fish. Coun. Medit., 5: 333-339.
- KIRINČIĆ, J., LEPETIĆ, V. (1955) Recherches sur l'ichtyobentos dans les profondeurs de l'Adriatique méridionale et possibilité d'exploitation au moyen des palangres. Acta Adriat., 7 (1): 1-113.
- KRSTULOVIĆ ŠIFNER, S. (2000) Prilog poznavanju biologije i ekologije lignje, *Loligo vulgaris* (Lamarck, 1798) u Jadranu. Master Thesis. Sveučilište u Zagrebu. 98 pp.
- LEPETIĆ, V. (1965) Sastav i sezonska dinamika ihtyobentosa i jestivih avertebrata u Bokokotorskom zaljevu i mogućnost njihove eksploatacije. Studia Marina, Kotor, 1: 1-161.
- LEVI, D., ANDREOLI, M.G., ARNERI, E., GIANNETTI, G., RIZZO, P. (1994) Otolith reading as a tool for stock identification. Fisheries Research, 20: 97-107.
- LEVI, D., FROGLIA, C., SCORCELLETTI, R. (1971) Selettività di una rete di tipo relingato (chalut a grande ouverture verticale). Quad. Lab. Tecnol. Pesca, Ancona 1(2): 23-35.
- LEVI, D., GIANNETTI, G. (1972) Analisi sullo stato di sfruttamento di una popolazione ittica mediante un modello matematico di cattura e sforzo. Quad. Lab. Tecnol. Pesca, Ancona. 1 (4): 101-114.
- LLORIS, D. & J. RUCABADO. - 1998 Guide FAO d'Identification des espèces pour les besoins de la pêche. Guide d'Identification des Ressources Marines Vivantes du Maroc. Rome, FAO: 263 pp.
- LLORIS, D., J. RUCABADO, LL DEL CERRO, F. PORTAS, M. DEMESTRE & A. ROIG. – 1984 Tots els peixos del mar Català. I: Llistat de Cites i de referències. Treballs Soc. Cat. Ict. Herp., 1: 1-208.

- MANDIĆ, S. (1984) Cefalopoda južnog Jadrana. *Studia Marina, Kotor*. 15-16: 3-77.
- MANDIĆ, S., STJEPČEVIĆ, J. (1981) Mouvements migratoires de quelques espèces de cephalopodes économiquement importantes dans l'Adriatique meridionale. *Rapp. Comm.int. Mer Medit.*, 27 (5): 213-216.
- MANFRIN PICCINETTI, G., GIOVANARDI, O. (1984) Données sur la biologie de *Sepia officinalis* L. dans l'Adriatique obtenues lors de expéditions Pipeta. *FAO, Fish. Rep.*, 290: 135-138.
- MANFRIN PICCINETTI, G., RIZZOLI, M. (1984) Données recueillies au cours des expéditions Pipeta sur la biologie de *Eledone moschata* (Lam.) en Adriatique. *FAO, Fish. Rep.*, 290: 139-141.
- MANNINI, P., MASSA, F. (2000) Brief overview of Adriatic fisheries landing trends (1972-97). In: F. Massa and P. Mannini (eds), *Report of First Meeting of the Adriamed Coordination Committee. FAO-MiPAF Scientific Cooperation to Support responsible Fisheries in the Adriatic sea. GCP/RER/010/ITA/TD-01*: 31-49.
- MANTOVANI, B., SCALI, V. (1992) Allozyme characterization of the Norway lobster, *Nephrops norvegicus*, of two Adriatic trawling grounds. *Acta Adriat.*, 33(1/2): 209-213.
- MARANO, G., (ed.) (1985) *Valutazione delle risorse ittiche demersali del Basso Adriatico (Anno 1985)*. Min. Mar. Mer., Roma.
- MARANO, G., (ed.) (1987) *Valutazione delle risorse demersali dell'Adriatico meridionale dal promotorio del Gargano al capo d'Otranto: proseguimento indagine '87-'88*. Min. Mar. Mer., Roma.
- MARANO, G., (ed.) AA.VV. (1993) *Valutazione delle risorse demersali dell'Adriatico meridionale dal promotorio del Gargano al capo d'Otranto: Relazione finale triennio '90-'93*. Min. Mar. Mer., Roma
- MARANO, G., (ed.) AA.VV. (1996) *Valutazione delle risorse demersali dell'Adriatico meridionale dal promotorio del Gargano al Capo d'Otranto: relazione finale triennio '94-'96*. M. R. A. A. F., Roma

- MARANO, G., CASAVOLA, N., VACCARELLA, R., PAGANELLI, A., (1977) Osservazioni sulla pesca a strascico lungo il litorale di Bari. *Oebalia* III: 17-31.
- MARANO, G., DE ZIO, V., PASTORELLI, A., RIZZI, E., UNGARO, N., VACCARELLA, R. (1994) Considerazioni sullo stato di sfruttamento delle risorse demersali (Basso Adriatico). *Atti Sem. sulla Regolaz. Sforzo Pesca. Biol. Mar. Medit.* 1 (2): 89-94.
- MARANO, G., DE ZIO, V., PASTORELLI, A., RIZZI E., UNGARO, N., VACCARELLA, R., (1993) La valutazione delle risorse demersali dei mari italiani: sintesi dell'attività operativa "A9" (Basso Adriatico). *N.T.R.I.T.P.P., Special Publication*, 2:169-171.
- MARANO, G., MARSAN, R., PASTORELLI, A.M., VACCARELLA, R. (1998a) Areale di distribuzione e pesca dello scampo, *Nephrops norvegicus* (L.), nelle acque del basso Adriatico. *Biol. Mar. Medit.*, 5 (2): 284-292.
- MARANO, G., UNGARO, N., MARANO, C.A., MARSAN, R. (1998b) La ricerca sulle risorse demersali del bacino Adriatico sud-occidentale (anni 1985-97): sintesi dei risultati. *Biol. Mar. Medit.*, 5 (3): 109-119.
- MARANO, G., UNGARO, N., MARZANO, M.C., MARSAN, R. (1998c) Le risorse demersali dell'Adriatico pugliese: Analisi di una serie storica ('85-'95) relativa ai dati di cattura e demografia degli stock. *Biol.Mar. Medit.*, 5 (2): 52-67.
- MARČETA, B. (1996) Pojavljanja nekaterih vrst rib in glavonožcev v slovenskem morju. *Annales (Koper)*, 6(9): 17-30.
- MARRS, S.J., TUCK, I.D., ARNERI, E., ATKINSON, R.J.A., SANTOJANNI, A., STEVENSON, T.D.I. (2000) Improvement of *Nephrops* stock assessment by use micro-scale mapping of effort and landings. Final Report EC Study Contract 97/0100.
- MATTA, F. (1954) Il merluzzo del Mediterraneo II. *Biol. Pesca Piscicoltura. Idrobiol.* 9(1): 2-29.
- MAURIN, C. (1965) Les merlus des mers européennes et nord-ouest africaines. *Rapp. Comm. int. Mer Medit.*, 18 (2):215-220.

- MERKER, K., NINČIĆ, T. (1973) Sastav i gustina bentoskih ihtio-naselja u južnom Jadranu. *Studia Marina, Kotor*, 6:75-117.
- MORTERA, J., LEVI, D., CINGOLANI, N. (1984) Progress Report on the PESTAT programme: A simple survey system for the quality check of fisheries statistics. *FAO Fish. Rep.* 290: 175-177.
- MYTILINEOU, C.H., CASTRO, M., GANCHO, P., FOURTOUNI, A. (1998a) Growth studies on Norway lobster, *Nephrops norvegicus* (L.) in different areas of Mediterranean Sea and adjacent Atlantic. *Scientia Marina*, 62 (Suppl.1), 43-60.
- MYTILINEOU, C.H., POLITOU, C.-Y., FOURTOUNI, A. (1998b) Trawl selectivity studies on *Nephrops norvegicus* (L.) in the eastern Mediterranean Sea. *Scientia Marina*, 62 (Suppl.1), 107-116.
- NACA/FAO (2000). *Aquaculture Development Beyond 2000: The Bangkok Declaration and Strategy*. Conference on Aquaculture in the Third Millennium, 20-25 February 2000, Bangkok, Thailand. NACA, Bangkok and FAO, Rome, 27 p.
- ORSI RELINI, L., ZAMBONI, A., FIORENTINO, F., MASSI, D. (1998) Reproductive patterns in Norway lobster *Nephrops norvegicus* (L.) of different Mediterranean areas. *Scientia Marina*, 62 (Suppl.1), 25-41.
- PAGOTTO, G., PICCINETTI, C. (1982) Censimento della popolazione di *Solea vulgaris* Quensel 1814. in Adriatico mediante marcatura. Atti del I Seminario Italiano sui Censimenti Faunistici. Metodi e applicabilità alla gestione territoriale, Urbino, 21-22 settembre '82: 345-359.
- PAGOTTO, G., PICCINETTI, C., SPECCHI, M. (1979) Premières résultats des campagnes de marquage des soles en Adriatique: déplacements. *Rapp. Comm. int. Mer. Medit.*, 25/26 (10): 111-112.
- PASTORELLI A.M., VACCARELLA, R., MARANO, G., UNGARO, N. (1996) I crostacei dei fondi strascicabili del basso Adriatico. *Nova Thalassia*, 12: 27-35.

- PASTORELLI, A.M., VACCARELLA, R., MARSAN, R., MARZANO, M.C. (1998) Valutazione delle risorse demersali nel basso Adriatico pugliese (1990-1995): Cefalopodi. *Biol. Mar. Medit.*, 5 (2): 326-335.
- PASTORELLI, A.M., VACCARELLA, R., DE ZIO, V. (1995) Distribuzione dei cefalopodi commerciali nel basso Adriatico. *Biol. Mar. Medit.*, 2 (2): 501-502.
- PAULY, D. (1984) Fish population dynamics in tropical waters: a manual for use with programmable calculators. *ICLARM Studies and Review* 8, 325 pp.
- PERES, J.M., GAMULIN-BRIDA, H. (1973) *Biološka oceanografija: Bentos, Bentoska bionomija Jadranskog mora*. Školska knjiga, Zagreb, 493 pp.
- PICCINETTI, C. (1967) Studio delle variazioni della produzione delle sogliole nell'Adriatico occidentale in rapporto agli attrezzi di pesca utilizzati. *Note Lab. Biol. Mar. Fano*, 2(4): 57-68.
- PICCINETTI, C., GIOVANARDI, O. (1984) Données biologiques sur *Solea vulgaris* Quensel en Adriatique. *FAO, Fish. Rep.*, 290: 117-121.
- PICCINETTI, C., JUKIĆ, S. (1984) Considération sur les premiers resultats de la campagne de chalutage Pipeta. *FAO Fish. Rep.*, (290): 181-185.
- PICCINETTI, C., JUKIĆ, S. (1988) Élaboration des donnés sur les ressources demersales de la haute et moyenne Adriatique. *FAO Fish. Rep.*, 394: 172-173.
- PICCINETTI, C., PICCINETTI MANFRIN, G. (1971a) Osservazioni sull'alimentazione del merluzzo (*Merluccius merluccius* L.) in Alto e Medio Adriatico. *Note Lab. Biol. Mar. Fano*, 4(3): 41-64.
- PICCINETTI, C., PICCINETTI MANFRIN, G. (1971b) Osservazioni sulla media vertebrale di merluzzi dell'Alto e Medio Adriatico. *Note Lab. Biol. Mar. Fano*, 4(4): 65-84.
- PICCINETTI, C., PICCINETTI MANFRIN, G. (1994) Considerazioni sullo stato di sfruttamento delle risorse demersali (Alto e Medio Adriatico). *Biol. Mar. Medit.*, 1(2): 77-87.

- RAMŠAK, A., GAROIA, F., GUARNIERO, I., MANNINI, P. & TINTI, F. (2003) Novel polymorphic microsatellite markers for the common pandora (*Pagellus erythrinus*). *Molecular Ecology Notes* 3 (4), 553-555.
- RELINI, G. (1998) I progressi della ricerca italiana sulla pesca a strascico. *Biol. Mar. Medit.*, 5(2): 3-21.
- RELINI, G., BERTRAND, J., ZAMBONI, A. (eds.) (1999) Synthesis of the knowledge on bottom fishery resources in Central Mediterranean (Italy and Corsica). *Biol. Mar. Medit.*, 6 (suppl. 1).
- RIJAVEC, L. (1975) Biologija i dinamika populacije *Pagellus erythrinus* (L.) u Bokotorskom zalivu i otvorenom području južnog Jadrana. *Studia Marina*, 8: 3-109.
- RIJAVEC, L., ŽUPANOVIĆ, Š. (1965) A contribution to the knowledge of biology of *Pagellus erythrinus* L. in the middle Adriatic. *Rapp. P.-v. Reun. Comm. int. Explor. scient. Mer Medit.*, 18 (2): 195-200.
- SARANO, F. (1986) Cycle ovarien du merlu, *Merluccius merluccius*, poisson a ponte fractionee. *Rev. Trav. Pechea Marit.* 48(1-2): 65-76.
- SARDÀ, F. (1998a) *Nephrops norvegicus* (L.). Comparative biology and fishery in the Mediterranean Sea. Introduction, conclusion and recommendation. *Scientia Marina*, 62 (Suppl.1): 5-15.
- SARDÀ, F. (1998b) Comparative technical aspects of the *Nephrops norvegicus* (L.) fishery in the northern Mediterranean Sea. *Scientia Marina*, 62(Suppl. 1): 101-106.
- SARDÀ, F., LLEONART, J., CARTES, J.E. (1998) An analysis of the population dynamics of *Nephrops norvegicus* (L.) in the Mediterranean Sea. *Scientia Marina*, 62 (Suppl.1): 135-143.
- SCACCINI, A. (1947a) Contributo alla conoscenza della biologia dei Mullidi nell'Adriatico medio occidentale. *Note Lab. Biol. Mar. Fano*, 1(1): 1-8
- SCACCINI, A. (1947b) L'accrescimento e la proporzione dei sessi nella popolazione adriatica di *Mullus barbatus* Rond. . *Note Lab. Biol. Mar. Fano*, 1(3):17-24

- SCACCINI, A., FURLANI, F. (1965) Variations des captures de soles dans l'Adriatique occidentale en fonction des engins utilisés. Proc. gen. Fish. Coun. Medit., 8: 385-386.
- SORO, S., PICCINETTI MANFRIN, G. (1989) Biologia e pesca di Cefalopodi in Adriatico. Nova Thalassia, 10(1): 493-498.
- ŠARČEVIĆ, M. (1992) Ocjena obimnosti i biološke razine dopuštenog iskorištavanja populacije škampa (*Nephrops norvegicus*) u Jabučkoj kotlini. Master thesis. Sveučilište u Zagrebu. 72 p.
- ŠOLJAN, T. (1948) Ribe Jadrana. Fauna i flora Jadrana, 1. Inst. Oceanogr. Ribar., Split, 437 p.
- ŠOLJAN, T. (1977) Ribarstveno-biološka ekspedicija m/b "Hvar" u otvorenom Jadranu (1948-1949). Acta Adriat. 1(1-2): 1-22.
- ŠTIRN, J., BOLJE, A. (1989) Fondi pridnenih rib in drugih užitnih organizmov obalnih vod SFRJ v Tržaškem zalivu. Zaključno poročilo. Raziskovalna naloga, Droga Portorož in IBU, MBP, Ljubljana, Piran, 243 p.
- TANAKA, S. (1960) Studies on the dynamics and the management of fish populations. Bull. Tokai. Reg. Fish. Res. Lab., 28: 1-200.
- TORTONESE, E. (1975) Fauna d'Italia. Osteichthyes. Calderini Ed. Bologna. 11: 636 p.
- UNGARO, N., MARANO, G., MARSAN, R., PASTORELLI, A.M., (1999) On the reproduction of *Nephrops norvegicus* (L.) in the Southern Adriatic Sea (Mediterranean Sea): sex ratio, maturity length and potential fecundity. Crustacean Issues, 12: 553-561.
- UNGARO, N., MARANO, C. A., D'UGGENTO, A. (1998) Relazioni tra specie demersali del bacino Adriatico sud-occidentale: Analisi statistica di serie storiche. Biol. Mar. Medit., 5 (1): 196-202.
- UNGARO, N., MARANO, G., MARSAN, R. (1996) The use of swept area method for the estimate of biomass: a first attempt relative to three demersal finfishes (hake, red mullet, four spotted megrim) in South-Western Adriatic Sea. FAO Fish. Rep. 533 (suppl.): 101-104.
- UNGARO, N., MARANO, G., PICCINETTI, C. (1995a) Adriatic, Black Sea: the whiting doubt. Cybium, 19 (3): 311-315.

- UNGARO, N., MARANO, G., VACCARELLA, R. (1995b) Comparazione tra aree batiali strascicabili del basso Adriatico mediante l'utilizzo dell'analisi fattoriale delle corrispondenze. *Biol. Mar. Medit.* 2 (2): 185-189.
- UNGARO, N., RIZZI, E., MARANO, G. (1993) Note sulla biologia e pesca di *Merluccius merluccius* (L.) nell'Adriatico pugliese. *Biologia Marina*, suppl., 1: 329-334.
- UNGARO, N., RIZZI, E., MARZANO, M.C. (1994) Utilizzo del modello di Beverton e Holt, "rendimento per recluta (Y/R)", per la risorsa *Mullus barbatus* L., nell'Adriatico pugliese. *Biol. Mar. Medit.*, 1 (1): 317-318.
- VALLISNERI, M., PICCINETTI, C., STAGNI, A.M., COLOMBARI, A., TINTI, F. (2000) Dinamica di popolazione, accrescimento, riproduzione di *Solea vulgaris* (Quensel 1806) nell'alto Adriatico. *Biol. Mar. Medit.*, 7 (1): 65-70.
- VRGOČ, N. (1995) Obilježja rasta populacije oslića (*Merluccius merluccius*), trlje blatarice (*Mullus barbatus*), arbuna (*Pagellus erythrinus*) i škampa (*Nephrops norvegicus*) Jadranskog mora. Master Thesis. Sveučilište u Zagrebu, 101 pp.
- VRGOČ, N. (2000) Struktura i dinamika pridnenih zajednica riba Jadranskog mora. Disertacija. Sveučilište u Zagrebu. 198 pp.
- ZEI, M. (1940) Pregled rezultata dosadašnjeg ribarstveno-biološkog istraživanja Oceanografskog instituta u kanalima Hrvatskog primorja. *God. Oceanogr. inst. Kralj. Jugosl.*, 2:137-147.
- ZEI, M. (1949) Typical sex-reversal in Teleosts. *Proc. Zool. Soc.*, 119 (4): 917-920.
- ZEI, M., SABIONCELLO, I. (1940) Prilog poznavanju naselja bentoskih riba u kanalima srednje Dalmacije. *God. Oceanogr. inst. Kralj. Jugosl.*, 2:103-115.
- ZEI, M., ŽUPANOVIĆ, Š. (1961) Contribution to the sexual cycle and sex reversal in *Pagellus erythrinus* (L.). *Rapp. P.-v. Reun. Comm. int. Explor. scient. Mer Medit.*, 17 (2): 263-267.
- ZORE-ARMANDA, M. (1967) O sezonskim promjenama površinskog strujanja u Jadranu, *Hidrografski godišnjak*, Split, 32 pp.

- ŽUPANOVIĆ, Š. (1961a) Contribution à la connaissance de la biologie de *Merluccius merluccius* L. dans l'Adriatique moyenne. FAO Proc. Gen. Fish. Coun. Medit. 6: 145-150.
- ŽUPANOVIĆ, Š. (1961b) Kvantitativno-kvalitativna analiza ribljih naselja kanala sednjeg Jadrana. Acta Adriat. 9(3):151 pp.
- ŽUPANOVIĆ, Š. (1963) Contribution a la connaissance de la biologie du *Mullus barbatus* (L) dans l'Adriatique moyene. Rapp. Com. int. Mer Medit., 17(2): 346-362.
- ŽUPANOVIĆ, Š. (1968) Study of hake (*Merluccius merluccius*) biology and population dynamics in the Central Adriatic. Stud. Rev. Gen. Fish. Coun. Medit., 32: 24 pp.
- ŽUPANOVIĆ, Š., JARDAS, I. (1986) A contribution to the study of biology and population dynamics of the Adriatic hake, *Merluccius merluccius* (L). Acta Adriat. 27(1/2): 97-146
- ŽUPANOVIĆ, Š., JARDAS, I. (1989) Fauna i flora Jadrana. Logos Split. 526 pp.
- ŽUPANOVIĆ, Š., RIJAVEC, L. (1980) Biology and population dynamics of *Pagellus erythrinus* (L) in the insular zone of the middle Adriatic. Acta Adriat. 21(2): 203-226.

### Bibliografia III° Contributo Sperimentale

- CUTTER, G.A., AND BRULAND, K.W., 1984, The marine biogeochemistry of selenium: A re-evaluation: Limnology and Oceanography, v. 29, p. 1179-1192.
- CUTTER, G.A., AND SAN DIEGO-MCGLONE, M.L.C., 1990, Temporal variability of selenium fluxes in San Francisco Bay: The Science of the Total Environment, v. 97/98, p. 235-250.
- TASHJIAN D. H., S. J. TEH, A. SOGOMONYAN, S. S.O. HUNG - Bioaccumulation and chronic toxicity of dietary l-selenomethionine in juvenile white sturgeon (*Acipenser transmontanus*) - Aquatic Toxicology 79 (2006) 401-409
- DOWDLE, P.R., AND OREMLAND, R.S., 1999, Microbial oxidation of elemental selenium in soil slurries and bacterial cultures: Environmental Science and Technology, v. 32, p. 3749-3755.
- KELLY P.B., REISER R. AND HOOD D. W., The Origin and Metabolism of Marine Fatty Acids: The Effect of Diet on the Depot Fats of Mugil Cephalus (The Common Mullet) - The journal of the American oil chemistry society Volume 35 MAY, 1958 N 5

- LEMLY, A.D., 1985, Toxicology of selenium in a freshwater reservoir: Implications for environmental hazard evaluation and safety: *Ecotoxicology and Environmental Safety*, v.10, p. 314-338.
- LEMLY, A.D., 1997b, Ecosystem recovery following selenium contamination in a freshwater reservoir: *Ecotoxicology and Environmental Safety*, v. 36, p. 275-281.
- LINVILLE, R., AND LUOMA, S.N., in press, Selenium in the invasive bivalve *Potamocorbula amurensis* in the San Francisco Bay-Delta: Spatial distribution, temporal variability, and comparisons to other species: *Aquatic Toxicology*.
- LUOMA, S.N., 1996, The developing framework of marine ecotoxicology: Pollutants as a variable in marine ecosystems?: *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, v. 200, p. 29-55.
- LUOMA, S.N., AND FISHER, N., 1997, Uncertainties in assessing contaminant exposure from sediments, in Ingersoll, C., Dillon, T., and Biddinger, G., eds., *Ecological Risk Assessments of Contaminated Sediments*, Pensacola, SETAC Press, p. 211-239.
- LUOMA, S.N., JOHNS, C., FISHER, N., STEINBERG, N.A., OREMLAND, R.S., AND REINFELDER, J.R., 1992, Determination of selenium bioavailability to a benthic bivalve from particulate and solute pathways: *Environmental Science and Technology*, v. 26, p. 485-491.
- MAIER, K.J., AND KNIGHT, A.W., 1994, Ecotoxicology of selenium in freshwater systems: *Reviews of Environmental Contamination, and Toxicology*, v. 134, p. 31-48.
- MEASURES, C.I., AND BURTON, J.D., 1978, Behaviour and speciation of dissolved selenium in estuarine waters: *Nature*, v. 273, p. 293-295.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 1976, *Selenium: Medical and biological effects of environmental pollutants*: Washington, D.C., National Academy of Sciences Press, 203p.
- NIEDZIELSKI P., SIEPAK M., SIEPAK J., PRZYBYLEK J. - Determination of Different Forms of Arsenic, Antimony and Selenium in Water Samples Using Hydride Generation - *Polish Journal of Environmental Studies Vol. 11, No. 3 (2002), 219-224*
- OREMLAND, R.S., HOLLIBAUGH, J.T., MAEST, A.S., PRESSER, T.S., MILLER, L.G., AND CULBERTSON, C.W., 1989, Selenate reduction to elemental selenium by anaerobic bacteria in

sediments and culture: biogeochemical significance of a novel, sulfate-independent respiration: *Applied and Environmental Microbiology*, v. 55, p. 2333-2343.

- PETTERSSON J. AND OLIN Å., 1991, The rate of reduction of selenium(VI) to selenium(IV) in hydrochloric acid. *Talanta* Volume 38, Issue 4, Pages 413-417
- PRESSER, T.S., AND OHLENDORF, H.M., 1987, Biogeochemical cycling of selenium in the San Joaquin Valley, California, USA: *Environmental Management*, v. 11, p. 805-821.
- PRESSER, T.S., SYLVESTER, M.A., AND LOW, W.H., 1994, Bioaccumulation of selenium from natural geologic sources in the western United States and its potential consequences: *Environmental Management*, v. 18, p. 423-436.
- REINFELDER, J.R., AND FISHER, N.S., 1991, The assimilation of elements ingested by marine copepods: *Science*, v. 251, p. 794-796.
- REINFELDER, J.R., WANG, W-X., LUOMA, S.N., AND FISHER, N.S., 1997, Assimilation efficiencies and turnover rates of trace elements in marine bivalves: a comparison of oysters, clams, and mussels: *Marine Biology*, v. 129, p. 443-452.
- REINFELDER, J.R., FISHER, N.S., LUOMA, S.N., NICHOLS, J.W., AND WANG, W-X., 1998, Trace element trophic transfer in aquatic organisms: a critique of the kinetic model approach: *The Science of the Total Environment*, v. 219 p.117-135.
- RIANSAIRES M. O., O. F. X. DONARD - Microwave assisted reduction of Se<sup>VI</sup> to Se<sup>IV</sup> and determination by HG/FI-ICP/MS for inorganic selenium speciation - *Talanta*, Volume 45, Issue 5, March 1998, Pages 1023-1029
- RICHARD M., MAURICE J.T., ANGINOT A., PATICAT F., VERDEGEMC M.C.J. AND HUSSENOTD J.M.E. Influence of periphyton substrates and rearing density on *Liza aurata* growth and production in marine nursery ponds *Aquaculture*, December 2010, Volume 310, Issues 1-2, Pages 106-111
- SAIKI, M.K., 1986, Concentrations of selenium in aquatic food-chain organisms and fish exposed to agricultural tile drainage water, *in* Howard, Alice, ed., *Selenium and agricultural drainage*:

- Implications for San Francisco Bay and the California environment: Proceedings of the Second Selenium Symposium, March 23, 1985: Berkeley, California: The Bay Institute of San Francisco, Tiburon, California, p. 25-33.
- SHRIFT, A., 1964, A selenium cycle in nature? : Nature, v. 201, p. 1304-1305.
- SKORUPA, J.P., 1998a, Selenium poisoning of fish and wildlife in nature: lessons from twelve real-world examples, *in* Frankenberger, W.T., Jr., and Engberg, R.A., eds., Environmental Chemistry of Selenium: New York, Marcel Dekker Inc., p. 315-354.
- SOYINKA, OLUFEMI OLUKOLAJO - The feeding ecology of *Mugil cephalus* (Linnaeus) from a high brackish tropical lagoon in South-west, Nigeria - African Journal of Biotechnology Vol. 7 (22), pp. 4192-4198, 19 November, 2008
- STADTMAN, T.C., 1974, Selenium biochemistry: Science, v. 183, p. 915-922.
- URQUHART, K.A.F., AND REGALADO, K., 1991, Selenium Verification Study, 1988–1990: California State Water Resources Control Board Report 91-2-WQWR, Sacramento, California, 94 p. and 7 appendices. URS Griener Woodward Clyde, 2000, San Joaquin River riparian habitat restoration program, 2000 pilot project, environmental assessment and initial study, prepared for the U.S. Bureau of Reclamation, Sacramento, CA and Friant Water Users Authority, Lindsay, California, chapters 1-5, and appendices A-C.
- United States Department of the Interior National Irrigation Water Quality Program, 2000: National Irrigation Water Quality Program, Denver, Colorado, 15 p.
- (USEPA) United States Environmental Protection Agency, 1980, Ambient water quality criteria for selenium: NTIS, PB81-117814, 123 p.
- (USEPA) United States Environmental Protection Agency, 1992, Rulemaking: water quality standards: establishment of numeric criteria for priority toxic pollutants: States' compliance: Final Rule, 57 FR60848 (December 22, 1992). 166
- VELINSKY, D.J., AND CUTTER, G.A., 1991, Geochemistry of selenium in a coastal salt marsh: *Geochimica et Cosmochimica Acta*, v. 55, p.179–191.

- WANG, W.-X., FISHER, N.S., AND LUOMA, S.N., 1996, Kinetic determinations of trace element bioaccumulation in the mussel *Mytilus edulis*: Marine Ecology: Progress Series, v. 140, p. 91-113. 168
- ZHANG, Y-Q., AND MOORE, J.N., 1996, Selenium fractionation and speciation in a wetland sediment: Environmental Science and Technology, v. 30, p. 2613-2619.
- ZHANG, Y-Q., AND MOORE, J.N., 1997a, Reduction potential of selenate in wetland sediment: Journal of Environmental Quality, v. 26, p. 910-916.
- ZHANG, Y-Q., AND MOORE, J.N., 1997b, Controls on sediment distribution in wetland sediment, Benton Lake, Montana: Water, Air, and Soil Pollution, v. 97, p. 323-340.