

## **Anomalie opercolari di avannotti di orata (*Sparus aurata*, L. 1758) nel gruppo delle “teste” e in quello delle “code”: capacità di recupero dell'integrità anatomica**

*Opercular anomalies: fast and low growth gilthead seabream fry (*Sparus aurata*, L. 1758) in comparison with the recovery of their anatomical integrity*

**Paola Beraldo<sup>1\*</sup>, Stefania Maschio<sup>1</sup>, Piero Benedetti<sup>2</sup>,  
Marco Galeotti<sup>1</sup>, Bartolomeo Canavese<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Dipartimento di Scienze Animali, Via delle Scienze, 206 – Udine; <sup>2</sup> Libero professionista – Udine

---

**RIASSUNTO** - I sistemi di allevamento, la loro gestione e le caratteristiche biologiche delle specie ittiche possono essere causa di notevole eterogeneità all'interno di una popolazione allevata. Questa condizione può avere riflessi negativi sulle prestazioni produttive per cui le tecniche di allevamento prevedono operazioni di selezione che puntano alla creazione di classi di peso costituite da lotti di pesci omogenei per taglia. Generalmente da una popolazione di avannotti si possono ricavare tre gruppi di individui: le “teste” composto dai pesci di taglia maggiore, le “code” i pesci di taglia minore e, infine, il gruppo con soggetti di taglia intermedia. I soggetti di tali gruppi sono quindi allevati separatamente. Sulla base di precedenti esperienze, riguardanti il recupero dell'integrità anatomica da parte di orate affette da anomalie del complesso opercolare, è stata avanzata l'ipotesi che i soggetti dei gruppi ricordati potessero esibire capacità di recupero differenti. A tal fine sono stati utilizzati 2400 avannotti di orata, affetti da anomalie opercolari e provenienti dai lotti delle “teste” e delle “code”, con peso medio iniziale rispettivamente di 1 e 0,6 g. Gli avannotti sono stati ripartiti in 4 vasche da 800 l per formare 2 gruppi di “teste” e 2 gruppi di “code” di 600 soggetti ciascuno, alternativamente rappresentati nelle due situazioni dai casi PA (grado di anomalia lieve) di gravità minore con IRi (Indice Recupero integrità) pari a 0,95 e dai casi MPT (grado di anomalia elevato) di gravità maggiore con indice IRi compreso tra 0,82-0,86 (Beraldo *et al.*, 2003). I soggetti sono stati allevati per sette mesi e le osservazioni a carico degli stessi, da noi standardizzate in precedenti lavori, sono state effettuate con cadenze bimestrali. I risultati di questa indagine sono una conferma ulteriore della capacità dell'orata di recuperare in parte nel tempo la propria integrità anatomica pur in presenza di anomalie opercolari anche gravi, invece per altri versi appare evidente come tale processo di recupero non sia dissimile nei soggetti appartenenti a gruppi di taglia diversa.

**SUMMARY** – *The high level of the fish population heterogeneity could be induced by the different rearing systems, managements and biological characteristics of fish reared species. Since the fish heterogeneity can negatively influence the productive performance, it's necessary to carry out a size selection to obtain homogeneous fish lots. In this way a group of fast growth (heads), slow growth (tails) and intermediate subjects can be obtained. On the basis of the previous experiences about the opercular recovery in gilthead seabream, the hypothesis that heads and tails are different in comparison with the recovery has been evaluated. Gilthead seabream fry with monolateral defects, coming from head and tail population, were split up in 2 groups for each population (600 subject/tanks), differentiated from the different seriousness of the opercular malformations. The fish were reared for seven months and during this period the seabream population were examined. The results confirm the seabream capacity to reach a full opercular recovery, also when the opercular defects are very serious. Moreover the heads and the tails seem to have a comparable capacity in comparison with the recovery process.*

**Key words:** *Sparus aurata*, Fry, Opercular malformations, Recovery, Anatomical integrity, Skeletal anomalies

---

\* Corresponding Author: c/o Facoltà di Medicina Veterinaria, Dpt. di Scienze Animali, Via delle Scienze, 206 – Udine; Tel. 0432-558591/90; Fax: 0432-558585; E-mail [paola.beraldo@uniud.it](mailto:paola.beraldo@uniud.it).

## INTRODUZIONE

La comparsa di anomalie morfo-anatomiche nelle specie ittiche di importanza zootecnica, quali il branzino e l'orata, ha destato spesso l'attenzione dei ricercatori e la preoccupazione degli addetti del settore, in quanto la loro elevata incidenza causa gravi perdite economiche.

L'eziopatogenesi di tali anomalie è ancora poco conosciuta nonché di difficile interpretazione. Infatti, i fattori causali sembrano essere numerosi, sovente agiscono in sinergia e esibiscono uno spettro d'azione molto ampio che si estende alle diverse fasi dello sviluppo embrio-larvale (Divanach *et al.*, 1996; Koumoundouros *et al.*, 2002).

Tra le specie maggiormente allevate, l'orata può presentare diverse anomalie scheletriche tra cui le più frequenti interessano la regione cefalica e in particolare il complesso opercolare. Dai dati disponibili, l'incidenza di questo tipo di deformità anatomica appare piuttosto variabile (0-80%) (Andrades *et al.*, 1996; Koumoundouros *et al.*, 1997; 2002; Beraldo *et al.*, 2003a), in relazione soprattutto all'età in cui viene fatto il rilevamento. In base a ciò si può arguire che queste anomalie non sono affatto stabili una volta instauratesi, bensì possono modificarsi nel tempo cambiando l'assetto della struttura opercolare. Infatti, da alcuni riscontri provenienti dall'ambiente produttivo, è derivata l'ipotesi che, orate portatrici di anomalie opercolari, possano col tempo recuperare tutta o in parte l'integrità anatomica mancante. La struttura opercolare malformata, che ha tempi di insorgenza precoci (Galeotti *et al.*, 2000; Beraldo *et al.*, 2003a), dimostra capacità di recupero sorprendenti, recentemente documentate in orate tramite osservazione sequenziata allo stereomicroscopio e l'analisi morfometrica (Beraldo *et al.*, 2003b; 2003c).

Il meccanismo attraverso il quale viene ripristinata l'integrità della struttura opercolare sembra sia da ascrivere a processo di tipo rigenerativo. Al proposito esiste un'ampia letteratura che tratta della rigenerazione epimorfica monodirezionale delle appendici locomotorie nei Teleostei in seguito a ferite (Géraudie *et al.*, 1994, 1995; Becerra *et al.*, 1996; Mari-Beffa *et al.*, 1996; Poleo *et al.*, 2001, Santos-Ruiz *et al.*, 2002).

Sebbene non si abbiano ancora delle certezze in questo senso, i fattori diretti o indiretti che possono influire sulla dinamica rigenerativa della struttura opercolare potrebbero assumere una notevole importanza. Le precedenti esperienze (Beraldo *et al.*, 2003b; 2003c), relative alla capacità di recupero dell'integrità anatomica nell'orata, sono state realizzate in condizioni standard, senza variare o migliorare alcun parametro biotico o abiotico. Tuttavia, dal punto di vista scientifico e produttivo, potrebbe essere di grande interesse vagliare quali siano i fattori che possono potenziare il processo di recupero sia in termini numerici (% di soggetti che recuperano) sia in termini di velocità del processo.

A questo proposito, lo scopo di questo lavoro è stato quello di verificare l'ipotesi se le "teste" e le "code" di una popolazione di orata abbiano una differente capacità di recupero della normalità anatomica del complesso opercolare. Infatti i sistemi di allevamento, la gestione degli stessi e le caratteristiche biologiche delle specie ittiche allevate possono essere causa di notevole eterogeneità all'interno di una popolazione. Poiché tale condizione può riflettersi negativamente sulle prestazioni produttive, le tecniche di allevamento su larga scala prevedono operazioni finalizzate alla selezione in classi di peso affinché siano costituiti lotti di pesci omogenei per taglia. Infatti all'inizio della fase di pre-ingrasso, gli avannotti vengono generalmente suddivisi in tre gruppi: quello delle "teste" comprendente i pesci di taglia maggiore, quello delle "code" costituito dai pesci di taglia minore e, infine, il gruppo con soggetti di taglia intermedia.

## MATERIALE E METODI

Una popolazione di avannotti di orata è stata sottoposta (come previsto dallo schema di produzione dell'impianto ospitante) ad una prima selezione per creare delle classi omogenee costituite da soggetti di taglia grande (o *teste*), media e piccola (o *code*) da destinare al preingrasso, e poi a una seconda per eliminare dai vari lotti i soggetti portatori di marcati difetti anatomici. La sottopopolazione scartata, composta quindi dai soggetti con deformazioni appartenenti ai lotti *teste* e *code*, ha rappresentato la base per la costituzione dei gruppi sperimentali. In particolare, 2400 soggetti con anomalie monolaterali del complesso opercolare, derivati dai lotti *teste* e *code*, hanno costituito la popolazione di quattro gruppi di 600 individui ciascuno, contraddistinti da due livelli di gravità dell'anomalia opercolare (PA lieve, MPT elevato). Lo schema sperimentale è di seguito esemplificato, dove sono inoltre riportati il peso medio iniziale delle due popolazioni e il valore dell'indice IRI (Indice Recupero integrità), derivato da studi precedenti (Beraldo *et al.*, 2003b) e caratterizzante il livello di gravità del difetto opercolare all'inizio della sperimentazione:

	<b>TESTE</b>	<b>CODE</b>	<b>IRi</b>
<b>PA<sup>1</sup></b>	600	600	0,95
<b>MPT<sup>2</sup></b>	600	600	0,82-0,85
<b>Peso medio (g)</b>	1,0	0,6	

<sup>1</sup> PA = grado di anomalia lieve. <sup>2</sup> MPT = grado di anomalia elevato.  
<sup>1</sup> PA = low level anomaly. <sup>2</sup> MPT = high level anomaly.

Le orate sono state allevate in vasche di vetroresina troncoconiche da 800 litri, rifornite con acqua marina (35-37‰) a temperatura pressoché costante di 18-19° C. L'alimentazione è stata fornita secondo lo schema adottato dall'impianto ospitante.

La sperimentazione è durata 6 mesi e in questo periodo sono stati effettuati 3 controlli, che hanno previsto l'esame di tutti i soggetti di ciascun gruppo. L'esame obiettivo era finalizzato al conteggio degli individui che avevano raggiunto l'integrità anatomica del complesso opercolare, come da noi definita in precedenti lavori (Beraldo *et al.*, 2003b; 2003c), in corrispondenza dei vari controlli. Inoltre è stato rilevato il peso medio di ciascun gruppo. I dati ottenuti sono stati confrontati utilizzando il test  $\chi^2$  di Pearson ( $\chi^2$ , P<0,05) e "t di Student".

## RISULTATI

I soggetti dei gruppi *teste* e *code* hanno evidenziato accrescimenti normali e complessivamente simili tra loro, non essendo state rilevate differenze statisticamente significative tra i gruppi in corrispondenza di ciascun campionamento, come è illustrato nel grafico in Figura 1. Tuttavia, in termini di valore assoluto, appare evidente come i soggetti PA (grado lieve di malformazione) appartenenti ai gruppi *teste* e *code* abbiano mostrato un accrescimento maggiore per rispetto a quelli MPT, come si evince dalla Figura 1.

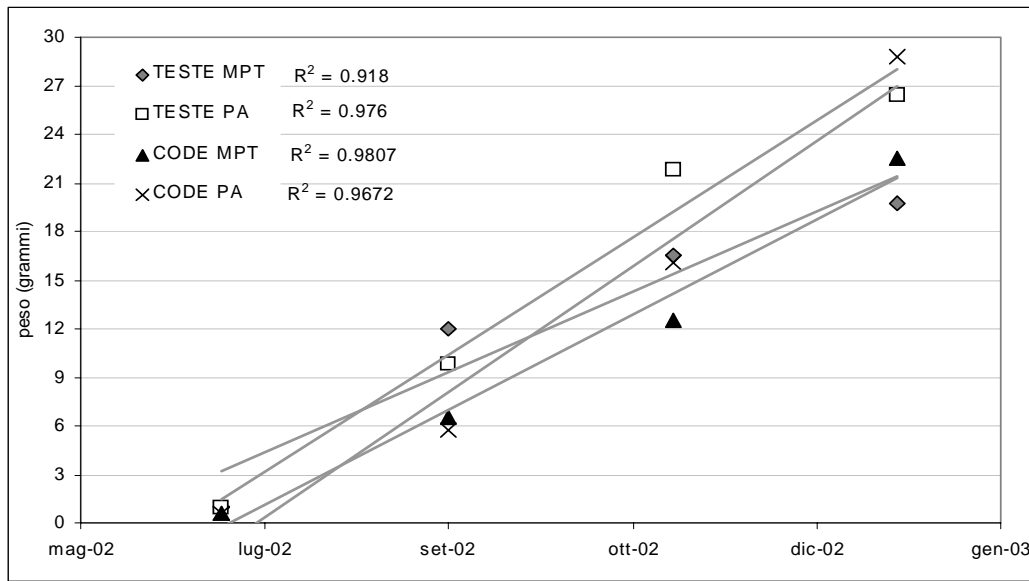


Figura 1 - Curva di accrescimento dei soggetti PA e MPT in funzione del peso durante il periodo sperimentale nelle teste e nelle code.

Figure 1 - Trend of growing during experimental period in the groups.

All'interno delle due popolazioni esaminate, *teste* e *code*, i soggetti che hanno mostrato una maggiore capacità di recuperare dell'integrità anatomica della struttura opercolare sono stati gli individui appartenenti alle sottopopolazione PA rispetto a quelli delle sottopopolazioni MPT (Tabella 1). I soggetti, caratterizzati inizialmente da quadri malformativi lievi della struttura opercolare, evidenziano una maggiore capacità di recupero (decrescente nel tempo), indifferentemente se *teste* o *code* (Tabella 1). Inoltre il leggero svantaggio espresso dalle *code*, in termini di capacità di recupero, è stato nel tempo recuperato.

	<i>Teste</i>		<i>Code</i>	
	<b>PA</b>	<b>MPT</b>	<b>PA</b>	<b>MPT</b>
Settembre 2002	59,1a	12,3b	50,9a	12,3b
Novembre 2002	39,0a	11,6b	43,8a	12,8b
Gennaio 2003	20,0a	11,4a	36,5a	17,0b
	<b>PA</b>		<b>MPT</b>	
	<i>Teste</i>	<i>Code</i>	<i>Teste</i>	<i>Code</i>
Settembre 2002	59,1a	50,9a	12,3a	12,3a
Novembre 2002	39,0a	43,8a	11,6a	12,8a
Gennaio 2003	20,0b	36,5a	11,4a	17,0a

a e b: P<0,05

Tabella 1 - Percentuale dei soggetti che hanno recuperato l'integrità anatomica relativamente ai gruppi *teste* e *code* e alle sottoclassi PA e MPT.

Table 1 - Percentage of full recovered subjects related to heads and tails groups and PA and MPT.

I soggetti appartenenti alle due sottopopolazioni PA e alle due MPT appartenenti alle popolazioni in esame (*teste* e *code*), confrontati tra loro, non hanno, nella maggior parte, esibito differenze statisticamente significative in termini di capacità di recupero dell'integrità anatomica.

Diversamente se viene confrontato l'andamento del processo di recupero tra i gruppi *teste* e *code*, senza tenere conto del grado di anomalia, non sono state evidenziate differenze statisticamente significative (settembre 2002: 35,7% vs 31,6%; novembre 2002: 25,3% vs 28,3%; gennaio 2002: 15,7% vs 26,7%); tuttavia, al termine dell'indagine le *code* hanno mostrato un maggiore capacità di raggiungere l'integrità anatomica.

Considerando i risultati, ottenuti da una precedente indagine (Beraldo *et al.*, 2003b), condotta impiegando soggetti di taglia intermedia, è possibile comparare le tre popolazioni (*teste*, intermedi e *code*) relativamente alla capacità di recupero, espressa in percentuale di soggetti divenuti progressivamente normali. La figura 2 riassume graficamente il progressivo recupero dei tre gruppi sull'arco dei 6 mesi di sperimentazione, mettendo in evidenza come, durante i primi 3 mesi dell'indagine (corrispondenti a soggetti di 6 mesi di età), non vi siano differenze significative nelle rispettive capacità di tendere all'integrità anatomica. Nel secondo periodo della sperimentazione, i soggetti di taglia intermedia mostrano invece una tendenza al recupero nettamente superiore e statisticamente significativa rispetto alle *code* e alle *teste*.

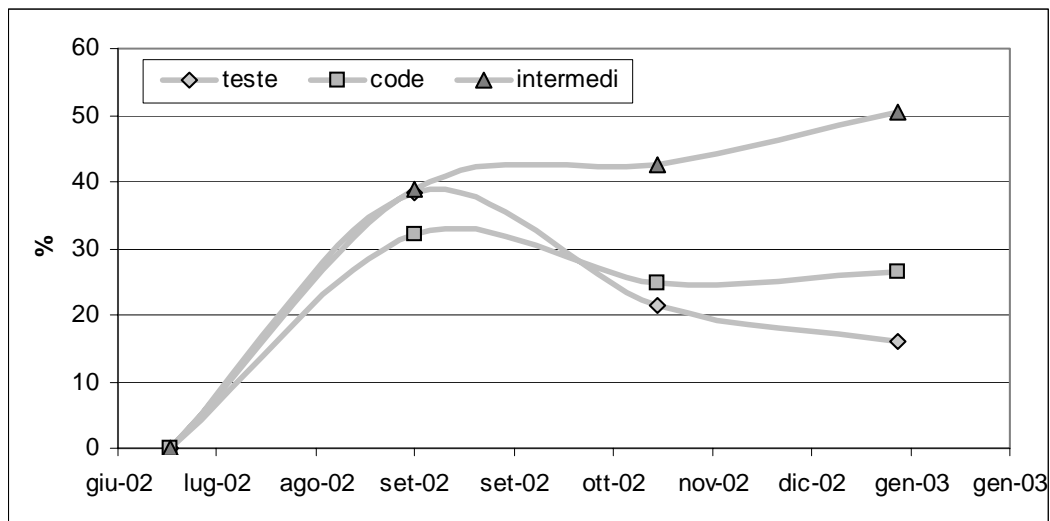


Figura 2 - Andamento della capacità di recupero dei soggetti appartenenti ai gruppi *teste*, intermedi e *code*.  
Figure 2 - Trend of the opercular recovery of the subjects belonging to heads, intermediate and tails groups.

## DISCUSSIONE E CONCLUSIONI

I fattori diretti o indiretti che potenzialmente potrebbero influire sulla dinamica rigenerativa della struttura opercolare, assumono una notevole importanza dal punto di vista economico-produttivo, sebbene, in questo senso, non si abbiano ancora delle certezze. I risultati delle precedenti indagini (Beraldo *et al.*, 2003b; 2003c) sono stati ottenuti in

condizioni sperimentali che non apportavano variazioni dei parametri biotici o abiotici rispetto agli standards dell'allevamento ospitante. Tuttavia, sarebbe auspicabile e interessante, sotto il profilo scientifico e produttivo, chiarire quali siano i fattori che potenziano la ricostruzione della struttura opercolare nell'orata o in altre specie suscettibili, secondo una relazione rispettivamente temporale o numerica.

I risultati ottenuti in questa ricerca ribadiscono quanto precedentemente osservato dagli autori (Beraldo *et al.*, 2003b), rimarcando la capacità delle orate di correggere uno stato di malformazione della struttura opercolare, anche di gravità elevata, in un lasso di tempo variabile.

La natura del processo di ricostruzione della struttura opercolare è ancora oggetto di studio. Potrebbe trattarsi, come già accennato, di una ricostruzione completa per rigenerazione della parte anatomica mancante. Al proposito, sulla rigenerazione nei vertebrati inferiori esiste un'ampia letteratura (Géraudie *et al.*, 1994, 1995; Becerra *et al.*, 1996; Mari-Beffa *et al.*, 1996; Poleo *et al.*, 2001, Santos-Ruiz *et al.*, 2002; Akimenko *et al.*, 2003; Poss *et al.*, 2003) che tratta la capacità di ricostruire parti corporee perdute o severamente danneggiate in seguito a eventi traumatici. Nel caso delle anomalie della struttura opercolare nell'orata, i fattori eziopatogenetici alla base di questa anomalia potrebbero essere per analogia considerati "eventi traumatici". Al momento queste considerazioni rimangono speculazioni, ideali punti di partenza per studi futuri.

L'ipotesi sperimentale di questa ricerca consisteva nel valutare se, soggetti omogenei per taglia, definiti teste e code e provenienti dalla selezione di una medesima partita, avessero capacità di recupero equivalente rispetto a una condizione di malformazione opercolare lieve o grave. I risultati hanno confermato l'ipotesi sperimentale, mettendo anche in risalto come la soddisfazione delle esigenze abiotiche e biotiche in pari misura per tutti i soggetti (teste e code) abbia favorito le *code* nel recuperare le potenzialità produttive (performance talvolta maggiori rispetto alle *teste*) o non espresse in condizioni di allevamento intensivo (effetti dovuti alla gerarchia, eccessiva densità, scarsi punti di alimentazione).

Appare altresì evidente che i soggetti di entrambi i gruppi, con un quadro iniziale di malformazione lieve ( $IR_i = 0,95$ ), recuperano più velocemente e in numero maggiore la condizione di normalità anatomica. Tale fenomeno appare di per sé implicito e conferma i dati provenienti da lavori precedenti (Beraldo *et al.*, 2003b; 2003c).

Estrapolando i dati relativi all'andamento della capacità di recupero di una popolazione di soggetti intermedi (Beraldo *et al.*, 2003b), si è potuto operare un confronto tra le tre popolazioni comunemente ottenute da una selezione per taglia (*teste*, *intermedi* e *code*). È stato allora osservato che, se le *teste* e le *code* mostrano una capacità di recupero simile, i soggetti "*intermedi*" esibiscono una capacità nel tempo nettamente maggiore. In linea teorica, facendo ricorso alla genetica, è possibile avanzare un'ipotesi: nei salmonidi è stato notato che i soggetti più eterozigoti tendono ad avere dimensioni maggiormente vicine alla media della popolazione in confronto ai meno eterozigoti. Valori elevati di eterozigosi individuale possono non tanto produrre un incremento della performance di vari caratteri, quanto un aumento dell'omeostasi genetica che porta ad uno sviluppo più omogeneo (Stella & Fava, 1987; Fava & Campanotto, 1998). Questi concetti, applicati alla presente ricerca, potrebbero suggerire la presenza di un maggior controllo sui meccanismi genici che regolano il processo di rigenerazione della struttura opercolare nei soggetti con maggiore eterozigosi. Le categorie estreme di una popolazione (le *teste* e le *code*) dovrebbero presentare un livello di omozigosi più elevato, che si tradurrebbe in una minore capacità di recupero dell'integrità anatomica. Sempre in termini speculativi, elevati livelli di omozigosi, potrebbero spiegare almeno in parte, la maggiore presenza di soggetti con difetti della struttura opercolare o con altre anomalie. L'omozigosi, come è noto, è causata da effetti di deriva genetica e consanguineità, dovuti, in buona parte, all'abitudine di usare un numero ridotto di

riproduttori, con un rapporto sessi sbilanciato, riducendo così le dimensioni effettive della popolazione.

#### BIBLIOGRAFIA

Andrades J.A., Becerra J. & Fernández-Llebraz P. (1996). Skeletal deformities in larval, juvenile and adult stages of cultured gilthead sea bream (*Sparus aurata* L.). *Aquaculture*, 141: 1-11.

Akimenko M.-A., Mari-Beffa M., Becerra J. & Géraudie J. (2003). Old questions, new tools, and some answers to the mystery of fin regeneration. *Developmental Dynamics*, 22: 190-201.

Becerra J., Junqueira L.C.U., Bechara I.J. & Montes G.S. (1996). Regeneration of fin rays in Teleosts: a chemical, radioautographic and ultrastructural study. *Arch. Histol. Cytol.*, 59, 1: 15-35.

Beraldo P., Benedetti P., Caggiano M., Galeotti M. & Canavese B. (2003b). Anomalie dell'opercolo e recupero della loro integrità anatomica in orata (*Sparus aurata*, L. 1758). *Boll. Soc. It. Patol. Ittica*, 36: 24-32.

Beraldo P., Benedetti P., Caggiano M., Galeotti M. & Canavese B. (2003c). Cambiamenti di forma delle anomalie opercolari in orata (*Sparus aurata*, L. 1758): verifica allo stereomicroscopio del processo di recupero dell'integrità anatomica. *Boll. Soc. It. Patol. Ittica*, 38: 2-12.

Beraldo P., Pinosa M., Tibaldi E. & Canavese B. (2003a). Abnormalities of the operculum in gilthead sea bream (*Sparus aurata*): morphological description. *Aquaculture*, 220: 1-15.

Divanach P., Boglione C., Menu B., Koumoundouros G., Kentouri M. & Cataudella S. (1996). Abnormalities in finfish mariculture: an overview of the problem, causes and solutions. In: B. Chatain, M. Saroglia, J. Sweetman and P. Lavens (Eds), *Seabass and seabream culture: problems and prospects. Proceedings of the International Workshop Verona Aquaculture, October 16-18 1996*: 45-66.

Fava G. & Campanotto A. (1998). Studi sulla diversità genetica di trota fario (*Salmo trutta fario*). I. Popolamenti del bacino del Tagliamento. *Quaderni E.T.P.*, 27: 15-29.

Galeotti M., Beraldo P., de Dominis S., D'Angelo L., Ballestrazzi R., Musetti R., Pizzolito S. & Pinosa M. (2000). A preliminary histological and ultrastructural study of opercular anomalies in gilthead sea bream larvae (*Sparus aurata*). *Fish Physiol. Biochem.*, 22: 151-57.

Géraudie J., Brulfert A., Mannot M.J. & Ferretti P. (1994). Teratogenetic and morphogenetic effects of retinoic acid on the regenerating pectoral fin in zebrafish. *J. Experimen. Zool.*, 269: 12-22.

Géraudie J., Mannot M.J., Brulfert A. & Ferretti P. (1995). Caudal fin regeneration in wild type and long-fin mutant zebrafish is affected by retinoic acid. *Int. J. Develop. Biol.*, 39: 373-381.

Koumoundouros G., Gagliardi F., Divanach P., Boglione C., Cataudella S. & Kentouri M. (1997). Normal and abnormal osteological development of caudal fin in *Sparus aurata* L. Fry. *Aquaculture*, 149: 215-226.

Koumoundouros G., Maingot E., Divanach P. & Kentouri M. (2002). Kyphosis in reared sea bass (*Dicentrarchus labrax* L.): ontogeny and effects on mortality. *Aquaculture*, 209: 49-58.

Mari-Beffa M., Santamaria J.A., Fernandez-Llebraz P. & Becerra J. (1996). Histochemically defined cell states during tail fin regeneration in zebrafish. *Differentiation*, 60: 139-149.

Poleo G., Brown C.W., Laforest L., & Akimenko M.-A. (2001). Cell proliferation and movement during early fin regeneration in zebrafish. *Developmental Dynamics*, 221: 380-390.

Poss K.D., Keating M.T. & Nechiporuk A. (2003). Tales regeneration in zebrafish. *Developmental Dynamics*, 226: 202-210.

Santos-Riuz L., Santamaría J.A., Ruiz-Sánchez J., & Becerra J. (2002). Cell proliferation during blastema formation in the regeneration teleost fin. *Developmental Dynamics*, 223: 262-272.

Stella P. & Fava G. (1987). Applicazioni della genetica biochimica alla trotilcoltura. *Agricoltura delle Venezie*, 41, 12: 685-692.