

EFFETTO DEL TEMPORANEO IMPIEGO DELL'ACQUA
REFLUA DECANTATA SULLE PRESTAZIONI PRODUTTIVE
IN VIVO E LA SOPRAVVIVENZA DELL'ORATA
(*SPARUS AURATA*) IN FASE D'INGRASSO

EFFECT OF SHORT-TERM USE OF DECANTATE WASTEWATER ON
SURVIVAL RATE AND *IN VIVO* PERFORMANCES OF CULTURED GROWING
SEA BREAM (*SPARUS AURATA*)

MARGHERITA MARZONI ⁽¹⁾, MASSIMO CASTANIA ⁽²⁾,
ANNELISSE CASTILLO ⁽³⁾, ISABELLA ROMBOLI ⁽¹⁾

RIASSUNTO

L'immissione nel mercato ittico nazionale di ingenti quantitativi di pesce provenienti dagli altri Paesi mediterranei e la conseguente riduzione dei prezzi dei prodotti ittici di allevamento, ha determinato la necessità di sperimentare nuovi sistemi di allevamento finalizzati al contenimento dei prezzi di produzione. La riduzione dei costi dell'approvvigionamento idrico sembra essere uno dei primi obiettivi a cui mirare per mantenere la competitività del prodotto nazionale nel mercato. Con questo studio si è voluto testare la possibilità di utilizzare in un nuovo ciclo di produzione dell'orata (*Sparus aurata*), l'acqua reflua di vasche d'allevamento dopo una fase di decantazione in un apposito bacino di lagunaggio. Pesci di circa 240 g, al sesto mese di ingrasso, sono stati distribuiti in due vasche di 208 m³, alimentate una con acqua di mare e l'altra con acqua reflua decantata. Per valutare gli effetti sulle prestazioni produttive in vivo e la sopravvivenza delle orate sottoposte per 137 giorni a tale sistema di allevamento è stato rilevato, giornalmente, la quantità di mangime somministrato ed il numero dei pesci morti per vasca. Inoltre, a cadenza di 45 giorni una dall'altra, sono state effettuate 4 campionature dei pesci e dell'acqua in entrata.

Nell'intero periodo di sperimentazione, la mortalità nelle due vasche è stata simile (meno del 2%) e il peso medio delle orate campionate ad ogni rilevamento è risultato statisticamente uguale. L'indice di conversione alimentare è stato pari a 2,1 per la vasca decantata ed a 2,8 per la vasca di controllo. Nel complesso le performances produttive delle orate sono risultate soddisfacenti evidenziando una buona adattabilità della specie ad un temporaneo allevamento con acqua reflua decantata.

Parole chiave: *Sparus aurata*, acqua reflua, decantazione, sopravvivenza, performances produttive.

⁽¹⁾ Dipartimento di Produzioni Animali, Direttore Prof. Paolo Verità.

⁽²⁾ Collaboratore esterno.

⁽³⁾ Dottorando in Produzioni animali, sanità ed igiene degli alimenti nei paesi a clima mediterraneo, Anno 2005. Si ringrazia la Cooperativa "Falesia" di Piombino (LI), in particolare il Sig. Marco Franceschelli per la disponibilità ed il Dott. Davide Guarguaglini per il supporto tecnico.

SUMMARY

The input in the Italian fish market of a huge quantity of fish coming from other Mediterranean Countries and the consequent reduction in fish product prices, lead to the need to test new rearing systems so as to keep down production costs. Cost reduction of water supply seems to be one of the primary objectives to maintain the competitiveness of the national product in the market.

Aim of the present study was to test the feasibility to use decantate wastewater in a 137-day interval of the growing period of sea breams (*Sparus aurata*).

Six-month old sea breams, with a mean body weight of 240g, were distributed in two 208 m³ ponds filled with sea water and decantate wastewater, respectively. The effect on survival rate and productive parameters were evaluated by recording the number of dead fish and feed provided per pond. Entrance water samples and fish samples were collected every 45 days for chemical-bacteriological analysis and body weight assessment, respectively.

During the whole experimental period, mortality of fish from both ponds was quite the same (less than 2%) and mean body weight of sea bream samples at each sampling date resulted statistically identical. Feed conversion efficiency was 2.1 for the decantate pond and 2.8 for the control pond.

Productive performances of sea breams were quite satisfying, pointing out the adaptiveness of the species to a rearing system using decantate wastewater for a short-term of the growing period.

Keywords: Sea Bream, wastewater, decantate, survival, productive performances.

INTRODUZIONE

Negli ultimi vent'anni l'acquacoltura è diventata una pratica zootecnica necessaria per l'ottenimento delle risorse alimentari che la pesca, ormai, non è più in grado di assicurare. La politica comunitaria di conservazione e gestione delle risorse ittiche ed il calo della produttività, attribuibile allo stato di eccessivo sfruttamento di molti stock ittici, all'inquinamento e all'adozione di tecniche di pesca non controllate (Cataudella & Bronzi, 2002), hanno portato al ridimensionamento del comparto della pesca, concretizzato in minori quantitativi di pesci di cattura, favorendo lo sviluppo dell'acquacoltura. Anche l'aumento della domanda di prodotti ittici ha contribuito allo sviluppo del settore che garantisce la fornitura sul mercato in maniera continua del prodotto d'allevamento, oltre alla qualità, salubrità e freschezza.

L'immissione nel mercato ittico nazionale di ingenti quantitativi di pesce allevato, provenienti dagli altri Paesi mediterranei, e la conseguente riduzione dei prezzi di questi prodotti ittici, ha portato alla necessità di sperimentare nuovi sistemi di allevamento finalizzati al contenimento dei prezzi di produzione. La riduzione dei costi nell'approvvigionamento idrico può essere uno dei primi obiettivi a cui mirare per mantenere la competitività del prodotto nazionale nel mercato. A tal fine hanno risalto pratiche di allevamento che possono attuare un'economia nell'utilizzo della risorsa idrica, come il ricircolo (Blancheton, 2000), ed altre che mirano anche a ridurre l'impatto ambientale connesso con l'allevamento intensivo, come il riutilizzo delle acque reflue per produzioni integrate di organismi vegetali o animali (Chopin et

al., 2001; Franchi et al., 2003; Hussenot, 2003; Schuenhoff et al., 2003; Neori et al., 2004).

Con questo studio si è voluto testare un nuovo sistema di allevamento che prevedesse, per un breve periodo di tempo nell'ambito della fase di ingrasso del pesce, il riutilizzo delle acque delle vasche d'allevamento, dopo una fase di decantazione in un apposito bacino di lagunaggio. Poiché questo tipo di tecnica, per effetto del peggioramento qualitativo delle acque reflue decantate, può incidere negativamente sulla sopravvivenza, sull'accrescimento e sul tempo di raggiungimento della taglia commerciale del pesce, è apparso necessario controllare le prestazioni produttive dei soggetti così allevati.

MATERIALI E METODI

La prova è stata condotta nel periodo stagionale Luglio-Dicembre 2005 utilizzando orate (*Sparus aurata*) in fase di ingrasso. Lo studio è stato svolto presso un impianto ittico specializzato nell'allevamento di spigole e orate (Cooperativa "Falesia", Piombino - LI). Nella struttura viene utilizzata acqua di mare, prelevata a 400 metri dalla battigia ad una profondità di 10 metri, per garantire la qualità dell'acqua e l'uniformità della temperatura, con una portata complessiva in entrata di 250 litri al secondo. L'acqua destinata alle vasche, escluso il periodo estivo, viene miscelata con acqua marina proveniente dalla vicina centrale Enel, dove è utilizzata per il raffreddamento dei condensatori. L'acqua reflua delle vasche viene convogliata in un bacino di decantazione, costituito da 3 vasche rivestite in PVC, disposte in serie e munite di chiuse regolabili autonomamente. Dall'ultima vasca prende origine una condotta per lo scarico in mare dell'acqua fitodepurata.

Per la prova sono state utilizzate due vasche adiacenti, ombreggiate, in cemento, di dimensioni 8 m x 20 m e profonde circa 130 cm, con un volume di 208 m³. Di queste, una era alimentata con acqua di mare ("vasca di controllo" o "C"), l'altra con acqua reflua decantata ("vasca decantata" o "D"), prelevata dall'ultima vasca del bacino di decantazione. La portata d'acqua era di 3,6 l/sec in quella di controllo e di 11,3 l/sec in quella decantata; in ambedue le vasche l'ossigeno era automaticamente mantenuto a valori di 7 mg/l tramite un sistema di insufflazione di ossigeno liquido gestito attraverso l'utilizzo di un software. Il rilevamento della temperatura dell'acqua di ciascuna vasca era assicurato da sonde, i cui valori venivano rilevati ogni 15 minuti da un sistema di tele-controllo; i dati registrati alle ore 06.00 e alle ore 18.00 sono stati considerati indicativi, rispettivamente, della temperatura minima e massima dell'acqua di ciascuna vasca in studio.

All'inizio dello studio ogni vasca è stata seminata con circa 8000 orate di 240 g, al 6° mese di ingrasso tutte provenienti da un'unica altra vasca da dove, mediante una pompa di aspirazione sommersa, i pesci sono stati risucchiati in una tubatura mobile e scaricati nella vasca finale. Un mangime commerciale pellettato a base di farina di pesce e farina vegetale (proteina grezza: 44%, grassi grezzi: 22%) è stato utilizzato per l'alimentazione dei pesci. La somministrazione veniva effettuata manualmente "a spaglio" e la dose giornaliera è stata decisa dall'operatore in base alla risposta

comportamentale dei pesci di ciascuna vasca. I quantitativi somministrati venivano quotidianamente riportati in un apposito registro. Similmente veniva annotato il numero dei pesci trovati morti in ogni vasca.

Durante la sperimentazione, durata 137 giorni, sono stati effettuati, a cadenza di 45 giorni l'uno dall'altro, 4 campionamenti dell'acqua in entrata e di pesci da ciascuna vasca. I parametri chimici e batteriologici delle acque in entrata presi in considerazione ed i rispettivi metodi di analisi sono stati i seguenti: pH e conducibilità mediante determinazione potenziometrica (IRSA/CNR 2060), solidi sedimentabili mediante decantazione in coni Imhoff (UNICHIM 19), solidi sospesi mediante filtrazione su membrana 0,45 micron e pesata (UNICHIM 19), nitriti mediante determinazione spettrofotometrica con reattivo di Griess (IRSA/CNR 4050), ammoniaca mediante distillazione e determinazione spettrofotometrica (IRSA/CNR 4030 A2); coliformi totali e coliformi fecali sono stati determinati con il metodo delle membrane filtranti (membrane in nitrato di cellulosa con porosità di 0,45 μ) e coltura su terreno CEC Agar (Oxoid) per i coliformi totali e terreno Coli ID agar (cromogeno Biomerieux) per i fecali. Le prove di analisi, eseguite da un centro specializzato (Bioservice s.n.c. di Piombino), si sono attenute al riferimento normativo DPR n. 470/82.

Le orate prelevate ad ogni campionamento, 10 pesci per vasca, sono state poste singolarmente in buste di plastica per alimenti e trasportate sotto ghiaccio al laboratorio del Dipartimento di Produzioni Animali dove, appena giunte, sono state asciugate con carta assorbente e sottoposte alla rilevazione ponderale con una bilancia elettronica di precisione.

La quantità di mangime distribuito nelle due vasche è stata utilizzata per il calcolo complessivo dei consumi per vasca e dell'indice di conversione, previa stima della biomassa. Il numero dei pesci morti nelle due vasche è stato impiegato per il calcolo della mortalità per vasca sia globale sia suddivisa nei tre intervalli di tempo risultanti dai campionamenti effettuati; il confronto delle proporzioni è stato effettuato con il test statistico del χ^2 corretto (SAS, 2002). I dati di peso dei singoli pesci sono stati sottoposti all'analisi della varianza considerando la vasca e la data di campionamento come fattori categorici e testando l'effetto del sistema di allevamento entro il giorno di campionamento (SAS, 2002).

RISULTATI

Durante la sperimentazione, durata quattro mesi e mezzo, non sono state osservate manifestazioni patologiche e la mortalità si è mantenuta nella norma.

I risultati delle analisi sui parametri qualitativi delle acque in entrata sono riportati nella Tab. I. I valori ottenuti evidenziano una peggiore qualità dell'acqua reflua decantata, rispetto all'acqua di mare, attribuibile al più basso valore di pH ed ai più alti valori di solidi sospesi, di nitriti, di ammoniaca, come pure alla maggiore carica batterica.

I valori giornalieri di temperatura massima e minima dell'acqua, nelle vasche

Tab. I. Caratteristiche chimiche e batteriologiche dell'acqua in entrata nella vasca di controllo e nella vasca decantata. *Chemical and bacteriological characteristics of the entrance water in the control and the decantate ponds.*

Vasca	Data di campionamento	pH	Solidi sedimentabili ml/l	Solidi sospesi mg/l	Conducibilità uS/cm	Ione nitrito mg/l	Ammoniaca mg/l	Coliformi totali	Coliformi fecali
<i>Pond</i>	<i>Sampling date</i>	<i>pH</i>	<i>Sedimentable solids ml/l</i>	<i>Suspended solids mg/l</i>	<i>Conductivity uS/cm</i>	<i>Nitrite ion mg/l</i>	<i>Ammonia mg/l</i>	<i>Total Coliformes</i>	<i>Faecal Coliformes</i>
Controllo	21 lug. / Jul.	8,43	<0,1	14,6	53000	<0,01	0,05	<10	ass. / abs.
	05 sett. / Sept.	7,96	<0,1	23,6	53300	<0,01	0,025	200	ass. / abs.
	21ott. / Oct.	7,9	<0,1	34,4	51700	0,076	0,149	10	10
	06 dic. / Dec.	7,74	<0,1	36,8	51900	0,023	0,015	35	9
Decantata	21 lug. / Jul.	6,79	<0,1	14,5	52100	0,743	1,32	30	ass. / abs.
	05 sett. / Sept.	6,8	<0,1	44,8	51600	0,629	1,23	700	3
	21ott. / Oct.	6,87	<0,1	45,6	53000	0,928	4,195	25	2
	06 dic. / Dec.	6,8	0,1	48,8	52000	0,692	0,62	50	16

in sperimentazione, sono riportati nelle Fig. 1 e 2 unitamente all'andamento della quantità di mangime somministrato e ai casi di mortalità riscontrati nel corso della prova. In entrambe le vasche di allevamento, si rileva una progressiva riduzione termica dell'acqua attribuibile all'effetto stagionale e quantificabile in un decremento di 5°C fra la prima metà della sperimentazione (periodo estivo) e la seconda metà (periodo autunnale). È da notare tuttavia che nelle ultime due settimane di studio la temperatura delle vasche si riporta su valori più elevati e stabili (intorno ai 20°C) a seguito dell'aggiunta dell'acqua marina riscaldata proveniente dalla centrale Enel. La somministrazione giornaliera di mangime presenta ampie variazioni quantitative, attribuibili alla risposta comportamentale dei pesci durante la distribuzione dell'alimento. Inoltre, col decremento progressivo della temperatura dell'acqua, si osserva un'evidente diminuzione della quantità di alimento somministrato, attribuibile al rallentamento metabolico dei pesci. In entrambe le vasche si è osservata una mortalità giornaliera costante ma ridotta. Nell'ultimo mese di sperimentazione, tale evento si presenta in maniera più evidente nella vasca decantata, indicando il probabile peggioramento di una condizione di stress latente in questi pesci, più vulnerabili di fronte ai cambiamenti ambientali (variazioni di temperatura e/o di altri parametri fisico-chimici dell'acqua di mare) in quanto meno adattabili.

L'analisi dei dati di mortalità registrati con i due sistemi di allevamento (Tab. II) conferma che, nell'intero periodo di sperimentazione, questo evento è stato nella norma (meno del 2%) oltre che simile nelle due vasche. Solo negli ultimi 45 giorni di sperimentazione, i valori di mortalità risultano statisticamente diversi (0,73% vs. 0,48%, rispettivamente per la vasca D e C; $P < 0,06$).

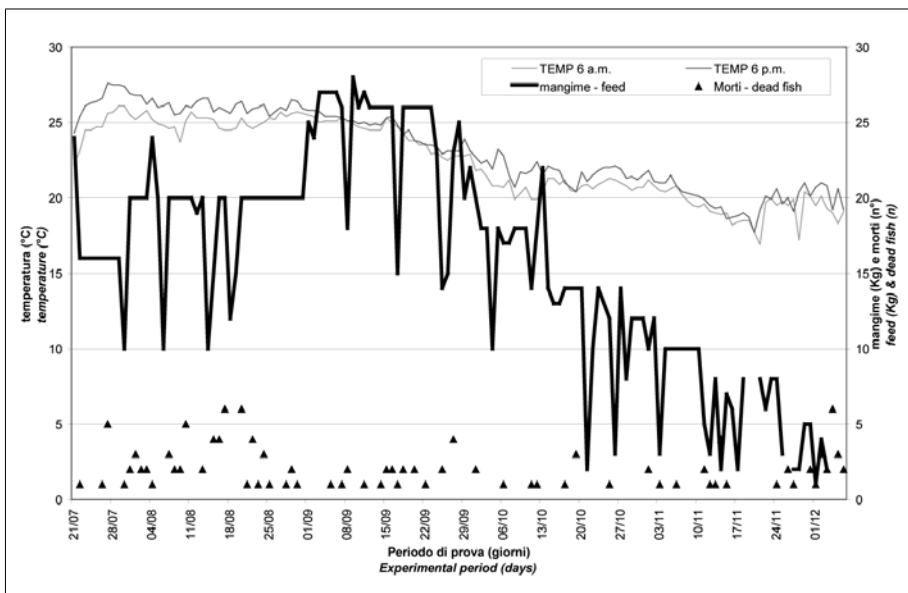


Fig. 1. Vasca di controllo: numero di pesci morti e andamento della quantità di alimento somministrato e della temperatura dell'acqua (min e max) nei giorni della sperimentazione. *Control pond: number of dead fish, administered feed and trend of the water temperature (min. and max) during the experimental trial.*

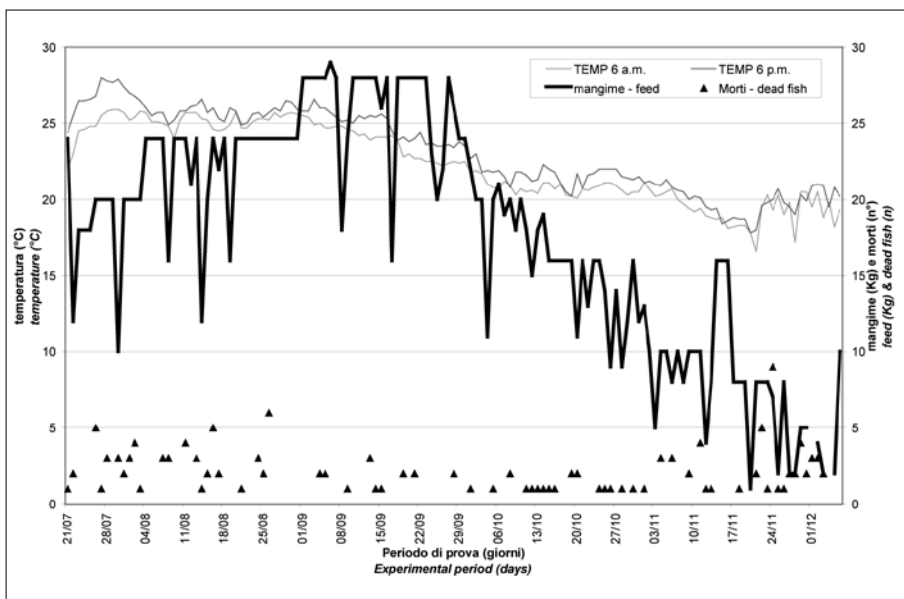


Fig. 2. Vasca con acqua decantata: numero di pesci morti e andamento della quantità di alimento somministrato e della temperatura dell'acqua (min e max) nei giorni della sperimentazione. *Decantate pond: number of dead fish, administered feed and trend of the water temperature (min. and max) during the experimental trial.*

Tab. II. Valori di mortalità delle orate nella vasca di controllo e nella vasca decantata. *Sea bream mortality in the control and decantate ponds.*

Periodo sperimentale <i>Experimental period</i>	Vasca <i>Pond</i>	Vivi	Morti	Mortalità	<i>chi²c</i>
		<i>Alive fish</i>	<i>Dead fish</i>	<i>Mortality</i>	
		n.	n.	%	
Totale (21 lug. - 6 dic.) <i>Total period (21 Jul - 6 Dec.)</i>	C	7738	134	1,73	<i>ns</i>
	D	8021	148	1,85	
I intervallo (21 lug. - 4 sett.) <i>I interval (21 Jul. - 4 Sept.)</i>	C	7738	66	0,85	<i>ns</i>
	D	8021	62	0,77	
II intervallo (5 sett. - 20 ott.) <i>II interval (5 Sept. - 20 Oct.)</i>	C	7672	31	0,40	<i>ns</i>
	D	7959	28	0,35	
III intervallo (21 ott. - 6 dic.) <i>III interval (21 Oct - 6 Dec)</i>	C	7641	37	0,48	<i>P ≤ 0,06</i>
	D	7931	58	0,73	

Il peso medio dei campioni di orate pescate dalle vasche in studio nei quattro giorni di rilevamento è riportato nella Tab. III. I valori ottenuti sono risultati statisticamente uguali ad ogni epoca di rilevamento e rientrano nei pesi medi attesi per l'orata d'allevamento da 6 a 10 mesi di ingrasso (Alasalvar et al., 2002; Grigorakis et al., 2002).

Tab. III. Pesì delle orate pescate nei giorni di campionamento dalla vasca controllo e decantata (media \pm d.s.; n=10). *Body weight of fish samples from the control and decantate pond at different sampling dates (mean \pm st.d.; n=10).*

Vasca <i>pond</i>	Data di campionamento / <i>Sampling date</i>			
	21/07	05/09	21/10	06/12
	g	g	g	g
	<i>g</i>	<i>g</i>	<i>g</i>	<i>g</i>
C	251,8 \pm 38,76	330,4 \pm 34,02	355,0 \pm 35,81	356,1 \pm 20,53
D	234,4 \pm 32,08	334,8 \pm 39,12	376,6 \pm 46,93	375,4 \pm 38,81
	ns	ns	ns	ns

Effetto data di campionamento / *Sampling date effect*: $P \leq 0,01$

Da notare come nell'ultimo campionamento da entrambe le vasche siano state pescate orate il cui peso non è diverso da quello del rilevamento precedente, confermando, nonostante la ridotta numerosità del campione, un rallentamento metabolico già evidenziato dal progressivo calo di consumo di alimento.

Mediante il numero dei pesci pescati al momento dello svuotamento di ciascuna vasca, avvenuto tre mesi dopo il termine dello studio, è stato possibile risalire al numero di pesci effettivamente seminati (7738 pesci nella vasca di controllo e 8021 in quella decantata) e di quelli presenti all'epoca delle successive campionature (Tab. II). Ciò ha permesso di calcolare il consumo di alimento per capo, oltre che per vasca, come riportato nella Tab. IV. Non essendo stato possibile, tuttavia, avere delle repliche delle condizioni sperimentali, i dati riportati sono solo indicativi della situazione avvenuta nel corso della sperimentazione. Nel complesso si individua un consumo giornaliero a capo sempre leggermente più elevato nella vasca decantata.

Infine sulla base del peso medio rilevato ad ogni campionatura (Tab. III) e del numero dei pesci presenti in ciascuna vasca, è stata stimata la biomassa all'epoca della semina (circa 19 quintali di pesce ciascuna) e quindi il suo incremento nel corso della prova (Tab. V). Dai dati ottenuti si può notare un incremento maggiore di biomassa a favore dei pesci della vasca decantata attribuibile al miglior indice di conversione degli stessi, che è risultato sempre più favorevole al termine di tutti gli intervalli di tempo considerati. Nel complesso, dopo 137 giorni di sperimentazione, l'indice di conversione alimentare è stato pari a 2,1 per la vasca decantata ed a 2,8 per la vasca di controllo. Un netto peggioramento della conversione alimentare si osserva con l'avanzare della

sperimentazione, nonostante la contemporanea e progressiva riduzione del consumo di alimento giornaliero e conseguentemente della sua somministrazione da parte degli addetti dell'impianto (Tab. IV e V). L'adattamento dei pesci alla progressiva riduzione termica dell'acqua e il connesso rallentamento metabolico degli animali sembra essere l'interpretazione più logica per questa situazione, non essendo emerso alcun problema di salute neppure nella fase successiva allo studio.

Tab. IV. Consumo di alimento registrato nella vasca di controllo e decantata. *Feed intake recorded on the control pond and decantate pond.*

Periodo sperimentale <i>Experimental period</i>	Vasca <i>Pond</i>	Consumo <i>Feed intake</i>		
		Kg/giorno <i>Kg/d</i>	g/capo <i>g/fish</i>	g/gg/capo <i>g/d/fish</i>
Totale (21 lug. - 6 dic.) <i>total period (21 Jul. - 6 Dec.)</i>	C	15,45	278,27	2,03
	D	17,74	308,65	2,25
I intervallo (21 lug. - 4 sett.) <i>I interval (21 Jul. - 4 Sept.)</i>	C	19,33	113,40	2,52
	D	22,38	126,52	2,81
II intervallo (5 sett. - 20 ott.) <i>II interval (5 Sept. - 20 Oct.)</i>	C	20,98	123,54	2,75
	D	22,76	129,11	2,87
III intervallo (21 ott. - 6 dic.) <i>III interval (21 Oct - 6 Dec)</i>	C	6,71	39,72	0,88
	D	8,87	50,68	1,13

DISCUSSIONE

Nella vasca decantata i livelli di ossigeno sono stati ottimali (7 mg/l), la portata di acqua è stata 3 volte superiore a quella della vasca di controllo e l'acqua immessa è sempre stata qualitativamente scadente, in particolare per i livelli di nitriti e ammoniaca. L'assenza di evidenti effetti tossici sui pesci può trovare spiegazione nell'elevato ricambio di acqua, che può aver impedito l'accumulo di nitriti, e nel valore di pH che si è mantenuto sempre sotto la soglia di 7. Con questi valori, infatti, l'ammoniaca risulta comunque inferiore all'1% e quindi non sufficientemente concentrata per compromettere la vita del pesce (Gary, 1996; Eshchar et al., 2006). Ciò nonostante, l'aumento della mortalità osservata nelle ultime due settimane di sperimentazione a seguito di cambiamenti fisico-chimici dell'acqua farebbe pensare ad una situazione

di stress per questi soggetti. Questa ipotesi trova conforto nei risultati di uno studio mirante a testare, in questi stessi pesci, le concentrazioni di due molecole antiossidanti ritenute possibili indicatori di stress ossidativo (Pacchini et al., 2006). I bassi livelli muscolari di l-Istidina e Carnosina trovati, confermerebbero una condizione di maggiore stress nei pesci allevati nell'acqua reflua decantata. Ad ogni modo è da sottolineare che dal punto di vista produttivo i risultati appaiono positivi. Questa pratica di allevamento permette una riduzione dei costi di produzione e, per quanto riguarda la nostra sperimentazione, ha consentito delle performances zootecniche migliori in termini di aumento di biomassa e di conversione dell'alimento.

In conclusione i risultati della prova sperimentale hanno permesso di evidenziare una buona adattabilità della specie all'allevamento con acqua reflua decantata dal sesto al decimo mese di accrescimento. Dato che le performances produttive in vivo e la sopravvivenza delle orate sono risultate soddisfacenti nel corso della indagine, è possibile affermare che l'utilizzo temporaneo di acqua reflua decantata nella fase di ingrasso può essere considerata una valida procedura, purché ci sia un attento controllo delle risposte comportamentali dei pesci alle variazioni dell'ambiente a cui sembrano poco adattabili.

Tab. V. Valori di incremento di biomassa e dell'indice di conversione stimati per la vasca di controllo e decantata durante la sperimentazione. *Biomass gain and feed to gain ratio estimated for the control and decantate ponds.*

Periodo sperimentale <i>Experimental period</i>	Vasca <i>Pond</i>	Incremento di biomassa <i>Biomass gain</i> Kg	Indice di Conversione <i>Feed to gain ratio</i>
Totale (21 lug. - 6 dic.) <i>total period (21 Jul. - 6 Dec.)</i>	C	762,0	2,8
	D	1130,8	2,1
I intervallo (21 lug. - 4 sett.) <i>I interval (21 Jul. - 4 Sept.)</i>	C	571,3	1,5
	D	796,9	1,3
II intervallo (5 sett. - 20 ott.) <i>II interval (5 Sept. - 20 Oct.)</i>	C	210,5	4,5
	D	296,7	3,5
III intervallo (21 ott. - 6 dic.) <i>III interval (21 Oct - 6 Dec)</i>	C	-19,7	-15,3
	D	37,2	10,7

BIBLIOGRAFIA

- ALASALVAR C., TAYLOR K.D.A., SHAHIDI F. (2002). Comparative quality assesment of cultured and wild sea bream (*Sparus aurata*) stored in Ice. *J. Agric. Food Chem.*, 50: 2039-2045.
- BLANCHETON J.P. (2000). Developments in recirculation systems for Mediterranean fish species. *Aquac. Eng.*, 22: 17-31.
- CATAUDELLA S., BRONZI P. (2001). Acquacoltura responsabile verso le produzioni acquatiche del terzo millennio. Eds Unimar-Uniprom.
- CHOPIN T., BUSCHMANN A.H., HALLING C., TROELL M., KAUTSKY N., NEORI A., KRAEMER G.P., ZERTUCHE-GONZALEZ J.A., YARISH C., NEEFUS C. (2001). Integrating seaweeds into marine aquaculture systems: a key towards sustainability. *J. Phycol.*, 37: 975-986.
- ESHCHAR M., LAHAV O., MOZES N., PEDUEL A., RON B. (2006). Intensive fish culture at high ammonium and low pH. *Aquac.*, 255: 301-313.
- FRANCHIE., PRETTIC., VARRIALE A.M., RENZONIA. (2003). Monitoraggio dell'efficienza di fitodepurazione di un impianto di lagunaggio per le acque reflue dell'allevamento ittico intensivo "La Falesia" Piombino. In: *Ricerca per lo sviluppo dell'Acquacoltura Toscana. Risultati conseguiti (ARSIA)*, pp. 127-165.
- GARY A.W. (1996). Interactions with water quality conditions. In: *Physiology of fish in intensive culture systems*. Chapman & Hall, New York, 64-67.
- GRIGORAKIS K., ALEXIS M.N., TAYLOR K.D.A., HOLE M. (2002). Comparison of wild and cultured gilthead sea bream (*Sparus aurata*); composition, appearance and seasonal variations. *Int. J. Food Sci. Tech.*, 37: 477-484.
- HUSSENOT J.M.E. (2003). Emerging effluent management strategies in marine fish-culture farms located in European coastal wetlands. *Aquac.*, 226: 113-128.
- NEORI A., CHOPIN T., TROELL M., BUSCHMANN A.H., KRAEMER G.P., HALLING C., SHPIGEL M., YARISH C. (2004). Integrated aquaculture: rationale, evolution and state of the art emphasizing seaweed biofiltration in modern mariculture. *Aquac.*, 231: 361-391.
- PACCHINI S., DUCCI M., MARZONI M., CASTANIA M., NICCOLINI A., GAZZANO A., SIGHIERI C., MARTELLI F. (2006). Determinazione quantitativa di molecole antiossidanti in *Sparus aurata* allevata in vasca con acqua decantata. *Atti SISVet.*, 60: 57-58.
- SAS INSTITUTE (2002). *JMP. Statistical and graphics guide*. SAS Institute Inc., Cary, NC. ISBN 1-59047-070-2.
- SCHUENHOFF A., SHPIGEL M., LUPATSCH I., ASHKENAZI A., MSUYA F.E., NEORI A. (2003). A semi-recirculating, integrated system for the culture of fish and seaweed. *Aquac.*, 221: 167-181.

