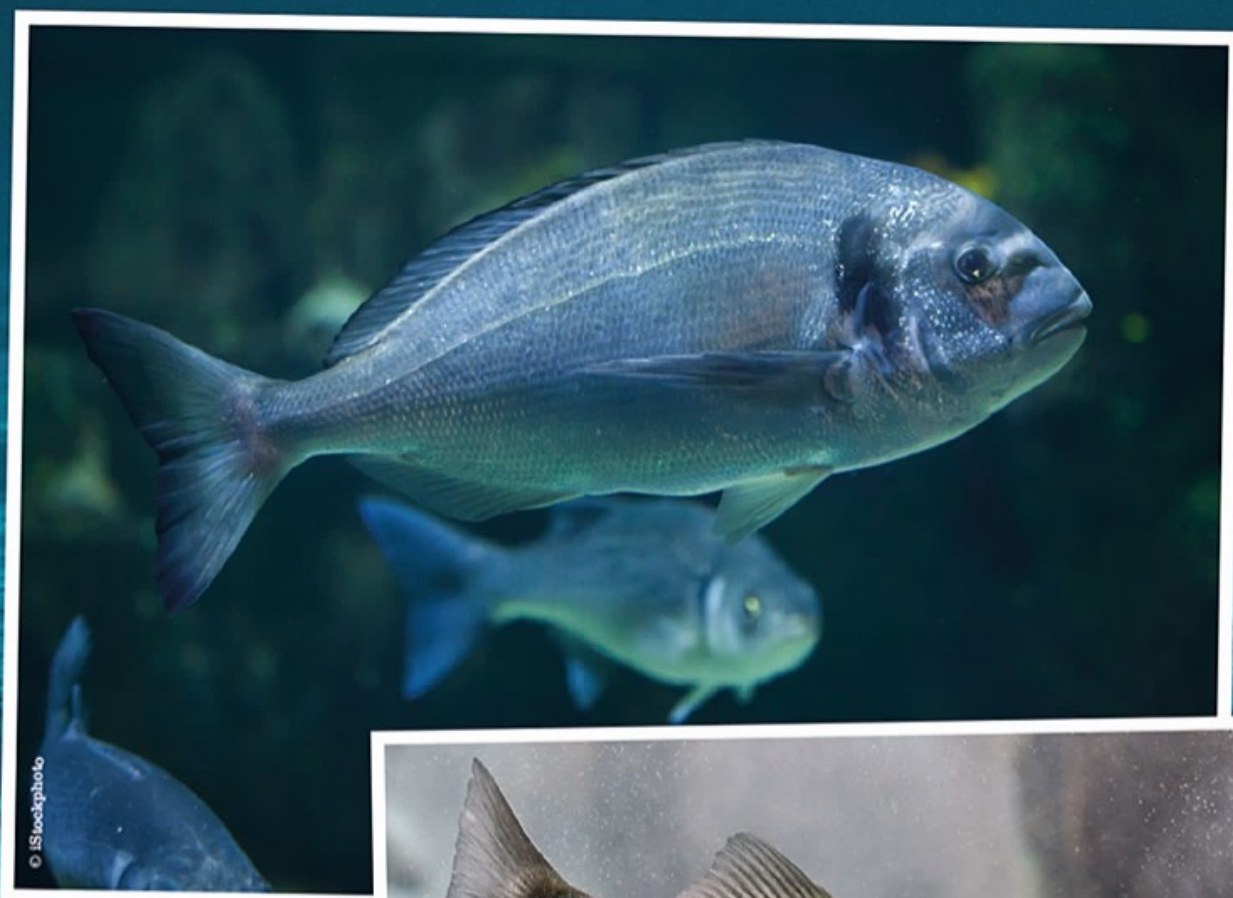


Migliorare il benessere di branzini e orate in allevamento – Referenze scientifiche



Premessa

Branzini e orate sono esseri senzienti e in allevamento devono poter godere di una buona qualità di vita. Il presente documento riassume le principali ricerche condotte durante la fase di ingrasso di branzini e orate, delineando la base scientifica delle nostre raccomandazioni per migliorare il benessere dei pesci grazie a buone condizioni ambientali, buona alimentazione, buona salute e possibilità di esprimere comportamenti naturali, in linea con il modello del Welfare Quality basato sulle cinque libertà.

Contesto

Orate e branzini sono pesci comuni nel Mediterraneo e lungo la costa atlantica nord-orientale. Migrano in acque calde, con temperature ottimali per entrambe le specie di circa 18-26 °C (EFSA 2008), ma con un'ampia tolleranza alle variazioni di temperatura e salinità. Sono entrambi pesci carnivori: il branzino si nutre principalmente di altri pesci e l'orata di vermi e molluschi.

Branzino (*Dicentrarchus labrax*) e orata (*Sparus aurata*) sono specie economicamente importanti per l'acquacoltura e rappresentano oltre il 95% di tutte le specie ittiche allevate nel Mediterraneo (Lembo *et al.*, 2007). Nel 2013 la Turchia ha rappresentato quasi la metà (46%) della produzione mondiale di branzini, seguita da Grecia (24%), Spagna (10%) e Italia (5%) (EUMOFA, 2017). Gli stessi quattro paesi rappresentano il 75% della produzione mondiale di orate: Grecia (36%), Turchia (23%), Spagna (12%) e Italia (3,4%) (EUMOFA, 2017). In base ai dati della FAO, la produzione mondiale nel 2015 è stata di 417-556 milioni di orate e 325-406 milioni di branzini (Mood and Brooke, 2015). Nel 2016, la produzione di orate e branzini è stata stimata, rispettivamente, in 185.980 (Dipartimento Pesca e Acquacoltura della FAO, n.d.-b) e 191.003 tonnellate (Dipartimento Pesca e Acquacoltura della FAO, n.d.-a). Tuttavia, durante l'evento *Seize the day for fish welfare* ospitato dal Parlamento Europeo nel 2018, i funzionari hanno sottolineato che questo settore dell'acquacoltura attualmente non soddisfa gli standard definiti dall'Organizzazione Mondiale della Sanità Animale (OIE) ("Round table: Seizing the day for Fish Welfare," n.d.).

BUONE CONDIZIONI AMBIENTALI

Pur trattandosi di specie molto diverse, l'acquacoltura di branzini (*Dicentrarchus labrax*) e orate (*Sparus aurata*) viene effettuata con sistemi simili. Nel Mediterraneo, l'82-85% degli allevamenti utilizzano gabbie marine da acquacoltura, il 10% sistemi a terra in vasche o *raceways* e l'8% sistemi semi-intensivi in stagni (Muir and Basurco 2000; Jawad, 2012; Jobling, 2010). La produzione in Grecia, Turchia e Spagna settentrionale utilizza prevalentemente gabbie marine galleggianti in lagune, baie protette o in condizioni semi-esposte e offshore, mentre Francia, Italia e Spagna meridionale utilizzano principalmente sistemi a terra (B. & J., 2000; Jawad, 2012).

Storicamente, le gabbie da acquacoltura sono state collocate in siti costieri ben protetti e in gran parte chiusi, con conseguenti deficit di ossigeno e incrostazioni delle gabbie. Ciò ha portato allo sviluppo di gabbie di plastica flessibili e durevoli adatte a distanze di 1-3 km al largo della costa e a profondità di 18-45 metri, dove le correnti sono più forti, consentendo così di migliorare la qualità dell'acqua (EFSA, 2008). Di solito, le orate (5 g) raggiungono le dimensioni commerciali tipiche (350-400 g) in meno di due anni, mentre i branzini impiegano fino a tre anni per raggiungere le dimensioni commerciali (400-500 g) (EFSA, 2008).

Gestione delle correnti

In termini di comportamento natatorio naturale, entrambe le specie compiono notevoli migrazioni annuali tra le acque costiere e quelle più al largo durante i mesi invernali e, pertanto, la presenza di correnti adeguate potrebbe migliorarne il benessere in allevamento (Jobling, 2010). Per esempio, Ibarz *et al.* (2011) hanno riscontrato che orate mantenute in condizioni forzate di nuoto sostenuto presentavano peso corporeo e tasso di crescita maggiori, nonché una migliore efficienza alimentare, rispetto ai pesci con attività di nuoto volontario. Inoltre, Ferreira (2012) ha riscontrato che l'allevamento di orate a velocità di corrente comprese tra 0,3 e 0,5 m/s è ottimale in termini di indice di conversione, consumo di O₂ e qualità dei filetti. Tuttavia, è importante notare che le velocità ottimali di corrente differiscono da individuo a individuo (Marras *et al.*, 2010) e che attività di nuoto forzato di branzini e orate giovani può associarsi a deformazioni della colonna vertebrale (Chatain, 1994). Pertanto, sono necessarie ulteriori ricerche per comprendere meglio il rapporto tra benessere e velocità di corrente appropriata a seconda delle differenze individuali e delle fasi di vita.

Arricchimenti

Le orate sono specie bentoniche che di solito si trovano vicino al fondale marino, su distese rocciose ricche di alghe o su terreni sabbiosi (Dipartimento Pesca e Acquacoltura della FAO, n.d.-b). Pertanto, una maggiore complessità strutturale dell'ambiente di allevamento (come presenza di ghiaia, sabbia, ciottoli e piante) può migliorare le capacità cognitive e il benessere di questi pesci. Una serie di esperimenti ha dimostrato che arricchimenti ambientali sotto forma di substrato colorato (in particolare blu) possono essere benefici sia per il benessere che per la produzione. Le orate mostrano una maggiore crescita, un'aggressività soppressa e una distribuzione dimensionale diversa, se allevate in vasche con substrato blu rispetto a quelle tenute in vasche spoglie (Batzina *et al.*, 2014a). Inoltre, fornire un substrato blu o rossiccio riduce l'attività serotoninergica e dopaminergica del cervello, suggerendo minori livelli di stress rispetto ai pesci tenuti in vasche con substrati spogli o verdi (Batzina *et al.*, 2014a; Batzina *et al.*, 2014b). Batzina and Karakatsouli (2012) hanno anche riferito che fornendo un substrato blu si ottenevano orate con indice di corposità più elevato (indice delle condizioni generali del pesce, calcolato dividendo il peso del pesce per la sua lunghezza al cubo ($K=W/L^3$)), minore aggressività e migliore qualità dei filetti (oltre a massa finale, tasso di crescita e indice di conversione migliori) rispetto a quelle allevate senza substrati o con substrati verdi o rossicci. Anche se questa forma di arricchimento può essere possibile solo in sistemi a terra o chiusi, fornire un substrato ecologicamente appropriato sembra fornire un certo sollievo dallo stress ambientale nell'orata, con ulteriori benefici in termini di produzione.

Fattori di stress acustico

L'acustica dell'allevamento può essere fonte di stress cronici. Il suono viaggia circa 4,5 volte più velocemente in acqua salata a 25 °C rispetto all'aria a 20 °C¹. L'inquinamento acustico antropogenico è aumentato rapidamente negli ultimi decenni e “*il rumore dell'acquacoltura offshore, e in particolare il paesaggio sonoro marino, influenzano negativamente lo stato ossidativo e la funzionalità immunitaria dell'orata, determinando una condizione di lieve stress che potrebbe influire sul suo benessere*” (Filiciotto *et al.*, 2017, pp. 1895). Tra i fattori di disturbo si annovera il rumore tipico di una gabbia marina: “rumore marino di fondo e rumori di imbarcazioni” e “i macchinari delle gabbie”. Infatti, 25

¹<http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/Tables/Soundv.html>

anni fa il National Research Council (1994, citato in Celi *et al.*, 2016) riportava che le emissioni acustiche del traffico navale rappresentavano il 90% dell'energia acustica che gli esseri umani emettono in mare. Orate esposte a soli 10 giorni di stress acustico (registrazioni di imbarcazioni a motore, tra cui imbarcazioni da diporto, aliscafi, pescherecci e traghetti) hanno espresso un aumento significativo dei valori di ACTH, cortisolo, glucosio, lattato, ematocrito, Hsp70, colesterolo, trigliceridi e osmolarità. Sebbene sia difficile controllare il rumore dell'acquacoltura offshore, è necessario prendere precauzioni per prevenire i fattori di stress acustico.

Densità di allevamento

Nel caso dei pesci, il concetto di densità massima di allevamento è più complesso rispetto alle specie terrestri, perché si possono muovere su spazi tridimensionali (Conte, 2004; Ellis *et al.*, 2002). Inoltre, in acquacoltura, la densità di allevamento non rimane costante nel tempo, poiché aumenta nella fase di accrescimento e diminuisce dopo la selezione dei pesci in base alla taglia. Per questi motivi, risulta difficile effettuare misurazioni precise all'interno degli impianti.

I sistemi terrestri sono molto più costosi da costruire e mantenere, il che porta i produttori ad allevare i pesci a densità molto più elevate (60-90 kg/m³) rispetto alle gabbie marine per renderle economicamente produttive. Ciò può avere effetti negativi per il benessere. Nelle gabbie la densità di allevamento per branzini e orate varia da 5-20 kg/m³ per i pesci di peso compreso tra 2,5 e 150 g e 10-20 kg/m³ per i pesci più grandi (>150 g), a seconda delle caratteristiche del sito e della gabbia (cfr. Appendice 1) (EFSA 2008; Jobling, 2010). Mentre la maggior parte della produzione di branzini e orate avviene in gabbie marine, le ricerche scientifiche sono state condotte quasi esclusivamente in sistemi a terra, poiché le condizioni sperimentali sono più facili da controllare e gestire. Pertanto, è necessario prestare attenzione nell'applicare i risultati ottenuti in condizioni sperimentali. Inoltre, la densità di allevamento da sola non può essere utilizzata come un buon indicatore per prevedere il benessere, in quanto per questo serve considerare molti parametri correlati, come lo spazio fisico, il fabbisogno fisiologico di acqua per fornire ossigeno e diluire e rimuovere i prodotti di scarto, e la disponibilità di cibo (Håstein *et al.*, 2005). La questione è ulteriormente complicata dal fatto che è difficile confrontare gli studi perché spesso i ricercatori hanno utilizzato parametri diversi per i loro esperimenti: diverse temperature e regimi di alimentazione e il riferimento a soglie diverse per ciò che considerano "bassa" e "alta" densità di allevamento (cfr. Appendice 1). Inoltre, gli effetti della densità di allevamento possono anche essere specifici per la fase di vita, perché, mentre molte specie di pesci, tra cui i branzini giovani, sono gregarie e formano banchi, in fase adulta branzini e orate sono meno gregari, vivono da soli o in piccoli banchi. Di conseguenza, la scelta di densità di allevamento inadeguate può avere un effetto maggiore su branzini e orate rispetto ad altre specie d'allevamento più gregarie.

ORATE

Una serie di pubblicazioni scientifiche hanno investigato l'effetto delle diverse densità di allevamento nelle orate (per ulteriori informazioni ed esempi di pratiche industriali cfr. Appendice 1):

- Montero *et al.* (1999) hanno riportato che densità di allevamento di 40 kg/m³ hanno mostrato un aumento di quattro volte dei livelli di cortisolo rispetto a densità di allevamento di 10 kg/m³. Hanno anche dimostrato che densità alte nelle orate

giovani producono stress cronico, come si evince dagli alti livelli di cortisolo, immunosoppressione e alterazione del metabolismo.

- Sangiao-Alvarellos *et al.* (2005) hanno dimostrato che i livelli di cortisolo aumentano di cinque volte se si confrontano densità di allevamento di 70 kg/m³ con 4 kg/m³.
- Sánchez-Muros *et al.* (2017) non hanno riscontrato differenze nei livelli di cortisolo in orate allevate a 20 kg/m³ rispetto a quelle allevate a 5 kg/m³. Tuttavia, i pesci allevati con la densità più elevata hanno mostrato una significativa riduzione del tasso di crescita.
- Batzina *et al.* (2014) hanno concluso che a densità di allevamento più elevate (da 9,7 a 29,9 kg/m³) rispetto a densità di allevamento inferiori (da 4,9 a 14,7 kg/m³), le orate giovani hanno mostrato un comportamento meno aggressivo e le dimensioni dei pesci si distribuiscono in modo più uniforme, suggerendo un ambiente sociale più favorevole.
- Canario *et al.* (1998) hanno condotto osservazioni sul novellame e hanno riscontrato che il tasso di crescita era più elevato in corrispondenza con la densità più bassa (i gruppi erano di 0,35, 1,3 e 3,2 kg/m³). Gli autori hanno anche notato differenze nel comportamento sociale: nel gruppo ad alta densità i pesci si sono riuniti in banchi, sono meno aggressivi e occupano l'intera colonna d'acqua. Nel gruppo a bassa densità ci sono state interazioni più aggressive, i pesci hanno cercato di difendere un territorio vicino al fondo della vasca e si sono raggruppati con minore frequenza. Il tasso di crescita migliore nel gruppo a bassa densità può essere dovuto al fatto che sembravano nuotare meno, ma sono necessarie ulteriori ricerche.
- Nelle gabbie da acquacoltura, esperimenti condotti da Papoutsoglou *et al.* (1996) hanno suggerito che la scarsa qualità dell'acqua (in termini di alti livelli di ammoniaca e bassi di ossigeno) migliora quando la densità di allevamento è inferiore a 16 kg/m³.

BRANZINI

Una serie di pubblicazioni scientifiche hanno investigato l'effetto delle diverse densità di allevamento nei branzini (per ulteriori informazioni ed esempi di pratiche industriali cfr. Appendice 1):

- Il branzino mostra livelli di stress più elevati a densità elevate, come indicato dall'espressione di geni legati allo stress (Gornati *et al.*, 2004).
- Di Marco *et al.* (2008) hanno trovato livelli più elevati di acidi grassi non esterificati (NEFA, un indicatore di stress) in branzini allevati a 45 kg/m³ rispetto a 30 kg/m³ e 15 kg/m³. Inoltre, i pesci alle densità più elevate sono risultati più sensibili all'affollamento.
- Santos *et al.* (2010) hanno mostrato che l'assunzione di cibo e la crescita diminuiscono a densità di allevamento elevate (50,5 kg/m³ e 75,4 kg/m³) rispetto a densità più basse (8,1 kg/m³ e 25,2 kg/m³) senza controllo della qualità dell'acqua. Hanno anche osservato che la riduzione dell'assunzione di cibo è compensata da una diminuzione della velocità di nuoto. Questi effetti sono interpretati come l'effetto combinato di affollamento e deterioramento della qualità dell'acqua.

- Nelle gabbie da acquacoltura, esperimenti condotti da Papoutsoglou *et al.* (1996) hanno suggerito che la scarsa qualità dell'acqua (in termini di alti livelli di ammoniaca e bassi di ossigeno) migliora quando la densità di allevamento è inferiore a 16 kg/m³.

Non esistono studi esaustivi che confrontano un'ampia e utile gamma di densità di allevamento di branzini e orate per valutare appieno l'effetto della densità nelle gabbie marine. Inoltre, pochissimi studi hanno analizzato le densità in condizioni commerciali d'allevamento in gabbie marine o in stagni e quasi tutti i dati si riferiscono al novellame allevato in vasche. Tuttavia, sembra esserci una tendenza che mostra come alte densità di allevamento siano associate a un benessere minore (ad esempio, livelli più elevati di ormoni dello stress e tassi di crescita inferiori), anche quando la qualità dell'acqua è controllata. Almeno per l'orata, vi sono anche prove che densità molto basse possono essere dannose, poiché quando il comportamento si rivolge alla difesa del territorio piuttosto che alla formazione di banchi lo stress sociale aumenta. Le densità tipiche di allevamento in gabbie da acquacoltura commerciale sono comprese tra 10 e 20 kg/m³ (cfr. Appendice 1).

Sulla base dei dati disponibili, raccomandiamo di allevare l'orata a una densità più bassa possibile, assicurando nel contempo che il comportamento dei pesci mostri la formazione di banchi. Si consiglia pertanto di adottare l'estremità inferiore dell'intervallo più comune su scala commerciale (cioè 10-15 kg/m³). Ciò consente ai pesci di disperdersi in zone più favorevoli quando le condizioni dell'acqua non sono ottimali per avere accesso al mangime, trovare una temperatura o un livello di ossigeno favorevoli ed evitare di affollarsi in condizioni stressanti. Il comportamento dei pesci deve essere monitorato e si devono adottare misure atte a garantire che l'ambiente sociale non diventi un fattore di stress (ad esempio, verificare la presenza di segni di erosione delle pinne o di morsi).

Idealmente, in ogni sito, i fattori ambientali e il comportamento devono essere regolarmente monitorati. Il benessere può essere scarso a qualsiasi densità di allevamento e queste dovrebbero essere riesaminate dopo ogni ciclo produttivo. Mancano prove scientifiche dell'effetto della densità di allevamento su branzini e orate in gabbie, per cui sono necessarie ulteriori ricerche per fornire raccomandazioni più specifiche.

Qualità dell'acqua

La qualità dell'acqua ha un ruolo fondamentale per la salute e il benessere di orate e branzini. In effetti, una delle principali preoccupazioni relative alle alte densità di allevamento è che possono portare a un deterioramento della qualità dell'acqua. Ossigeno, temperatura, salinità e torbidità sono tutti parametri importanti. La circolazione dell'acqua svolge anche un ruolo vitale per lo smaltimento dei prodotti di scarto e la circolazione di ossigeno. Alcuni di questi fattori possono essere controllati dalle pratiche di gestione, mentre altri sono legati alle caratteristiche ambientali del sito e dovrebbero essere valutati prima di iniziare l'attività di allevamento.

Orata e branzino sono entrambi euritermi ed eurialini, sono cioè in grado di sopportare grandi intervalli di temperature e salinità dell'acqua (Dipartimento Pesca e Acquacoltura della FAO, n.d.-a, n.d.-b). Tuttavia, rapidi ed elevati sbalzi di temperatura e salinità prossimi ai limiti di tolleranza hanno più probabilità di portare a uno scarso benessere. Inoltre, temperature inferiori a 15 °C possono portare a una condizione patologica nota

come Winter Disease o Winter Syndrome (Ibarz *et al.*, 2010; cfr. sezione Malattie). I parametri ottimali di temperatura per entrambe le specie sono riportati nell'Appendice 2.

È inoltre importante che i livelli di ossigeno siano attentamente monitorati e regolati in base alla densità di allevamento, specialmente se quest'ultima è regolata su valori alti, dove l'assorbimento di ossigeno durante i movimenti natatori aumenta (Carbonara *et al.*, 2015a). L'ipossia (acqua povera di ossigeno, meno di 7,4 mg O₂/L) è una condizione di stress ed è stato dimostrato che riduce il tasso di crescita e l'attività alimentare (Pichavant *et al.*, 2001). Bassi livelli di ossigeno disciolto potrebbero anche causare lesioni branchiali e alti livelli di ematocrito (Araújo-Luna *et al.*, 2018; Carbonara, *et al.*, 2015b; Di Marco *et al.*, 2017). Nelle gabbie marine, l'ossigeno disciolto potrebbe essere un problema di benessere ad alte temperature e l'EFSA (2008) raccomanda che l'ossigeno sia superiore al 40% di saturazione e sia monitorato quotidianamente. La struttura delle gabbie, la posizione e le condizioni delle correnti possono essere fattori limitanti e devono essere presi in considerazione per limitare il rischio di ipossia. Al fine di mantenere il benessere di branzini e orate, la saturazione dell'ossigeno deve essere mantenuta il più vicino possibile al 100% per tutte le fasi di allevamento. Normalmente è accettabile una saturazione compresa tra 70 e 100 e la concentrazione di ossigeno deve essere preferibilmente mantenuta sopra i 5 mg/L. La saturazione minima non deve mai scendere sotto il 40% per più di qualche ora per gli adulti e sotto il 70% per le larve. L'alimentazione dovrebbe essere ridotta o interrotta se si prevede una diminuzione dell'ossigeno disciolto, che potrebbe danneggiare i pesci.

In natura, sia il branzino che l'orata reagiscono comportamentalmente alle fluttuazioni stagionali di temperatura migrando in acque più profonde, per allontanarsi dalle variazioni di temperatura (Claireaux *et al.*, 2006; Ibarz *et al.*, 2010). Nonostante le fluttuazioni di temperatura nel loro ambiente naturale, drastici e bruschi sbalzi di temperatura inducono risposte di stress, soprattutto quando i pesci sono tenuti in condizioni di confinamento, come gabbie o stagni, e non sono in grado di allontanarsi da condizioni non ottimali. Un intervallo di temperatura compreso tra 18 e 24 °C sembra essere ottimale per entrambe le specie in termini di efficienza alimentare, attività e metabolismo, con limiti inferiori e superiori assoluti da 14 °C (15 per l'orata) a 29 °C (EFSA, 2008). Temperature inferiori a 15 °C aumentano notevolmente il rischio di Winter Disease, per ridurre la probabilità della sua insorgenza, la gestione dell'allevamento nelle fasi subito precedenti e durante l'inverno deve porre l'attenzione sulla salute dei pesci, non sulla crescita, riducendo le razioni alimentari e seguendo regimi dietetici invernali (più energia per kg di mangime, oltre a diversi aminoacidi essenziali e minerali).

Compassion raccomanda che nessuna delle due specie sia esposta a rapidi cambiamenti di temperatura; salinità e livelli di ossigeno devono essere attentamente monitorati e adattati per prevenire l'ipossia. CO₂, pH e ammoniaca sono generalmente regolati dai flussi di acque ambientali e non sono questioni di benessere nelle gabbie marine da acquacoltura (EFSA, 2008).

BUONA ALIMENTAZIONE

Sistemi di alimentazione

L'alimentazione può essere effettuata manualmente, con alimentatori automatici controllati da computer a intervalli regolari (2-3 volte al giorno) o con sistemi di alimentazione a richiesta. Un'alimentazione regolare è importante per ridurre il rischio di cannibalismo, in particolare nell'orata (Jobling, 2010). Andrew *et al.* (2002) hanno scoperto che i sistemi di

alimentazione su richiesta hanno ridotto la concorrenza tra i pesci sia nel branzino che nell'orata e hanno ipotizzato che questo porterebbe a una migliore crescita ed efficienza produttiva. Tuttavia, si è osservato uno scarso adattamento alla distribuzione dei mangimi in gabbie da acquacoltura (EFSA, 2008). Come accennato in precedenza, seguire le raccomandazioni sulla razione alimentare per l'orata è particolarmente importante fino ai mesi invernali, quando l'alimentazione si riduce naturalmente man mano che i pesci regolano il loro metabolismo per compensare l'abbassamento della temperatura dell'acqua (Ibarz *et al.*, 2010). La riduzione dell'alimentazione è essenziale per prevenire l'insorgenza del Winter Disease (cfr. sezione Buona salute).

Farine di pesce

I mangimi commerciali per entrambe le specie sono tipicamente costituiti da pellet secchi ad alto contenuto energetico, contenenti il 43-50% di proteine, il 12-25% di grassi e il 20% di carboidrati (Grigorakis *et al.*, 2002; M. Jobling, 2010; Ökte, 2002). I mangimi per orate contengono il 10-15% di grassi in meno rispetto a quelli per i branzini, in quanto le orate di peso pari o superiore a 45 g sono in grado di utilizzare i lipidi per l'energia e le proteine così risparmiate esclusivamente per la crescita (Ökte, 2002).

Particolare attenzione deve essere prestata alla qualità delle diete commerciali, poiché la formulazione è variabile e può essere carente di nutrienti (EFSA, 2008). Il rischio di insufficienze alimentari è un problema minore nei sistemi in gabbie marine, poiché i mangimi commerciali sono integrati da mangimi naturali (prede vive) (EFSA, 2008); tuttavia, anche in questo caso, a causa di carenze nutrizionali possono verificarsi una diminuzione della crescita, dei tassi di sopravvivenza e del benessere. Le vitamine C ed E sono risultate particolarmente importanti per la salute del sistema immunitario e, per le orate, un'integrazione di queste vitamine è stata in grado di risolvere in parte lo stress inflitto al sistema immunitario dall'elevata densità di allevamento (40 kg/m³ vs 20 kg/m³), come dimostrato dall'aumento dell'attività del lisozima nel siero, un indicatore della risposta immunitaria (Montero, Marrero, *et al.*, 1999). Inoltre, carenze di vitamina C e D possono causare anoressia, perdita di scaglie, emorragie interne ed esterne, depigmentazione, cattiva guarigione delle ferite (Tort *et al.*, 2004), e deformazioni spinali (Andrades *et al.*, 1996).

Un'altra considerazione sulla formulazione dei mangimi è l'origine dei nutrienti. Orata e branzino sono specie carnivore e il loro mangime contiene una percentuale di proteine animali e olio provenienti da pesci selvatici. L'uso di pesce selvatico per la riduzione in farina di pesce e olio di pesce (dalla cosiddetta "pesca di riduzione"), con cui nutrire i pesci d'allevamento, rappresenta uno spreco di cibo in quanto la maggior parte di questo pescato è commestibile per l'uomo e nel processo si spreca inevitabilmente energia. Il benessere del pesce catturato con la pesca di riduzione è molto scarso durante la cattura, il trasporto e l'uccisione, e la macellazione non è praticata secondo metodi umani. Pertanto, l'industria delle farine ha notevoli conseguenze negative sul benessere degli animali e dovrebbe essere regolamentata insieme al benessere di orate e branzini.

Nel tentativo di affrontare la questione delle farine di pesce, e a causa del loro basso costo, si è preferito l'uso di proteine vegetali e lipidi rispetto agli ingredienti di origine marina (Brill *et al.*, 2019; Ganga *et al.*, 2011; Montero *et al.*, 2010; Piccinno *et al.*, 2013; Torrecillas *et al.*, 2019). Ad esempio, per soddisfare gli standard biologici di Naturland² bisogna limitare l'uso di mangimi di origine animale e preferire altre opzioni (cfr. Tabella 1). Tuttavia, le alternative portano con sé diversi effetti collaterali su prestazioni, salute e resistenza alle malattie. Ad esempio, le fonti vegetali mancano di nutrienti essenziali come

²https://www.naturland.de/images/UK/Naturland/Naturland_Standards/Standards_Producers/NaturlandStandards_Aquaculture.pdf

l'amminoacido taurina e questo deficit ha effetti negativi sull'abilità dei pesci di distinguere i colori (Brill *et al.*, 2019); nelle orate, la sostituzione dell'olio di pesce con oli vegetali influenza i livelli plasmatici di cortisolo in risposta allo stress (l'olio di lino aumenta i livelli di cortisolo basale, mentre l'olio di soia ritarda la risposta del cortisolo) (Ganga *et al.*, 2011) e riduce la resistenza ai patogeni (Montero *et al.*, 2010), con effetti negativi sul benessere dei pesci.

Pertanto, sono necessarie ulteriori ricerche per individuare gli ingredienti alternativi in grado di garantire un contenuto nutrizionale che soddisfi i requisiti fisiologici di questi pesci.

Compassion raccomanda di ridurre il più possibile la quantità di farine e olio di pesce nei mangimi per branzini e orate, provvedendo al tempo stesso alle loro esigenze nutrizionali. Ciò può essere fatto ricorrendo ad altri ingredienti, come rifilature di pesce (o scarti di altri processi di allevamento, se possibile, per es. pollame), oli di alghe ecc.

Tabella 1. Regolamenti sull'etichettatura: Mangimi

	Specie	Mangime
Naturland, 2018	Norme supplementari per l'allevamento di specie ittiche Perciformi (tipo pesce persico), Carangiformi (tipo luccio) e Gadiformi (tipo merluzzo) in gabbie marine da acquacoltura.	<p>8.1 Per alcuni sistemi è possibile determinare un limite massimo per la quantità di somministrazione mangime/area (rif. <i>B. Disposizioni supplementari per specifici sistemi di allevamento e specie animali</i>)</p> <p>8.2 Il tipo, la quantità e la composizione dei mangimi devono tenere conto dei metodi naturali di alimentazione delle specie animali interessate. Soprattutto il livello di attività e lo stato degli animali danno indicazioni a questo proposito (per es. indice di corposità, tessuto adiposo)</p> <p>8.3 Tutti i mangimi di origine vegetale devono essere prodotti secondo gli standard Naturland. Sono inoltre consentiti mangimi di origine animale in quantità limitata e di qualità definita (cfr. punto 8.5.). Integratori e additivi sono trattati nelle norme Naturland di trasformazione alla voce "Mangimi".</p> <p>8.4 Sono vietati i mangimi derivati da organismi geneticamente modificati o dai loro prodotti</p> <p>8.5 Se per l'allevamento di specie carnivore con un più elevato fabbisogno proteico bisogna impiegare ingredienti alimentari di origine animale (in particolare farine/oli di pesce), si devono rispettare i seguenti principi fondamentali:</p> <ul style="list-style-type: none"> • I componenti animali nei mangimi sono sostituiti, ove ciò sia accettabile per ragioni nutrizionali fisiologiche, da prodotti vegetali. In caso di utilizzo di mangimi non prodotti nel corso della catena alimentare acquatica dell'azienda, la proporzione di componenti animali nel mangime deve essere inferiore al 100%. I valori massimi provvisori sono fissati nella Parte B.II (<i>Regolamenti supplementari per sistemi di allevamento e specie</i>)

		<p><i>animali specifici</i>)</p> <ul style="list-style-type: none"> • I mangimi non devono essere ottenuti da animali terrestri o acquatici allevati in modo convenzionale • Al fine di lavorare per un utilizzo responsabile degli stock ittici selvatici, sono fissati requisiti standard speciali sull'origine di farine e olii di pesce • La farina di pesce ottenuta da una determinata specie non deve essere utilizzata come mangime per la stessa specie <p>8.6 È consentita la somministrazione di pigmenti naturali (per es. sotto forma di lievito di <i>Phaffia</i> o di microrganismi)</p>
Friend of the Sea ³	Generica	<p>Si consiglia di utilizzare mangimi certificati da Friend of the Sea, quando disponibili sul mercato. In alternativa, si raccomanda l'utilizzo di rifilature provenienti dalla lavorazione di prodotti commestibili</p> <p>È richiesto l'utilizzo di alimenti per animali prodotti da impianti certificati IFFO come il Responsible Sourcing / Responsible Production</p> <p>Non sono ammessi OGM e ormoni della crescita</p>

Digiuno

La privazione di cibo aumenta la sensibilità allo stress indotto dalle alte densità di allevamento sia nei branzini (Lupatsch *et al.*, 2010) che nelle orate (Sangiao-Alvarellos *et al.*, 2005). Tuttavia, prima di alcune pratiche di gestione come la selezione in base alla taglia, il trasporto, il trattamento di malattie e la macellazione, la pratica standard è quella di sospendere il mangime e far digiunare i pesci. Il digiuno prima della macellazione è effettuato per svuotare l'intestino (migliorando le condizioni igieniche), ridurre il grasso periviscerale (Grigorakis and Alexis, 2005) e rassodare la carne (Beveridge, 1996) come da preferenza del consumatore, ma anche per motivi di benessere. Lo svuotamento dell'intestino riduce il metabolismo e di conseguenza lo stress fisiologico, la domanda di ossigeno e la produzione di escrezioni (Ashley, 2007a). Meno escrezioni, a loro volta, riducono la carica batterica nei pesci (López-Luna *et al.*, 2013). Periodi più lunghi di digiuno prima della macellazione possono anche influire sulla qualità della produzione: ad esempio, dopo un digiuno di più di 24 ore l'orata accelera maggiormente il deterioramento post mortem (aumento del pH, perdita di colore, maggiore carica batterica, aumento dell'indice di qualità) rispetto alle 48 e 72 ore (Alvarez *et al.*, 2008). Flos *et al.* (2002), Huidobro *et al.* (2001), Huidobro and Tejada (2004) riportano tutti i periodi di digiuno di 24 e 48 ore per svuotare i tratti gastrointestinali delle orate. Nel 2007, un questionario inviato agli allevatori (Ferreira Pinto *et al.*, 2007) ha osservato che 1 giorno era considerato il periodo minimo di digiuno, con 8 giorni come massimo. Tuttavia, le ragioni per estendere questo periodo di digiuno oltre le 48 ore includevano variazioni del prezzo di mercato per il pesce e il tempo necessario per svuotare la gabbia o lo stagno. Mentre è generalmente accettato che i pesci sono tolleranti al digiuno (Navarro and Gutiérrez, 1995), una

³ https://friendofthesea.org/wp-content/uploads/FOS_Aquaculture_Marine_rev2_03112014_en.pdf

prolungata privazione di cibo può portare ad aggressività e cannibalismo, e influire sul benessere (Smith and Reay, 1991); pertanto, la durata del periodo di digiuno dei pesci dovrebbe essere limitata.

Compassion raccomanda un digiuno mai più lungo di quanto necessario per svuotare l'intestino e ridurre il fabbisogno di ossigeno. Sono necessarie ulteriori ricerche sul tempo preciso in gradi giorno, ma in base alla pratica industriale sembra essere pratico un digiuno di 24-48 ore, a seconda della temperatura. Pertanto, per motivi di benessere, orate e branzini non devono essere sottoposti a digiuno per più di 48 ore alla volta e i pesci non devono mai essere sottoposti a digiuno per presunti benefici in termini di qualità della carne. Nei periodi più caldi, il tempo di digiuno non deve superare le 24 ore. Si devono adottare procedure per garantire il rispetto del tempo massimo per ogni pesce nel recinto; ad esempio, quando sono necessari più giorni per macellare tutti i pesci in un recinto/allevamento, i pesci devono essere suddivisi in gruppi in modo da rispettare i tempi di digiuno. Si consiglia di prendere nota delle date e della durata del digiuno.

BUONA SALUTE

Malattie

Le malattie infettive rappresentano un rischio in tutti gli allevamenti intensivi, in cui un gran numero di animali convivono a stretto contatto (Poppe *et al.*, 2002). Le malattie possono causare problemi di benessere, nonché perdite significative di capi ed economiche. Nell'acquacoltura di orate e branzini esistono diverse malattie e una delle principali preoccupazioni nell'orata è il cosiddetto Winter Disease, poiché può causare un'elevata mortalità nei mesi più freddi ed episodi di mortalità acuta quando la temperatura aumenta (Sarusic, 1999; Tort *et al.*, 1998). Questa sindrome è legata principalmente alla diminuzione della temperatura dell'acqua a livelli molto più bassi di quelli raccomandati per le condizioni ottimali di benessere dell'orata. L'esposizione a basse temperature colpisce il sistema immunitario dei pesci producendo una soppressione delle risposte mitogene o anticorpali dei linfociti T (Bly *et al.*, 1986; Clem *et al.*, 1984; Miller and Clem, 1984). Inoltre, il Winter Disease aumenta il cortisolo plasmatico, diminuisce l'attività del complemento e del lisozima e riduce i linfociti circolanti (Tort *et al.*, 1998), diminuendo in questo modo la capacità dei pesci di resistere agli attacchi di batteri, virus e parassiti opportunistici. Per evitare i problemi legati alle basse temperature, l'orata selvatica migra a maggiori profondità (acque più calde) quando le temperature superficiali iniziano a diminuire (Davis, 1988), ma in un allevamento intensivo i pesci non sono in grado di migrare tutti in acque più calde. I sintomi includono "disfunzione multiorgano con ridotta sensibilità agli stimoli, nuoto erratico, fegato pallido e friabile, muscoli necrotici, atrofia del pancreas esocrino e distensione del tratto digestivo" (Ibarz *et al.*, 2010). I trattamenti preventivi che finora sono risultati promettenti comprendono: gestione appropriata degli animali (concentrandosi sulla buona salute dei pesci anziché sulla loro crescita durante i mesi invernali) e dei mangimi (riducendo le razioni alimentari al diminuire delle temperature), e utilizzo di alimenti formulati per mitigare gli effetti dello stress metabolico termico. Ad esempio, diete invernali ad alto contenuto di lipidi, ingredienti di origine marina, vitamine (specialmente C ed E) e minerali hanno avuto effetti positivi aumentando la crescita, riducendo gli effetti metabolici dello stress termico e migliorando l'immunità (L. Bavčević *et al.*, 2006; Schrama *et al.*, 2017; Tort *et al.*, 2004). Per ulteriori informazioni sulle malattie di orata e branzino, si vedano le Appendici 3 e 4.

Vaccini

I vaccini si sono dimostrati efficaci contro molti degli agenti patogeni dei pesci d'allevamento, ma si devono usare in combinazione con buone pratiche di gestione. Sono stati usati con successo sia vaccini iniettabili che a immersione a breve durata d'azione, ma i trattamenti stessi possono essere stressanti per i pesci, a seconda del metodo di somministrazione. Molti degli agenti terapeutici, vaccini o immunostimolanti protettivi, possono essere consegnati nel mangime senza la necessità di manipolazione, un vantaggio in termini di benessere animale. Per esempio, somministrare ai pesci glucano a basse dosi per diverse settimane prima di un episodio stressante sembra promettente nel ridurre gli effetti immunosoppressivi dello stress (Meena *et al.*, 2013), ma bisogna fare attenzione che strategie di questo tipo non siano attuate come sistema per occultare pratiche d'allevamento scadenti. Tutte le strategie di trattamento preventivo necessitano di valutazioni complete del benessere dei pesci, ricordandosi che i trattamenti vaccinali che comportano estrazione dall'acqua, affollamento o altre procedure di manipolazione sono comunque fonte di stress per i pesci.

Uso di antimicrobici

In acquacoltura, gli antimicrobici si usano comunemente sia come misura preventiva che per combattere l'insorgenza di malattie (Romero *et al.*, 2012). Uno studio ha dimostrato che gli antimicrobici permangono nei muscoli delle orate più a lungo di quanto si pensasse in precedenza e ha suggerito che con un elevato consumo di pesce possono svilupparsi nel tempo reazioni allergiche o resistenza agli antimicrobici (Rosa *et al.*, 2018). La resistenza agli antimicrobici è un problema serio e stanno sorgendo sempre più preoccupazioni in merito all'impatto della resistenza agli antimicrobici sull'efficacia dei trattamenti medici. Pertanto, la pratica di fare trattamenti preventivi dovrebbe essere gradualmente eliminata. A tal proposito, la Responsible Use of Medicines in Agriculture Alliance (RUMA) ha formulato linee guida per l'uso responsabile degli antimicrobici in acquacoltura, che dovrebbero essere seguite rigorosamente⁴; tra queste: iniziare il trattamento solo dopo prescrizione diretta del veterinario, seguire rigorosamente i protocolli di trattamento e completare l'intero ciclo con i dosaggi corretti.

Lo sviluppo di immunostimolanti naturali (pre e probiotici) sembra promettente (Cordero *et al.*, 2016; Carbone and Faggio, 2016), ma rimane fondamentale affrontare la questione dei sistemi di allevamento intensivo come causa alla base dell'uso non responsabile di antibiotici.

⁴<https://www.ruma.org.uk/fish/responsible-use-antimicrobials-fish-production/>

Compassion raccomanda che tutti i trattamenti siano registrati nel piano veterinario per la salute e il benessere, ed effettuati solo quando prescritti dal veterinario. Si devono seguire le linee guida della RUMA sull'uso responsabile di antimicrobici e vaccinazioni in acquacoltura. Il rischio di malattia deve essere valutato sito per sito e deve essere prioritaria la prevenzione mediante vaccinazione. Il piano veterinario per la salute e il benessere dei pesci deve delineare le procedure di allevamento, la valutazione dei rischi, il monitoraggio delle malattie e i dettagli di tutti i trattamenti effettuati. Le organizzazioni di produttori e il personale veterinario dovrebbero incoraggiare il continuo sviluppo di vaccini con un buon rapporto costo/efficacia. Un uso elevato di antibiotici in allevamento è indicativo di problemi sanitari e di benessere a livello

POSSIBILITÀ DI ESPRIMERE COMPORTAMENTI NATURALI

Molte pratiche di gestione standard, come affollamento, suddivisione in base alla taglia e manipolazione, possono essere fonte di stress per branzini e orate.

L'affollamento è una procedura stressante che può causare lesioni, in quanto i pesci non sono in grado di evitarsi a vicenda, e può essere una delle cause principali di scarso benessere (Southgate and Wall, 2001). I problemi principali in questa fase sono spesso la carenza di ossigeno e l'elevata concentrazione di ammoniaca, poiché il consumo di ossigeno aumenta alle alte densità di allevamento (Carbonara *et al.*, 2015) e la presenza di feci causa danni alle branchie (Araújo-Luna *et al.*, 2018). Le orate mostrano un rapido e significativo aumento di cortisolo e glucosio ematici dopo un affollamento di breve durata e ci sono voluti 2-3 giorni perché il sistema immunitario si riprendesse. Allo stesso modo, il branzino allevato a 45 kg/m³ per sei settimane e poi affollato a 100 kg/m³ per soli 15 minuti impiega 24-48 ore per riprendersi (Ortuño *et al.*, 2001). Folkedal *et al.* (2018) hanno studiato l'effetto del classico condizionamento pavloviano positivo su orate esposte a uno stimolo avverso, concludendo che, all'insorgenza dello stimolo avverso, i pesci condizionati passavano da una reazione di paura all'anticipazione di una ricompensa. Poiché i pesci possono essere affollati fino a 15 volte durante la raccolta, associare il condizionamento pavloviano alla procedura può rendere gratificante un'esperienza altrimenti stressante.

La suddivisione in base alla taglia è una pratica di gestione attuata per evitare grandi variazioni di dimensioni dei singoli pesci. Tuttavia, la classificazione è una situazione di stress elevato che porta ad aggressività, cannibalismo e ulteriore differenziazione della crescita (EFSA, 2008) e può causare lesioni fisiche, come danni alle pinne (Person-Le Ruyet and Le Bayon, 2009). Traumi durante la manipolazione possono essere causa di lordosi, una curvatura anomala a forma di V della colonna vertebrale (Chatain, 1994), nonché di un aumento di cortisolo plasmatico, α -MSH, glucosio, lattato, osmolarità e infine sodio, cloro e magnesio plasmatici (Arends *et al.*, 1999). Il branzino e l'orata sono selezionati in base alla taglia fino a tre volte durante il ciclo produttivo: per ridurre al minimo gli effetti negativi sulla crescita, la qualità e la produzione, la suddivisione viene effettuata in genere quando il pesce ha un peso di 25-40 g e a circa 100 g (EFSA, 2008).

Molte attività di gestione dell'allevamento comportano la **manipolazione** dei pesci. La manipolazione è stressante e spesso comporta la rimozione dall'acqua, pertanto dovrebbe essere effettuata solo quando assolutamente necessaria. Bisogna fare attenzione in tutte le fasi per evitare abrasioni e la rimozione di scaglie e del muco protettivo, che funge da barriera fisica e chimica contro le infezioni, oltre a essere importante per osmoregolazione e locomozione (Ashley, 2007). È importante notare che nel report dell'EFSA sul benessere animale dei sistemi di allevamento di branzini e orate in Europa, si stima che "la manipolazione (effettuata senza seguire buone pratiche) è avvenuta in quasi tutti gli

allevamenti, colpendo l'intera popolazione per circa 30 giorni con moderata severità” (EFSA, 2008).

Strategie di adattamento

Mentre studiavano gli effetti sulle orate di diverse densità di allevamento (fino a 20 kg/m³) e dello stress legato alla manipolazione a 10 kg/m³ su vari parametri fisiologici di risposta comportamentale, Sánchez-Muros *et al.* (2017) non hanno riscontrato effetti fisiologici e solo pochi effetti comportamentali. Tuttavia, hanno affermato che la variazione tra le risposte individuali nei test comportamentali (open field test, neofobia e ripetizione della presentazione degli oggetti) era "notevole". Negli animali sono stati descritti due tipi di personalità: proattiva (individui con stile di adattamento attivo o personalità audaci e aggressive) e reattiva (individui con stile di adattamento passivo, timidi o non aggressivi). Nei pesci, la personalità è stata collegata agli indici di crescita e di conversione degli alimenti, al metabolismo, alla reattività del cortisolo e all'apprendimento.

Infatti, Millot *et al.* (2009b) hanno scoperto che i branzini selvatici erano inizialmente più audaci, ma nel tempo diminuivano la loro tendenza ad assumersi rischi, mentre i pesci d'allevamento erano coerenti nel loro comportamento di assunzione di rischi. Il comportamento di assunzione di rischi (audacia) è stato positivamente correlato alla capacità competitiva (i pesci più coraggiosi sono più rapidi nell'accesso al cibo). Esigenze metaboliche elevate sono state collegate a un'elevata assunzione di rischi durante l'alimentazione, in quanto una maggiore richiesta metabolica significa che gli individui devono avere più successo nell'aumentare l'assunzione di cibo (Careau *et al.*, 2008). Questa correlazione tra aumento del metabolismo (come dimostrato da un aumento dell'attività e del consumo di ossigeno) e assunzione di rischi è stata dimostrata nell'orata (Herrera *et al.*, 2014). Tuttavia, l'aumento del fabbisogno energetico non sembra avere effetti negativi sulla crescita. Infatti, Millot *et al.* (2009a) hanno trovato che la selezione di specie di branzino con tassi di crescita più alti sembrava coincidere con una personalità più audace. Inoltre, la selezione in base alla crescita ha avuto un effetto maggiore sulla personalità rispetto alla selezione per lo stesso tratto comportamentale (audacia), concludendo, infine, che i pesci più audaci si adattano meglio agli ambienti artificiali di produzione commerciale.

Un tratto preponderante della personalità audace e proattiva è l'aggressività e, per questo motivo, la selezione di pesci audaci e a crescita rapida può compromettere il benessere degli animali. Per ironia della sorte, l'aggressività è collegata a una minore assunzione di mangime e dispersione della crescita, stress cronico e vulnerabilità alle malattie (Martins *et al.*, 2012). Castanheira *et al.* hanno riscontrato che sia l'assunzione di rischi (2013a) che l'aggressività (2013b) sono comportamenti correlati nell'orata (con la seconda associata a valori di cortisolo più bassi), e “probabilmente sono tratti distintivi degli stili di adattamento [attivo]” (cfr. Tabella 2).

Tabella 2. Strategie di adattamento nei pesci

(Adattata da Castanheira *et al.*, 2017)

Fonte	Specie	Test	Dettagli
Castanheira <i>et al.</i> , 2013b	Orata	Contenimento/ aggressività	Quando esposti a stress, i pesci con livelli di cortisolo più bassi (proattivi) sono più aggressivi
Castanheira <i>et al.</i> , 2013a	Orata	Recupero dell'assunzione di cibo, oggetto nuovo,	Le differenze comportamentali sono costanti nel tempo e prevedibili sulla base di altri comportamenti. Possibilità di prevedere il

		contenimento, assunzione di rischi	comportamento in gruppo in base ai tratti di personalità individuale
Herrera <i>et al.</i> , 2014	Orata	Assunzione di rischi, ipossia	L'assunzione di rischi è positivamente correlata al movimento e al metabolismo
Ferrari <i>et al.</i> , 2014	Branzino	Recupero dell'assunzione di cibo, comportamento esplorativo, contenimento, assunzione di rischi, ipossia	In test individuali, le differenze comportamentali non sono coerenti nel tempo o in contesti diversi. Al contrario, nei test in gruppo si è osservata una forte coerenza individuale per tutte le variabili misurate. Gli individui che evitano l'ipossia hanno livelli di cortisolo più bassi e attività elevata e assumono rischi più alti: tre caratteristiche dello stile di adattamento proattivo
Millot <i>et al.</i> , 2009a	Branzino	Comportamento esplorativo + attività natatorie in risposta a stimolo	A qualunque livello di addomesticamento e selezione, reazioni di fuga ed esposizione agli stimoli hanno indotto una significativa diminuzione del comportamento esplorativo e dell'attività natatoria. Pesci vissuti in cattività per una sola generazione possono presentare lo stesso stile di adattamento (più audace) rispetto ai pesci allevati per almeno due generazioni.
Millot <i>et al.</i> , 2009b	Branzino	Assunzione di rischi	Durante i primi due giorni di test, i pesci selvatici sono generalmente più coraggiosi di quelli allevati, ma il terzo giorno mostrano una diminuzione di tale comportamento. I pesci allevati mostrano un aumento costante nel tempo del comportamento di assunzione di rischi.

Compassion raccomanda che tutte le pratiche di manipolazione del pesce siano pianificate e preparate in anticipo per avere subito a disposizione le attrezzature adeguate. Bisogna fare in modo di ridurre le reazioni naturali di fuga, che possono portare a comportamenti di nuoto eccessivamente eccitato, lesioni, eccessivo affaticamento, stress e, in ultima analisi, a uno scarso benessere. La suddivisione in base alla taglia, l'affollamento e la manipolazione devono essere effettuati con cura, da professionisti formati e solo quando necessario. Si può ricorrere ai classici condizionamenti pavloviani per associare un premio all'occorrenza di stimoli avversi e ridurre lo stress quando le esperienze avverse non possono essere evitate. Si consiglia di prendere nota di indicatori di benessere, come comportamento natatorio e alimentare, danni cutanei e alle pinne e deformazioni scheletriche. Sono necessarie ulteriori ricerche per sviluppare indicatori comportamentali di benessere positivo per branzini e orate.

APPENDICE 1. Densità di allevamento in letteratura per orate e branzini

Fonte	Specie	Densità (estremi)	Descrizione
Criteria definiti dagli schemi di certificazione			
Naturland 2018 ⁵	Specie ittiche perciformi (tipo pesce persico), carangiformi (tipo luccio) e gadiformi (tipo merluzzo) in gabbie marine da acquacoltura	Mai maggiore di 10 kg/m ³	In nessun caso gli animali devono presentare lesioni (per es. delle pinne) che indichino densità di allevamento troppo elevate
Soil Association 2017 ⁶	Branzino e orata	Sistemi di allevamento in mare: 15 kg/m ³ ; in stagni in zone soggette a maree o in lagune: 4 kg/m ³	Secondo il Regolamento (CE) n. 710/2009
Esempi di pratiche commerciali			
Pratiche comuni in Turchia (Ökte, 2002)	Orata	2-5 g: 100-150 kg/m ³ 20-50 g: 70-100 kg/m ³ >50 g: 12-15 kg/m ³	Sono valori che dipendono da molte variabili, come la temperatura e la concentrazione di ossigeno disciolto nel sito della gabbia
Pratiche comuni in Turchia (Mente <i>et al.</i> , 2012)	Orata	Bassa densità: 4 kg/m ³ Alta densità: 15 kg/m ³	Prassi comune per le gabbie da acquacoltura convenzionali: 15-20 kg/m ³
FAO, 2005 ⁷	Orata	Allevamento estensivo: 0,0025 kg/m ³ Semi-intensivo: 1 kg/m ³	È necessaria una massiccia somministrazione di ossigeno per garantire la sopravvivenza dei pesci nei sistemi intensivi

⁵https://www.naturland.de/images/UK/Naturland/Naturland_Standards/Standards_Producers/Naturland-Standards_Aquaculture.pdf

⁶<https://www.soilassociation.org/media/15726/soil-association-aquaculture-standards-v1-3-may-2017.pdf>

⁷http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Sparus_aurata/en

		Intensivo: 15-45 kg/m ³	
EFSA, 2008	Orata	2,5-150 g: 5-10 kg/m ³ >150 g: 10-20 kg/m ³	Osservazione di pratiche commerciali
Jobling, 2010	Orata	Densità di solito più bassa in gabbie da acquacoltura: 10-15 kg/m ³ Più alta in vasche a terra: 15-50 kg/m ³	
Ricerche che mettono a confronto diverse densità di allevamento			
Araújo-Luna, Ribeiro, Bergheim, & Pousão-Ferreira, 2018	Orata	Bassa: 5 kg/m ³ Alta: 20 kg/m ³	Nessun effetto
Batzina, Dalla, Papadopoulou-Daifoti, <i>et al.</i> , 2014	Orata	Bassa: da 4,9 kg/m ³ (inizio) a 14,7 kg/m ³ (fine esperimento) Alta: da 9,7 kg/m ³ (inizio) a 29,9 kg/m ³ (fine esperimento)	Minore aggressività e minore variazione di dimensioni nel gruppo a densità maggiore
Montero, Izquierdo, <i>et al.</i> , 1999	Orata	Bassa: 10,04 kg/m ³ Alta: 40,8 kg/m ³	Densità alte portano a un aumento di 4 volte del cortisolo
Sánchez-Muros <i>et al.</i> , 2017	Orata	Bassa: 5 kg/m ³ Alta: 20 kg/m ³	Crescita minore a densità alte Nessuna differenza nel tempo nella capacità antiossidante totale e nella perossidazione lipidica nel fegato o nei valori di ormone adrenocorticotropico, cortisolo, alanina aminotransferasi e glucosio plasmatico I parametri fisiologici non hanno rivelato differenze importanti tra i trattamenti (densità medie, densità alte, densità basse e manipolazione)
Sangiao-Alvarellos	Orata	Densità standard:	A densità alta si registra:

<i>et al.</i> , 2005		4 kg/m ³ Alta: 70 kg/m ³	Aumento di 5 volte del cortisolo; Aumento del 20% del glucosio ematico; Riduzione del 60% del glicogeno epatico Aumento del 20% del potenziale gluconeogenico nel fegato; Aumento del 100% della capacità di fosforilazione del glucosio epatico; Diminuzione del 30% della capacità di fosforilazione del glucosio delle branchie; Aumento dell'80% della capacità di fosforilazione del glucosio dei reni; Aumento di 2,5 volte dei livelli di ATP nel cervello; La privazione di cibo aumenta la sensibilità dell'orata allo stress indotto da alte densità.
Valente <i>et al.</i> , 2011	Orata	Sistema estensivo: 0,03 kg/m ³ Semi-intensivo: 0,5-4,5 kg/m ³ Intensivo: 10-70 kg/m ³	
Di Marco <i>et al.</i> , 2017	Orata e branzino	15 kg/m ³	
Papoutsoglou <i>et al.</i> , 1996	Orata e branzino	16 kg/m ³	
Roncarati, Melotti, Dees, Mordenti, & Angellotti, 2006	Orata e branzino	Bassa: 0,2 kg/m ³ Alta: 40 kg/m ³	Una densità di 20 kg/m ³ è considerata accettabile per l'allevamento di novellame sano di branzino e orata
FAO, 2005 ⁸	Branzino	20-35 kg/m ³	In sistemi intensivi a terra
EFSA, 2008	Branzino	150 g: 5-10 kg/m ³ >150 g: 10-20 kg/m ³	Osservazione di pratiche commerciali
M. Jobling, 2010	Branzino	Di solito più bassa in gabbie da acquacoltura: 20 kg/m ³ Più alta in vasche	

⁸http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Dicentrarchus_labrax/en

		a terra e <i>raceways</i> : 40-50 kg/m ³	
Abou Zied, 2010	Branzino	Bassa: 1,0 kg/m ³ Alta: 2,0 kg/m ³	1,5 kg/m ³ è risultato il valore ottimale
Carbonara, Scolamacchia, Spedicato, Zupa, <i>et al.</i> , 2015	Branzino	Bassa: 10 kg/m ³ Alta: 50 kg/m ³	Attività muscolare raddoppiata a densità alta
Roque d'Orbcastel <i>et al.</i> , 2010	Branzino	Bassa: 10 kg/m ³ Alta: 100 kg/m ³	Nessuna differenza nei valori di cortisolo e nella suscettibilità al nodavirus Non vi sono differenze nel tasso di crescita, ma i pesci allevati a 20 e 40 kg/m ³ presentano tassi di crescita più elevati
Di Marco <i>et al.</i> , 2007 citato in EFSA, 2008	Branzino	Bassa: 10 kg/m ³ Alta: 100 kg/m ³	Mortalità precoce a densità alta Distribuzione uniforme e "tranquillità" a densità bassa Spostamento polarizzato ed elevate velocità di nuoto a densità alta -10% assunzione di cibo e -14% tasso di crescita a densità alta Nessuna differenza nell'indice di conversione alimentare e nei livelli di cortisolo, nella suscettibilità a nodavirus o ad altri indicatori di stress (Na ⁺ , K ⁺ , glucosio, pH, ematocrito)
Di Marco <i>et al.</i> , 2008	Branzino	Bassa: 15 kg/m ³ Media: 30 kg/m ³ Alta: 45 kg/m ³	Lo stress test ha indotto livelli più elevati di cortisolo e NEFA e livelli più bassi di glucosio a densità alta
Person-Le Ruyet & Le Bayon, 2009	Branzino	Condizioni sperimentali: Bassa densità: 20 kg/m ³	100-250 g: Danni alle pinne aumentano di dieci volte a densità alta

		<p>Alta: 120 kg/m³</p> <p>Condizioni di allevamento:</p> <p>Densità minore in gabbia da acquacoltura: <25 kg/m³</p> <p>Densità maggiore in sistemi di acquacoltura a ricircolo: 60 kg/m³</p>	<p>350-890 g:</p> <p>Minore incidenza di danni alle pinne a densità alta</p>
Santos <i>et al.</i> , 2010	Branzino	<p>Bassa: 8,1 kg/m³</p> <p>Alta: 75,4 kg/m³</p>	<p>L'aumento delle densità riduce l'assunzione di mangime e la crescita</p> <p>Valori estremi di densità (in alto o in basso) portano a un aumento dell'indice di conversione alimentare</p> <p>L'aumento della densità riduce la velocità di nuoto</p> <p>Nessuna differenza nei parametri fisiologici (cortisolo, glucosio e lattato); tuttavia uno stress test induce livelli più elevati di cortisolo a densità alte</p>

APPENDICE 2. Parametri per la qualità dell'acqua in letteratura per orata e branzino

	Specie	Temperatura dell'acqua	Qualità dell'acqua	Descrizione
Naturland, 2018 ⁹	Specie ittiche perciformi (tipo pesce persico), carangiformi (tipo luccio) e gadiformi (tipo merluzzo) in gabbie da acquacoltura			“La qualità dell'acqua (per es. temperatura, pH, salinità, ossigeno, concentrazione di ammonio e nitrati) deve essere conforme ai requisiti naturali della specie in questione”
Friend of the Sea ¹⁰	Generica		<p>Ammonio (NH₄⁺) ≤1 mg/L</p> <p>Nitrato (NO₃⁻) ≤15 mg/L</p> <p>Nitrito (NO₂) ≤1 mg/L</p> <p>Fosfati (PO₄³⁻) ≤0,2 mg/L</p> <p>Ossigeno disciolto ≥5 mg/L</p> <p>CO₂ <2 ppm</p> <p>Cd ≤0,05 mg/kg</p> <p>Pb ≤0,03 mg/kg</p> <p>Zn ≤0,02 mg/kg</p>	<p>I parametri di qualità dell'acqua e i parametri dei sedimenti sotto le gabbie marine devono essere conformi alle disposizioni dei regolamenti FAO</p> <p>I parametri di qualità dell'acqua devono essere monitorati almeno una volta ogni sei mesi</p> <p>La distanza tra la parte inferiore della gabbia e il fondo deve essere di almeno 15 m</p>

⁹https://www.naturland.de/images/UK/Naturland/Naturland_Standards/Standards_Producers/Naturland-Standards_Aquaculture.pdf

¹⁰https://friendofthesea.org/wp-content/uploads/FOS_Aquaculture_Marine_rev2_03112014_en.pdf

			<p>Cu $\leq 0,01$ mg/kg</p> <p>Indice trofico < 6</p>	
Araújo-Luna <i>et al.</i> , 2018	Generica		Danni alle branchie con ammonio non ionizzato $> 0,05$ mg/L	
Blancheton, 2000	Branzino	22-24 °C	<p>pH 6,5-8,3</p> <p>O₂ > 90</p> <p>CO₂ < 40</p> <p>Ammonio (NH₄⁺) ≤ 2 mg/L</p> <p>Nitrato (NO₃⁻) ≤ 100 mg/L</p> <p>Nitrito (NO₂) ≤ 2 mg/L</p>	
Claireaux & Lagardère, 1999	Branzino	2-32 °C		In autunno la diminuzione della temperatura marina sotto i 10 °C è associata a migrazione in acque più profonde e calde
EFSA, 2008	Branzino	<p>10-20 °C per uova, larve</p> <p>8-28 °C per pesci più grandi</p>	<p>O₂ dovrebbe essere per il 40% soprassaturo</p> <p>pH: 6,5-8,5; pH minore di 5 e maggiore di 9 compromettono crescita e benessere</p> <p>CO₂: Concentrazione letale per i branzini giovani (LC50 a 96 h e 15 °C) si avvicina a 112,1 mg/L (50,4 mm Hg) Ammoniaca: 0,26 mg/L</p>	<p>Temperatura minima e massima di sopravvivenza sono 2-32 °C</p> <p>L'ammoniaca nell'acqua di mare non rappresenta un problema di benessere nei sistemi in gabbia, perché generalmente diluita dalle correnti circostanti</p>

EFSA, 2008	Orata	12-22 °C per uova, larve 8-30 °C per pesci più grandi	O ₂ deve essere per il 40% soprassaturo pH: 6,5-8,5; pH minore di 5 e maggiore di 9 compromettono crescita e benessere	Temperatura minima e massima di sopravvivenza: 5-34 °C Le orate sono sensibili al freddo Diminuzioni acute della temperatura (da 15 °C a 9 °C) sono fonte di stress Quando è prolungato, il digiuno indotto dal freddo influisce significativamente sul metabolismo e sulla fisiologia dell'orata, ed è associato all'insorgenza del Winter Disease
FAO, 2005 ¹¹	Orata	18-26 °C		
FAO, 2005 ¹²	Branzino	13-18 °C		In autunno/inverno viene utilizzato un sistema di ricircolo per il controllo della temperatura dell'acqua (tra 13-18 °C)
M. Jobling, 2010	Orata	“Ottimale” 18-26 °C		Non è possibile controllare temperatura e altri parametri di qualità dell'acqua nelle gabbie
Ökte, 2002	Orata	Fino a 30 °C		Non tollera acque più fredde, a differenza del branzino

¹¹http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Sparus_aurata/en

¹²http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Dicentrarchus_labrax/en

				<p>La razione giornaliera di mangime può raddoppiare con un aumento di temperatura da 12-22 °C</p> <p>O₂ 5 mg/L è il minimo richiesto dai pesci durante la fase di sviluppo</p> <p>L'orata è più sensibile ai bassi livelli di ossigeno rispetto al branzino. L'ossigeno è molto importante anche per la conversione del mangime: un basso livello di ossigeno si traduce in un alto indice di conversione.</p>
Roque d'Orbcastel <i>et al.</i> , 2010	Branzino		<p>O₂ disciolto ≥5 mg/L</p> <p>Azoto ammoniacale totale (TAN) 0,5-2 mg</p> <p>Nitrito-Azoto (NO₂-N) 0,5-2 mg</p> <p>CO₂ <40 mg/L</p>	
Person-Le Ruyet & Le Bayon, 2009	Branzino	<p>13-16 °C</p> <p>25 °C</p>		<p>Danni alle pinne 5 volte superiori a 25 °C rispetto a 13-16 °C</p> <p>Danni alle pinne del 35% inferiori al 53% di saturazione di O₂ rispetto al 105%</p>

APPENDICE 3. Orata – Malattie e misure di controllo (FAO, 2005)

MALATTIA	AGENTE PATOGENO	TIPO	SINTOMI	MISURE	
Pasteurellosi (Pseudotuberculosi)	<i>Photobacterium damsela</i> sottospecie <i>piscicida</i>	Batterio	Anoressia; necrosi focale delle branchie	Vaccinazione di riproduttori e giovani; trattamenti immunostimolanti e vitaminici; buona igiene e disinfezione dell'approvvigionamento idrico; antibiotici	La pasteurellosi è una malattia che colpisce branzino e orata. Quando c'è un focolaio, la malattia è di solito controllata mediante mangimi medicati con antibiotici. La prevenzione della pasteurellosi può essere attuata efficacemente attraverso appropriati protocolli di profilassi con vaccini, anche se l'efficacia di questi vaccini deve essere migliorata
Vibriosi	<i>Photobacterium damsela</i> sottospecie <i>damsela</i>	Batterio	Pelle scura; letargia; addome disteso; emorragie	Evitare l'uso di mangimi molto ricchi di lipidi; antibiotici	La prevenzione della vibriosi può essere attuata efficacemente attraverso appropriati protocolli di profilassi con vaccini, ma può ancora rappresentare un serio problema negli incubatoi, poiché la vaccinazione si può somministrare a 2-3 grammi
	<i>Vibrio alginolyticus</i>	Batterio	Emorragie; pelle scura; lesioni cutanee	Buone condizioni igieniche; antibiotici	Sono raccomandabili controlli sanitari accurati ed efficaci, comprese misure profilattiche come la vaccinazione, con programmi diagnostici e terapeutici rapidi
	<i>Vibrio anguillarum</i>	Batterio	Letargia; anoressia; posizione della testa in giù	Buone condizioni igieniche e disinfezione dell'acqua; antibiotici	
Linfocisti	<i>Iridoviridae</i>	Virus	Pseudotumore biancastro	Ridurre il tasso di alimentazione; ridurre la biomassa; evitare stress aggiuntivo per i pesci malati; nessun trattamento in	La linfocistite è una malattia benigna che scompare spontaneamente se le condizioni di allevamento sono corrette. Per un recupero rapido e totale, si devono implementare buone condizioni di

				caso di bassa patogenicità	allevamento durante l'infezione e va evitata la manipolazione stressante e brusca
Aquareovirus	<i>Aquareovirus</i>	Virus	Nessuno	Bassa patogenicità; nessun trattamento	
Enteropatia larvale nota come Distended Gut Syndrome (DGS)	Particella virale	Virus	Addome disteso; movimento rotatorio disorientato; immobilità con la testa bassa	Efficace trattamento UV dell'acqua in ingresso durante i primi stadi larvali	
Enterite parassitaria	<i>Myxidium leei</i>	Endoparassita	Letargia; addome disteso; iperpigmentazione	Evitare di stressare i pesci; nessun trattamento	
Infezione delle punte branchiali	<i>Diplectanum aequans</i> ; <i>D. laubieri</i>	Trematodi monogenesi	Venatura cutanea; arrossamento focale con produzione eccessiva di muco; iperplasia epiteliale; emorragie branchiali	Profilassi corretta; buone condizioni di allevamento	I trattamenti preventivi con formalina o perossido di idrogeno sono utili ma non sempre realizzabili. Pertanto, le operazioni di routine di pulizia delle reti e dei serbatoi, oltre ad altre misure preventive, sono il mezzo più affidabile per controllare il livello dei parassiti e contenere la malattia.
Winter Disease	<i>Pseudomonas anguilliseptica</i> (multifattoriale)	Batterio	Sindrome della "pancia all'insù", con o senza presenza di emorragie	Disinfezione efficace e periodo di asciugatura per le unità a terra; adattamento del regime alimentare per preparare i pesci all'inverno; trattamento antibiotico inefficace in vivo	Una corretta gestione prima della stagione fredda (evitare l'alimentazione quando le temperature sono basse e ridurre le operazioni più stressanti) riduce al minimo il rischio di malattia Misure nutrizionali e di allevamento corrette prima della stagione fredda preparano le orate a raggiungere uno stato metabolico adeguato

APPENDICE 4. Branzino – Malattie e misure di controllo (FAO, 2005)

MALATTIA	AGENTE PATOGENO	TIPO	SINDROME	MISURE	
Encefalo-retinopatia virale	<i>Nodavirus</i>	Virus	Sintomi nervosi	Buona profilassi; buone condizioni di allevamento	<p>L'analisi dei riproduttori di Nodavirus, la disinfezione dell'acqua in entrata, la rigorosa igiene dell'impianto e buone pratiche di allevamento possono essere misure efficaci per garantire la qualità degli avannotti e del novellame fornito alle unità di ingrasso. Non sono disponibili vaccini commerciali e non vi sono trattamenti.</p> <p>Poiché la gestione della mortalità è una questione critica nel controllo della malattia, si devono migliorare le procedure per la rimozione dei pesci morti o moribondi</p>
Vibriosi	<i>Vibrio anguillarum</i> ; <i>Vibrio ordalii</i> ; <i>Vibrio</i> spp	Batteri	Anoressia; inscurimento; ulcere della pelle; distensione addominale; splenomegalia ; petecchie viscerali; enterite necrotica	Vaccinazione degli avannotti; trattamento antibiotico	<p>La prevenzione della vibriosi si può ottenere efficacemente attraverso l'uso di una corretta profilassi con vaccini commerciali, ma può ancora rappresentare un serio problema negli incubatoi, poiché la vaccinazione si può somministrare a 2-3 grammi</p> <p>Sono raccomandabili controlli sanitari accurati ed efficaci, comprese misure profilattiche come la vaccinazione, con programmi diagnostici e terapeutici rapidi</p>
Fotobatteriosi o Pseudotubercolosi	<i>Photobacterium damsela</i> sottospecie <i>Pasteurella</i>	Batterio	Anoressia; inscurimento; splenomegalia ; lesioni miliari o granulomatosi della milza (forma cronica)	Trattamento antibiotico	
Pasteurellosi (Pseudotubercolosi)	<i>Photobacterium damsela</i> sottospecie <i>Piscicida</i>	Batterio	Anoressia; necrosi focale delle branchie	Vaccinazione di riproduttori e giovani; trattamenti immunostimolanti e vitaminici; buona igiene e disinfezione dell'approvvigionamento idrico; antibiotici	<p>La pasteurellosi è una malattia significativa che colpisce branzino e orata. Quando c'è un focolaio, la malattia è di solito controllata dall'uso di antibiotici somministrati tramite mangime medicato.</p> <p>La prevenzione della pasteurellosi può essere attuata efficacemente attraverso appropriati protocolli di profilassi con vaccini, anche se l'efficacia di questi vaccini deve essere migliorata</p>

Micobatteriosi	<i>Mycobacterium marinum</i>	Batterio	Cachessia; crescita scarsa; rene e milza ipertrofiche con granulomi	Buona profilassi	
Epiteliocisti	Batteri del genere <i>Chlamydia</i>	Batterio	Noduli miliari su pelle o branchie	Buona profilassi	
Oodiniasi	<i>Amyloodinium ocellatum</i>	Dinoflagellato	Pelle scura; aspetto ruvido della pelle (malattia del velluto)	Trattamento in acqua dolce	
Infezioni da <i>Cryptocaryon</i>	<i>Cryptocaryon irritans</i>	Ciliati	Lesioni cutanee; macchie bianche o macchie bianche multifocali (malattia delle macchie bianche marine)	Trattamento in acqua dolce	
Scuticociliatosi; altre ciliatosi	<i>Philasterides dicentrarchi</i> ; specie di <i>Uronema</i> e <i>Tetrahytnema</i>	Ciliati	Lesioni cutanee e branchiali; depigmentazione; ulcerazioni; emorragie della cute	Trattamento in acqua dolce	
Mixosporidiosi	<i>Shaerospora dicentrarchi</i> ; <i>S. testicularis</i> ; <i>Ceratomyxa labraci</i>	Mixosporidii	Produzione ridotta; tasso di crescita ridotto; bassa mortalità	Nessun trattamento	
Microsporidiosi	specie di <i>Glugea</i>	Microsporidii	Produzione ridotta; bassa mortalità	Nessun trattamento	
Infezioni delle punte branchiali	<i>Diplectanum aequans</i> ; <i>D. laubieri</i>	Trematode monogeneo	Venatura cutanea; arrossamento focale con produzione eccessiva di muco; iperplasia epiteliale; emorragie	Profilassi corretta; buone condizioni di allevamento	I trattamenti preventivi con formalina o perossido di idrogeno sono utili ma non sempre realizzabili. Pertanto, le operazioni di routine di pulizia delle reti e dei serbatoi, oltre ad altre misure preventive, sono il mezzo più affidabile per controllare il livello dei parassiti e contenere la malattia a bassi livelli.

			branchiali		
Infezione da anisakisi	specie di <i>Anisakis</i>	Vermi nematodi	Larve nella cavità celomatica	Profilassi corretta	
Isopodiasi	<i>Ceratothoa oestroides</i> ; <i>Nerocilla orbigny</i> ; <i>Anilocra physoides</i>	Crostacei (isopodi)	Ritardo di crescita; necrosi delle branchie e dei tessuti cutanei; adulti e larve su pesci	Profilassi corretta	

BIBLIOGRAFIA

- Abou Zied, R. (2010). *EFFECT OF STOCKING DENSITY ON GROWTH PERFORMANCE AND FEED UTILIZATION OF SEA BASS (Dicentrarchus labrax) IN CAGES SUSPENDE ON NATURAL POND* (Vol. 24).
- Andrades, J. A., Becerra, J., & Fernández-Llebregz, P. (1996). Skeletal deformities in larval, juvenile and adult stages of cultured gilthead sea bream (*Sparus aurata* L.). *Aquaculture*, 141(1-2), 1-11. [https://doi.org/10.1016/0044-8486\(95\)01226-5](https://doi.org/10.1016/0044-8486(95)01226-5)
- Andrew, J. E., Noble, C., Kadri, S., Jewell, H., & Huntingford, F. A. (2002). The effect of demand feeding on swimming speed and feeding responses in Atlantic salmon *Salmo salar* L., gilthead sea bream *Sparus aurata* L. and European sea bass *Dicentrarchus labrax* L. in sea cages. *Aquaculture Research*, 33(7), 501-507. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2109.2002.00740.x>
- Animal welfare aspects of husbandry systems for farmed European seabass and gilthead seabream - Scientific Opinion of the Panel. (2008). *EFSA Journal*, 6(11), 844. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2008.844>
- Araújo-Luna, R., Ribeiro, L., Bergheim, A., & Pousão-Ferreira, P. (2018). The impact of different rearing condition on gilthead seabream welfare: Dissolved oxygen levels and stocking densities. *Aquaculture Research*, 49(12), 3845-3855. <https://doi.org/10.1111/are.13851>
- Arends, R. J., Mancera, J. M., Muñoz, J. L., Wendelaar Bonga, S. E., & Flik, G. (1999). The stress response of the gilthead sea bream (*Sparus aurata* L.) to air exposure and confinement. *The Journal of Endocrinology*, 163(1), 149-157. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10495417>
- Ashley, P. J. (2007a). Fish welfare: Current issues in aquaculture. *Applied Animal Behaviour Science*, 104(3-4), 199-235. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2006.09.001>
- Ashley, P. J. (2007b). Fish welfare: Current issues in aquaculture. *Applied Animal Behaviour Science*, 104(3-4), 199-235. <https://doi.org/10.1016/J.APPLANIM.2006.09.001>
- Batzina, A., Dalla, C., Papadopoulou-Daifoti, Z., & Karakatsouli, N. (2014a). Effects of

- environmental enrichment on growth, aggressive behaviour and brain monoamines of gilthead seabream *Sparus aurata* reared under different social conditions. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology*, 169, 25–32. <https://doi.org/10.1016/J.CBPA.2013.12.001>
- Batzina, A., Dalla, C., Tsopelakos, A., Papadopoulou-Daifoti, Z., & Karakatsouli, N. (2014b). Environmental enrichment induces changes in brain monoamine levels in gilthead seabream *Sparus aurata*. *Physiology and Behavior*, 130, 85–90. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2014.03.023>
- Batzina, A., & Karakatsouli, N. (2012). The presence of substrate as a means of environmental enrichment in intensively reared gilthead seabream *Sparus aurata*: Growth and behavioral effects. *Aquaculture*, 370–371, 54–60. <https://doi.org/10.1016/J.AQUACULTURE.2012.10.005>
- Beveridge, M. C. M. (1996). *Cage Aquaculture* (2nd ed.). Oxford, U.K.
- Blancheton, J. P. (2000). Developments in recirculation systems for Mediterranean fish species. *Aquacultural Engineering*, 22(1–2), 17–31. [https://doi.org/10.1016/S0144-8609\(00\)00030-3](https://doi.org/10.1016/S0144-8609(00)00030-3)
- Bly, J. E., Buttke, T. M., Meydrech, E. F., & Clem, L. W. (1986). The effects of in vivo acclimation temperature on the fatty acid composition of channel catfish (*Ictalurus punctatus*) peripheral blood cells. *Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Comparative Biochemistry*, 83(4), 791–795. [https://doi.org/10.1016/0305-0491\(86\)90148-3](https://doi.org/10.1016/0305-0491(86)90148-3)
- Brill, R. W., Horodysky, A. Z., Place, A. R., Larkin, M. E. M., & Reimschuessel, R. (2019). Effects of dietary taurine level on visual function in European sea bass (*Dicentrarchus labrax*). *PLOS ONE*, 14(6), e0214347. Retrieved from <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0214347>
- Canario, A. V. M., Condeça, J., Power, D. M., & Ingleton, P. M. (1998). The effect of stocking density on growth in the gilthead sea-bream, *Sparus aurata* (L.). *Aquaculture Research*, 29(3), 177–181. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2109.1998.00954.x>
- Carbonara, P., Scolamacchia, M., Spedicato, M. T., Zupa, W., Mckinley, R. S., & Lembo, G. (2015a). Muscle activity as a key indicator of welfare in farmed European sea bass (*Dicentrarchus labrax* L. 1758). *Aquaculture Research*, 46(9), 2133–2146. <https://doi.org/10.1111/are.12369>
- Carbonara, P., Scolamacchia, M., Spedicato, M. T., Zupa, W., McKinley, R. S., & Lembo, G. (2015b). Muscle activity as a key indicator of welfare in farmed European sea bass (*Dicentrarchus labrax* L. 1758). *Aquaculture Research*, 46(9), 2133–2146. <https://doi.org/10.1111/are.12369>
- Carbone, D., & Faggio, C. (2016). Importance of prebiotics in aquaculture as immunostimulants. Effects on immune system of *Sparus aurata* and *Dicentrarchus labrax*. *Fish & Shellfish Immunology*, 54, 172–178. <https://doi.org/10.1016/J.FSI.2016.04.011>
- Celi, M., Filiciotto, F., Maricchiolo, G., Genovese, L., Quinci, E. M., Maccarrone, V., ... Buscaino, G. (2016). Vessel noise pollution as a human threat to fish: assessment of the stress response in gilthead sea bream (*Sparus aurata*, Linnaeus 1758). *Fish Physiology and Biochemistry*, 42(2), 631–641. <https://doi.org/10.1007/s10695-015-0165-3>

- Chatain, B. (1994). Abnormal swimbladder development and lordosis in sea bass (*Dicentrarchus labrax*) and sea bream (*Sparus auratus*). *Aquaculture*, *119*(4), 371–379. [https://doi.org/10.1016/0044-8486\(94\)90301-8](https://doi.org/10.1016/0044-8486(94)90301-8)
- Claireaux, G., Couturier, C., & Groison, A.-L. (2006). Effect of temperature on maximum swimming speed and cost of transport in juvenile European sea bass (*Dicentrarchus labrax*). *Journal of Experimental Biology*, *209*(17), 3420–3428. <https://doi.org/10.1242/jeb.02346>
- Claireaux, G., & Lagardère, J.-P. (1999). Influence of temperature, oxygen and salinity on the metabolism of the European sea bass. *Journal of Sea Research*, *42*(2), 157–168. [https://doi.org/10.1016/S1385-1101\(99\)00019-2](https://doi.org/10.1016/S1385-1101(99)00019-2)
- Clem, L. W., Faulmann, E., Miller, N. W., Ellsaesser, C., Lobb, C. J., & Cuchens, M. A. (1984). Temperature-mediated processes in teleost immunity: Differential effects of invitro and in vivo temperatures on mitogenic responses of channel catfish lymphocytes. *Developmental & Comparative Immunology*, *8*(2), 313–322. [https://doi.org/10.1016/0145-305X\(84\)90038-7](https://doi.org/10.1016/0145-305X(84)90038-7)
- Conte, F. . (2004). Stress and the welfare of cultured fish. *Applied Animal Behaviour Science*, *86*(3–4), 205–223. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2004.02.003>
- Cordero, H., Morcillo, P., Cuesta, A., Brinchmann, M. F., & Esteban, M. A. (2016). Differential proteome profile of skin mucus of gilthead seabream (*Sparus aurata*) after probiotic intake and/or overcrowding stress. *Journal of Proteomics*, *132*, 41–50. <https://doi.org/10.1016/J.JPROT.2015.11.017>
- Davis, P. S. (1988). Two occurrences of the gilthead, *Sparus aurata* Linnaeus 1758, on the coast of Northumberland, England. *Journal of Fish Biology*, *33*(6), 951–951. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.1988.tb05545.x>
- Di Marco, P., Petochi, T., Marino, G., Priori, A., Finoia, M. G., Tomassetti, P., ... Poli, B. M. (2017). Insights into organic farming of European sea bass *Dicentrarchus labrax* and gilthead sea bream *Sparus aurata* through the assessment of environmental impact, growth performance, fish welfare and product quality. *Aquaculture*, *471*, 92–105. <https://doi.org/10.1016/J.AQUACULTURE.2017.01.012>
- Di Marco, P., Priori, A., Finoia, M. G., Massari, A., Mandich, A., & Marino, G. (2008). Physiological responses of European sea bass *Dicentrarchus labrax* to different stocking densities and acute stress challenge. *Aquaculture*, *275*(1–4), 319–328. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2007.12.012>
- Ellis, T., North, B., Scott, A. P., Bromage, N. R., Porter, M., & Gadd, D. (2002). The relationships between stocking density and welfare in farmed rainbow trout. *Journal of Fish Biology*, *61*(3), 493–531. <https://doi.org/10.1006/jfbi.2002.2057>
- EUMOFA. (2017). The EU Fish Market.
- FAO Fisheries and Aquaculture Department. (n.d.-a). Cultured Aquatic Species Information Programme - *Dicentrarchus labrax* (Linnaeus, 1758). Retrieved June 21, 2019, from http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Dicentrarchus_labrax/en#tcNA00C5
- FAO Fisheries and Aquaculture Department. (n.d.-b). Cultured Aquatic Species Information Programme - *Sparus aurata* (Linnaeus, 1758). Retrieved June 21, 2019, from http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Sparus_aurata/en
- Ferreira, J. G., Saurel, C., & Ferreira, J. M. (2012). Cultivation of gilthead bream in

- monoculture and integrated multi-trophic aquaculture. Analysis of production and environmental effects by means of the FARM model. *Aquaculture*, 358–359, 23–34. <https://doi.org/10.1016/J.AQUACULTURE.2012.06.015>
- Ferreira Pinto, J., Nunes, M.L., Cardoso, C., 2007. Feeding interruption and quality of cultured gilthead sea bream. *Food Chem.* 100, 1504–1510.
- Filiciotto, F., Cecchini, S., Buscaino, G., Maccarrone, V., Piccione, G., & Fazio, F. (2017). Impact of aquatic acoustic noise on oxidative status and some immune parameters in gilthead sea bream *Sparus aurata* (Linnaeus, 1758) juveniles. *Aquaculture Research*, 48(4), 1895–1903. <https://doi.org/10.1111/are.13027>
- Flos, R., Reig, L., Oca, J., Ginovart, M., 2002. Influence of marketing and different landbased systems on gilthead sea bream (*Sparus aurata*) quality. *Aquac. Int.* 10, 189–206.
- Folkedal, O., Fernö, A., Nederlof, M. A. J., Fosseidengen, J. E., Cerqueira, M., Olsen, R. E., & Nilsson, J. (2018). Habituation and conditioning in gilthead sea bream (*Sparus aurata*): Effects of aversive stimuli, reward and social hierarchies. *Aquaculture Research*, 49(1), 335–340. <https://doi.org/10.1111/are.13463>
- Ganga, R., Montero, D., Bell, J. G., Atalah, E., Ganuza, E., Vega-Orellana, O., ... Izquierdo, M. (2011). Stress response in sea bream (*Sparus aurata*) held under crowded conditions and fed diets containing linseed and/or soybean oil. *Aquaculture*, 311(1–4), 215–223. <https://doi.org/10.1016/J.AQUACULTURE.2010.11.050>
- Gornati, R., Papis, E., Rimoldi, S., Terova, G., Saroglia, M., & Bernardini, G. (2004). Rearing density influences the expression of stress-related genes in sea bass (*Dicentrarchus labrax*, L.). *Gene*, 341(1–2), 111–118. <https://doi.org/10.1016/j.gene.2004.06.020>
- GRIGORAKIS, K., & ALEXIS, M. N. (2005). Effects of fasting on the meat quality and fat deposition of commercial-size farmed gilthead sea bream (*Sparus aurata*, L.) fed different dietary regimes. *Aquaculture Nutrition*, 11(5), 341–344. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2095.2005.00351.x>
- 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. *International Journal of Food Science and Technology*, 37(5), 477–484. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2621.2002.00604.x>
- Håstein, T., Scarfe, A. D., & Lund, V. L. (2005). Science-based assessment of welfare: aquatic animals. *Revue Scientifique et Technique (International Office of Epizootics)*, 24(2), 529–547. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16358506>
- Huidobro, A., Tejada, M., 2004. Gilthead seabream (*Sparus aurata*): suitability for freezing and commercial alternatives. *J. Sci. Food Agric.* 84, 1405–1413.
- Huidobro, A., Pastor, A., López-Caballero, M.E., Tejada, M., 2001. Washing effect on the quality index method (QIM) developed for raw gilthead sea bream, *Sparus aurata*. *Eur. Food Res. Technol.* 212, 408–412
- Ibarz, A., Felip, O., Fernández-Borràs, J., Martín-Pérez, M., Blasco, J., & Torrella, J. R. (2011). Sustained swimming improves muscle growth and cellularity in gilthead sea bream. *Journal of Comparative Physiology B*, 181(2), 209–217. <https://doi.org/10.1007/s00360-010-0516-4>

- Ibarz, A., Padrós, F., Gallardo, M. Á., Fernández-Borràs, J., Blasco, J., & Tort, L. (2010). Low-temperature challenges to gilthead sea bream culture: review of cold-induced alterations and 'Winter Syndrome.' *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 20(4), 539–556. <https://doi.org/10.1007/s11160-010-9159-5>
- Jawad, L. A. (2012). SPARIDAE: BIOLOGY AND AQUACULTURE OF GILTHEAD SEA BREAM AND OTHER SPECIES - Edited by M. A. Pavlidis and C. C. Mylonas. *Journal of Fish Biology*, 81(6), 2100–2101. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.2012.03468.x>
- L. Bavčević, S. Petrović, M. Crnica, & E. Corazzin. (2006). *EFFECTS OF FEEDING STRATEGY ON GROWTH OF SEA BREAM (SPARUS AURATA L.) DURING WINTER-SPRING AND POSSIBLE IMPLICATIONS FOR »WINTER DISEASE« SYNDROME*. *Croatian Journal of Fisheries: Ribarstvo* (Vol. 64). [Ribozajednica]. Retrieved from <https://hrcak.srce.hr/4666>
- Lembo, G., Carbonara, P., Scolamacchia, M., Spedicato, M. T., & McKinley, R. S. (2007). Use of muscle activity indices as a relative measure of well-being in cultured sea bass *Dicentrarchus labrax* (Linnaeus, 1758). In *Developments in Fish Telemetry* (pp. 271–280). Dordrecht: Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-6237-7_25
- López-Luna, J., Vásquez, L., Torrent, F., & Villarroel, M. (2013). Short-term fasting and welfare prior to slaughter in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. *Aquaculture*, 400–401, 142–147. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2013.03.009>
- Lupatsch, I., Santos, G. A., Schrama, J. W., & Verreth, J. A. J. (2010). Effect of stocking density and feeding level on energy expenditure and stress responsiveness in European sea bass *Dicentrarchus labrax*. *Aquaculture*, 298(3–4), 245–250. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2009.11.007>
- M. Jobling, S. P. (2010). *Finfish aquaculture diversification*. Wallingford, UK; Cambridge, MA: CABI. Retrieved from <https://doi.org/10.1079/9781845934941.0000>
- Marras, S., Claireaux, G., McKenzie, D. J., Nelson, J. A., & Nilsson, S. (2010). Individual variation and repeatability in aerobic and anaerobic swimming performance of European sea bass, *Dicentrarchus labrax*. *The Journal of Experimental Biology*, 213(1), 26–32. <https://doi.org/10.1242/jeb.032136>
- Meena, D. K., Das, P., Kumar, S., Mandal, S. C., Prusty, A. K., Singh, S. K., ... Mukherjee, S. C. (2013). Beta-glucan: An ideal immunostimulant in aquaculture (a review). *Fish Physiology and Biochemistry*, 39(3), 431–457. <https://doi.org/10.1007/s10695-012-9710-5>
- Mente, E., Stratakos, A., Bozaris, I., Kormas, K., Karalazos, V., Karapanagiotidis, I., ... LEONDIADIS, L. (2012). *The effect of organic and conventional production methods on sea bream growth, health and body composition: A field experiment*. *Scientia Marina* (Vol. 76). <https://doi.org/10.3989/scimar.03411.07C>
- Miller, N. W., & Clem, L. W. (1984). Temperature-mediated processes in teleost immunity: differential effects of temperature on catfish in vitro antibody responses to thymus-dependent and thymus-independent antigens. *Journal of Immunology (Baltimore, Md. : 1950)*, 133(5), 2356–2359. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/6384365>
- Montero, D., Izquierdo, M. S., Tort, L., Robaina, L., & Vergara, J. M. (1999). High stocking density produces crowding stress altering some physiological and biochemical parameters in gilthead seabream, *Sparus aurata*, juveniles. *Fish Physiology and*

Biochemistry, 20(1), 53–60. <https://doi.org/10.1023/A:1007719928905>

- Montero, D., Marrero, M., Izquierdo, M. ., Robaina, L., Vergara, J. ., & Tort, L. (1999). Effect of vitamin E and C dietary supplementation on some immune parameters of gilthead seabream (*Sparus aurata*) juveniles subjected to crowding stress. *Aquaculture*, 171(3–4), 269–278. [https://doi.org/10.1016/S0044-8486\(98\)00387-1](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(98)00387-1)
- Montero, D., Mathlouthi, F., Tort, L., Afonso, J. M., Torrecillas, S., Fernández-Vaquero, A., ... Izquierdo, M. S. (2010). Replacement of dietary fish oil by vegetable oils affects humoral immunity and expression of pro-inflammatory cytokines genes in gilthead sea bream *Sparus aurata*. *Fish & Shellfish Immunology*, 29(6), 1073–1081. <https://doi.org/10.1016/J.FSI.2010.08.024>
- Mood, A., & Brooke, P. (2015). Fishcount. Retrieved from <http://fishcount.org.uk/>
- Muir J. (ed.), Basurco B. (ed.). Mediterranean offshore mariculture. Zaragoza : CIHEAM, 2000. 215 p. (Options Méditerranéennes : Série B. Etudes et Recherches; n. 30). Advanced Course of the CIHEAM Network on Technology of Aquaculture in the Mediterranean on 'Mediterranean Offshore Mariculture', 1997/10/20-24, Zaragoza (Spain).
- National Research Council. (1994). *Low-Frequency Sound and Marine Mammals: current knowledge and research needs*. National Academies Press (US). <https://doi.org/10.17226/4557>
- Navarro, I., & Gutiérrez, J. (1995). Fasting and starvation. *Biochemistry and Molecular Biology of Fishes*, 4, 393–434. [https://doi.org/10.1016/S1873-0140\(06\)80020-2](https://doi.org/10.1016/S1873-0140(06)80020-2)
- Ökte, E. (2002). Grow-out of sea Bream *Sparus aurata* in Turkey, particularly in land-based farm with recirculation system in Canakkale: better use of water, nutrients and space. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 2, 83–87.
- Ortuño, J., Esteban, M. A., & Meseguer, J. (2001). Effects of short-term crowding stress on the gilthead seabream (*Sparus aurata* L.) innate immune response. *Fish & Shellfish Immunology*, 11(2), 187–197. <https://doi.org/10.1006/FSIM.2000.0304>
- Papoutsoglou, S., Costello, M. J., Stamou, E., & Tziha, G. (1996). Environmental conditions at sea-cages, and ectoparasites on farmed European sea-bass, *Dicentrarchus labrax* (L.), and gilt-head sea-bream, *Sparus aurata* L., at two farms in Greece. *Aquaculture Research*, 27(1), 25–34. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.1996.tb00963.x>
- Person-Le Ruyet, J., & Le Bayon, N. (2009). Effects of temperature, stocking density and farming conditions on fin damage in European sea bass (*Dicentrarchus labrax*). *Aquatic Living Resources*, 22(3), 349–362. <https://doi.org/10.1051/alr/2009047>
- Piccinno, M., Schiavone, R., Zilli, L., Sicuro, B., Storelli, C., & Vilella, S. (2013). *Sea Cucumber Meal as Alternative Protein Source to Fishmeal in Gilthead Sea Bream (Sparus aurata) Nutrition: Effects on Growth and Welfare*. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* (Vol. 13). https://doi.org/10.4194/1303-2712-v13_2_12
- Pichavant, K., Person-Le-Ruyet, J., Bayon, N. Le, Severe, A., Roux, A. Le, & Boeuf, G. (2001). Comparative effects of long-term hypoxia on growth, feeding and oxygen consumption in juvenile turbot and European sea bass. *Journal of Fish Biology*, 59(4), 875–883. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.2001.tb00158.x>
- Poppe, T. T., Barnes, A. C., & Midtlyng, P. J. (2002). Welfare and ethics in fish farming. *Bulletin of the European Association of Fish Pathologists*, 22(2), 148–151.

- Romero, J., Gloria, C., & Navarrete, P. (2012). Antibiotics in Aquaculture – Use, Abuse and Alternatives. *Health and Environment in Aquaculture*. <https://doi.org/10.5772/28157>
- Roncarati, A., Melotti, P., Dees, A., Mordenti, O., & Angellotti, L. (2006). Welfare status of cultured seabass (*Dicentrarchus labrax* L.) and seabream (*Sparus aurata* L.) assessed by blood parameters and tissue characteristics. *Journal of Applied Ichthyology*, *22*(3), 225–234. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0426.2006.00741.x>
- Roque d'Orbcastel, E., Lemarié, G., Breuil, G., Petoche, T., Marino, G., Triplet, S., ... Blancheton, J.-P. (2010). Effects of rearing density on sea bass (*Dicentrarchus labrax*) biological performance, blood parameters and disease resistance in a flow through system. *Aquatic Living Resources*, *23*(1), 109–117. <https://doi.org/10.1051/alr/2009056>
- Rosa, J., Leston, S., Castro, M., Freitas, A., Barbosa, J., Pardal, M. Â., ... Ramos, F. (2018). Evaluation of antimicrobials residues in farmed gilthead seabream (*Sparus aurata*) after administration through medicated feed. *Food Control*, *86*, 110–116. <https://doi.org/10.1016/J.FOODCONT.2017.11.005>
- Round table: Seizing the day for Fish Welfare. (n.d.). Retrieved June 21, 2019, from <https://www.animalwelfareintergroup.eu/2018/06/06/round-table-seizing-the-day-for-fish-welfare/>
- Sánchez-Muros, M. J., Sánchez, B., Barroso, F. G., Toniolo, M., Trenzado, C. E., & Sanz Rus, A. (2017). Effects of rearing conditions on behavioural responses, social kinetics and physiological parameters in gilthead sea bream *Sparus aurata*. *Applied Animal Behaviour Science*, *197*, 120–128. <https://doi.org/10.1016/J.APPLANIM.2017.08.004>
- Sangiao-Alvarellos, S., Guzmán, J. M., Láiz-Carrión, R., Míguez, J. M., Martín Del Río, M. P., Mancera, J. M., & Soengas, J. L. (2005). Interactive effects of high stocking density and food deprivation on carbohydrate metabolism in several tissues of gilthead sea bream *Sparus auratus*. *Journal of Experimental Zoology Part A: Comparative Experimental Biology*, *303A*(9), 761–775. <https://doi.org/10.1002/jez.a.203>
- Santos, G. A., Schrama, J. W., Mamauag, R. E. P., Rombout, J. H. W. M., & Verreth, J. A. J. (2010). Chronic stress impairs performance, energy metabolism and welfare indicators in European seabass (*Dicentrarchus labrax*): The combined effects of fish crowding and water quality deterioration. *Aquaculture*, *299*(1–4), 73–80. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2009.11.018>
- Sarusic, G. (1999). *Clinical signs of the Winter Disease phenomenon in sea bream (Sparus aurata, L.)*. *Bulletin- European Association of Fish Pathologists* (Vol. 19).
- Schrama, D., Richard, N., Silva, T. S., Figueiredo, F. A., Conceição, L. E. C., Burchmore, R., ... Rodrigues, P. M. L. (2017). Enhanced dietary formulation to mitigate winter thermal stress in gilthead sea bream (*Sparus aurata*): a 2D-DIGE plasma proteome study. *Fish Physiology and Biochemistry*, *43*(2), 603–617. <https://doi.org/10.1007/s10695-016-0315-2>
- Smith, C., & Reay, P. (1991). Cannibalism in teleost fish. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, *1*(1), 41–64. <https://doi.org/10.1007/BF00042661>
- Southgate, P., & Wall, T. (2001). Welfare of farmed fish at slaughter. *BMJ In Practice*, *23*(5), 277. <https://doi.org/10.1136/inpract.23.5.277>
- Thorburn, M. A., Teare, G. F., Martin, S. W., & Moccia, R. D. (2001). Group-level factors associated with chemotherapeutic treatment regimens in land-based trout farms in Ontario, Canada. *Preventive Veterinary Medicine*, *50*(1–2), 165–176.

[https://doi.org/10.1016/S0167-5877\(01\)00192-1](https://doi.org/10.1016/S0167-5877(01)00192-1)

- Torrecillas, S., Montero, D., Domínguez, D., Robaina, L., Izquierdo, M., Torrecillas, S., ... Izquierdo, M. (2019). Skin Mucus Fatty Acid Composition of Gilthead Sea Bream (*Sparus Aurata*): A Descriptive Study in Fish Fed Low and High Fish Meal Diets. *Fishes*, *4*(1), 15. <https://doi.org/10.3390/fishes4010015>
- Tort, L., Rotllant, J., Liarte, C., Acerete, L., Hernández, A., Ceulemans, S., ... Padros, F. (2004). Effects of temperature decrease on feeding rates, immune indicators and histopathological changes of gilthead sea bream *Sparus aurata* fed with an experimental diet. *Aquaculture*, *229*(1–4), 55–65. [https://doi.org/10.1016/S0044-8486\(03\)00403-4](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(03)00403-4)
- Tort, L., Rotllant, J., & Rovira, L. (1998). Immunological suppression in gilthead sea bream *Sparus aurata* of the North-West Mediterranean at low temperatures. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology*, *120*(1), 175–179. [https://doi.org/10.1016/S1095-6433\(98\)10027-2](https://doi.org/10.1016/S1095-6433(98)10027-2)
- Valente, L. M. P., Cornet, J., Donnay-Moreno, C., Gouygou, J. P., Bergé, J. P., Bacelar, M., ... Cardinal, M. (2011). Quality differences of gilthead sea bream from distinct production systems in Southern Europe: Intensive, integrated, semi-intensive or extensive systems. *Food Control*, *22*(5), 708–717. <https://doi.org/10.1016/J.FOODCONT.2010.11.001>
- Vazzana, M., Cammarata, M., Cooper, E. ., & Parrinello, N. (2002). Confinement stress in sea bass (*Dicentrarchus labrax*) depresses peritoneal leukocyte cytotoxicity. *Aquaculture*, *210*(1–4), 231–243. [https://doi.org/10.1016/S0044-8486\(01\)00818-3](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(01)00818-3)