

Allevamento e riproduzione dei pesci marini tropicali d'interesse ornamentale: stato dell'arte in relazione al mercato internazionale ed al benessere animale

RIASSUNTO

L'acquariofilia è un hobby diffuso in tutto il mondo; negli anni recenti quella marina tropicale è diventata popolare grazie al miglioramento della componentistica, di conseguenza è cresciuto il commercio internazionale dei pesci provenienti dalle barriere coralline. Il 99% di questi soggetti viene pescato nelle nazioni di provenienza mediante l'utilizzo di cianuro o reti¹, causando spesso gravi danni alle barriere coralline ed alle popolazioni selvatiche. Nonostante in Europa ed U.S.A. siano disponibili pesci marini tropicali allevati in cattività, solo 38 specie vengono allevate a causa della mancanza di informazioni sull'alimentazione larvale e sulle esigenze specie-specifiche. Lo scopo di questo lavoro è di informare il veterinari, i tecnici veterinari e le aziende di sanità pubblica sulle potenzialità dell'acquacoltura marina ornamentale, in riferimento anche al mercato internazionale, al benessere animale, alla salute animale, alle microeconomie locali ed alla conservazione degli ecosistemi corallini.

INTRODUZIONE

L'acquariofilia marina tropicale è uno dei settori più fiorenti, ma anche meno conosciuti, nel mondo dei pets. Grazie al miglioramento delle attrezzature in commercio, alla diminuzione dei loro prezzi nonché alla produzione di vasche di piccole dimensioni ("mini reef") si è assistito negli ultimi anni ad un aumento degli hobbisti del settore. Un ulteriore stimolo è giunto anche da film e cartoni animati aventi come protagonisti pesci marini tropicali. Ad oggi si contano circa 1,5 - 2 milioni di persone al mondo in possesso di un acquario marino tropicale². Il mercato dell'acquariofilia marina è estremamente vasto ed oltre alla componentistica ed ai prodotti per la gestione delle vasche, un ruolo fondamentale è sostenuto dal commercio internazionale di pesci, crostacei, molluschi, coralli e rocce vive. Il commercio di pesci marini ornamentali è nato negli anni 30 nello Sri Lanka³ ed ha acquisito nel tempo un'importante rilevanza economica a partire dagli anni 70. Negli anni 80 il valore annuale di pesci ed invertebrati marini tropicali commercializzati annualmente nel mondo, era intorno ai 24-40 milioni di USD⁴, negli anni 90 si è attestato a 200-300 milioni USD l'anno^{5,6,7}. La percentuale di pesci marini tropicali commercializzati è passata dall'1% al 10% del totale dei pesci d'acquario venduti negli anni 90⁶. Negli ultimi anni, il mercato del commercio di specie per l'acquario marino tropicale è rimasto sicuramente stabile². Al mondo sono commercializzate circa 1410 specie ittiche marine tropicali,⁸ ma a differenza di quelle ornamentali d'acqua dolce, che vengono riprodotte da ormai diversi anni per circa il 90% in allevamenti intensivi o familiari principalmente nel sud est asiatico, quelle marine sono per il 99% prelevate in natura con diverse tecniche¹. L'85% delle specie commercializzate annualmente proviene da un'area di cattura limitata che comprende le Filippine e l'Indonesia⁶. Tra gli altri paesi esportatori vanno ricordati, lo Stato delle Hawaii⁸ e della Florida, le nazioni caraibiche, la Micronesia, i paesi che si affacciano sul Mar Rosso, lo Sri Lanka⁹, le nazioni dell'Africa orientale^{2,6}, il Vietnam ed il Brasile, per un totale di circa 45 nazioni². Tra i paesi importatori sono da citare gli U.S.A. con una movimentazione annuale pari a 45 milioni di USD, la Comunità Europea (12,2 milioni di USD) ed il Giappone (3 milioni di USD)². Le Famiglie più commercializzate sono i Pomacentridae comprendenti i "pesci damigella" ed i "pesci pagliaccio" che occupano più del 40% della fetta di mercato delle importazioni, mentre i Pomacanthidae (pesci angelo) insieme agli Acanthuridae (pesci chirurgo), Labridi, Gobidi e Chaetodontidae (pesci farfalla), occupano una porzione di mercato inferiore pari al 25% (Tab. 1). Le importazioni verso la Comunità Europea, tenendo conto del fatturato, se-

**Alessio Arbuatti, Sonia Amendola,
Stefania Pantaleo, Elisabetta De Angelis,
Domenico Robbe**

Dipartimento di Scienze Cliniche Veterinarie, Sezione di Ostetricia, Ginecologia e Riproduzione Animale, Facoltà di Medicina Veterinaria, Università degli Studi di Teramo

"Articolo ricevuto dal Comitato di Redazione il 21/06/2011 ed accettato per la pubblicazione dopo revisione il 09/11/2011".

TABELLA 1

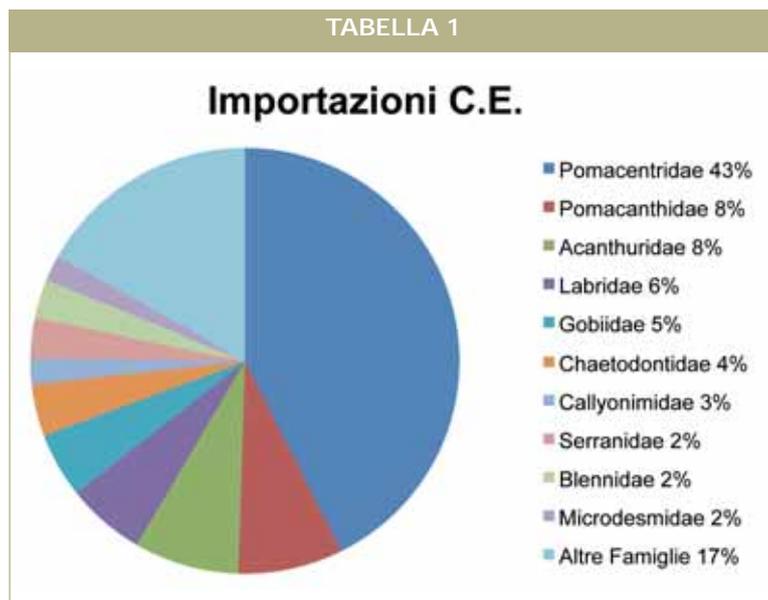
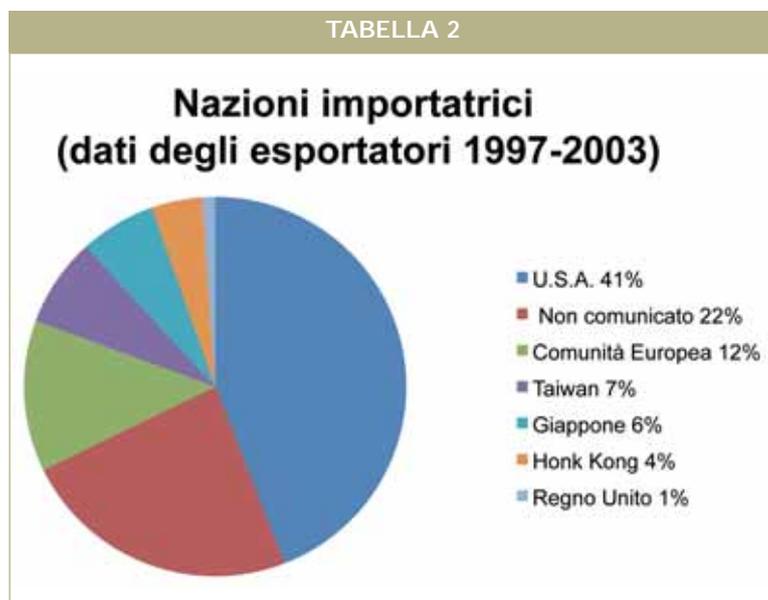


TABELLA 2



conde (12%) solo a quelle degli U.S.A. (Tab. 2), coinvolgono in particolare specie delle Famiglie Pomacentridae ed Acanthuridae (Tab. 3). Purtroppo nello specifico i dati ufficiali aggiornati riguardanti l'Italia non sono noti, se non come ottavo importatore mondiale (2%)¹. Ciò crea non poche polemiche in diversi stati e nell'opinione pubblica, sempre più sensibile ed attenta al rispetto degli ecosistemi naturali ed al benessere animale. Quanto sopra riportato, fa comprendere la necessità di sviluppare ed incrementare la riproduzione e l'allevamento in cattività di tali specie. Tale attività attualmente, è svolta a livello zootecnico solo in poche realtà europee e nordamericane.

ALLEVAMENTO E RIPRODUZIONE

A fronte dell'elevata richiesta, solo poche specie possono essere allevate intensivamente, tra queste alcune di esse appartengono delle Famiglie più commercializzate. Ne sono un esempio i *Pomacentridae* che occupano il 47% del mercato (Tab. 1). Questa Famiglia comprende i ben noti: "pesci pagliaccio" e "pesci damigella". I primi, in particolare con i Generi *Amphiprion sp.* e *Premnas sp.*, popolano le barriere coralline dal Mar Rosso al Sudest asiatico vivendo simbioticamente con numerose specie di anemoni di mare (Fig. 1). Le riproduzioni in acquario dei "clownfishes" sono note fin dal 1976¹⁰, però per un corretto allevamento si rende necessario, oltre al rispetto della qualità dei parametri chimico fisici dell'acqua¹¹, particolarmente stabili negli habitats oceanici¹², la scelta di soggetti idonei alla riproduzione. Le specie del Genere *Amphiprion sp.* (Fig. 2), non mostrano alcun dimorfismo sessuale¹³, bensì presentano un ermafroditismo proterandrico^{14,15}. In natura è presente una femmina dominante, un maschio maturo e diversi

TABELLA 3

Specie	Famiglia	Nome comune	N. soggetti importati (1997-2002) in U.E.
<i>Amphiprion ocellaris</i>	Pomacentridae	Pesce pagliaccio	123.640
<i>Chromis viridis</i>	Pomacentridae	Castagnola azzurra	103.682
<i>Chrysiptera cianea</i>	Pomacentridae	Damigella azzurra	43.767
<i>Chrysiptera parasema</i>	Pomacentridae	Damigella coda gialla	42.576
<i>Zebrasoma flavescens</i>	Acanthuridae	Pesce chirurgo giallo	38.411
<i>Dascyllus trimaculatus</i>	Pomacentridae	Damigella tre punti	33.078
<i>Labroides dimidiatus</i>	Labridae	Pesce dottore	33.073
<i>Parachanturus epatus</i>	Acanthuridae	Pesce chirurgo blu	28674
<i>Pseudanthias squamipinnis</i>	Serranidae	Castagnola tropicale	23134
<i>Nemateleotris magnifica</i>	Microdesmidae	Ghiozzo di fuoco	21897

esemplari immaturi che gravitano intorno alla coppia senza sviluppare caratteri sessuali secondari evidenti. Alla morte della femmina dominante, il maschio si trasforma in femmina ed un altro soggetto, fino a quel momento immaturo, diventa maschio^{16,17,18}. Questo aspetto fisiologico sembrerebbe dunque facilitare almeno la prima fase dell'allevamento, ma la scelta delle coppie di riproduttori da impiegare in azienda deve preferire soggetti adulti di cattura o, preferibilmente, giovani nati in allevamento in quanto garantiscono maggiori sicurezze sanitarie. Le coppie vanno isolate in acquari singoli ed alimentate due o più volte al giorno con alimenti surgelati (trito di pesce, o *Artemia salina*) preventivamente vitaminizzati. L'utilizzo esclusivo di alimento secco commerciale comporta una diminuzione della qualità delle uova che altrimenti si presentano pallide e di facile rottura¹⁶. Il sito di deposizione naturale rappresentato da anemoni o attinie, può essere sostituito da vasi o piccoli archi in terracotta. La riproduzione è sicuramente correlata al fotoperiodo (12-14 ore di luce) ed alla temperatura dell'acqua, valori inferiori a 26° e salinità sotto i 7 ppt (parti per mille), comportano l'arresto della deposizione delle uova^{11,19}. Questa è preceduta da un'intensa attività di pulizia del sito^{16,20} da parte dei riproduttori e da un aumento di volume a carico dell'ovodepositore femminile 4-5 ore prima del rilascio delle uova¹¹. Le uova deposte, in numero fino a 150 per *A.ocellaris* e fino a 400 per *M.clarkii*, presentano dimensioni di circa 2,5 x 1 mm¹¹. Esse sono curate dalla coppia con la femmina che controlla il territorio, mentre il maschio le ventila e rimuove quelle non fertili²¹. In allevamento, laddove sono presenti numerose coppie in riproduzione, un parametro pratico per gestire la schiusa è la modificazione della colorazione dell'occhio dell'embrione che diviene argentea^{20,22} intorno al 5 giorno post deposizione. In questa fase, il substrato (anemone o oggetto in terracotta) con le uova ad esso adese, è raccolto dall'operatore e posto, per la schiusa, al buio, in un acquario con gli stessi parametri chimico fisici di quello d'allevamento. Il buio è di fondamentale importanza in quanto permette modificazioni biochimiche ed enzimatiche (es. azione della Choriolisina H) necessarie per la schiusa che si verifica dopo circa 1 ora dal trasferimento^{23,24,25,26}. Le larve, successivamente, devono essere stabulate in un acquario poco illuminato e con una minima movimentazione dell'acqua per evitare danni traumatici. L'inizio dell'alimentazione delle larve avviene subito dopo il riassorbimento del vitellino e deve essere fatto con fitoplankton e zooplankton arricchito (Fig. 3), dopo il 5 giorno dalla schiusa è possibile anche utilizzare i naupli, ossia esemplari appena fuoriusciti dalle cisti riproduttive, di *Artemia salina*. Al 12° giorno si verifica la metamorfosi della larva (Fig. 4) e da questo momento le forme giovanili vengono dunque spostate in una nuova va-



FIGURA 1

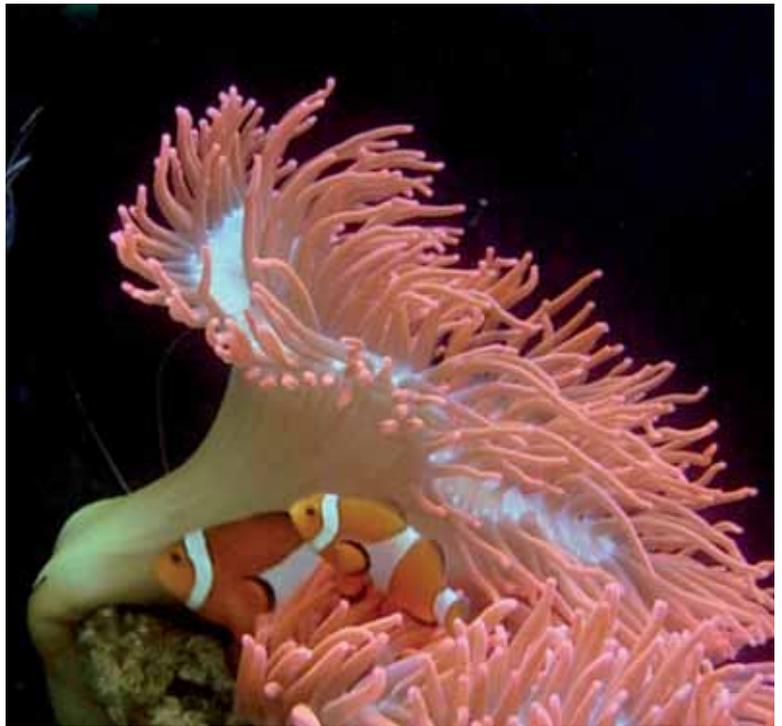


FIGURA 2



FIGURA 3

sca ed alimentate con cibi idonei quali i naupli di *Artemia salina* arricchiti, fino al raggiungimento della taglia commerciale (3 cm)¹¹. L'alimentazione delle larve è senza dubbio il principale bottleneck nell'allevamento delle larve di qualsiasi specie marina ornamentale e può causare la perdita di intere colonie^{27,28,29}.

Per il motivo di cui sopra, in ogni azienda si rende dunque obbligatorio l'allevamento di fitoplankton e zooplankton per alimentare le larve che presentano piccoli osti buccali e per le specifiche esigenze nutrizionali delle diverse specie. Il fitoplankton è composto da alghe unicellulari coltivate in appositi reattori termostatici dotati d'illuminazione ed areazione³⁰. Le specie maggiormente coltivate sono quelle dei Generi *Isochrysis* sp.^{31,32} (Fig. 5) e *Nannochloropsis* sp.^{33,34}. Queste possono essere utilizzate direttamente per l'allevamento in "acqua verde"¹¹ delle larve di pesci o per alimentare lo zooplankton allevato in reattori contigui. Il Genere maggiormente utilizzato in acquacoltura è *Brachionus* sp.³⁵. Purtroppo uno dei punti critici dell'allevamento larvale è rappresentato dallo scarso conte-

nuto in acidi grassi polinsaturi nel fito e nello zooplankton³⁶, per tale motivo vengono aggiunti alle colture degli arricchitori sintetici (es. Red Pepper Paste®, Bernaqua o HUFA Enrich®, Salt Creek Inc.) prima che queste vengano somministrate ai pesci. È fondamentale che tali prodotti contengano HUFA, in particolare l'acido eicosapentaenico (EPA, 20:5n-3) e l'acido docosaesaenoico (DHA, 22:6n-3) che permettono un corretto sviluppo nelle prime fasi larvali del sistema nervoso e visivo³⁷ oltre che svolgere un ruolo come probiotici³⁸. Una carenza di fitoplankton e zooplankton arricchito comporta inevitabilmente un insuccesso nell'allevamento dei pesci marini tropicali ornamentali, fin dalle prime fasi post schiusa^{39,40}. Ciononostante alcune specie non possono essere nutrite con zooplankton ed attualmente si stanno conducendo studi sull'utilizzo di ciliati⁴¹. Solamente dopo circa 10 giorni è possibile introdurre nell'alimentazione larvale i naupli arricchiti⁴² di *Artemia salina* (Fig. 6),



FIGURA 4

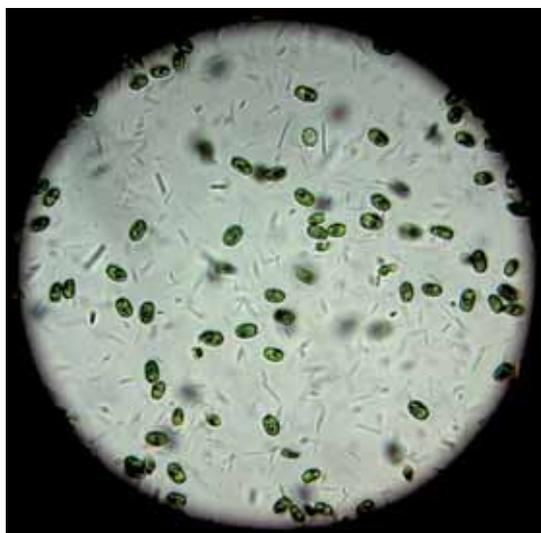


FIGURA 5



FIGURA 6

alimento globalmente più utilizzato in acquacoltura, allevata anch'essa in appositi schiuditoi. Il passaggio ad un'alimentazione granulare commerciale può essere attuato solamente al raggiungimento della taglia subadulta. In riferimento alle tecniche riproduttive dei "pesci damigella" (Dottybacks), anch'essi membri della Famiglia dei *Pomacentridae*, le esigenze e le relative manualità zootecniche sono sovrapponibili a quelle dei "pesci pagliaccio", seppur vi sono alcune modificazioni comportamentali ed esigenze che possono variare da specie a specie, come dimostrato nel Genere *Chrysiptera* sp.^{25,43} e *Pseudochromis* sp.^{44,45}.

Vi sono inoltre numerose altre specie di elevato valore ornamentale per le quali non ci sono ancora risultati riproduttivi soddisfacenti in condizioni controllate. Tra i Pomacantidi ("pesci angelo") (Fig. 7), gli unici successi riguardano *Centropyge flavissimus* (Cuvier, 1831)⁴⁰. Per altre specie ancora è in atto un vero conto alla rovescia, ne è un esempio *Zebrasoma flavescens* (Bennet, 1828) (Fig. 8) una delle specie maggiormente importate ed apprezzata (Tab. 3), proveniente esclusivamente dalle barriere coralline delle Hawaii. La pesca intensiva ne ha ridotto la popolazione selvatica del 47%⁴⁶, e nell'allevamento ci sono diverse problematiche nell'ambito della gestione dell'alimentazione della fase larvale a motivo delle piccole dimensioni della bocca dei soggetti⁴⁷. Per altri pesci della Famiglia *Acanthuridae* quali ad esempio *Paracanthurus epatus* (Linnaeus, 1766) (Fig. 9) non sono stati fino ad oggi approntati progetti di riproduzione in cattività. Ben diverso è il discorso per *Pterapogon kauderni* (Koumans, 1933), noto come: "pesce cardinale delle Molucche" (Fig. 10), una specie che popola una areale di distribuzione limitato a poche zone dell'Indonesia, la cui cattura a fini ornamentali ne ha fortemente ridotto la popolazione naturale a partire dal 1994⁴⁸. Gli studi condotti sulla biologia riproduttiva di questa specie hanno evidenziato caratteristiche particolari tra le quali una bassa produzione di uova pari a 30-40 per deposizione e l'incubazione orale^{49,50}. Le uova rilasciate dalla femmina, dopo essere state fecondate dagli spermatozoi in seguito ad un rituale di corteggiamento della durata di parecchie ore, sono mantenute nella bocca del maschio dove si schiudono e dove gli avannotti permangono per 30 giorni, tempo necessario per il riassorbimento del sacco vitellino⁴⁹. Durante tutto questo periodo il maschio non si alimenta. Tale comportamento riproduttivo è molto simile a quello che si evidenzia nelle femmine di alcune specie di Ciclidi incubatori orali del Lago Malawi ben noti agli acquariofili^{51,52}. Tra i successi riproduttivi riferiti ad altre specie particolarmente ricercate, è da riportare quello del *Synchiropus splendidus* (Herre, 1927), noto come: "pesce mandarino", una piccola specie caratterizzata da una livrea a strisce multicolori (Fig. 11), disponibile sia sul mercato euro-



FIGURA 7



FIGURA 8



FIGURA 9



FIGURA 10



FIGURA 11



FIGURA 12



FIGURA 13

peo che in Nordamerica. Ciononostante la maggior parte dei soggetti è ancora proveniente da catture attuate nelle barriere coralline dell'Oceano Pacifico occidentale. Per questa specie vi sono ottime potenzialità nell'incremento dei soggetti commercializzabili nati in cattività⁵³. Purtroppo per molte altre specie non sono ancora stati condotti studi sulla riproduzione in ambiente controllato; ne sono un esempio i membri della Famiglia dei Balistidae, noti come "pesci balestra" estremamente ricercati e di facile gestione in cattività (Fig. 12), seppur territoriali⁵⁴ e per alcuni della Famiglia dei Chaetodontidae tra i quali *Chelmon rostratus* (Linnaeus, 1758) (Fig. 13) proveniente dall'Oceano Indiano e da quello Pacifico.

DISCUSSIONE E CONCLUSIONI

La conoscenza dell'intero iter commerciale dei pesci ornamentali marini è fondamentale per comprendere quelli che possono essere i punti di forza della riproduzione in cattività dei pesci in relazione anche alla concorrenza sul mercato Comunitario. Nei paesi d'origine la filiera inizia con il singolo pescatore che consegna gli animali catturati ad un intermediario che li affida all'azienda locale di commercio la quale si occupa della raccolta e delle spedizioni internazionali effettuate mediante voli cargo transoceanici. Una volta giunte nel paese di destinazione, le partite vengono sottoposte a controlli a campione ed in seguito smistate tra i vari grossisti che riforniranno poi i dettaglianti. Questa sequenza mostra numerosi punti critici in riferimento al benessere animale, alla sicurezza sanitaria, alla conservazione degli stocks selvatici, alla salvaguardia delle barriere coralline

ed in alcuni casi persino allo sfruttamento delle popolazioni locali. I piccoli pescatori che riforniscono un intermediario vengono retribuiti per singolo esemplare catturato. Le tecniche di cattura prevedono due metodiche principali: chimiche o meccaniche. Le prime comprendono l'utilizzo del sodio cianuro (NaCN) o del 2-methylquinoline. Il cianuro è utilizzato nel sud est asiatico (Filippine ed Indonesia)^{55,56,57,58}. Il suo impiego è stato segnalato anche in altre nazioni tra le quali Sri Lanka, Papua, Nuova Guinea, Taiwan, Malaysia, Vietnam, Micronesia^{59,60} ed in minor misura Porto Rico, Guam, le Samoa Americane, lo Stato delle Hawaii⁶¹ e le Maldive⁶². Venduto ai piccoli pescatori sotto forma di tavolette da 20 mg, viene da questi sciolto in 1 L. d'acqua di mare e posto all'interno di piccoli spruzzini o clisteri. Una volta immersi, il pescatore spruzza il cianuro sotto le rocce e sui coralli. In pochi minuti i pesci colpiti escono dai rifugi e vengono rapidamente catturati, con una sopravvivenza di circa il 50%⁶³, inoltre vengono spesso coinvolti e lasciati morire esemplari di specie che non hanno un interesse ornamentale. I danni sui coralli sono gravissimi, infatti concentrazioni basse di NaCN possono portare alla distruzione delle zooxantelle fotosintetiche simbionti di molti coralli^{64,65} ed una lenta morte degli stessi, fino al raggiungimento dello sbiancamento di intere colonie (bleaching). Si calcola che annualmente, solo per la pesca dei pesci ornamentali sono riversati in mare 150.000 Kg di cianuro nelle sole Filippine⁶⁶ ad opera di circa 25.000 pescatori⁶⁷. L'effetto tossico si esplica inoltre a lungo termine sui pesci che risultano maggiormente esposti a malattie secondarie da stress con una mortalità che è pari all'80% tra i soggetti ornamentali importati e successivamente venduti ai privati⁶⁸; numerosi esemplari sopravvissuti inoltre mostrano danni a carico del fegato, milza e cervello^{69,70}. Tale tecnica di pesca, che prevede da parte del pescatore l'inspirazione di aria compressa, lunghe immersioni della durata di diverse ore e la cronica esposizione al cianuro, ha mostrato, come evidenziato da uno studio condotto nel biennio 1993-1994, che il 10% di questi operatori è soggetto a paralisi degli arti ed il 5% muore^{70,71}. Seppur l'uso del cianuro comporti multe che raggiungono i 12.000 USD⁷², sono gli stessi intermediari che acquistano i pesci dai piccoli pescatori, a vendere il cianuro che rende economicamente ancora più dei pesci stessi⁷³. Altra sostanza chimica della quale si fa uso è il Quinaldine, 2-methylquinoline, meno tossico ma ugualmente pericoloso anche a causa della preparazione che prevede l'utilizzo di acetone e solventi alcoolici⁷⁴. Tra le tecniche di cattura meccaniche vanno ricordate: le reti a strascico modificate che permettono di pescare anche nella barriera corallina causando importanti danni, le "nets gills" ossia piccole reti poste tra due estremità coralline nelle quali i pesci restano imprigionati per le branchie

e le cosiddette "long line", lunghi fili dotati di ami smussi simili ai palamiti. Ogni zona di pesca ha sviluppato tecniche particolari, nello Sri Lanka ad esempio vengono utilizzate piccole reti tubulari per gli esemplari che vivono negli anfratti⁷⁵, nelle Hawaii piccole reti lunghe al massimo due metri fissate sul fondale⁷⁶. Alcune metodiche sono state proibite, come l'utilizzo di legni per battere sui coralli². È possibile affermare inoltre che anche alcune tecniche meccaniche causano danni alla barriera, in particolare lo strascico, gli urti dei subacquei con i coralli ed il prelievo di rocce vive per gli acquari, spesso condotto parallelamente alla pesca. Metodiche maggiormente ecocompatibili prevedono il semplice utilizzo di retini manuali di piccole dimensioni e di pinne fatte con foglie di palma⁷⁷ che, comunque, non permettono di ottenere un pescato paragonabile agli altri metodi chimici e meccanici.

Vi sono inoltre, altre tecniche che vengono utilizzate, seppur in scala limitata, in alcune realtà quali quella delle Isole Salomone nel Pacifico al fine di preservare la biodiversità del reef corallino. Alcuni progetti pilota incentrano la pesca sul prelievo di pesci nelle forme giovanili⁷⁸; ponendo piccole reti fisse nelle lagune soggette all'alternanza delle maree. Giornalmente queste vengono controllate dai pescatori che prelevano solo i soggetti da allevare successivamente per circa tre mesi prima della loro esportazione^{79,80}. Tale metodica non causa alcun danno al reef e si è dimostrata ecocompatibile e fruttuosa per la piccola comunità locale⁸¹. Tale tecnica coniuga sia il rispetto delle risorse rinnovabili, che il benessere animale permettendo l'esportazione di soggetti già stabulati.

Relativamente alla filiera, una volta pescato l'animale, questo è consegnato all'intermediario che lo trasporta nei centri locali di stoccaggio. In questi punti di raccolta pur essendo utilizzata acqua marina che non comporta modifiche dei parametri chimico-fisici, possono venirsi a creare problemi igienico sanitari poiché non sempre vengono rispettate le buone pratiche di gestione. Infatti spesso mancano i corretti sistemi di sterilizzazione quali gli impianti a raggi UVC, inoltre vi è una promiscuità di ambienti dovuto al continuo passaggio di pescato prima del "confezionamento" dei soggetti⁸². Sarebbe buona pratica esaminare i pesci prima dell'impacchettamento evitando di confezionare animali con segni clinici di stress o malattia, quali: l'imbrunimento dei colori, le ferite superficiali, il mancato movimento degli opercoli branchiali, l'anoressia e l'ottundimento del sensorio. Fin dal 1950 sono state utilizzate buste in polietilene con bordi smussi, riempite con un rapporto variabile di acqua ed ossigeno o aria. Prima della preparazione della busta vengono usate varie metodiche in vista del viaggio intercontinentale. L'animale può essere lasciato digiunare per uno o due giorni prima dell'imbarco⁸³ per limitare la produ-

zione di feci che causerebbero un aumento dello ione ammonio e dei nitriti in acqua, oppure possono essere aggiunti in acqua sostanze anestetiche^{84,85} quali la tricaina metansolfonato (ms-222) (Finquel® Argent Chemical Laboratories, inc., Redmond, Wa, USA), resine a scambio ionico⁸⁶, o può essere abbassata la temperatura di trasporto^{87,88}. Il fattore limitante nel trasporto dei pesci, specie nelle lunghe tratte, è il deterioramento qualitativo dell'acqua. Inoltre i sacchetti, comunemente riempiti con 1/3 d'acqua, vengono spesso saturati con ossigeno puro, potenziale causa della "gas bubble disease"⁸⁹ o malattia da sovrassaturazione d'ossigeno che causa importanti perdite improvvise nelle partite ittiche. L'acqua all'interno dei sacchetti è a tutti gli effetti un mezzo di diffusione per potenziali agenti patogeni o zoonotici ben noti anche in Italia^{90,91,92,93}. Inoltre alcuni esportatori aggiungono all'interno dei sacchetti principi farmacologici il cui utilizzo non è legale in tutti i paesi importatori, rendendo dunque l'acqua di trasporto un rifiuto speciale vero e proprio. Una volta giunte presso l'aeroporto di destinazione, le partite possono sostare anche diverse ore, non sempre in condizioni idonee, infatti temperature troppo alte o troppo basse possono aggravare lo stato di stress; quest'ultimo ed i conseguenti stati sanitari, sono la principale causa di morte nei pesci ornamentali^{94,95}. In seguito ai controlli legali i pesci possono essere movimentati presso i grossisti che li stabulano prima della distribuzione sul territorio nazionale. Ad oggi l'allevamento presso i centri di riproduzione, pur non potendo fornire tutte le specie richieste dal mercato, dispone, dalle analisi degli stock lists dei due principali allevamenti europei e nordamericani, di circa 24 specie riprodotte in Europa e 38 negli U.S.A. molte delle quali fanno parte delle Famiglie maggiormente importate (Tab.1). Ciononostante gli acquisti effettuati mediante le importazioni superano di gran lunga quelli eseguiti presso gli allevamenti di acquacoltura ornamentale, il cui incremento, migliorerebbe sicuramente numerosi aspetti della filiera commerciale. Infatti le moderne tecniche di acquacoltura permettono di gestire in maniera ottimale tutta la filiera produttiva dalla fase di larva a quella del soggetto commercializzabile, oltre a mantenere costantemente sotto controllo i parametri chimico-fisici delle acque mediante l'utilizzo di sistemi computerizzati. Inoltre le conoscenze sulle esigenze riproduttive, alimentari, del benessere animale e le tecnologie disponibili, permettono già oggi di ottenere esemplari sani, adatti alla vita in acquario, pur mantenendo tutti gli aspetti comportamentali degli esemplari selvatici. Mediante l'allevamento, numerosi stressors sono evitati, poiché non si verificano le catture ed i trasporti intercontinentali sono sostituiti dai trasporti comunitari, effettuabili in minor tempo, più snelli anche dal punto di vista burocratico e meno rischiosi dal punto di vista sa-

nitario. I soggetti nati in allevamento vengono inoltre adattati fin dalla fase post lavale all'alimentazione commerciale o comunque surgelata, tipica dell'acquariofilia ornamentale. È innegabile che il fine ultimo è quello della commercializzazione su larga scala, dunque è fondamentale che i prodotti d'acquacoltura sappiano entrare attivamente nel mercato con prezzi concorrenziali ed animali sani. Infatti, pur non essendo noti tutti i costi dei fornitori internazionali e degli allevamenti, è possibile affermare che al grossista il costo di un soggetto di cattura è di circa 3 volte inferiore di quello di un esemplare nato in cattività. Per tale motivo è necessario aumentare la riproduzione in cattività per abbassare i prezzi ed educare la filiera nazionale comprendente i grossisti, i commercianti e gli hobbisti. Questi devono comprendere che il soggetto allevato dà maggiori sicurezze di sopravvivenza e sanitarie sia circa le perdite che possono colpire le partite del grossista, sia nella facilità di gestione del soggetto nell'acquario casalingo. Per tale motivo è anche necessario sviluppare progetti didattici che informino i negozianti e le associazioni acquariofile. Va fatto notare che, a differenza della maggior parte dell'acquariofilia d'acqua dolce, che vede coinvolti anche acquariofili spesso disinformati ed agli inizi, quella marina tropicale di barriera è una nicchia composta spesso da appassionati fortemente motivati, dunque anche più facilmente sensibili alle realtà ambientali e del mercato. Il consumatore può essere educato, ma è innegabile che le richieste del mercato possono variare anche in riferimento a nuove "mode"; dunque sarà compito dell'acquacoltura aggiornarsi continuamente.

Logicamente non si può bandire il commercio internazionale, in quanto intere comunità di pescatori in diverse nazioni, sopravvivono, come già visto, solo ed esclusivamente di questo. La Comunità Internazionale insieme ai governi locali dovrebbe, però, regolamentare in maniera più efficiente ed etica il commercio degli ornamentali in riferimento al benessere animale e al rispetto delle microeconomie. Per tale motivo occorre obbligatoriamente bandire il commercio mondiale dei pesci catturati mediante l'uso dei composti chimici, educare le popolazioni locali ad un uso ecosostenibile delle risorse collaborando con organizzazioni internazionali, lanciare progetti di microcrediti per la creazione di piccole cooperative di pesca al fine di bypassare figure quali quelle degli intermediari che, ad esempio, pagano 1 *Amphirpion sp.* del valore commerciale di 12 USD solamente 0,12 USD al pescatore.

RINGRAZIAMENTI

Si ringrazia Marco Rosetti, responsabile marketing www.acquaportal.it per la concessione delle Figure 8-12, il Dr. Alessandro Falco per le Figure 4-5, il Sig.



Gennaro Nuzzo dell'Azienda DM Farm per la Figura 3 ed il Sig. Davide Mohtarami dell'Azienda Xanthurum Acquari per la collaborazione prestata.

Parole chiave

Riproduzione, pesci marini tropicali, benessere animale, acquariologia.

■ Captive breeding of coral reef ornamental fishes: current status related with international trade and animal welfare

Summary

Aquarium keeping is a worldwide spread hobby; in recent years reef marine ornamental aquariology became popular due to the advancement in technical supports, consequently the international reef

fish trade increased. 99% of marine fishes is caught in tropical countries using methods such as cyanide and nets, often causing heavy damages to coral reefs and natural wild fish populations. Even if in Europe and U.S.A. are available captive marine fishes from aquaculture, only 38 specie are commonly bred because of lacks in information about larval nutrition and species-specific requirements. This works aims to inform veterinarians, veterinary technicians and public health departments about the marine ornamental fish aquaculture potentialities and the reef fishes international trade even in relation with: animal welfare, animal health, local economies and reef ecosystem conservation.

Keywords

Reproduction, tropical reef fishes, animal behaviour, aquariology.

BIBLIOGRAFIA

- Andrews C: The ornamental fish trade and fish conservation. *Journal of Fish Biology*, 37 (A):53-59, 1990.
- Wabnitz C, Taylor M, Green E, Razak T: *From Ocean to Aquarium*. United Kingdom, Cambridge, UNEP-WCMC, 2003.
- Wood E: Collection of coral reef fish for aquaria: global trade, conservation issues and management strategies. United Kingdom, Marine Conservation Society, 2001.
- Wood E: Exploitation of coral reef fishes for the aquarium trade. Report to the Marine Conservation Society. United Kingdom, Marine Conservation Society, 1985.
- Chapman F, Fitz-Coy S: United States of America trade in ornamental fish. *Journal of the World Aquaculture Society*, 28:1-10, 1997.
- Baquero J: Marine Ornamentals Trade Quality and Sustainability for the Pacific Region. South Pacific Forum Secretariat Trade and Investment Division. Suva, Fiji, 1999.
- Larkin S, Degner R: The US wholesale market for marine ornamentals. *Aquarium Sciences and Conservation*, 3:13-24, 2001.
- Walsh WJ: Community-based management of West Hawaii's aquarium collection fishery. 1st International Conference of Marine Ornamentals, Hawaii, 1999.
- Jonklaas RSL: Population fluctuations in some ornamental fishes and invertebrates off Sri Lanka. Symposium on Endangered Marine Animals and Marine Parks, 12-16 Gennaio, Cochin, India, 47, 1985.
- Bell L J: Notes on the nesting success and fecundity of the anemonefish *A. clarkii* at miyake-jima, Japan. *Japan Journal of Ichthyology*, 22:207-211, 1976.
- Olivotto I, Holt GJ, Carnevali O: Advances in Marine Ornamental Aquaculture: Breeding and Rearing Studies. In: *Corel reefs: biology, threats and restoration*. Ed TB Davin and AB Brannet. Nova Science publisher inc., 2009.
- McGregor GR, Nieuwolt S: *Tropical climatology: An introduction to the climates of the low latitudes*. New York, Wiley, 1998.
- Thresher RE. *Reproduction in reef fishes*. Neptune New Jersey, T F H Publications, 1984.
- Moyer JT, Nakazano A: Protandrous hermaphroditism in six species of the anemonefish genus *Amphiprion*. *Japanese Journal of Ichthyology*, 25:101-106, 1978.
- Buston P M: Group structure of the clown anemonefish *Amphiprion percula*. PhD Thesis, Cornell University, Ithaca, New York, U.S.A., 2002.
- Wilkerson JD: *Clownfishes. A Guide to Their Captive Care, Breeding and Natural History*. Shelburne, 1st Ed., Microcosm, 1998.
- Buston PM: Size and growth modification in clownfish. *Nature*, 424:145-146, 2003.
- Madu K, Madhu R: Protandrous hermaphroditism in the clown fish *Amphiprion percula* from Andaman and Nicobar islands. *Indian Journal of Fisheries*, 53 (4):373-382, 2006.
- Gordon AK, Bok AW: Frequency and Periodicity of Spawning in the Clownfish *Amphiprion akallopisos* Under Aquarium Conditions. *Aquarium Sciences and Conservation*, 3 (4):293-299, 2001.
- Kumar ATT, Setu SK, Murugesan P, Balasubramanian T: Studies on captive breeding and larval rearing of clown fish *Amphiprion sebae* (Bleeker, 1853) using estuarine water. *Indian Journal of Marine Sciences*, 39 (1):114-119, 2010.
- Dhaneesh KV, Ajith Kumar TT, Shunmugaraj T: Embryonic Development of *Percula Clownfish, Amphiprion percula* (Lacepede, 1802). *Middle-East Journal of Scientific Research*, 4 (2):84-89, 2009.
- Terver D: *Donnes sur l'elevage et la reproduction en aquarium d'Amphiprion allardi Klausewitz (Pomacentrids)*. In: *Contribution a labiologie et aux techniques des levages en aquarium*. Universite de Nancy I, Nancy, 310-321, 1975.
- Olla BL, Davis MW: The influence of light on egg buoyancy and hatching rate of the walleye pollock (*Theragra chalmocogramma*). *Journal of Fish Biology*, 42:693-698, 1993.
- McAlary FA, McFarland WN: The Effect of Light and Darkness on Hatching in the Pomacentrid *Abudefduf saxatilis*. *Environmental Biology*, 37:237-244, 1993.
- Olivotto I, Carnevali O: *Nachzuchten für das Korallenriff-Aquarium*, Ed. Brockmann. Birgit Schmettkamp Verlag, Bornheim, 222-229, 2004.
- Green BS, Kenneth RN, McCormick MI: Position of egg within a clutch is linked to size at hatching in a demersal tropical fish. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 329:144-152, 2006.
- Cato JC, Brown CL: *Marine Ornamental Species: Collection, Culture and Conservation*. Hoboken, U.S.A., Wiley-Blackwell, 2003.
- Calado R: Marine ornamental species from European waters: available overlooked resource or a future threat for the conservation of marine ecosystems? *Scientia Marina* 70:389-398, 2006.
- Avella MA, Olivotto I, Gioacchini G, Maradonna F, et al.: The role of fatty acid enrichment in the larviculture of false percula clownfish *Amphiprion ocellaris*. *Aquaculture* 273:87-95, 2007.
- Falinski AK: Effects of different aeration condition on *Isochrysis galbana* (T-ISO) CCMP 1324 in a bench-scale photobioreactor. Thesis Master of Sciences, Faculty of the Graduate School of Cornell University, 2009.
- Zhu CJ, Lee YK, Chao TM: Diurnal changes in gross chemical composition and fatty acid profiles of *Isochrysis galbana* TK1 in outdoor closed tubular photobioreactors. *Journal of Marine Biotechnology* 5, 1997.

32. Bougaran G, Le Déan L, Ewa Lukomska, Kaas R, et al: Transient initial phase in continuous culture of *Isochrysis galbana affinis Tahiti*. *Aquatic Living Resources* 16:389-394, 2003.
33. Lubzens E, Gibson O, Zmore O, Sukenik A: Potential advantages of frozen algae (*Nannochloropsis* sp.) for rotifer (*Brachionus plicatilis*) culture. *Aquaculture*. 133 (3-4):295-309, 1995.
34. Lober M, Zeng C: Effect of microalgae concentration on larval survival, development and growth of an Australian strain of giant freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii*. *Aquaculture* 289 (1-2):95-100, 2009.
35. Lubzens E: Raising rotifer form use in aquaculture. *Hydrobiologia* 147 (1):245-255, 1987.
36. Hamre K, Srivastata A, Ronnestad I, Mangor-Jensen A, et al: Several micronutrients in the rotifer *Brachionus* sp. may not fulfil the nutritional requirements of marine fish larvae. *Aquaculture Nutrition* 14:51-60, 2008.
37. Balfry SK, Higgs DA: Influence of Dietary Lipid Composition on the Immune System and Disease Resistance of Finfish. In: *Nutrition fish Health*. Ed. Food Products Press. New York, London, Oxford, The Inc. Haworth Press, 2001.
38. Schulze AD, Alabi AO, Tattersall-Sheldrake AR, Miller KM: Bacterial diversity in a marine hatchery: Balance between pathogenic and potentially probiotic bacterial strains. *Aquaculture* 256:50-73, 2006.
39. Sargent J, McEvoy L, Estevez A, Bell G, et al: Lipid nutrition of marine fish during early development: current status and future directions. *Aquaculture* 179:217-229, 1999.
40. Olivotto I, Holt SA, Carnevali O, Holt JG: Spawning, early development and first feeding in the Lemonpeel angelfish *Centropyge flavissimus*. *Aquaculture* 253:270-278, 2006.
41. Olivotto I, Zenobi A, Rollo A, Migliarini B, et al: Breeding, rearing and feeding studies in the cleaner goby *Gobiosoma evelynae*. *Aquaculture* 250:175-182, 2005.
42. Palmtag MR, Faulk CK, Holt GJ: Highly unsaturated fatty acid composition of rotifers (*Brachionus plicatilis*) and *Artemia* fed various enrichments. *Journal of the world Aquaculture Society* 37 (1):126-131, 2006.
43. Olivotto I, Cardinali M, Barbaresi L, Maradonna F, et al: Coral reef fish breeding: the secrets of each species. *Aquaculture* 224:69-78, 2003.
44. Brons R: Reproduction and captive breeding of two red sea dottybacks: *Pseudochromis fridmani* and *P. flavivertex*. *Freshwater and Marine Aquarium* 19 (6):48-62, 1996.
45. Olivotto I, Rollo A, Sulpizio R, Avella M, et al: Breeding and rearing the Sunrise Dottyback *Pseudochromis flavivertex*: the importance of live prey enrichment during larval development. *Aquaculture* 255:480-487, 2006.
46. Tissotand B, Hallacher L: Effects of Aquarium Collectors on Coral Reef Fishes in Kona, Hawaii. *Conservation Biology* 17 (3):1759-1768, 2003.
47. Laidley CW: Yellow tang culture development. Hawaii Aquaculture Association Meeting, Windward Community College, 2005.
48. Allen GR: Threatened fishes of the world: *P. kaudernii* Koumans, 1933. *Environmental Biology of fishes* 57:142, 2000.
49. Vagelli A: The reproductive biology and early ontogeny of the mouthbrooding Banggai Cardinalfish, *P. kaudernii*. *Environmental Biology of Fishes* 56:79-92, 1999.
50. Vagelli A, Erdmann M: First comprehensive ecological survey of the banggai Cardinalfish, *P. kaudernii*. *Environmental Biology of Fishes* 63:1-8, 2002.
51. Konings A: *Konings' Book of Cichlids and All the Other Fishes of Lake Malawi*, TFH Pub. Inc. Neptune, U.S.A., 1991.
52. Snoekes L, Konings E: *The Cichlid Diversity of Lake Malawi/Nyasa/Niassa: Identification, Distribution and Taxonomy*. Pub. Cichlid Press, U.S.A., 2004.
53. Sadovy Y, Mitcheson G, Rasotto MB: Early Development of the Mandarinfish, *Synchiropus splendidus* (Callionymidae), with notes on its Fishery and Potential for Culture. *Aquarium Sciences and Conservation* 3 (4):253-263, 2006.
54. Chen TC, Ormond RFG, Mok HH: Feeding and territorial behaviour in juveniles of three co-existing triggerfishes. *Journal of Fish Biology* 59 (3):524-532, 2001.
55. Rubec PJ, Pratt VR: Scientific data concerning the effects of cyanide on marine fish. *Freshwater and Marine Aquarium* 7 (5):4-91, 1984.
56. Rubec PJ: The effects of sodium cyanide on coral reefs and marine fish in the Philippines. *Proceedings of The First Asian Fisheries Forum, Asian Fisheries Society, Manila, Philippines*, 297-302, 1986.
57. Johannes RE, Riepen M: Environmental, economic and social implications of the live reef fish trade in Asia and the Western Pacific. Report for The Nature Conservancy, 1995.
58. Barber CV, Pratt VR: Poison for profits: cyanide fishing in the Indo-Pacific. *Environment* 40 (8):5-34, 1998.
59. Pajaro MG: Alternatives to sodium cyanide use on aquarium fish collection: a community-based approach. *Sea Wind* 6:2-17, 1992.
60. Barber CV, Pratt VR: Sullied seas: strategies for combating cyanide fishing in southeast Asia. *World resources Institute*, 1997.
61. Green A: An assessment of the status of the coral reef resources, and their pattern of use, in the U.S. Pacific Islands. NOAA Cooperative Agreement. Western Pacific Regional Fisheries Management Council, Hawaii, n. NA67AC0940, 1997.
62. US Department of State: *Coral Reefs: Cyanide Fishing and the Live Reef Fish Trade*. Ed. Bureau of Oceans and International, 1998.
63. Rubec PJ: Fish capture methods and Philippine coral reefs. *Marine Fish Monthly* 2 (7):26-31, 1987.
64. Jones RJ: Effects of cyanide on corals. *SPC Live Reef Fish Information Bulletin* 3:3-8, 1997.
65. Jones RJ, Hoegh-Guldberg O: Effects of cyanide on coral photosynthesis: implications for identifying the cause of coral bleaching and for assessing the environmental effects of cyanide fishing. *Marine Ecology Progress Series* 177:83-91, 1999.
66. Mcallister DE: Environmental, economic, and social costs of coral reef destruction in the Philippines. *Galaxea* 7:161-178, 1988.
67. Latin H: Integrated conservation strategies: the example of cyanide fish collection in the Philippines. UNESCO conference, Karolinska Institute, Stockholm, Sweden, 1994.
68. Rubec PJ, R Soundararajan: Chronic toxic effects of cyanide on tropical marine fish. *Proceedings of the Seventeenth Annual Toxicity Workshop, Vancouver*, 243-251, 1991.
69. Dixon DG, Leduc G: Chronic cyanide poisoning of rainbow trout and its effects on growth respiration and liver histopathology. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology* 10:117-131, 1981.
70. Hanawa M, Harris L, Graham M, Farrel AP, et al.: Effects of cyanide exposure on *Dascyllus aruanus*, a tropical marine fish species: lethality, anaesthesia and physiological effects. *Aquarium Sciences and Conservation* 2:21-34, 1998.
71. Johannes RE, Riepen M: Environmental, Economic and Social Implications of the Live Reef Fish Trade in Asia and the Western Pacific. *Nature Conservancy and the South Pacific Commission* 83, 1995.
72. Pet J, Pet-Soede L: A note on cyanide fishing in Indonesia. *Secretariat of the Pacific Community Live Reef Fish Information Bulletin* 5:21-22, 1999.
73. Spiller G: Sustainable livelihood alternatives for coral divers in the Philippines. *Sea Wind* 3:2-6, 1993.
74. Jaap WC, Wheaton J: Observations on Florida reef corals treated with fish collecting chemicals. Florida Department of Natural Resources. Florida Marine Research Publications. 1975
75. Wood EM, Rajasuriya A: *Sri Lanka Marine Aquarium Fishery Conservation and Management Issues*. Sri Lanka, Marine Conservation Society and National Aquatic Resources Agency, 1991.
76. Randall JE: Collecting reef fishes for aquaria. In *Human Impacts on Coral Reefs: Facts and Recommendations*. Ed. Salvat B., Antenne Museum E.P.H.E., French Polynesia, 29-39, 1987.
77. Olivier K: *The Ornamental Fish Market*. Roma, Italy, Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2001.
78. Dufour V, Jouvenel JY, Lo C: Collecting marine fish and invertebrate larvae: a sustainable technology. *First International Conference of Marine Ornamentals*. Hawaii, 1999.
79. Hair C, Bell J, Doherty P: Development of a New Artisanal Fisheries based on the Capture and Culture of Post-larval Coral Reef Fish. Final Report for the Australian Centre for the International Agricultural Research, Sydney, Australia, 2003.
80. Hair C, Bell J, Doherty P: The Use of Wild-caught Juveniles in Coastal Aquaculture and its Application to Coral Reef Fishes. Ed. Stickney R, McVey J: *Responsible Marine Aquaculture*. New York: CAB International, 327-353, 2002.
81. Kinch J: Scoping Report for the Marine Aquarium Trade in the Madou Area, Western Province, the Solomon Islands. A Report prepared

- red for the Marine Aquarium Council and the Foundation of the Peoples of the South Pacific-International, Suva, Fiji, 14, 2004.
82. Wabnitz, C, Taylor M, Green, E., Razak T: From Ocean to Aquarium. Cambridge, UK, UNEP World Conservation Monitoring Centre, 2003.
 83. Nemato CM: Experiments with methods for air transport of live fish. *The Progressive Fish-Culturist* 19:147-157, 1957.
 84. Takashima F, Wang ZM, Kasai H, Asakawa O: Sustained anesthesia with 2-phenoxyethanol in yearling rainbow trout. *Journal of Tokyo University of Fisheries* 69:93-96, 1983.
 85. Guo FC, Teo LH, Chen TW: Effects of anaesthetics on the water parameters in a simulated transport experiment of platy fish, *Xiphophorus maculatus* (Gunther). *Aquaculture Research* 26:265-271, 1995.
 86. Johnson DL, Metcalf MT: Causes and controls of freshwater drum mortality during transportation. *Transactions of the American Fisheries Society* 111:58-62, 1982.
 87. Lim LC, Chua LH: Transportation of ornamental fish for export in the Singapore experience. Conference at Aquarama, Singapore 1-24, 1993.
 88. Teo LH, Chen TW: A study of metabolic rates of *Poecilia reticulata* Peters under different conditions. *Aquaculture and Fisheries Management* 24:109-117, 1993.
 89. Noga EJ: Fish disease diagnosis and treatment, second edition. Iowa, U.S.A. Wiley- Blackwell, 2010.
 90. Collier DN: Cutaneous infections from coastal and marine bacteria, *Dermatologic Therapy*. 15:1-9, 2002.
 91. Ang P, Rattana-Apiromyakit N, Goh CL: Retrospective study of *Mycobacterium marinum* skin infections, *Int J Dermatol* 39:343-347, 2000.
 92. Zaroni RG, Florio S. Micobatteriosi o tubercolosi atipiche: patologie emergenti nei pesci ornamentali. *Atti Master in Scienze del Comportamento e Pet Therapy, Università degli Studi di Teramo* 1-6, 2004.
 93. Scagliarini L, Zanangeli A, compiti del Medico Veterinario presso i depositi di pesci d'acquario e nella pet therapy. *Casalecchio di Reno* 1-18, 2007.
 94. Mosconi G. *Atti Master in Scienze del Comportamento e Pet Therapy, Università degli Studi di Teramo* 10-12, 2004.
 95. Ikama GK, Alfonso LOB, Visajan MM: Stress in fishes. In: *The Physiology of Fishes*, third edition (marine biology). Ed. Evans DH, Claiborne JB. London, Taylor & Francis 319-342, 2006.
- Per le classificazioni tassonomiche: Froese, R. and D. Pauly. Editors. 2011. *FishBase. World Wide Web electronic publication*. www.fishbase.org, version (02/2011).