

Recupero, allevamento e reintroduzione di *Cottus gobio* (Linnaeus, 1758) nella ZSC alpina Valli di Sant'Antonio (Lombardia)

Alessandro Marieni*, Antonella Anzani

Centro Studi Biologia e Ambiente snc Corso XXV Aprile, 87 – 22036 Erba (CO)

* Referente per la corrispondenza: csba.erba@virgilio.it

Pervenuto il 22.2.2018; accettato il 27.4.2018

Riassunto

Presso la Stazione di Idrobiologia Alpina di Sant'Antonio, un centro di ecologia applicata per la gestione delle popolazioni ittiche della ZSC IT2070017 "Valli di Sant'Antonio" (Corteno Golgi, BS, Lombardia), è stato avviato nel 2010 uno specifico programma di allevamento e riproduzione in cattività di *Cottus gobio*, finalizzato alla reintroduzione della specie nelle acque dell'area protetta. Sono stati sperimentati diversi sistemi di allevamento in un ambiente freddo di montagna e ne è stata valutata l'efficacia, mettendo a punto procedure standard che si integrano con la gestione degli impianti comunemente in uso presso gli incubatoi ittici di valle, giungendo alla definizione di protocolli di gestione specifici per queste tipologie ambientali, esportabili in altri contesti analoghi.

PAROLE CHIAVE: scazzone / riproduzione artificiale / conservazione / torrente alpino / piano di gestione

Cottus gobio (Linnaeus, 1758) recovery and reintroduction plan in alpine SAC IT2070017 Valli di Sant'Antonio (Lombardy)

Since 2010, the Stazione di Idrobiologia Alpina di Sant'Antonio (Corteno Golgi, BS, Lombardy), an applied-ecology laboratory, has taken part in an experimentation, with the goal of reintroduction of *Cottus gobio* in SAC IT202017 "Valli di Sant'Antonio" through artificial breeding, farming and restocking in the local streams. Different farming solutions in cold mountain environment were tested and related efficiency has been assessed. Specific protocol integrating bullhead farming in local small trout-fisheries has been drawn up, with the purpose of application in other Alpine districts whenever needed.

KEY WORDS: bullhead / artificial breeding / conservation / Alpine stream / management plan

INTRODUZIONE

Lo scazzone, *Cottus gobio* (Linnaeus, 1758), una specie autoctona dell'Europa centro-settentrionale, è un tipico pesce delle acque del comprensorio alpino italiano, un tempo ampiamente diffuso sull'intero arco alpino e sull'Appennino settentrionale (Zerunian, 2002, 2004).

La specie, autoctona delle acque interne italiane, vive in ambienti freddi (temperatura media inferiore a 14-16°C) e ben ossigenati, dove condivide l'habitat con i Salmonidi. È un pesce bentonico stretto, privo di vescica natatoria, che trascorre la maggior parte del tempo nascosto in rifugi tra i substrati del fondo (Van

Lieferinge *et al.*, 2005). La sua struttura corporea e le sue abitudini lo rendono poco incline agli spostamenti, tendendo ad occupare un ristretto habitat durante il proprio ciclo vitale (Tomlinson *et al.*, 2003). La livrea varia molto in base alla colorazione dei substrati su cui vive e può andare dal grigio omogeneo ad una livrea marmorizzata con striature di colore marrone (Fig. 1).

Maschi e femmine presentano un dimorfismo sessuale che tende a divenire evidente negli adulti: il capo è massiccio nei maschi, con margine anteriore appiattito, mentre nelle femmine la testa è più stretta

e con margine tendenzialmente più appuntito. Anche il corpo è più tozzo nei maschi e più slanciato nelle femmine (Fig. 2 e 3).

L'accrescimento è in relazione alle caratteristiche ambientali. Le due principali variabili che ne condizionano la crescita sono la temperatura e la disponibilità di risorse trofiche. In ambienti con acque con temperatura compresa tra 14 e 16 °C e ricchi di cibo la crescita è molto rapida, ma il ciclo di vita è piuttosto breve. Di contro, in ambienti montani oligotrofici, dove le temperature sono sempre inferiori a 10 °C, l'accrescimento è molto lento, ma le ridotte velocità metaboliche consentono alla specie di essere più longeva (Cowx *et al.*, 2003). In questi casi la maturità sessuale viene raggiunta tra

il secondo ed il quarto anno di vita ed i pesci possono vivere anche fino a 9 o 10 anni. Anche il periodo riproduttivo varia a seconda dell'ambiente: nelle acque di pianura e nelle risorgive le uova vengono deposte già da febbraio, mentre nei torrenti di montagna la riproduzione avviene solitamente a maggio. In natura le uova vengono deposte all'interno di un riparo scelto dal maschio, dopo un breve corteggiamento che induce le femmine ad entrare nel riparo. Le uova, di colore giallastro chiaro e di forma tondeggiate, hanno un diametro di 2-3 mm e vengono deposte in piccoli grappoli sulla volta o sulle pareti del riparo, a cui restano adese e dove vengono immediatamente fecondate dal maschio. Terminata la deposizione il maschio scaccia la femmina dal nido



Fig. 1. *Cottus gobio*. Le due fotografie ritraggono le tipiche livree a tonalità marrone (sopra) e a tonalità grigia (sotto). Foto Centro Studi Biologia e Ambiente (CSBA).



Fig. 2. Esemplari maschi di *Cottus gobio*. Si noti il capo massiccio ed ampio. Foto Centro Studi Biologia e Ambiente (CSBA).



Fig. 3. Esemplare femmina di *Cottus gobio*. Il capo è più affusolato rispetto ai maschi ed il ventre è rigonfio a causa della presenza delle uova. Foto Centro Studi Biologia e Ambiente (CSBA).

e resta ad effettuare cure parentali fino alla schiusa. Più femmine possono essere richiamate dal maschio a deporre all'interno dello stesso nido (Anzani *et al.*, 2014). Ciascuna femmina depone un numero variabile di uova, in relazione alla propria taglia. I dati riportati in bibliografia indicano valori molto diversi tra loro. Zerunian (2002), ad esempio, riporta un numero compreso tra 80 e 600 uova per femmina in base alla taglia, mentre Piccinini *et al.* (2012) indicano valori compresi tra 500 e 1200 uova per femmine di circa 11 cm valutate in allevamento. Durante la fase di incubazione il maschio non abbandona il nido e si alimenta solo con le prede che riesce a catturare dal presidio. Le uova schiudono in circa 170 gradi giorno.

A causa delle sue abitudini strettamente bentoniche, questo pesce è particolarmente minacciato dalle alterazioni morfologiche degli habitat, dalle modifiche del regime idrologico e dalle alterazioni ecologiche prodotte dalle immissioni in sovrannumero di pesci a sostegno della pesca sportiva, come i Salmonidi, di cui è preda d'elezione (Zerunian, 2003). Recentemente è stato rimosso dalla lista rossa delle specie minacciate redatta da IUCN a causa dell'ampio areale di diffusione (Rondinini *et al.*, 2013); tuttavia la sua presenza nel comparto alpino della Provincia di Brescia è piuttosto frammentaria e spesso legata a metapopolazioni isolate (Viglione *et al.*, 2003). Nelle Valli di Sant'Antonio la specie si è estinta a causa dell'eccessiva immissione di trote (Anzani *et al.*, 2007). Le acque in questione, infatti, sono ricomprese all'interno di una riserva di pesca che il Comune di Corteno Golgi gestisce in concessione dal 1949. Tuttavia, essendo tale riserva di pesca ricompresa in parte all'interno dei confini della Riserva Naturale delle Valli di Sant'Antonio, nonché in gran parte all'interno anche dell'omonima ZSC IT2070017, dal 2007 il Comune di Corteno Golgi ha avviato un programma di revisione delle modalità di gestione della pesca al fine di renderla compatibile con le finalità conservazionistiche che il sito impone: le azioni ad oggi avviate riguardano sostanzialmente la ricostituzione di popolazioni ittiche selvatiche in linea (Anzani *et al.*, 2011, 2013). Nel dettaglio l'attività scientifica riguarda una azione specifica che ha interessato la reintroduzione dello scazzone nel bacino del torrente Sant'Antonio (Anzani *et al.*, 2014).

Proprio per tale fine, è stata avviata un'attività di ricerca applicata finalizzata a valutare le modalità operative più efficaci per la reintroduzione di questa specie ittica nell'area. La sperimentazione dell'allevamento presso la stazione di Idrobiologia Alpina ha avuto inizio nel 2010 e le fasi operative sono state attuate tra il febbraio 2012 ed l'ottobre 2016. Dopo aver preso in esame diverse popolazioni del bresciano, scartate poiché destrutturate, troppo povere o già gravate da fattori di stress, alla luce dell'omogeneità delle popo-

lazioni di scazzone dell'area padana (Slechtova *et al.*, 2004; Vonlanthen *et al.*, 2007) sono stati reperiti alcuni esemplari di *C. gobio* maschi e femmine, subadulti e riproduttori, da una florida popolazione del fiume Lambro (Como). I pesci sono stati quindi trasferiti presso la Stazione di Idrobiologia Alpina delle Valli di Sant'Antonio, struttura operativa per la gestione della fauna ittica dell'area protetta, dove sono state messe a punto e sperimentate diverse condizioni di allevamento. L'attività sperimentale ha riguardato il monitoraggio delle condizioni ambientali e la risposta fisiologica e comportamentale di *C. gobio* alle diverse situazioni. Si è così giunti alla definizione delle migliori strategie per l'allevamento e la riproduzione in ambiente artificiale della specie in contesti alpini, verificando le differenze con attività di allevamento sperimentate svolte in condizioni ambientali diverse.

MATERIALI E METODI

La sperimentazione ha preso in esame dapprima quanto riportato in Piccinini *et al.* (2012) relativamente al manuale tecnico-pratico per l'allevamento dello scazzone, adattandone le procedure al contesto ambientale ed impiantistico della Stazione di Idrobiologia Alpina delle Valli di Sant'Antonio. Da qui poi sono stati sviluppati e testati nuovi sistemi e strategie di allevamento specifici per ambienti freddi e poco produttivi.

L'acclimatamento alle condizioni ambientali in impianto da parte degli esemplari reperiti in natura e qui trasferiti è avvenuto gradualmente, mantenendo la temperatura dell'acqua tra 8 °C e 10 °C e garantendo una adeguata ossigenazione tramite gorgogliamento dell'acqua in ingresso. Entro poche ore dal trasferimento tutti i pesci hanno dimostrato un pieno adattamento alle nuove condizioni, mostrando addirittura di accettare voracemente il cibo somministrato. In questa prima fase di adattamento il tasso di sopravvivenza è stato del 100%.

Durante la fase sperimentale è stata valutata l'efficacia di differenti strutture per la stabulazione. In ciascuna delle diverse condizioni è stato mantenuto un pool di individui caratterizzato dai medesimi valori di densità ittica e di biomassa per unità di volume, costituito da un gruppo misto formato per un terzo da individui subadulti, un terzo da maschi riproduttori ed un terzo da femmine riproduttrici. Le diverse soluzioni tecniche sperimentate sono state le seguenti:

- impianti a circuito chiuso a ricircolo;
- impianti aperti;
- vasche "californiane".

Una prima fase della sperimentazione ha riguardato la stabulazione degli individui di scazzone in impianti a circuito chiuso, con ricircolo dell'acqua. L'impianto è stato realizzato impiegando due vasche in vetro aventi

dimensioni ciascuna di 120 x 40 x 40 cm, compartimentate in 3 scomparti in serie, ciascuno recapitante all'interno dello stesso impianto di filtrazione, corredato da apposito refrigeratore per la gestione della temperatura (Fig. 4).

La sezione filtrante, alloggiata nel retro delle vasche, tratta l'acqua in uscita da ciascuna di esse mediante un sistema di filtrazione trifasico a più stadi, meccanico, chimico e biologico, e successivamente la invia al termoregolatore per poi ridistribuirli nei compartimenti. La temperatura dell'acqua, per l'intero periodo di stabilizzazione, è stata costantemente mantenuta a 12°C. In queste condizioni la conducibilità elettrica dell'acqua, inizialmente sul valore di 89 µS/cm, tende ad aumentare nel tempo con un incremento mensile pari a circa il 30%. Benché efficiente, si è osservato come il sistema di filtraggio tenda a concentrare i soluti presenti nell'impianto. L'ossigeno disciolto, in concentrazione di 10,2 mg/L al momento del riempimento dell'impianto, si è abbassato nei primi giorni di funzionamento fino al valore di 8,5 mg/L, mantenendosi però poi costante su questo valore per l'intero periodo di sperimentazione. Il pH è risultato tendenzialmente stabile, oscillando tra 7,20 e 7,80.

È stato sperimentato anche l'utilizzo di sistemi aperti, modificando l'impianto descritto precedentemente, convertendolo da un sistema chiuso a ricircolo, ad un sistema aperto. Pur non avendo osservato particolari problemi sulla vita dei pesci anche nei sistemi a ricircolo, l'utilizzo dell'impianto aperto ha consentito di accertare un evidente miglioramento delle condizioni generali degli animali essenzialmente in termini di maggiore attività degli individui. In queste condizioni non sono stati registrati né incrementi di conducibilità elettrica, che si è sempre mantenuta costante attorno a 85 µS/cm, né variazioni sensibili di concentrazione di ossigeno disciolto, costante attorno a 10 mg/L, così come stabile è risultato il pH, di poco superiore alla neutralità. Ciò ha consentito anche di ridurre enormemente le attività di controllo e manutenzione degli impianti. Più variabile, invece, è risultata la tempera-



Fig. 4. Impianto per l'allevamento sperimentale di *Cottus gobio*. Sistema a circuito chiuso, con coppis (sopra) e mattoni forati (sotto) (foto CSBA).

tura che, essendo legata agli andamenti stagionali che interessano la rete di distribuzione idrica comunale, ha oscillato tra valori di poco superiori a 4 °C in inverno, fino a 10-12 °C in estate. L'acqua è fornita dalla rete acquedottistica, il cui allacciamento è posto a monte dell'impianto di trattamento igienico-sanitario del potabilizzatore garantendo così una risorsa idrica naturale, priva di additivi disinfettanti, costante in tutti i periodi dell'anno e con temperature sempre idonee per la specie ittica. Questo elemento ha giocato un ruolo chiave per la scelta effettuata (Fig. 5). Diversamente però da quanto osservato nei sistemi a ricircolo, l'acqua più fredda nel periodo invernale e primaverile ha ritardato l'inizio del periodo riproduttivo, spostandolo dai primi di aprile (sistemi a ricircolo) ai primi di maggio (sistemi aperti).

Quale ultima soluzione tecnica è stata testata anche l'efficacia dell'utilizzo di impianti comunemente impiegati in trotticoltura e cioè le vasche cosiddette "californiane". Si tratta di vasche in acciaio inox, collegate in serie, aventi forma a base rettangolare con superficie di circa 0,7 m² e profondità di 20 cm (Fig. 6 e 7). Sono anch'essi sistemi aperti, nei quali i parametri di temperatura, ossigeno, conducibilità



Fig. 5. Impianto per l'allevamento sperimentale di *Cottus gobio*. Vasche modificate con impianto a circuito idrico aperto (foto CSBA).



Fig. 6. Vasche "californiane" solitamente impiegate per l'incubazione delle uova e primo allevamento di avannotti di trota negli incubatoi ittici di valle, adattate ed allestite per l'allevamento sperimentale di *Cottus gobio*. L'immagine si riferisce ad una batteria di vasche senza ghiaia, con presenza dei soli ricoveri (foto CSBA - S. Cisani).

elettrica ed ossigenazione monitorati hanno mostrato i medesimi andamenti descritti nel caso precedente. Le californiane sono caratterizzate da spazi più ampi rispetto alle strutture sopra descritte e tale morfologia ha positivamente influenzato le possibilità di mobilità del pesce. Si è potuto così verificare come lo scazone prediliga spazi vitali caratterizzati da acque basse ed una certa disponibilità di superficie in cui muoversi: le californiane si sono così dimostrate l'opzione ottimale, soprattutto durante il periodo riproduttivo.

Oltre alle condizioni generali di stabulazione, si è provveduto anche a valutare il livello di gradimento dei pesci nei confronti di diversi substrati. Le diverse tipologie di vasche sono state quindi allestite sia con substrati minerali, costituiti da uno strato di ghiaia di fiume grossolana e ricoveri realizzati con ciottoli, che con ricoveri artificiali, essenzialmente coppi in terracotta e mattoni forati. Queste soluzioni sono state testate sia in maniera integrata (substrato e diverse tipologie di ricoveri posizionati nelle medesime vasche) sia in maniera singola (substrato e diversi tipi di rifugi allestiti in vasche separate, ciascuna con una sola tipologia all'interno).

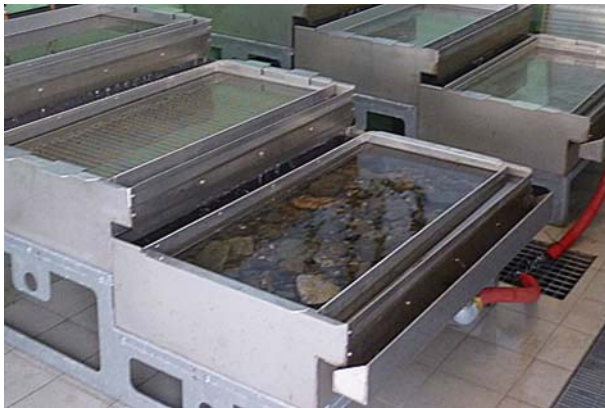


Fig. 7. Vasche "californiane" appositamente allestite con substrato di ghiaia, ciottoli e rifugi (foto CSBA – S. Cisani).

RISULTATI

Durante la sperimentazione negli impianti a circuito chiuso, con temperatura costantemente mantenuta a 12 °C, la comparsa dei tipici comportamenti prodromici della fase riproduttiva è stata osservata tra la fine di marzo ed i primi giorni di aprile. In questa fase i pesci hanno dimostrato una maggior attività, con frequenti spostamenti all'interno delle vasche ed atteggiamenti aggressivi tra i vari individui, soprattutto da parte dei maschi. In questi impianti di allevamento la deposizione delle uova è avvenuta sempre nella prima decade di aprile, unicamente all'interno dei ricoveri appositamente introdotti, sia sulla volta che sulle pareti laterali degli stessi. In queste condizioni le uova lasciate nelle vasche sono state immediatamente predate da altri esemplari, nonostante i tentativi di difesa dei maschi a protezione dei nidi. Altre uova sono state spostate, unitamente al substrato al quale erano adese, in scomparti del medesimo impianto privi di pesci. In questo caso tutte le uova sono state rapidamente invase da muffe acquatiche (*Saprolegniaceae*) e sono successivamente degenerate. Tra le diverse tipologie di ricoveri immessi, la deposizione delle uova è stata riscontrata solo all'interno di mattoni forati, dei quali solo il 10% di quelli disponibili è stato comunque utilizzato.

Diversamente da quanto osservato nei sistemi a ricircolo, in quelli a sistema aperto l'acqua più fredda (nei mesi di gennaio e febbraio le temperature registrate in impianto sono risultate sempre inferiori a 4 °C) ha verosimilmente ritardato l'inizio del periodo riproduttivo. I pesci hanno iniziato a manifestare i tipici comportamenti pre-riproduttivi nella terza decade di aprile, mentre la deposizione delle uova si è verificata tra la seconda decade e l'inizio della terza decade di maggio. La frequenza delle deposizioni è stata piuttosto regolare in questo lasso di tempo con gli episodi più precoci osservati il 15 maggio del 2013 ed i più tardivi il 22 maggio dello stesso anno. In concomitanza con le deposizioni la temperatura media dell'acqua si è mante-

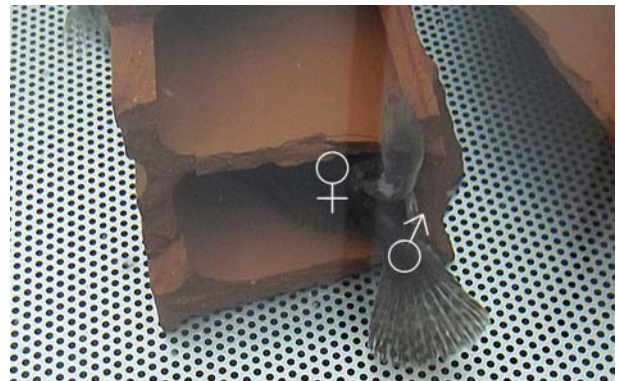


Fig. 8. Due fasi della deposizione delle uova osservata direttamente in impianto (foto CSBA).

nuta tra 6 e 7 °C. Anche in questa tipologia di impianto sono stati osservati fenomeni di predazione a carico delle uova, ma nel complesso i maschi a presidio delle deposizioni sono apparsi molto più reattivi ed efficaci nel difendere il nido (Fig. 8), conseguentemente la perdita di uova per predazione è stata decisamente contenuta. Solo nel caso della deposizione del 15 maggio 2013, che rappresentava l'unica presente in quel momento nell'impianto, il maschio non è riuscito a fronteggiare le diverse incursioni che nel giro di due giorni hanno portato alla completa predazione dell'intero grappolo di uova deposte.

Come da protocollo di sperimentazione, alcuni gruppi di uova sono stati isolati dai pesci (Fig. 10). Rispetto alle ovature presidiate dai maschi (Fig. 9), in quelle isolate è stata osservata l'insorgenza di saprolegnosi (Fig. 13). In questo caso la perdita di uova è risultata comunque inferiore al 20% di quelle isolate. Nelle vasche erano presenti, in egual misura, ricoveri delle tre tipologie scelte. Di questi, è stato utilizzato

per la deposizione il 50% dei mattoni forati presenti ed il 20% dei ricoveri realizzati con i ciottoli, mentre in nessun caso sono stati utilizzati i coppi. Le uova in incubazione, sia quelle presidiate dai pesci che quelle isolate, sono state monitorate costantemente. Lo sviluppo di entrambi i gruppi è proceduto regolarmente ed in maniera sincrona. Poco prima della schiusa (Fig. 11 e 12), al fine di evitare la dispersione delle larve, anche le uova presidiate sono state isolate e trasferite, assieme alle altre, in appositi contenitori a ciclo aperto (Fig. 14).

La sperimentazione dell'allevamento nelle vasche californiane ha permesso di accertare condizioni analoghe a quelle descritte nel caso precedente. Le caratteristiche dell'acqua, infatti, sono risultate le medesime dal momento che sia queste vasche che i sistemi aperti sono stati alimentati in continuo dalla stessa fonte di approvvigionamento idrico, con la medesima portata di ricambio (cambio completo dell'intero volume in circa 6 minuti). A seguito di ciò, i comportamenti osservati



Fig. 9. Esemplare maschio di *Cottus gobio* che presidia le uova (foto CSBA).

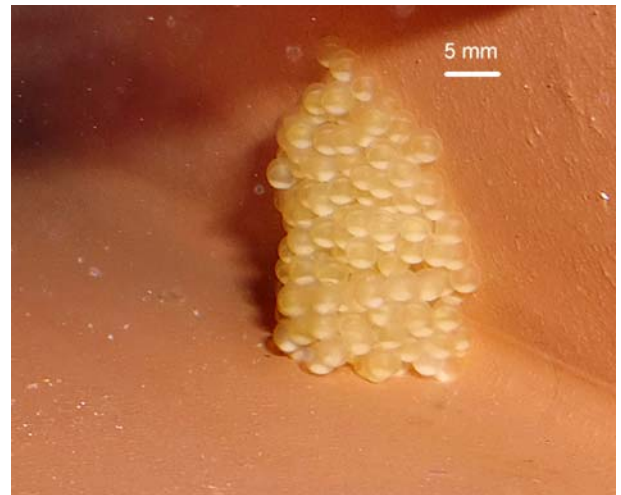


Fig. 10. Particolare di un grappolo di uova deposte e fecondate all'interno di un substrato artificiale (foto CSBA).



Fig. 11. Uova di *C.gobio* deposte sulla volta di un riparo realizzato con ciottoli di fiume appositamente allestito all'interno della vasca di stabulazione. Le uova sono in procinto di schiudersi e sono chiaramente visibili le larve al loro interno (foto CSBA).



Fig. 12. Uova di *C. gobio* deposte sulla parete interna di un mattone forato, appositamente introdotto nella vasche di allevamento. Le uova sono in procinto di schiudersi e sono chiaramente visibili le larve al loro interno (foto CSBA).

nei pesci non si sono scostati da quanto riscontrato nei sistemi aperti. In questo caso tutti i mattoni forati sono stati utilizzati per la deposizione delle uova, così come il 50% dei ricoveri in ciottoli. Anche nelle californiane, gli scazzoni hanno dimostrato di non gradire i coppi



Fig. 13. Uova attaccate da *Saprolegnia* spp. (foto CSBA – S. Cisani).



Fig. 14. Vaschetta utilizzata per la prima stabulazione degli avannotti (foto CSBA – S. Cisani).

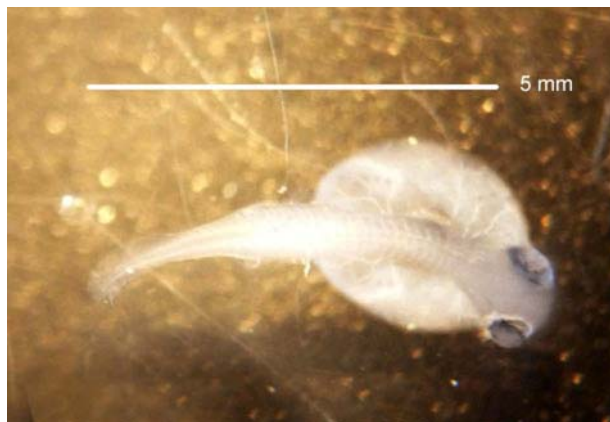


Fig. 15. Immagine ripresa allo stereoscopio di una larva di scazzone appena schiusa (foto CSBA – S. Cisani).

quali substrati per la deposizione.

Anche in merito all'incubazione, nelle vasche californiane sono state osservate le medesime dinamiche già descritte per gli impianti a circuito aperto. In questo impianto, in un caso è stato possibile assistere direttamente alla deposizione di uova all'interno di uno dei substrati appositamente predisposti. Il maschio, una volta scelto il sito, attraverso un caratteristico rituale di corteggiamento, ha richiamato una femmina all'interno, la quale, rovesciandosi, ha deposto alcune centinaia di uova sulla volta del riparo che sono state immediatamente fecondate dal maschio (Fig. 8). Terminata la fecondazione, il maschio ha allontanato la femmina dal nido, rimanendo poi all'interno per le cure parentali. Nei giorni successivi, altri grappoli di uova sono stati deposti nello stesso ricovero.

Dalle osservazioni condotte, soprattutto in riferimento al successo riproduttivo, la granulometria e la natura del substrato non sembrerebbero rappresentare un fattore discriminante, mentre lo è la presenza di rifugi efficaci in cui rintanarsi ed in cui deporre le uova: i migliori risultati, infatti, sono stati ottenuti con le vasche californiane, corredate ciascuna da una decina di rifugi costituiti sia da ciottoli che da mattoni forati, indipendentemente dalla presenza o assenza di substrato posto sul fondo.

I dati raccolti durante gli anni di sperimentazione hanno dato le seguenti informazioni relativamente allo sviluppo embrionale e al primo accrescimento degli avannotti:

- l'incubazione delle uova richiede circa 22 giorni alla temperatura di circa 7 °C. Il dato osservato risulta in linea con il valore di 170 gradi giorno riportato in letteratura (Piccinini *et al.*, 2010);
- dopo circa 10 giorni dalla deposizione, le uova cambiano aspetto, assumendo una colorazione gialla più intensa e rivelando le macchie oculari degli embrioni all'interno (Fig. 11 e 12);
- il riassorbimento del sacco vitellino, alla temperatura



Fig. 16. Due avannotti di 26 giorni di età, a sacco vitellino riassorbito. (foto CSBA – S. Cisani).

dell'acqua di circa 7 °C, avviene in una ventina di giorni (Fig. 15 e 16);

- al termine di questa fase gli avannotti si alimentano autonomamente e sono risultati attratti solo da prede in movimento, non riconoscendo come cibo, benché commestibili, le particelle immobili. A fronte di questa particolarità si è rivelato del tutto inefficace l'impiego dei classici mangimi appositamente studiati per avannotti, compresi quelli utilizzati in acquariofilia. Viste le ridotte dimensioni degli avannotti, che in questa fase misurano circa 7-8 mm, si è optato per la somministrazione di naupli vivi di *Artemia salina*, immessi quotidianamente nelle vaschette di stabulazione (Fig. 17 e 18);
- i giovani nati, dopo 5 mesi, raggiungono una lunghezza media di circa 18 mm (Fig. 19);
- raggiunta la taglia di 20 mm circa, a 5-6 mesi d'età (Fig. 20), la dieta può essere arricchita con larve sminuzzate di Chironomidi, che da questo stadio



Fig. 17. Uovo e nauplio di *Artemia salina* appena schiuso (foto CSBA – S. Cisani).



Fig. 18. Avannotti di scazzone di 2 mesi dopo la somministrazione del cibo. Pur iniziando ad evidenziare una certa pigmentazione, il corpo lascia intravedere in trasparenza gli organi interni. Il colore arancio è dato dai naupli di *Artemia salina* appena catturati che conferiscono una tipica colorazione allo stomaco (foto CSBA – S. Cisani).

di sviluppo dello scazzone, nell'arco di un paio di settimane, ne rappresentano l'intera dieta;

- le larve sminuzzate di Chironomidi devono comunque essere mantenute in movimento dalla circolazione dell'acqua poiché anche in questa fase i giovani scazzoni non riconoscono come cibo le particelle immobili;
- in queste condizioni di allevamento lo scazzone ha evidenziato un accrescimento regolare e lineare, raggiungendo una taglia di circa 40 mm ad un anno di vita. L'analisi dei dati (Ricker, 1975) (Gayanilo *et al.*, 2006) ha permesso di ricavare per il dataset età-

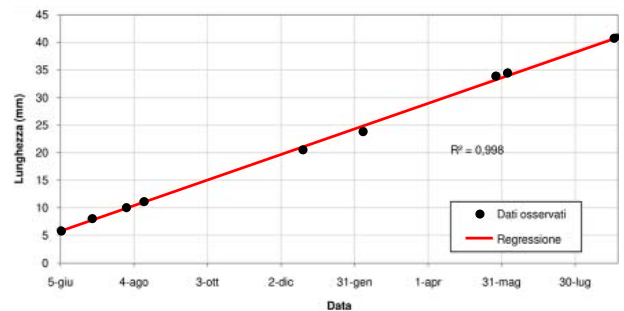


Fig. 19. Accrescimenti medi di *C. gobio* riferiti ad individui nati in cattività presso l'impianto sperimentale della Stazione di Idrobiologia Alpina delle Valli di Sant'Antonio, misurati nei primi 16 mesi di vita, tra giugno e settembre.



Fig. 20. Giovane scazzone all'età di 6 mesi (foto CSBA – S. Cisani).



Fig. 21. Giovani scazzoni di età di 12 mesi, taglia ritenuta adeguata per il rilascio in acque libere (foto CSBA – S. Cisani).

lunghezza una correlazione di tipo lineare, associata ai primi 16 mesi di vita (Fig. 19);

- all'età di circa 1 anno (Fig. 21), i pesci sono in grado di alimentarsi anche di larve o loro frammenti non in movimento, che ricercano attivamente dopo la somministrazione nelle vasche.

Durante la sperimentazione è stato inoltre osservato che:

- in assenza di trattamento farmacologico si è verificata a carico delle uova una significativa insorgenza di saprolegnosi che ha ridotto la schiusa a circa il 50% del totale di uova deposte (Fig. 13);
- l'insorgenza di saprolegnosi tende a non verificarsi nei casi in cui le uova siano presidiate dal maschio, il quale provvede a garantire un costante ricambio idrico tramite un flusso forzato mediante l'uso delle pinne pettorali; non sono, tuttavia, da escludere fenomeni di predazione a carico delle uova, anche da parte del maschio stesso;
- per i diversi stadi di sviluppo da uovo ad avannotto il tasso di mortalità maggiore è stato registrato per lo stadio di uovo (causa saprolegnosi), mentre per le larve e gli avannotti il tasso di mortalità è risultato prossimo allo zero.

Nelle condizioni di allevamento descritte, lo scazzone ha evidenziato un accrescimento regolare e lineare, raggiungendo una taglia di circa 40 mm ad un anno di vita (Fig. 19). Il dato appare inferiore ai valori riportati in bibliografia ed in particolare è inferiore ai dati osservati in altri casi di allevamento (Piccinini *et al.*, 2010), che indicano una lunghezza di circa 50-60 mm per gli *yearlings*. Il fatto è verosimilmente attribuibile alle basse temperature che caratterizzano le acque dell'impianto di Corteno Golgi, ben inferiori ai 14-16°C a cui si riferiscono i dati riportati in letteratura.

La fase di sperimentazione si è conclusa liberando tutti gli esemplari coinvolti, sia quelli originariamente prelevati dalle popolazioni selvatiche, sia quelli prodotti durante l'allevamento in tre aree distinte delle Valli di Sant'Antonio, corrispondenti alle seguenti tipologie fluviali.

Area 1 – Torrente Sant'Antonio - Quota 1050 m slm. Substrato costituito in prevalenza da massi (compreso *megalithal*) e ciottoli con ghiaia presente in misura minore. Sponde con vegetazione arbustiva ripariale. Medio gradiente altimetrico longitudinale. Mesohabitat caratteristici sono il *pool* ed il *riffle*. L'area sperimentale è stata localizzata nei pressi della Stazione di Idrobiologia Alpina.

Area 2 – Torrente Brandet - Quota 1150 m slm. Substrato costituito da blocchi e massi, con ciottoli e ghiaia presente solo nelle aree a minor corrente. Sponde piuttosto incise, ma comunque colonizzate da vegetazione arbustiva ripariale. Elevato gradiente altimetrico longitudinale. L'habitat si presenta come

una successione di *pools* intervallate da salti e piccole cascate.

Area 3 – Torrente Campovecchio - Quota 1310 m slm. Substrato costituito da ciottoli, ghiaia e massi, con rari ed occasionali blocchi. Sponde poco incise e colonizzate da vegetazione arbustiva ripariale. Basso gradiente altimetrico longitudinale. Il torrente è caratterizzato da *riffles*, con presenza subordinata di *pools*.

DISCUSSIONE

La sperimentazione ha dimostrato come *Cottus gobio*, anche in diverse situazioni di stabulazione, possa essere agevolmente allevato e come la specie sia in grado di riprodursi autonomamente in cattività, benché con rese diverse a seconda delle condizioni di impianto. Si tratta di un risultato che in parte conferma quanto rilevato da altri autori (Piccinini *et al.*, 2010; 2012).

In questa sperimentazione, tuttavia, sono state testate varie soluzioni tecniche. Tra queste, l'utilizzo di sistemi aperti d'allevamento, con possibilità di ricambio diretto dell'acqua, rispetto ad impianti a ricircolo, ha dato i risultati migliori sia per la stabulazione dei pesci che per l'incubazione e il successivo sviluppo di uova ed embrioni. Oltre a ciò, gli impianti aperti non necessitano né di sistemi di regolazione della temperatura, né di sistemi di filtrazione, alleggerendo così le attività di manutenzione nonché i relativi costi di gestione.

Pur dando prova di una elevata capacità di adattamento in cattività, come dimostrato in particolare da Piccinini *et al.* (2012), nelle attività condotte presso la Stazione di Idrobiologia Alpina *C. gobio* ha dimostrato di prediligere maggiormente ambienti di stabulazione, a parità di volume, con ampia superficie di base e battente ridotto rispetto a strutture più strette e profonde.

La presenza di substrato sul fondo delle vasche, immessa al fine di ricreare condizioni vicine a quelle naturali non ha avvantaggiato l'ambientamento di pesci selvatici così come è risultata del tutto ininfluenza per le condizioni di allevamento, mentre si è confermata determinante la presenza di rifugi. Le stesse strutture di rifugio sono poi utilizzate in fase riproduttiva quali substrati di deposizione. Se per la funzione di ricovero tutte le diverse tipologie di substrati sono state utilizzate allo scopo, per la deposizione delle uova è invece risultata discriminante la forma degli stessi, con netta predilezione per i rifugi di forma regolare, quali gli spazi interni tipici dei mattoni forati. In tutte le tipologie di impianti testati, i pesci hanno deposto spontaneamente le uova, benché, a parità di condizioni al contorno, le deposizioni siano state più numerose nelle vasche californiane dove i pesci sono risultati molto più inclini ad effettuare spostamenti. Questo fatto ha verosimilmente incrementato le occasioni di incontri riproduttivi efficaci.

In allevamento è stata invece confermata una significativa perdita di uova fecondate a causa dell'insorgenza di saprolegnosi. Questa tendenza viene efficacemente contrastata dall'azione di monda ed ossigenazione svolta dal maschio che presidia il nido. Tuttavia, qualora non si provveda a separare dal maschio le uova deposte, molte di esse vengono mangiate direttamente dallo stesso. Pur non avendo raccolto informazioni specifiche a riguardo, è verosimile ritenere che le uova eliminate per predazione siano quelle che per vari motivi potrebbero degenerare, come ad esempio le uova non fecondate o non vitali. Il maschio così, eliminandole, eviterebbe l'attecchimento delle spore di Saprolegniaceae e conterrebbe il rischio di una successiva estensione anche alle uova vitali. Le principali criticità in questa esperienza di allevamento sono state rilevate durante l'incubazione e sviluppo delle uova, che costituisce pertanto la fase più critica e delicata dell'intero ciclo vitale in cattività. Dopo la schiusa, infatti, la mortalità delle larve e l'accrescimento degli avannotti ha fatto registrare un tasso di mortalità pressoché nullo, associato esclusivamente ad eventi accidentali occorsi nelle fasi di manutenzione delle vasche.

L'intera area delle Valli di Sant'Antonio è ad alta vocazione per *Cottus gobio*, così come già esposto in precedenza. La sua presenza storica in quest'area è inoltre un dato accertato. Allo stato attuale gli interventi di riqualificazione della fauna ittica e le nuove modalità di gestione della riserva di pesca delle Valli di Sant'Antonio hanno posto il presupposto per concretizzare la reintroduzione della specie. A fronte delle caratteristiche ambientali rilevate e dell'elevata naturalità dell'habitat fluviale si ritiene che già la semplice immissione di coppie di riproduttori di scazzone, purché adattati a vivere in contesti ambientali analoghi a quelli delle Valli di Sant'Antonio, possa portare nel tempo all'affermazione di una popolazione in grado di sostenersi.

CONCLUSIONI

La sperimentazione condotta ha permesso di testare l'efficacia di diverse condizioni di stabulazione e allevamento di *Cottus gobio* in ambienti montani, caratterizzati da basse temperature, da integrare nelle strategie di gestione per il supporto ed il sostegno di questa specie di interesse naturalistico e conservazionistico. In funzione dell'obiettivo di calibrare un protocollo operativo a supporto di uno specifico programma di gestione, presso la Stazione di Idrobiologia Alpina, quindi, si è cercato di mantenere condizioni termiche, idrochimiche e trofiche che fossero il più simili possibile e rappresentative delle caratteristiche ambientali delle stazioni dei torrenti S. Antonio, Brandet e Campovecchio in cui è prevista l'attuazione di azioni estensive volte alla reintroduzione di *Cottus gobio*. È stato pertanto possibile raccogliere importanti dati sulla biologia della specie

ritenuti significativi per descriverne l'autoecologia in ecosistemi torrentizi alpini ed utili per l'indirizzo e la pianificazione delle attività future. La valutazione del grado di adattamento dei pesci mantenuti in allevamento, permette di affermare che anche individui provenienti da popolazioni della fascia prealpina o anche di pianura, dopo un periodo di acclimatamento alle condizioni specifiche di tale area, una volta reimmessi in acque libere, possano accrescersi, riprodursi naturalmente e dare luogo a popolazioni in grado di sostenersi.

La sperimentazione condotta ha evidenziato come il periodo riproduttivo e l'accrescimento dello scazzone siano in gran parte dipendenti dalle caratteristiche ambientali, funzione anzitutto della temperatura che ne condiziona il metabolismo. Per le condizioni che si rilevano presso le Valli di Sant'Antonio è possibile ritenere che la deposizione delle uova possa avvenire indicativamente nel mese di maggio, ed in ogni caso quando la temperatura raggiunge circa i 6 °C. Gli accrescimenti sono comunque ridotti ed inferiori a quelli tipici di altre tipologie ambientali di risorgiva o di fondovalle. Nel corso della sperimentazione, nessun individuo ha raggiunto la maturità sessuale prima della conclusione della stessa, pertanto è verosimile ritenere che, in questi contesti, i pesci divengano riproduttori solo dal quarto anno di vita. Questo dato è in accordo con le altre risultanze emerse e conferma come in acque fredde di montagna lo sviluppo richieda tempi più lunghi rispetto a quanto riportato in bibliografia. Le caratteristiche ottimali per la specie in termini di microhabitat risultano ampiamente diffuse in questo comprensorio.

Le indagini di approfondimento e la sperimentazione condotta confermano pertanto la sussistenza di oggettivi presupposti per ritenere che il processo di reintroduzione della specie, rigorosamente condotto su basi scientifiche e costantemente monitorato, possa effettivamente raggiungere gli obiettivi prefissati. Quanto attuato in questi anni presso la Stazione di Idrobiologia Alpina conferma la validità dell'impiego, nel progetto, di questa struttura operativa che ha messo a punto una procedura di allevamento di potenziali riproduttori, consentendone la riproduzione e primo sviluppo dei nuovi nati in ambiente controllato.

È stata inoltre accertata la possibilità di allevare lo scazzone utilizzando le infrastrutture degli incubatoi ittici di valle. Tutto ciò porta diretti vantaggi legati alla possibilità di disporre di novellame prodotto secondo la stessa filosofia che sta alla base di questi centri ittiogenici e che impiega le medesime attrezzature già utilizzate nei piccoli impianti per i Salmonidi. La stazione di Idrobiologia Alpina, così come altri centri analoghi, inoltre, rappresenta un sito di stazionamento temporaneo per lo scazzone che può pertanto essere successivamente introdotto in acque libere dopo un opportuno periodo di osservazione ed acclimatamento alle particolari condizioni di questi

torrenti. La Stazione di Idrobiologia Alpina costituisce un caso unico in Regione Lombardia, funzionale non solo al perseguimento di obiettivi concreti di riqualificazione e gestione degli stock ittici della ZSC IT2070017 Valli di Sant'Antonio, ma anche funzionale alla gestione e monitoraggio del comparto alieutico nel pieno rispetto degli obiettivi di conservazione e rinaturalizzazione dell'area protetta. La struttura svolge anche il ruolo di centro di divulgazione, di didattica e di ricerca scientifica. Si tratta di aspetti che possono avere indiscutibili ripercussioni positive anche per un territorio ben più ampio.

Ringraziamenti

Le attività sperimentali sono state attuate grazie al supporto dell'amministrazione comunale di Corteno Golgi, in cui ha avuto un ruolo determinante la convinzione dell'assessore alla Riserva Sig. Luigi Marniga. Durante la conduzione delle attività pratiche è stato fondamentale il lavoro svolto dal Sig. Sandro Marniga che si è fatto carico della gestione delle fasi di allevamento. Della stabilizzazione e primo allevamento degli avannotti, invece, si è occupata Dott.ssa Silvia Cisani. Fondamentale per gli aspetti amministrativi ed autorizzativi infine, è stata la collaborazione della Dott.ssa Maria Pia Viglione, responsabile dell'Ufficio Pesca competente territorialmente.

BIBLIOGRAFIA

- Anzani A., Marieni A., 2007. *Definizione delle norme di gestione della riserva di pesca in concessione al Comune di Corteno Golgi (BS) in relazione al SIC Valli di S. Antonio. Relazione Tecnica.* Comune di Corteno Golgi, 28 pp.
- Anzani A., Marieni A., Gaffuri C., 2011. *Progetto per la realizzazione della Stazione di Idrobiologia Alpina "Valli di S. Antonio" Realizzazione di incubatoio ittico e allestimenti didattico-scientifici presso il Centro Visitatori di S. Antonio.* Comune di Corteno Golgi, 10 pp.
- Anzani A., Marieni A., Gregorini G., Carlini E., Spada M., Bologna S., Piccioli M., Mazzaracca S., Gagliardi A., Morelli C., Trizzino M., 2013. *Piano di Gestione SIC IT2070017 Valli di Sant'Antonio.* Comune di Corteno Golgi, 450 pp.
- Anzani A., Marieni A., 2014. *Interventi di miglioramento ambientale per la reintroduzione e la riproduzione spontanea di Cottus gobio del SICIT2070017 Valli di Sant'Antonio.* Studio ittiologico. Comune di Corteno Golgi, 22 pp.
- Cowx I.G., Harvey J.P., 2003. *Monitoring the Bullhead.* Life in UK rivers. Conserving Natura 2000 Rivers Monitoring Series n. 4, 26 pp.
- Gayanilo F.C., Sparre P., Pauly P., 2006. *FAO-ICLARM stock assessment tools II. Revised version, user's guide.* Rome, FAO.
- Piccinini A., De Biaggi M., Beaucham J., Magnanini G., Nonnis Marzano F., 2010. *Prove di riproduzione artificiale di Cottus gobio in sistema a ricircolo.* *Studi Trent. Sci. Nat.*, **87**: 241-243.
- Piccinini A., Nonnis Marzano F., Bilò F., 2012. *Manuale tecnico-pratico di allevamento dello Scazzone (Cottus gobio).* Veneto Agricoltura, 36 pp.
- Ricker W.E., 1975. *Computation and interpretation of biological statistics of fish population.* *Bull. Fish. Res. Bd. Can.* **191**, 382 pp.
- Rondinini C., Battistoni A., Peronace V., Teofili C., 2013. *Lista Rossa IUCN dei Vertebrati Italiani.* Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare, Federparchi, IUCN Comitato Italiano, 54 pp.
- Slechtova V., Bohlena J., Freyhof J., Persat H., Delmastro G.B., 2004. *The Alps as barrier to dispersal in cold-adapted freshwater fishes? Phylogeographic history and taxonomic status of the bullhead in the Adriatic freshwater drainage.* *Molecular Phylogenetics and Evolution*, **33**: 225-239.
- Tomlinson M.L., Perrow M.R., 2003. *Ecology of the Bullhead.* Life in UK rivers. Conserving Natura 2000 Rivers Ecology Series n.4, 16 pp.
- Van Lieferinge C., Seeuwst P., Meire P., Verheyen R.F., 2005. *Microhabitat use and preferences of the endangered Cottus gobio in the river Voer, Belgium.* *Journal of Fish Biology*, **67**: 897-909.
- Viglione M., Gentili G., Romanò A., Porrini S., Ballerio A., 2012. *Piano ittico provinciale.* Provincia di Brescia, 94 pp.
- Vonlanthen P., Excoffier L., Bittner D., Persat H., Neuenchwander S., Largiader C., 2007. *Genetic analysis of potential postglacial watershed crossings in Central Europe by the bullhead (Cottus gobio L.).* *Molecular Ecology*, **16**: 4572-4584.
- Zerunian S., 2002. *Condannati all'estinzione?* Edagricole – Bologna 220 pp.
- Zerunian S., 2003. *Piano d'azione generale per la conservazione dei Pesci d'acqua dolce italiani.* Quad. Cons. Natura, 17, Min. Ambiente – Ist. Naz. Fauna Selvatica, 129 pp.
- Zerunian S., 2004. *Pesci delle acque interne d'Italia.* Quad. Cons. Natura, 20, Min. Ambiente – Ist. Naz. Fauna Selvatica, 257 pp.