FACOLTÁ DI SCIENZE AGRARIE E ALIMENTARI

Corso di laurea triennale in

Valorizzazione e Tutela dell'Ambiente e del Territorio Montano

PRODUZIONE NOVELLAME DI COREGONUS LAVARETUS:

CONFRONTO TRA ACCRESCIMENTO IN IMPIANTO CON ALIMENTO ARTIFICIALE E IN GABBIE SOMMERSE E ILLUMINATE CON ALIMENTO NATURALE NEL LAGO DI ANNONE

Relatore: prof.ssa Stefania Colombini

Correlatore: dott. Alberto Negri

Elaborato finale di: Daniele Rusconi

Matricola: 889761

ANNO ACCADEMICO 2019/2020

INDICE

PREMESSA.....3
RIASSUNTO.....5
1. INTRODUZIONE.....8
1.1 Il Lavarello.....12
1.2 Immissione dei lavarelli nel lago di Como.....16
2. MATERIALI E METODI.....18
2.1 Incubatoio di Fiumelatte.....18
2.2 Lago di Annone e piattaforma.....27
2.3 Somministrazione di plancton in sostituzione ad alimento artificiale.....31
2.4 Marcaggio dei lavarelli sul pescato.....34
3. SCOPO DEL LAVORO.....37
4. DATI RELATIVI ALL'ACCRESCIMENTO.....38
4.1 Confronto tra i lavarelli allevati in incubatoio e in piattaforma.....38
5. RISULTATI E DISCUSSIONE.....41
6. CONCLUSIONE.....66
7. SITOGRAFIA.....68
8. BIBLIOGRAFIA.....70
9. RINGRAZIAMENTI.....72

PREMESSA

Il presente elaborato finale è frutto dell'attività di tirocinio svolta dal mese di marzo al mese di giugno 2021 presso l'incubatoio Marco de Marchi di Varenna in provincia di Lecco, al termine del percorso di studi in Valorizzazione e Tutela dell'Ambiente e del Territorio montano.

L'idea nasce dalla passione per la biologia animale con particolare riferimento all'itticoltura, disciplina che ho potuto apprendere in modo approfondito grazie a questa esperienza di Tirocinio svolta presso l'Incubatoio di Fiumelatte, di proprietà di regione Lombardia, gestito dall'azienda AQUATECH SAS, ditta appaltatrice.

L'attività di tirocinio è il risultato di un'analisi approfondita dei fondamenti dell'itticoltura e dell'idrobiologia.
Ho cercato di apprendere il più possibile, di capire le problematiche, i vantaggi e gli svantaggi dell'allevamento in incubatoio con alimento artificiale e dell'accrescimento dei lavarelli in condizioni naturali.

Ho voluto approcciarmi all'acquacoltura in quanto è una realtà produttiva di grande importanza e risulta fondamentale per mantenere e salvaguardare numerose specie ittiche in grande difficoltà soprattutto in un ecosistema molto complesso come il lago di Como "*dove il Coregonus lavaretus genera un elevato indotto economico di circa 10 milioni di euro all'anno garantendo lavoro a migliaia di utenti tra pescatori, commercianti e ristoratori*".
(La Regione chiede una deroga sulla pesca al Coregone Lavarello – Corriere di Como)

Basti pensare che negli ultimi anni si è assistito ad un incremento di giovani pescatori professionisti (19 nuovi aspiranti), a conferma che il mestiere del

pescatore è ancora in grado di esercitare una forte attrattiva nei confronti delle nuove generazioni, pertanto bisogna mantenere un equilibrio sostenibile lacuale.

Considerando che la riproduzione naturale non è in grado di soddisfare le esigenze di mercato risulta di fondamentale importanza l'immissione di questa specie attraverso la riproduzione all'interno di incubatoi.

RIASSUNTO

L'esperienza di tirocinio che ho svolto è improntata sullo studio dei lavarelli, in particolare del *Coregonus lavaretus forma hybrida*, specie di fondamentale importanza nel territorio del lago di Como in quanto la sua presenza è positivamente correlata all'economia locale. Questo esemplare, presente nel lago in seguito ad immissioni avvenute nel diciannovesimo secolo, è il risultato dell'ibridazione tra il *Coregonus wartmanni coeruleus* e il *Coregonus schinzi helveticus*. Lo scopo di questa attività di tirocinio è quello di confrontare i tassi di accrescimento dei lavarelli, in incubatoio ed in piattaforma in condizioni naturali, con diversi alimenti, artificiale e naturale, al fine di comprendere le condizioni ideali per l'accrescimento del *Coregonus lavaretus* e di aumentare la quantità di lavarelli presenti nel lago di Como.
I riproduttori sono stati prelevati nel periodo di dicembre 2020 nella zona di Bellagio (CO), in seguito si è proceduto con la fase di spremitura e fecondazione delle uova a secco, le quali successivamente sono state riposte in apposite strutture denominate bottiglie di Zug per attendere la fase della schiusa, a seguito della quale tutte le larve sono state alimentate con artemia salina, un crostaceo d'acqua salata.
Dopo questo periodo si è proceduto con l'attività sperimentale nel seguente modo: una parte delle larve (circa 800.000) viene allevata in apposite vasche all'interno dell'Incubatoio di Fiumelatte ad una temperatura dell'acqua di 4°C, l'altra parte delle larve (400000 per un totale di 6 gabbie) invece viene trasportata presso una struttura denominata piattaforma, ubicata nel lago di Annone, la cui temperatura media è di circa 17°C.
La differenza tra le due modalità di allevamento degli avannotti è l'alimentazione: all'interno dell'incubatoio si opta per un'alimentazione di tipo artificiale con un mangime commerciale al 62% di proteina grezza, mentre in piattaforma gli avannotti vengono deposti in apposite gabbie sommerse ed

illuminate, con alimentazione naturale a base di zooplancton. Inoltre, un aspetto fondamentale da sottolineare, che ha avuto un ruolo decisivo nello studio dell'accrescimento degli avannotti è il parametro della densità (n° individui/l acqua) diversa per ogni gabbia (alta, media e bassa), che influenza i dati relativi all'accrescimento, alla sopravvivenza e alla conseguente mortalità. I risultati hanno evidenziato come l'accrescimento degli avannotti sia diverso tra gli esemplari in incubatoio e quelli in piattaforma: in incubatoio, nel corso dei 75 giorni che intercorrono tra la schiusa e la semina, si è raggiunta una taglia media di circa 37,5 ± 2,08 mm di lunghezza e un peso di 227 ± 39,3 mg, mentre in piattaforma, all'interno delle gabbie, si è raggiunta una taglia media diversa in funzione della densità, in particolare: nelle gabbie a bassa densità una taglia media di circa 42,3 ± 1,9 mm di lunghezza e un peso di 562,4 ± 60,2 mg; nelle gabbie ad alta densità una taglia media di circa 44,0 ± 1,4 mm di lunghezza e un peso di 627 ± 91,3 mg. Relativamente agli esemplari allevati nelle gabbie, le diverse densità di individui hanno influenzato in particolare il tasso di sopravvivenza degli individui, infatti mentre nelle gabbie a bassa densità, ossia 19 ind/l, si riscontra un tasso di sopravvivenza pari all'86%, in quelle ad alta densità, ossia 31 ind/l, si riscontra un tasso di sopravvivenza pari al 63%; si può quindi desumere come all'aumentare della densità il tasso di sopravvivenza diminuisce. In particolare è stata osservata la seguente relazione tra sopravvivenza e densità dei coregoni: sopravvivenza (%)= -1,29 * densità coregoni (n/l) + 111 (r^2=0,597).Una volta raggiunta la taglia per l'immissione, i lavarelli vengono liberati nel lago di Como, ma la differenza tra le due diverse modalità di allevamento è che mentre gli avannotti dell'Incubatoio, essendo quest'ultimo adiacente al lago, sono rilasciati rapidamente nel lago, gli avannotti accresciuti in piattaforma invece, dovendo essere trasportati fino al lago di Como, sono soggetti ad un elevato tasso di mortalità post immissione.
In conclusione, alla luce dei risultati ottenuti nel corso dell'attività di tirocinio relativamente all'accrescimento degli avannotti, è possibile affermare la miglior efficacia dell'allevamento in piattaforma in termini di accrescimento,

nonostante vi sia maggiore tasso di mortalità a seguito del trasporto dal lago di Annone al lago di Como.

1. INTRODUZIONE

Nel lago di Como sono presenti prevalentemente due specie ittiche di notevole interesse commerciale: il lavarello (*Coregonus lavaretus*) e la "*Bondella*" (*Coregonus macrophtalmus*).

Visivamente, la differenza dal punto di vista morfologico delle due specie è basata esclusivamente sulle dimensioni delle pinne che sono diverse nelle forme. Un altro metododi riconoscimento, il più efficace, è quello che utilizza il numero di branchiospine, appendici corneificate che formano un fitto pettine sugli archi branchiali, in posizione opposta a quella dei filamenti respiratori. I valori medi nel Lario sono di 30 unità di branchiospine per i Lavarelli e di 40 per la "*Bondella*".

Inoltre il lavarello è più slanciato e cresce più rapidamente raggiungendo la misura minima di 30 cm al secondo anno di vita, mentre la "*Bondella*" è più tozza e cresce più lentamente, raggiungendo la stessa misura minima al terzo anno di vita.

Questi pesci rivestono un ruolo fondamentale nella pesca professionale e in tutta la filiera del pescato che comprende diversi settori economici quali ad esempio ristorazione, commercio ed alimentazione.

Alla fine del diciannovesimo secolo vennero immessi i lavarelli in quanto emerse da alcuni studi che questa specie non aveva un impatto negativo sull'ecosistema lacustre, bensì la sua presenza aveva effetti benefici su quest'ultimo: i lavarelli infatti si alimentavano con crostacei planctonici, i quali fino ad allora fungevano da nutrimento solo per l'agone. *(Cenni sui pesci d'acqua dolce della Lombardia, Milano, Bernardoni 1844).*

In seguito, intorno al 1960, a causa di un forte calo del pescato dovuto ad un peggioramento delle condizioni climatiche ed ambientali e al processo di eutrofizzazione delle acque, si decise di immettere nel Lario una nuova specie di *Coregone* chiamata "*Bondella*", in quanto quest'ultima possedeva una

maggior fecondità e una ingente capacità di sopravvivenza. La "*Bondella*" infatti prevalse – e prevale tutt'ora - sul lavarello, poiché presenta le suddette caratteristiche, che rendono propizia la sua presenza all'interno dell'ecosistema lacustre.

Nel corso dell'ultimo decennio invece si è assistito ad un drastico calodella specie *Coregonus lavaretus* a causa di diversi fattori: l'abbassamento del livello del lago nel periodo della schiusa delle uova (tra gennaio e febbraio) e la loro conseguente morte per mancanza di acqua; l'eccessivo prelievo di pesci da parte di professionisti; la carenza di fonti alimentari durante la prima fase di accrescimento (successivamente alla schiusa); il peggioramento della qualità delle acque durante il periodo riproduttivo.

E' proprio per far fronte a questo problema che è stato deciso di potenziare l'attività dell'incubatoio di Fiumelatte, il quale però era già operativo dal 2002, attuando un progetto che prevede, a tutela del Lavarello, le seguenti fasi:

- prelevare i lavarelli nella fase riproduttiva;
- spremere e fecondare artificialmente le uova;
- far schiudere le uova all'interno di apposite "bottiglie di Zug";
- immettere le larve nelle vasche per la fase di allevamento;
- liberare nel lago avannotti a diversi stadi di accrescimento.

Questa attività viene praticata al fine di ridurre il tasso di mortalità della specie *Coregonus lavaretus* in condizioni naturali. Inoltre l'immissione di novellame di grandi dimensioni nel lago favorisce notevolmente la diminuzione della predazione.

I biologi dell'incubatoio di Fiumelatte hanno elaborato due diverse tecniche che vengono adottate per permettere l'accrescimento dei Coregoni:

1. ALIMENTAZIONE A MANGIME: le larve vengono collocate in apposite vasche all'interno dell'incubatoio e vengono nutrite con alimento artificiale; E' opportuno iniziare con l'alimentazione a mangime quando si ha la certezza che tutti i pesci nella vasca siano nelle migliori

condizioni, e, in particolare, resistano a maggiori condizioni di flusso idrico. Tale dieta inevitabilmente aumenta la sporcizia in acqua e predispone maggiormente a infezione batteriche. Perciò un maggior flusso è indispensabile per assicurare una sufficiente pulizia della vasca. La somministrazione di alimento secco si rende necessaria sia per ragioni di costo e di logistica sia perché con l'accrescimento della taglia dei pesci si rende necessaria la somministrazione di alimento di maggiori dimensioni. L'utilizzo di alimento artificiale rimane comunque poco raccomandato in quanto all'interno del corpo dei pesci rimangono piccole tracce di sostanze attive presenti nei mangimi che vengono somministrati ai lavarelli nei primi mesi di vita. Inoltre è presente un contenuto di grassi e di calorie più elevato rispetto ai pesci allevati con alimento naturale. Questi grassi sono più poveri di acidi grassi come Ω-3 e più ricchi di acidi grassi Ω-6, quest'ultimi notoriamente infiammatori, mediamente la quantità di Omega-6 è il doppio di quella che si riscontra nei pesci allevati naturalmente. (PRPA Regione Lombardia, Programma triennale regionale per la pesca e l'acquacoltura 2017-2019).

2. ALIMENTAZIONE NATURALE: le larve vengono trasportate e collocate in apposite gabbie situate su una piattaforma presente nel lago di Annone e provvedono a nutrirsi con alimento naturale. È' consigliato il suo uso a partire dall'assorbimento del sacco vitellino. Nel primo periodo gli avannotti si alimentano quasi esclusivamente con zooplancton presente nel lago di Annone. Questa modalità di accrescimento dei pesci è molto favorevole dal punto di vista ambientale ed economico in quanto i pesci si alimentano solo grazie a plancton presente nel lago. L'utilizzo di alimento naturale è da preferire anche a livello nutrizionale per un eventuale consumo del pesce.

Una volta raggiunte le dimensioni auspicate, i lavarelli vengono immessi nel lago di Como cosicché venga salvaguardata la specie *Coregonus lavaretus*, altrimenti a rischio estinzione.

Semina avannotti di Coregonus lavaretus. Fonti: foto di Daniele Rusconi

1.1 IL LAVARELLO (*Coregonus lavaretus*)

Immagine Coregonus lavaretus. Fonti: Inuit del Lario

Nome: Lavarello (*Coregonus lavaretus*-linnaeus1758)

Famiglia: coregonidae

Ordine: salmoniformes

NOTE SULLA SISTEMATICA

La sistematica del genere *Coregonus* risulta essere molto diversificata e oggetto di molte controversie.

Recenti studi hanno evidenziato come il genere *Coregonus* comprenda circa 74 specie di pesci d'acqua dolce e salmastra diffuse in quasi tutte le regioni

d’Europa e del continente asiatico. *(Coregone o Lavarello: Coregonus lavaretus (enciclopedino.it)*

Oggi si tende a riunire tutte le popolazioni di Coregone sotto poche specie in quanto la maggior parte deriva da fenomeni di ibridazione avvenuti nei vari secoli, un chiaro esempio è il lago di Como, dove probabilmente la specie si è ibridata a partire da 2 specie differenti.

DISTRIBUZIONE

L’areale del Lavarello comprende quasi tutta Europa e parte del continente asiatico, in Italia la popolazione di Coregone è alloctona: le prime immissioni risalgono al diciannovesimo secolo. Oggi invece questo genere è diffuso nei grandi laghi alpini del nord e del centro Italia, in particolare nelle nicchie centrali dei laghi.

HABITAT

Il lavarello predilige le regioni fredde e le acque profonde e molto ossigenate.

Può stazionare anche a 100 metri di profondità, raggiungendo le acque basse con suoli sabbiosisolo a fini riproduttivi; il *Coregonus* vive infatti in branchi numerosi alla continua ricerca di zooplancton.

La dieta varia in base alle stagioni, ma il Lavarello predilige lo zooplancton, raramente si nutre di piccoli crostacei, molluschi e larve di ditteri, saltuariamente invece di uova, incluse quelle della propria specie.

BIOLOGIA

Il lavarello è un pesce di taglia media (tra i 30 e i 40 cm) che può raggiungere al massimo 70 cm, con un peso medio di circa 1,3-1,5 kg.

Il corpo del lavarello è slanciato con un profilo che appare quasi rettilineo ed è rivestito di squame di media grandezza dotate di strie concentriche, a volte anche rigate, e termina con una bocca priva di denti la cui mascella inferiore ha dimensioni minori rispetto a quella superiore. Il Coregone inoltre presenta degli occhi con una pupilla caratteristica che termina con un angolo acuto formando un triangolo (Il termine Coregone infatti fa riferimento a questa particolarità, ossia la pupilla ad angolo).

Le pinne sono ben sviluppate, in posizione dorsale si possono vedere la pinna dorsale alta e la pinna trapezoidale ed infine una coda fortemente forcuta, tipica dei salmonidi.

L'accrescimento risulta rapido e simile nei due sessi fino al terzo anno di età, la maturità sessuale viene raggiunta intorno ai 2 anni, quando il pesce raggiunge una lunghezza media di 28-30 cm.

La riproduzione avviene nel periodo di dicembre-gennaio in acque molto basse, specie in prossimità delle rive, su un substrato misto tra sabbia e ghiaia. Le femmine depongono in media 40.000 uova per chilogrammo di pesce. Le uova sono di colore giallastro con dimensioni di circa 2,5 mm. Dopo la fecondazione le uova rimangono aderenti al fondo grazie a una secrezione vischiosa e si schiuderanno dopo circa 60 giorni in base alla temperatura dell'acqua. Le larve che si svilupperanno avranno una dimensione di circa 8 mm e non saranno in grado di compiere consistenti spostamenti, quindi rimarranno in prossimità della riva nascoste negli anfratti di sassi e rocce. In seguito gli avannotti, ossia i piccoli nati dopo la fase larvale, cresceranno ed inizieranno a condurre la loro "vita pelagica" caratteristica del *Coregonus lavaretus*.

RAPPORTI CON L'UOMO E CONSERVAZIONE

Il Lavarello è una specie di notevole interesse per la pesca professionistica, la quale viene rigidamente regolamentata al fine di salvaguardare la popolazione ittica, per mezzo di periodi di divieto di pesca nel periodo della riproduzione. La pesca viene praticata tramite reti volanti e di posta, con una maglia che consente il prelievo esclusivo di lavarelli che abbiano già effettuato almeno un ciclo riproduttivo.

Per quanto riguarda la pesca sportiva invece il prelievo di Lavarelli è minimo, essa viene praticata dalla barca per mezzo degli ami che fungono da imitazioni di chironomi, ninfee di cui si nutrono i pesci.

Le carni del Lavarello sono molto delicate e di colore bianco con una scarsa presenza di lische. Rappresentano un'ottima fonte di proteine, vitamine, minerali e di acidi polinsaturi come l'Omega-3.

Coregone o Lavarello: Coregonus lavaretus (enciclopedino.it)

1.2 IMMISSIONE LAVARELLI NEL LAGO DI COMO

L'immissione dei Coregoni nel lago di Como risale al 1861 quando Filippo De Filippi, zoologo, medico, viaggiatore e accademico italiano, immise uova fecondate ed avannotti di "Blaufelchen" (*Coregone wartmanni coeruleus)* originari del lago di Costanza ottenendo pessimi risultati in quanto l'immissione di uova fecondate ha un tasso di sopravvivenza molto basso.

In seguito a studi limnologici il biologo Pietro Pavesi ipotizzò un ottimo acclimatamento nei laghi ove erano presenti crostacei planctonici (Daphnia, Bosmina, Bythotrephes, Cyclops, Leptodora) che costituiscono l'alimentazione prediletta dai coregoni. Nel 1855 dalla Pescicoltura di Huningen sul lago di Costanza vennero fecondate uova di *Coregone wartmanni* poi inviate all'Incubatoio di Fiumelatte per la schiusa e da qui liberate nella sponda lecchese del Lario dove si ottennero risultati eccellenti. Infatti negli anni successivi vennero catturate alcune decine di esemplari di Coregoni immessi in precedenza, e quindi si procedette ad attuare ulteriori immissioni di Lavarelli sempre provenienti dalla Pescicoltura di Huningen e da un lago svizzero denominato Weissefelchen (*Coregone schinzi helveticus*).

Le due specie di Coregoni (*Coregone wartmanni* e *Coregone schinzi helveticus)* si ibridarono naturalmente dando vita ad un'unica specie che venne denominata Lavarello *Coregone forma hybrida*.

In seguito ad un notevole diminuzione del pescato e ad un peggioramento delle condizioni ambientali conseguenti al processo di eutrofizzazione, nel 1970 si introdusse il *Coregone macrophtalmus* chiamato comunemente "*Bondella*" proveniente dal Bacino di Neuchatel. *(A. Negri,Coregoni Lario).*

La "*Bondella*" trovò condizioni favorevoli sia dal punto di vista alimentare che riproduttivo, in quanto questa specie preferisce acque molto profonde anziché litorali, soggetti a condizioni più sfavorevoli, prediletti dai Coregoni.

Il lavarello mostrò un accrescimento nettamente superiore rispetto alla "*Bondella*", con una lunghezza media di 28,8 cm al secondo anno di vita contro i 24,3 cm della "*Bondella*".

La popolazione di Coregoni (e Lavarello) presente nel lago di Como non è distribuita in modo omogeneo, infatti:

"Dai valori medi delle pescate sono ricavabili le percentuali di lavarello sul totale dei coregoni, che risultano pari al 25% nel ramo orientale, al 3,5% nel ramo occidentale e al 54% nell'alto lago.

Il lavarello mostra un maggiore presenza nell'alto lago, mentre nel ramo occidentale è presenta quasi esclusivamente la "Bondella". Ciò è probabilmente collegato alle peggiori condizioni ambientali del ramo di Como, che favoriscono la più resistente "Bondella". Nel lago di Como quest'ultima è comunque prevalente sul lavarello, rappresentando più del 70% della popolazione di coregoni". (A. Negri,Coregoni Lario).

2. MATERIALE E METODI

2.1 INCUBATOIO DI FIUMELATTE

L'illustre naturalista Marco De Marchi, nei primi anni del Novecento, realizzò l'Incubatoio di Fiumelatte, situato nel comune di Varenna.

Incubatoio di Fiumelatte.Fonti: Incubatoio di Fiumelatte

All'esterno dell'edificio vi è una sorgente d'acqua, che rendeva possibile la produzione di vetro soffiato, infatti inizialmente l'Incubatoio era una struttura adibita alla produzione di quest'ultimo. La presenza della sorgente favorisce quindi l'allevamento dei pesci.

Sorgente d'acqua, Incubatoio di Fiumelatte. Fonti: foto di Daniele Rusconi

La prima specie ad essere allevata fu proprio il *Coregone Lavarello,* con uova fecondate derivate dal lago di Costanza per poi essere immessi come avannotti nel lago di Como. Susseguirono negli anni la riproduzione artificiale e l'allevamento della trota fario (*Salmo trutta fario*) e del salmerino alpino (*Salvelinus alpinus*).

L'incubatoio venne utilizzato anche per lezioni di idrobiologia tenute dallo stesso Marco De Marchi, fino alla sua morte quando la struttura venne donata allo Stato italiano affinché si mantenesse in funzione ai fini di aumentare la quantità di pescato del Lario. In suo onore l'incubatoio venne denominato Marco De Marchi e per anni proseguì ininterrottamente l'attività fino al 1983 quando venne chiuso a causa della struttura e delle attrezzature fatiscenti.

Nel 1998 la Provincia di Lecco acquistò l'immobile dallo Stato e procedette alla ristrutturazione che durò all'incirca 4 anni nei quali fu installato un nuovo impianto di allevamento dei pesci e da allora l'impianto è ancora in funzione.

Foto dall'interno dell'Incubatoio: parte delle vasche. Fonti: foto di Daniele Rusconi

ALTRE SPECIE ALLEVATE IN INCUBATOIO

All'interno dell'incubatoio di Fiumelatte, vi sono, oltre ai Coregoni, anche altre specie allevate. I Coregoni rappresentano comunque circa il 90 % della produzione ittica totale.

In particolare i dati relativi alle specie che vengono allevate nell'ultimo anno si possono osservare nella tabella sottostante:

SPECIE	TAGLIA (mm)	LOCALITA' IMMISSIONE	QUANTITA' PESCE IMMESSO (numero)
TEMOLO	180-200 mm	Torrente Pioverna	2200
LUCCIO	30-40 mm	Lago di Garlate	4000
LUCCIO	30-40 mm	Lago di Como	4000
TROTA FARIO	40-60 mm	Torrenti in provincia di LC	15000
SALMERINO ALPINO	60-80 mm	Lago di Como	12000
COREGONE LAVARELLO	30-50 mm	Lago di Como	1270000

UOVA E SPREMITURA

Per salvaguardare l'ecosistema del lago e in particolare il Lavarello, in collaborazione con le guardie provinciali e alcuni pescatori professionisti, nel periodo della seconda decade di dicembre (a seconda delle condizioni atmosferiche) si procede con l'utilizzo di reti alla posa per la cattura di Lavarelli in fase di riproduzione.

Le reti vengono calate durante il giorno nei pressi delle rive ed in particolare nella zona di Bellagio e in Tremezzina in quanto luoghi favorevoli alla riproduzione del Coregone. Qualche ora dopo il tramonto avviene il recupero delle reti ed i Coregoni catturati, posti in appositi contenitori con acqua ed ossigeno, vengono trasferiti dalle guardie provinciali all'Incubatoio di Fiumelatte.

Questa operazione si rende necessaria in quanto i pesci depongono le uova vicino alle rive, perciò quando il livello del lago diminuisce e la zona di deposizione va in secca, le uova vengono esposte agli eventi atmosferici che ne

causano la morte. Invece, prelevando i campioni e trasportandoli all'incubatoio, il rischio di mortalità è quasi nullo.

Giunti all'interno dell'Incubatoio Marco De Marchi si procede alla spremitura delle femmine di Coregoni precedentemente anestetizzate e al prelievo dello sperma dai maschi. In seguito, lo sperma viene spremuto sulle uova prelevate.

Spremitura dei riproduttori e fecondazione uova. Fonti: Incubatoio di Fiumelatte

La fecondazione avviene a secco e successivamente viene aggiunta acqua per il lavaggio delle uova, le quali vengono poi poste all'interno delle "bottiglie di Zug", dove un flusso d'acqua a una temperatura costante di 8°C mantiene un livello minimo di ossigeno e, grazie ad un rimescolamento, le uova non aderiscono tra di loro, pur presentando una membrana esterna parzialmente adesivo.

Campane di Zug con uova fecondate. Fonti: Incubatoio di Fiumelatte

Le uova hanno un diametro medio di 2,5 mm e presentano una gamma cromatica che va dal giallo pallido fino all'arancione intenso, in base alla specie di Coregone.

Uova di Coregone Lavarello embrionale. Fonti: Incubatoio di Fiumelatte

Per quanto riguarda lo sviluppo embrionale vi sono diversi fattori che lo influenzano: la temperatura di incubazione (dai 100 giorni a 3,6°C, fino a 45 giorni a 9,9°C), la luce e la durezza dell'acqua. I suddetti fattori influiscono anche sulle dimensioni e sulla struttura delle larve che si schiuderanno. Le larve

a schiusa precoce appaiono molto piccole con un sacco vitellino di grandi dimensioni ma fragili, mentre quelle che si sviluppano lentamente risultano più grosse e resistenti.

Le larve appena schiuse si disperdono nell'ambiente per la loro elevata densità e si nutrono, a seconda della loro maturità, di plancton (soprattutto copepodi e cladoceri). Tra il secondo e il terzo mese di vita dalle larve iniziano a formarsi le pinne e le masse muscolari che velocemente si svilupperanno fino alla formazione del pesce adulto, che raggiungerà la sua maturità sessuale nell'arco di 2 anni.

ARTEMIA SALINA

Artemia salina dimensioni 500 µm. Fonti: Incubatoio di Fiumelatte

Nelle prime fasi di accrescimento, nell'Incubatoio di Fiumelatte, il *Coregone* viene alimentato quasi esclusivamente con artemia salina, un crostaceo d'acqua salata.

L’artemia salina viene prodotta direttamente nell’incubatoio nei mesi di ottobre e novembre e viene poi congelata ai fini dell’utilizzo nei mesi di febbraio e marzo.

La produzione avviene per via partenogenetica con uova criptobiotiche incistate protette da un guscio rinforzato da cisti dormienti.

All’inizio si riempie la giara con circa 200 litri di acqua sorgiva a temperatura di 8°C e si procede con l’aggiunta di NaCl al 10x1000, ovvero aggiungendo 2000 grammi di NaCl in ogni giara. Vengono aggiunti poi 400 g di cisti per l’incubazione e viene introdotta una pompa d’aria per il rimescolamento. Infine vengono inseriti 3 grammi di Cloramina in ogni contenitore. La sera del giorno seguente si attiva una resistenza affinché l’acqua raggiunga i 28°C e vengono poi aggiunte 7 gocce di antischiuma.

Successivamente la mattina seguente l’artemia viva viene spillata e filtrata, per tenere solo i naupli.

Giare contenenti artemia salina. Fonti: foto di Daniele Rusconi

TECNICHE DI ALIMENTAZIONE DEI LAVARELLI

Il primo alimento che viene somministrato al Coregone nell'Incubatoio di Fiumelatte è l'artemia salina. Successivamente, a partire dalla terza settimana, avviene la conversione alimentare a mangime. Nei primi giorni pochissimi esemplari gradiscono l'alimento, poi man mano il numero aumenta fino ad arrivare alla completa alimentazione a mangime di tutti gli esemplari.

Il mangime utilizzato è immesso nelle vasche attraverso appositi alimentatori calibrati in rapporto alla quantità di esemplari presenti e al fabbisogno giornaliero (utilizzato 1–2% su peso vivo al giorno). I pesci vengono alimentati ogni 5 minuti per un totale di 16 ore giornaliere.

Il mangime utilizzato all'interno dell'incubatoio, utile per facilitare lo svezzamento dei pesci, è il "Perla Larva 5.0", i cui componenti sono: farina di pesce, glutine vitale di frumento, solubile di pesce, lievito essiccato, farina di zooplancton marino, farina di calamaro, olio di pesce, siero di latte in polvere, derivati da Saccharomyces cerevisiae e additivi.

La composizione chimica del mangime utilizzato è la seguente (% tal quale): Proteine grezze 62, grassi grezzi 11, fibra grezza 0,8, ceneri grezze 9,5, Sodio 0,8, Calcio 2.2, Fosforo 1.6.

Alimentatore automatico. Fonti: foto di Daniele Rusconi

2.2 LAGO DI ANNONE E PIATTAFORMA

Lago di Annone visto dal comune di Oggiono. Fonti: Lago, laghi, paesaggi

GENERALITA'

Il lago di Annone è situato nella parte settentrionale della Brianza, in provincia di Lecco, Lombardia.

Il bacino è situato ad un'altitudine di 224 m s.l.m., ha una superficie di 5,71 km ^{2} e raggiunge una profondità massima di 11,3 m.

Il lago è suddiviso in due penisole collegate da un canale largo pochi metri che separa il bacino orientale, nel quale si affacciano i comuni di Annone Brianza, Oggiono e Galbiate, da quello occidentale che invece comprende i comuni di Suello, Civate ed Annone Brianza.

Gli immissari che alimentano il bacino est sono i seguenti: Cologna, Bondì, Rossa, Laghetto, Bonboldo, Bosisiolo e Sabina; gli immissari del bacino ovest invece sono: Pescone, Calchirola, Pramaggiore e Borima.

L'unico emissario è il Rio Torto, che attraversa il comune di Valmadrera e sfocia nel lago di Como.

Il lago di Annone viene classificato come eutrofico, ossia ricco di sostanze nutritive, poiché possiede un'elevata attività biologica. In passato, contrariamente a quanto avviene oggi,a causa dell'abbondanza di nutrienti, in particolare fosforo ed azoto, in questo bacino idrico non si verificavano frequenti fioriture algali. La mancanza di queste piante infatti costituiva un pericolo per l'ecosistema specialmente nei periodi estivi, in quanto l'assenza di biomassa vegetale può causare forti anossie ipolimniche (mancanza di ossigeno in profondità) con conseguente rilascio da parte dei sedimenti di inquinanti che causavano la morte dell'ittiofauna.

Nell'ottobre del 1986 si verificò proprio il suddetto evento, che causò la distruzione dell'intero ecosistema lacustre. Da allora infatti si misero in atto provvedimenti mirati alla riduzione dell'eutrofizzazione del lago. Questo intervento è stato reso possibile grazie al prelievo dell'ipolimnio, che consiste nell'estrazione di fosforo e azoto dalle acque profonde, poiché la biomassa vegetale aumenta notevolmente durante il periodo della

stratificazione estiva (soprattutto con elevate temperature) e le acque di fondo diventano povere di ossigeno e ricche di nutrienti, quali ad esempio solfuri che danneggiano l'ecosistema. Grazie all'aspirazione di fosforo ed azoto il carico di materiali inquinanti presenti all'interno del lago di Annone è sensibilmente diminuito, infatti anche il tempo necessario al ricambio dell'acqua nell'ipolimnio si è ridotto ed è stata possibile l'ossigenazione degli strati più profondi del lago.

Piattaforma del lago di Annone. Fonti: Incubatoio di Fiumelatte

POSIZIONAMENTO DELLA PIATTAFORMA

Sulla base dei dati ottenuti in seguito a numerosi studi (Negri) effettuati a partire dall'anno 1999 in 4 diversi laghi briantei (Annone est, Annone ovest, Pusiano ed Alserio) con differente trofia, si ritenne più idoneo al fine della produzione di avannotti di *Coregonus lavaretus*, il lago di Annone est.

Pertanto venne installata una piattaforma galleggiante con un sistema di illuminazione derivata da alcuni pannelli elettrici alimentati, nella zona di massima profondità del bacino. Vennero poi posizionate a differenti profondità alcune gabbie sommerse, ognuna delle quali conteneva una diversa densità di larve di Coregone.

Le prime prove relative all'accrescimento dei lavarelli in gabbia non andarono a buon fine, in quanto la piattaforma non era ancorata al fondale e inoltre le larve a sacco vitellino erano state immesse nel mese di febbraio, periodo non favorevole ad una sufficiente presenza di plancton per i Lavarelli.

I successivi esperimenti, avvenuti nei mesi di marzo ed aprile, iniziarono a dare i primi segnali incoraggianti per quanto riguarda la crescita delle larve alimentate naturalmente in mancanza di illuminazione.

Venne quindi creata una nuova piattaforma, ancorata al fondale, in grado di favorire l'accrescimento di centinaia di migliaia di avannotti con alimento naturale.

Successivamente vennero installati pannelli fotovoltaici collegati ad un accumulatore di energia, il quale immagazzina corrente elettrica, per poi alimentare le lampadine posizionate all'interno delle gabbie per attirare il plancton durante la notte.

Alla luce di queste considerazioni, nell'attività di tirocinio realizzata, è stato condotto uno studio relativo al confronto tra 2 diversi tipi di accrescimento:

1) Accrescimento all'interno dell'incubatoio dove i pesci sono stati suddivisi in quindici vasche in base alle differenti quantità di biomassa e alimentati con un mangime commerciale ad alto tenore proteico;
2) Accrescimento nella piattaforma situata nel lago di Annone dove sono state installate sei gabbie: quattro situate ai lati esterni della piattaforma, le altre due invece all'interno. I pesci sono stati alimentati quindi con una dieta naturale a base di plancton.

Per quanto riguarda l'accrescimento in piattaforma sono state prese in considerazione in particolare tre gabbie, scelte appositamente in modo da

analizzare tre diverse densità bassa (19 individui per litro di acqua), media(24 individui per litro di acqua) e alta(31 individui per litro di acqua).

POPOLAMENTO ZOOPLANCTONICO

Il popolamento di zooplancton presente nel lago rappresenta sicuramente il parametro più importante per quanto riguarda l'allevamento dei Coregoni all'interno delle gabbie sommerse nel lago di Annone.
All'interno del bacino lacustre infatti nei mesi di febbraio-marzo la quasi totalità del plancton è rappresentata da Rotiferi, organismi di acqua dolce dotati di ciglia circostanti alla bocca; nel periodo di aprile-maggio invece si ha un decremento dei Rotiferi, a favore di altri organismi quali Copepodi e Cladoceri adulti, notevole fonte di nutrimento per gli avannotti.

2.3 SOMMINISTRAZIONE DI PLANCTON IN SOSTITUZIONE AD ALIMENTO ARTIFICIALE

Alla fine di maggio 2021 si è deciso di effettuare il seguente esperimento, ossia la somministrazione di plancton naturale al posto del mangime artificiale a circa 50 esemplari di *Coregone lavaretus* per verificare quanti avannotti fossero in grado di convertire la loro alimentazione, nutrendosi con il nuovo alimento, oltre a comprendere quale fosse la loro capacità di adattamento.
E' stato necessario indagare questo aspetto poiché soddisfare le esigenze nutritive degli animali in ambiente naturale (lago di Como) è fondamentale per il successo dell'azione di ripopolamento e di valorizzazione dell'ecosistema lacustre e relativo territorio.

Il plancton che è stato somministrato agli avannotti è stato raccolto presso il molo di Fiumelatte ad una profondità di circa 8 metri ed una temperatura dell'acqua di circa 19°C; lo strumento utilizzato per la raccolta è un retino denominato "Scuba WS". Veniva calato tramite una corda, fino al fondale del lago e poi recuperato nella colonna di acqua. Esso è costituito da:

- Una bottiglia di campionamento da 300 ml con adattatore;
- Un bicchiere di raccolta trasparente da 236 ml;
- Una valvola di scarico;
- Una sacca filtrante da 50 cm con una maglia anch'essa filtrante di 200 µ, dimensione adatta alla raccolta di zooplancton.

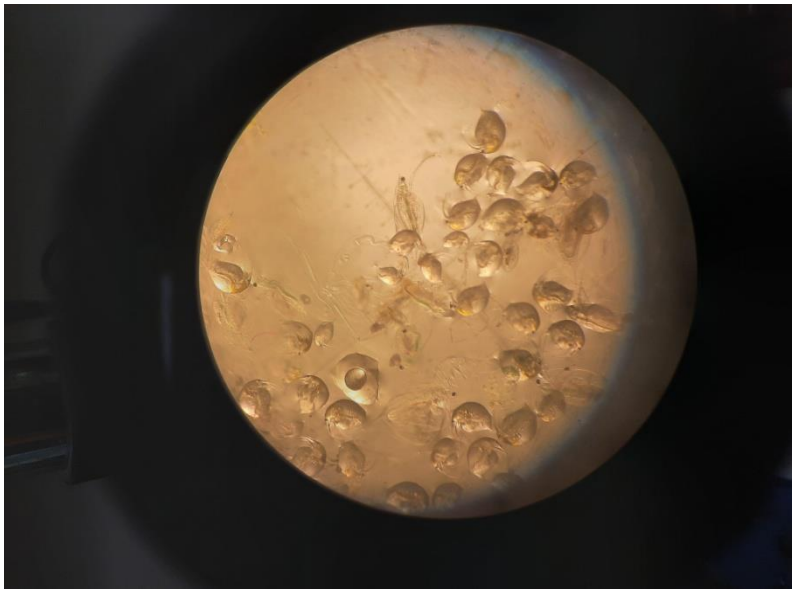
(https://scubla.it/it/gestione-ambientale/campionamento-plancton-e-macroinvertebrati/retini-raccolta-plancton-scubla-ws-detail.html)

Raccolta plancton dal molo di Fiumelatte. Fonti: foto di Daniele Rusconi

Successivamente alla raccolta, a seguito di un'ulteriore filtrazione volta alla separazione dei detriti più grossolani da quelli più fini, sono state svolte osservazioni sugli esemplari al fine di riconoscere e distinguere le varie specie. Si è quindi potuto constatare che la quantità di plancton raccolto fosse superiore alle aspettative, nonostante il periodo di intense piogge, condizioni sfavorevoli allo sviluppo dello zooplancton.

Per quanto riguarda le specie di zooplancton che sono state raccolte, quelle presenti in maggiori quantità sono:

- Bosmina;
- Copepodi;
- Daphnia.



Analisi dello zooplancton raccolto. Fonti: foto di Daniele Rusconi

Nei giorni precedenti alla raccolta del plancton, erano stati posti, all'interno di una giara contenente 250 L di acqua, 50 esemplari di avannotti di taglia compresa tra i 45 e i 50 mm.

I Coregoni sono stati nutriti secondo le seguenti modalità:

- I primi due giorni con mangime artificiale;
- I successivi due giorni sono stati lasciati a digiuno;
- Infine è stato effettuato l'esperimento di conversione alimentare: da mangime artificiale a plancton naturale.

Giara contenente avannotti per esperimento. Fonti: foto di Daniele Rusconi

2.4 MARCAGGIO DEI LAVARELLI SUL PESCATO

Lo scopo dell'attività di marcaggio è quello di valutare l'efficienza del ripopolamento conseguente all'immissione di novellame di *Coregonus* lavaretus. Per fare ciò, si attua il marcaggio sulle parti ossee di ogni avannotto per mezzo di sostanze fluorescenti.

In questo modo è possibile quantificare il numero di soggetti che, una volta rilasciati nel lago di Como, raggiungono l'età adulta.

Grazie a questa tecnica è anche possibile valutare l'operato dell'Incubatoio di Fiumelatte, e quindi provvedere ad intervenire attuando modifiche qualora se ne presentasse la necessità.

METODO DI MARCAGGIO

Questa tecnica prevede il marcaggio tramite alizarina degli otoliti allo stadio larvale, i quali sono delle piccole agglutinazioni calcaree la cui funzione è quella di fornire equilibrio e orientamento all'individuo, essi sono situati nell'orecchio interno degli avannotti.
La sostanza che viene utilizzata per il marcaggio è l'alizarina, composto organico che ha la capacità di legarsi al calcio, il quale, nello stadio larvale, è presente esclusivamente negli otoliti, diversamente le altre parti costitutive dell'avannotto sono ancora cartilaginee.
Inoltre un'altra peculiarità di questa sostanza è il fatto di essere in grado di emanare fluorescenza se esposta a raggi ultravioletti.

In seguito alla schiusa le larve, non ancora alimentate che devono essere sottoposte a marcaggio vengono trattate con un bagno di alizarina.
Per quanto riguarda la durata il trattamento di marcaggio avviene nell'arco di tre ore.

MODALITA' DI ESTRAZIONE, MONTAGGIO E VERIFICA

Inizialmente si utilizzano due sagitte, una coppia di otoliti di dimensioni superiori rispetto alle altre, le quali vengono estratte con apposite pinzette, poi pulite ed immesse in acqua all'interno di provette numerate così da mantenere l'ordine di grandezza corretto rispetto alle precedenti misurazioni.

Le sagitte sono quindi montate su alcuni vetrini porta oggetti i quali vengono progressivamente numerati; poi capovolte (concavità verso il basso), così da lasciare la parte convessa superiormente per le successive osservazioni.
Tramite un'analisi per mezzo di un microscopio ad epifluorescenza si può procedere con la ricerca del marcaggio:

- Se è avvenuto il marcaggio, il centro dell'otolite apparirà fluorescente;
- Se non è avvenuto il marcaggio, non apparirà alcun tipo di fluorescenza

Per verificare l'avvenuto marcaggio in individui adulti, oltre alla mera osservazione tramite microscopio è necessaria un'operazione di levigatura manuale per mezzo di carta vetrata in quanto l'accrescimento comporta un aumento delle superficie concava della sagitta.

Infine, è di fondamentale importanza sottolineare che l'operazione di marcaggio influisce sia direttamente con circa il 50 % sul pescato totale di lavarelli che indirettamente sull'ecosistema lacustre. In particolare i soggetti che sono stati sottoposti a marcaggio (produzione diretta) una volta riprodottisi daranno vita a larve non marcate (produzione indiretta).

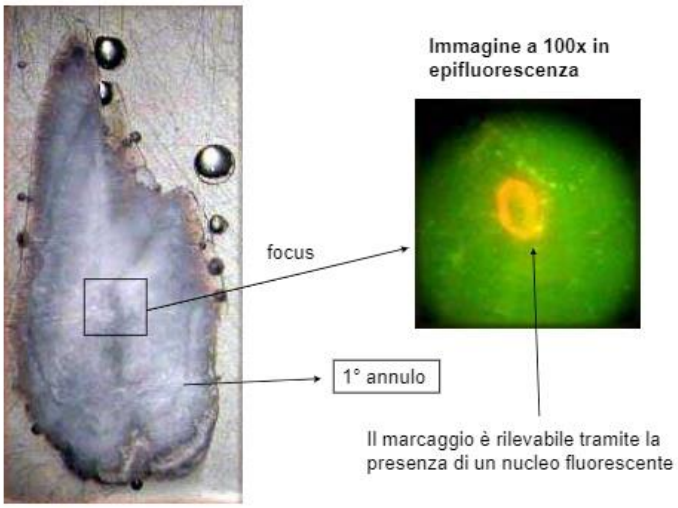


Immagine emblematica della tecnica del marcaggio: visualizzazione mediante microscopio ad epifluorescenza. Fonti: foto di Studylibit

3. SCOPO DEL LAVORO

La principale finalità dell'attività di tirocinio che ho svolto è quella di analizzare come la specie *Coregonus lavaretus* si relaziona ai differenti habitat, passando per esempio da una temperatura costante di 8ºC dell'acqua dell'Incubatoio di Fiumelatte fino ad arrivare ad una temperatura superficiale di circa 19 ºC del lago di Annone.

La varietà di temperature ovviamente influenza anche il metabolismo dei lavarelli, esso infatti è più rapido se le temperature sono elevate.

In particolare, lo scopo del lavoro è quello di analizzare gli accrescimenti tra pesci allevati in incubatoio e nella piattaforma del lago di Annone, il tasso di sopravvivenza e la variazione della quantità di biomassa presente in ogni singola gabbia.

Fino a qualche anno fa l'allevamento in gabbie sommerse ed illuminate nel lago di Annone interessava la maggior parte degli avannotti in accrescimento, i quali venivano poi immessi nel lago di Como.

L'obiettivo del ripopolamento è anche valutare la reale efficienza di quest'azione; per questo motivo, al fine di verificare la sopravvivenza dei pesci che abbiano raggiunto la taglia commerciale (tra i 28 e i 30 cm) dopo essere stati immessi nel Lario, è stata messa a punto la cosiddetta "tecnica del marcaggio".

4.DATI RELATIVI ALL'ACCRESCIMENTO

4.1 CONFRONTO TRA I LAVARELLI ALLEVATI IN INCUBATOIO E IN PIATTAFORMA

In collaborazione con l'Amministrazione provinciale di Lecco e di Como, nel periodo di dicembre (2020) sono stati catturati esemplari di *Coregonus lavaretus*. Data la scarsità di soggetti nel territorio della provincia di Lecco è stato necessario prelevare Coregoni in riproduzione dal territorio comasco. Purtroppo però, a differenza degli anni precedenti in cui era sufficiente una sola pescata per poter raccogliere il quantitativo necessario di riproduttori (all'incirca 150 esemplari di Lavarelli tra maschi e femmine), quest'anno sono state necessarie addirittura sei pescate (svolte dal 19 dicembre al 10 gennaio); ciò potrebbe essere dovuto ad una sempre più elevata presenza di pescatori professionisti che, per mezzo di reti, hanno ridotto la quantità di riproduttori. Inoltre sono state posizionate reti di nylon con maglia di 37 mm per catturare femmine in riproduzione e reti di posta con maglia di 35 mm per catturare i maschi, in quanto solitamente hanno dimensioni minori. Queste reti vengono calate al tramonto dai pescatori di professione in collaborazione con la Polizia Provinciale e successivamente vengono salpate dopo circa 3-4 ore.

Le migliori zone per la riproduzione del *Coregonus lavaretus* sono risultate quelle con un substrato costituito da ghiaia e ciottoli puliti, ovvero non

ricoperti da periphyton, un tipo di microflora contenente alghe e cianobatteri; nel nostro territorio le aree maggiormente vocate alla riproduzione sono le rive adiacenti al comune di Bellagio, Tremezzina e Gera Lario.
Dopo essere stati catturati i riproduttori vengono trasportati dalla Polizia Provinciale del Lago di Como, in apposite vasche, dotate di un aeratore, che garantisce un ottimale concentrazione di ossigeno, per poi essere condotti all'Incubatoio di Fiumelatte.

ATTIVITA' SVOLTA IN INCUBATOIO

Una volta giunti presso l'Incubatoio i pesci vengono sistemati in apposite vasche, e successivamente avviene la spremitura delle uova e la fecondazione di quest'ultime. Il tasso di fecondazione è risultato elevato e pari al 95% delle uova totali. A fecondazione avvenuta, le uova (circa 1300000 totali all'interno dell'incubatoio), dopo essere state lavate, vengono poste all'interno di apposite strutture denominate "Bottiglie di Zug", dove, un flusso di acqua alla temperatura costante di 8°C, garantisce un buon rimescolamento delle stesse.

A seguito di un lasso di tempo di circa 60 giorni, intorno alla fine di febbraio 2021, è avvenuta la schiusa delle uova fecondate e la conseguente formazione di larve di *Coregonus lavaretus*. Esse vengono trasferite all'interno di truogoli orizzontali di acciaio per l'intera fase di riassorbimento del sacco vitellino, sua principale fonte di nutrimento nei primi giorni di vita.
A questo punto le larve sono state così suddivise:

- Circa 800.000 larve sono rimaste presso l'Incubatoio di Fiumelatte;
- Circa 300.000 sono state trasportate, per mezzo di sacchi in polietilene, nella piattaforma situata nel lago di Annone all'interno di gabbie sommerse.

Per quanto riguarda l'alimentazione dei pesci rimasti presso l'Incubatoio di Fiumelatte l'attività si è articolata in 3 fasi:

- Fase 1: Nel primo periodo, che va dal 27 febbraio al 2 marzo, le larve sono state alimentate con l'artemia salina viva.
- Fase 2: Nel periodo che va dal 3 marzo a fine marzo è stata somministrata l'artemia congelata alla quale poi, nell'ultima decade di marzo, sono stati affiancati due ulteriori tipi di mangime (Anglonorse 2 e Perla Larva 6.0) per tentare di convertire l'alimentazione da naturale, con artemia salina congelata (basso quantitativo di nutrienti), ad artificiale, con mangime sintetico (valore nutritivo maggiore).
- Fase 3: nell'ultimo periodo, da fine marzo fino alla semina dei Lavarelli, avvenuta in vari steps tra il 19 aprile e il 20 maggio gli avannotti sono stati nutriti esclusivamente con mangime artificiale (Perla larva 6.0, Perla Larva 5.0, Perla larva 4.0, Anglonorse 3.0 e infine Anglonorse 2.0).

Questo modo di procedere, ossia di utilizzare diverse tecniche per alimentare le larve, è atto a comprendere quale sia il miglior nutriente, sia per quanto riguarda il grado di appetibilità, sia per stabilire l'indice di conversione alimentaregiornaliero (ICA) di ogni avannotto.
All'interno dell'Incubatoio di Fiumelatte quotidianamente vengono eseguiti dei campionamenti per controllare alcuni valori relativi alla temperatura, composizione ed eventuale presenza di patogeni all'interno dell'acqua, elementi che potrebbero danneggiare gli esemplari di lavarelli presenti nelle vasche, le quali sono soggette ad una frequente pulizia (due-tre volte al giorno). Inoltre, settimanalmente, vengono attuate operazioni di misurazione per valutare il modo in cui accrescono gli avannotti, in particolare si rilevano i dati relativi a peso, alla lunghezza e al fattore di condizione, il quale esprime lo stato di corposità del pesce.

5. RISULTATI E DISCUSSIONE

MISURAZIONI RELATIVE ALL'ACCRESCIMENTO DEI COREGONI

Le seguenti tabelle riportano i dati raccolti nelle settimane dei mesi di aprile e maggio.
In particolare nelle tabelle seguenti vengono riportati i dati relativi all'accrescimento degli avannotti in incubatoio in cinque diversi stadi di accrescimento.
Nella tabella 5.1 si riporta il peso medio dei coregoni nelle vasche rilevato alla fine di aprile 2021.

Vasca	Peso Totale (grammi)	Numero	Peso singolo individuo (mg)
1	4,35	45	96
2	5,85	59	99
3	4,7	44	107
4	3,6	32	112
5	4,25	45	95
6	4,10	33	124
7	5,05	41	123
8	5,75	47	122
9	3,95	32	123
10	5,05	42	120
11	5,0	41	125
12	4,05	33	123
13	7,15	57	125
14	6,6	52	127
Tonda	5,75	55	104
Media	5,05	50	95,5

Deviazione standard			11,67627

Tabella 5.1 Fonti: dati di Daniele Rusconi

Nella tabella 5.2 si riporta il peso medio dei coregoni delle vasche in data 3 maggio 2021

Vasca	Peso Totale (grammi)	Numero	Peso singolo individuo (mg)
1	8,2	47	174
2	6,02	46	134
3	3,05	23	132
4	5,5	38	144
5	3,95	31	127
6	5,45	32	170
7	7,9	53	149

8	6,25	39	160
9	14,15	88	160
10	4,8	30	160
11	7,8	45	173
12	5,4	34	158
13	5,45	37	147
14	3,45	23	150
Tonda	4,55	30	151
Media	6,14	39,73333	152,6
Deviazione standard			14,4509

Tabella 5.2 Fonti: dati di Daniele Rusconi

Nella tabella 5.3 si riporta il peso medio dei coregoni delle vasche in data 10 maggio 2021

Vasca	Peso Totale (grammi)	Numero	Peso singolo individuo (mg)
1	4,7	32	147

3	4,05	29	140
5	6,09	40	172
7	5,85	32	182
8	6,7	34	197
9	11,1	53	209
10	5,85	30	195
11	4,95	29	171
12	9,9	46	215
13	7,2	38	189
14	6,1	32	190
Tonda	8,55	45	190
Media	6,8	36,7	183,1
Deviazione standard			22,51073

Tabella 5.3 Fonti: dati di Daniele Rusconi

Nella tabella 5.4 si riporta il peso medio dei coregoni delle vasche in data 20 maggio 2021

Vasca	Peso Totale (grammi)	Numero	Peso singolo individuo (mg)
1	12,15	50	243
3	10,2	43	237
5	8,45	36	234
7	15,45	68	227
9	12,75	47	271
10	11,65	46	253
11	21,3	83	256
12	16,2	62	261
13	13	53	245
14	28,35	99	286

Media	14,95	58,7	251,3
Deviazione standard			17,99413

Tabella 5.4 Fonti: dati di Daniele Rusconi

Nella tabella 5.5 si riporta il peso medio dei coregoni delle vasche in data 26 maggio 2021

Vasca	Peso Totale (grammi)	Numero	Peso singolo individuo (mg)
6	10,2	30	340
7	11,05	33	335
8	9,50	31	306
9	11,95	35	341
10	17,95	65	276
11	12,3	40	308
12	19,85	60	331
13	20,7	61	340
14	14,15	44	321
Media	15,3	44,3333	322
Deviazione standard			21,87464

Tabella 5.5 Fonti: dati di Daniele Rusconi

I dati riportati in tabella sono stati utilizzati per realizzare la figura 5.6 che rappresenta l'evoluzione del peso degli avannotti durante l'accrescimento in incubatoio svoltosi nel periodo compreso tra il 4 aprile e il 26 maggio 2021.

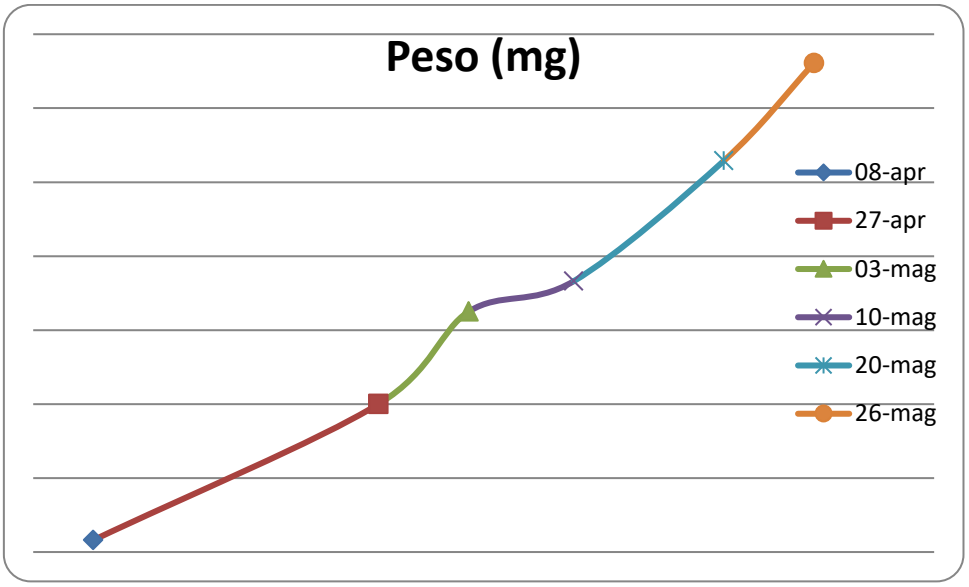


Grafico 5.6.Accrescimento degli avannotti in incubatoio. Fonti: dati di Daniele Rusconi

I risultati dimostrano come in incubatoio l'accrescimento degli avannotti sia lineare, in quanto nell'arco di tempo preso in considerazione, dal 27 aprile al 26 maggio, le diverse misurazioni effettuate risultano essere in linea con quanto viene riportato all'interno della relazione realizzata dal Negri negli anni 2000, infatti il biologo sosteneva che vi fosse una relazione di proporzionalità diretta e lineare fra alimentazione e crescita degli individui in quanto la somministrazione quotidiana di mangime (1-2% del peso corporeo) favorisce una crescita più elevata.

SEMINA AVANNOTTI NEL LAGO DI COMO

In seguito alla valutazione relativa all'accrescimento degli avannotti, essi sono stati rilasciati all'interno del lago di Como in giornate differenti, per diminuire il livello di predazione (la quale sarebbe aumentata in caso di un'unica semina).

Rilascio avannotti accresciuti in incubatoio. Fonti: foto di Daniele Rusconi

ATTIVITA' SVOLTA IN PIATTAFORMA

Il giorno 24 marzo 2021, 300000 larve provenienti dall'Incubatoio di Fiumelatte sono state trasportate e poste all'interno di sei apposite gabbie sommerse nel lago di Annone: quattro posizionate all'esterno della piattaforma e due posizionate internamente; di queste, quelle ad essere oggetto di studio sono in particolare tre, scelte appositamente per la diversa densità di esemplari presenti in esse.
Queste strutture sono formate da una rete rigida in mono filo di lato 1 mm con un volume di circa 1570 litri ciascuna.

Una volta rilasciati i Coregoni all'interno delle gabbie, quest'ultime sono state ancorate al fondale per mezzo di una corda e installate ad un metro di profondità al fine di disporre del quantitativo più elevato possibile di ossigeno

e risorse nutritive. In base alle condizioni climatiche però le gabbie sono soggette a modificazioni per quanto riguarda la loro profondità. Infatti sono stati eseguiti alcuni cambi delle maglie delle gabbie: il primo avvenuto in data 14 aprile, da 1 a 2 mm (lato della maglia); il secondo, avvenuto in data 26 aprile, da 2 a 3 mm (lato della maglia). Questi cambiamenti sono stati necessari poiché la grandezza della maglia influenza il passaggio dei nutrienti, infatti più la maglia è larga maggiori sono i quantitativi di nutrienti che possono filtrare, di conseguenza vi sarà anche una minor probabilità di ostruzione.

Cambiamento della maglia delle gabbie da 2 mm a 3 mm. Fonti: foto di Daniele Rusconi

Inoltre, ogni 3-4 giorni, vengono attuate operazioni di misurazione per valutare il modo in cui accrescono gli avannotti e vengono controllate le gabbie, in particolare il loro stato relativamente all'intasamento causato dalla presenza di detriti. I principali dati che vengono rilevati sono gli stessi considerati per analizzare gli esemplari presenti in Incubatoio, perciò si è proceduto alla determinazione del peso, della lunghezza e del fattore di condizione, il quale

esprime lo stato di corposità del pesce con un rapporto tra lunghezza e peso dell'individuo.

Novellame in accrescimento. Fonti: foto di Daniele Rusconi.

MISURAZIONI RELATIVE ALL'ACCRESCIMENTO DEI COREGONI NELLA PIATTAFORMA DEL LAGO DI ANNONE

Nella tabella 5.7 sono stati riportati i dati relativi alla densità e alla quantità di avannotti in ogni singola gabbia nel mese di marzo, in particolare si è voluto sottolineare, mediante un confronto, i diversi tipi di carico, ossia la quantità di avannotti per litro. La scelta di utilizzare diverse densità di esemplari per valutare i diversi accrescimenti è volta a comprendere più accuratamente quali siano le differenze in base alle quantità di avannotti presenti in una certa porzione di acqua.

GABBIA	BIO teorica	Corr. 5%	BIO corretta	PM	larve	volume gb	DENSITA'		carico
n°	*g*	*coeff.*	*g*	*mg/cad*	*n°*	*litri*	*ind/l*	*g/l*	*tipo*
11 (lato sud)	317	15,9	301	8	**37644**	1570	24	0,19	*medio*
12 (lato sud)	248	12,4	236	8	**29450**	1570	19	0,15	*basso*
13 (lato sud)	388	19,4	369	8	**46075**	1570	29	0,23	*alto*
14 (lato sud)	415	20,8	394	8	**49281**	1570	31	0,25	*alto*
15 (interna)	245	12,3	233	8	**29094**	1570	19	0,15	*basso*
21 (interna)	383	19,2	364	8	**45481**	1570	29	0,23	*alto*
			1896		**237025**				

Tabella 5.7 Fonti: dati di Daniele Rusconi

LEGENDA: *BIO*
teorica (biomassa teorica): indica la quantità di biomassa non includendo la corr. 5%
Corr. 5% (correzione 5%): valore numerico che esprime un'imprecisione derivata dalla quantità di acqua che viene erroneamente conteggiata nel calcolo della pesata
BIO corretta (biomassa corretta): indica la quantità di biomassa che comprende la corr. 5%
PM (peso medio): indica il peso medio di ogni avannotto

Le seguenti tabelle riportano i dati raccolti nelle settimane dei mesi di aprile e maggio presso la piattaforma situata nel lago di Annone, relativamente alle misurazioni relative all'accrescimento degli avannotti.

Nella tabella 5.8 si riportano le misurazioni di ogni pesce analizzato in data 8 aprile 2021

Campione	Gabbia 14 alta densità		Gabbia 15 bassa densità	
	Peso (mg)	LH (mm)	Peso (mg)	LH (mm)
1°	15.8	16	19,2	16
2°	23,1	17	23,2	17
3°	30	19	16,8	15
4°	23,2	17	15,1	16
5°	20,3	15	16,1	16
Media	22,5	16,8	18,1	16
Deviazione standard	5,2	1,5	3,2	0,7

Tabella 5.8 Fonti: dati di Daniele Rusconi

LEGENDA:
LH (lunghezza): indica la lunghezza di ogni avannotto

Nella tabella 5.9 si riportano le misurazioni di ogni pesce analizzato in data 13 aprile 2021

Campione	Gabbia 14 alta densità		Gabbia 15 bassa densità	
	Peso (mg)	LH (mm)	Peso (mg)	LH (mm)
1°	25,4	18	21,9	16,5
2°	29,3	18	31,3	19
3°	48,5	21,5	28,1	18
4°	42,7	21	22,5	16
Media	36,5	19,63	26	17,38
Deviazione standard	10,9	1,9	4,5	1,4

Tabella 5.9 Fonti: dati di Daniele Rusconi

Nella tabella 5.10 si riportano le misurazioni di ogni pesce analizzato in data 21 aprile 2021

Campione	Gabbia 14 alta densità		Gabbia 15 bassa densità	
	Peso (mg)	LH (mm)	Peso (mg)	LH (mm)
1°	123	26	58,7	26
2°	122,8	24	123,8	24
3°	135,5	27	91,3	27
4°	92,5	25	75,2	25
Media	127,1	25,5	87,3	25,5
Deviazione standard	7,3	1,3	27,8	1,3

Tabella 5.10 Fonti: dati di Daniele Rusconi

Nella tabella 5.11 si riportano le misurazioni di ogni pesce analizzato in data 26 aprile 2021

Campione	Gabbia 14 alta densità		Gabbia 15 bassa densità	
	Peso (mg)	LH (mm)	Peso (mg)	LH (mm)
1°	244,2	33	50,8	22
2°	248	32	89,2	24
3°	265,5	34	56,2	22
4°	218,2	31	75,3	24
Media	244	32,5	67,9	23
Deviazione standard	19,5	1,3	17,7	1,2

Tabella 5.11 Fonti: dati di Daniele Rusconi

Nella tabella 5.12 si riportano le misurazioni di ogni pesce analizzato in data 30 aprile 2021

Campione	Gabbia 14 alta densità		Gabbia 15 bassa densità	
	Peso (mg)	LH (mm)	Peso (mg)	LH (mm)
1°	364	37	172,7	29
2°	367,5	37	238	33
3°	263,7	34	242,9	34
4°	376	37	272	34
Media	342,8	36,25	231,4	32,5
Deviazione standard	53	1,5	41,9	2,4

Tabella 5.12 Fonti: dati di Daniele Rusconi

Nella tabella 5.13 si riportano le misurazioni di ogni pesce analizzato in data 3 maggio2021

Campione	Gabbia 14 alta densità	Gabbia 15 bassa densità

	Peso (mg)	LH (mm)	Peso (mg)	LH (mm)
1°	421	37	386,1	36
2°	388	37	469,8	38,5
3°	430,1	38	495	41
4°	390,3	36,5	467,8	39
5°	476,1	41	455,3	38
Media	421,1	37,9	454,8	38,5
Deviazione standard	35,9	1,8	41,0	1,8

Tabella 5.13 Fonti: dati di Daniele Rusconi

Nella tabella 5.14 si riportano le misurazioni di ogni pesce analizzato in data 6 maggio2021

Campione	Gabbia 14 alta densità		Gabbia 15 bassa densità	
	Peso (mg)	LH (mm)	Peso (mg)	LH (mm)
1°	611,2	43	409,8	38
2°	528,1	37	383	37
3°	456	40	474,1	38
4°	524,1	43	520	43
Media	529,9	40,75	446,7	39
Deviazione standard	63,5	2,9	62,0	2,7

Tabella 5.14 Fonti: dati di Daniele Rusconi

Nella tabella 5.15 si riportano le misurazioni di ogni pesce analizzato in data 10 maggio2021

Campione	Gabbia 14 alta densità	Gabbia 15 bassa densità

	Peso (mg)	LH (mm)	Peso (mg)	LH (mm)
1°	986	49	659,2	44
2°	574,2	44	647	45
3°	624,4	43	514,5	41
4°	654	44	625,9	43
Media	709,7	45	611,7	43,25
Deviazione standard	187,2	2,7	66,2	1,7

Tabella 5.15 Fonti: dati di Daniele Rusconi

Nella tabella 5.16 si riportano le misurazioni di ogni pesce analizzato in data 12 maggio2021

Campione	Gabbia 14 alta densità		Gabbia 15 bassa densità	
	Peso (mg)	LH (mm)	Peso (mg)	LH (mm)
1°	743,5	45	646	45
2°	525	42	521	41
3°	598	44	566,5	42
4°	641,4	45	516	41
Media	627,0	44	562,4	42,25
Deviazione standard	91,3	1,4	60,2	1,9

Tabella 5.16 Fonti: dati di Daniele Rusconi

Nel grafico 5.17 è stato rappresentato il confronto tra il peso di individui contenuti in una gabbia con bassa densità e di individui e una gabbia con alta densità di esemplari mediante i dati raccolti nelle analisi svolte nel periodo compreso tra l'8 aprile e il 12 maggio 2021.

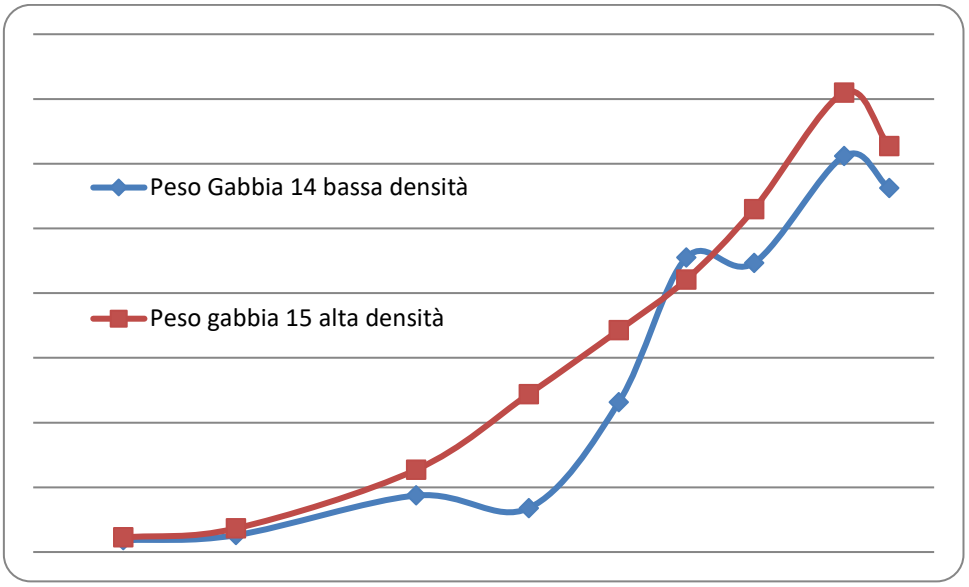


Grafico 5.17 Confronto tra il peso di individui contenuti in una gabbia con bassa densità e di individui e una gabbia con alta densità di esemplari. Fonti: dati di Daniele Rusconi

Le tabelle sopra riportate suggeriscono come, nell'arco di tempo preso in considerazione sono state osservate delle curve di crescita diverse. In particolare nel primo periodo (dall'8 al 20 di aprile) la crescita è risultata limitata (con una crescita di circa 0.6 mm di lunghezza al giorno) in quanto le condizioni climatiche nonché la temperatura dell'acqua del lago sono stati avversi ad un accrescimento ottimale,mentre nel secondo periodo considerato (dal 21 aprile al 12 maggio) si è registrata una crescita abbondante dettata da alcuni specifici fattori favorevoli, quali la discreta quantità di zooplancton presente nel lago, l'ottima temperatura e condizioni climatiche favorevoli.

Nel grafico 5.18 è stato rappresentato il confronto tra le diverse crescite degli individui in incubatoio ed in piattaforma mediante i dati raccolti nelle analisi svolte nel periodo compreso tra l'8 aprile e il 12 maggio 2021.

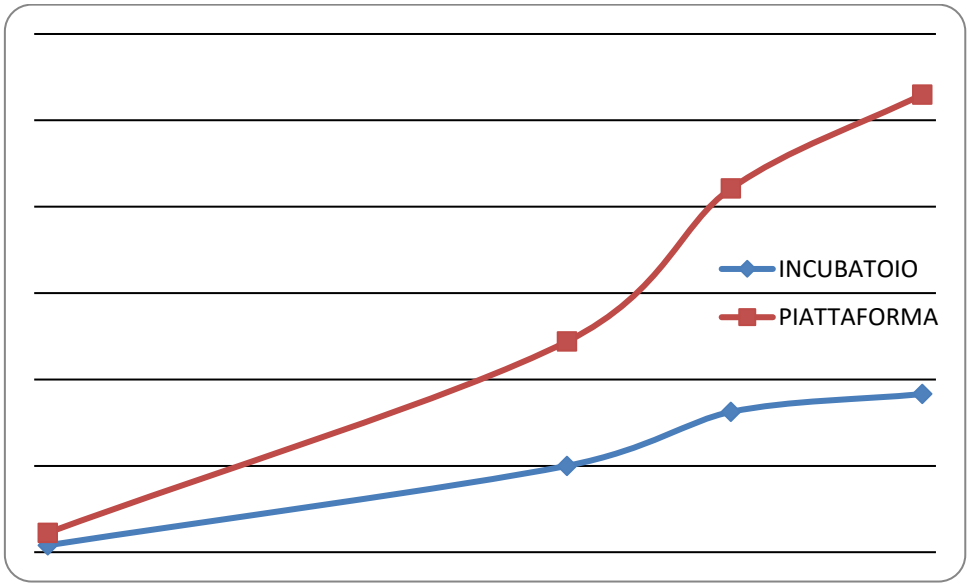


Grafico 5.18 Fonti: dati di Daniele Rusconi

Legenda:
asse delle ascisse: date mese di aprile/maggio 2021
asse delle ordinate: peso medio (mg) avannotti

Come si può evincere dal grafico 5.18, si riscontra una crescita nettamente superiore negli esemplari allevati in piattaforma in quanto essi dispongono di una maggior disponibilità di nutrimento.

Nel grafico 5.19 è stato rappresentato il confronto tra il fattore di condizione K degli individui allevati da una parte in piattaforma e dall'altra in incubatoio.

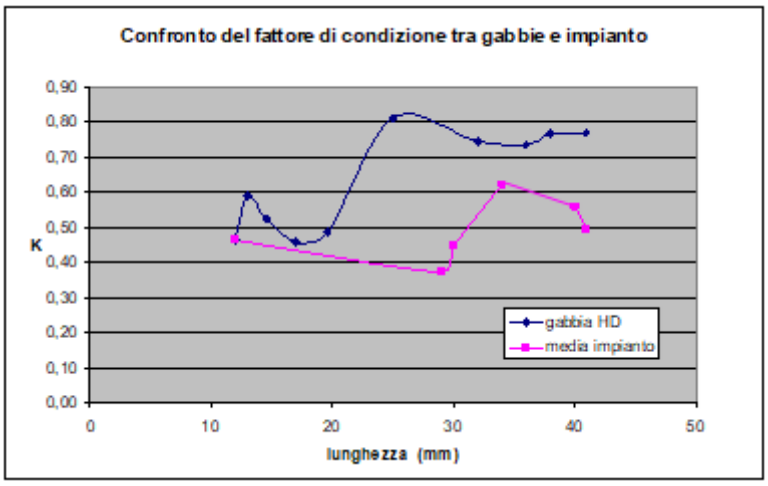


Grafico 5.19 Fonti: dati di Daniele Rusconi

Legenda:
asse delle ascisse: lunghezza in mm
asse delle ordinate: fattore di condizione K

Come si evince dal grafico 5.19, una differenza più rilevante è invece relativa al peso medio dei soggetti allevati in gabbia rispetto a quelli in impianto, con valori finali quasi doppi per i soggetti allevati in gabbia. Questa differenza è resa più evidente confrontando il fattore di condizione K. Analizzando il valore di K a parità di lunghezza appare evidente che dopo i 3 cm i soggetti in gabbia hanno un K medio di circa 0,75,mentre quelli allevati in impianto indicano valori quasi sempre inferiori a 0,6. Le cause di questa differenza derivano dalla diversa tipologia di allevamento: i soggetti in gabbia sono in acqua ferma mentre i soggetti in vasca devono contrastare il flusso di corrente dell'acqua in ingresso che serve per mantenere pulite le vasche,l'alimentazione in gabbia è continua nelle 24 ore grazie all'illuminazione notturna mentre in impianto è presente una pausa di 8-10 ore, non ultimo il mangime utilizzato in vasca potrebbe avere qualche carenza rispetto all'alimento naturale disponibile in gabbia. Il valore minimo di K in impianto nell'intervallo tra 20-30 mm (0,37) è invece collegato al passaggio dall'alimentazione con artemia salina al mangime, la cui accettazione nel 2021 è risultata particolarmente lenta e difficoltosa.

Per quanto riguarda il tasso di sopravvivenza è risultato pari a circa il 75%, quindi sovrapponibile al valore relativo alle larve pre alimentate.

IMMISSIONE AVANNOTTI NEL LAGO DI COMO

In data 12 maggio gli avannotti sono stati prelevati dalle gabbie e, dopo essere stati pesati, sono stati trasportati con una barca dalla piattaforma fino ad un mezzo di trasporto contenente una vasca munita di ossigenatore dove i coregoni sono stati depositati per poi essere rilasciati in diversi laghi, quali ad esempio il Lago di Garlate e il Lago di Como.
Il problema che si è riscontrato negli anni precedenti è l'aumento del tasso di mortalità dovuto al trasporto dei lavarelli dal lago di Annone al lago di Como.
I vantaggi dell'allevamento in piattaforma con alimento naturale sono molteplici: i costi si riducono notevolmente, in questo caso si raggiunge la taglia media di 5 cm in un tempo minore ed inoltre si riduce il consumo di mangime per l'acquacoltura. Inoltre non si rilasciano inquinanti nelle acque e nell'ambiente circostante.

Rilascio avannotti accresciuti nelle gabbie. Fonti: foto di Daniele Rusconi

Come già descritto l'attività di tirocinio svolta nei mesi di marzo, aprile e maggio è stata finalizzata alla comprensione dei diversi accrescimenti in esemplari allevati con alimento artificiale all'interno dell'Incubatoio di Fiumelatte e in esemplari allevati con alimento naturale posti all'interno di gabbie nel lago di Annone.

In particolare sono stati eseguiti degli studi in merito ad alcuni parametri, in funzione dei quali è stato possibile valutare l'accrescimento di ogni singolo individuo.

Per quanto riguarda l'accrescimento relativo agli avannotti presenti nel lago di Annone, in seguito alla raccolta di dati relativi a peso e lunghezza, si può evincere che, all'aumentare della densità, l'accrescimento di ogni singolo individuo aumenta ma contemporaneamente diminuisce la sopravvivenza. *"Nella fase di accrescimento l'alimento risulta diventare un fattore limitante per la crescita degli organismi, soprattutto con una densità pari o superiore a 31 individui per litro di acqua." A. Negri*

DISPONIBILITA' DI ZOOPLANCTON NEL LAGO DI ANNONE

Ad esempio, per quanto riguarda la presenza di zooplancton all'interno del lago di Annone, ho potuto constatare che la quantità di questi organismi animali atti a fungere da alimento per l'ittiofauna varia nel corso dell'anno, a seconda delle stagioni. Infatti si può osservare come ciò influisca sul tasso di sopravvivenza dei pesci (circa dell'80%, ossia 184.078 esemplari) in particolare dei Coregoni.

Analizzando lo zooplancton ed in particolare le corrispondenti densità, si può evincere la sua composizione relativamente alle specie zooplantoniche maggiormente presenti nei vari periodi dell'anno:

- Febbraio: densità discreta (10-15 ind/l)di *Cyclopsvicinus.*
- Marzo-aprile: scomparsa progressiva di *Cyclopsvicinus*e conseguente diminuzione dei copepoditi, in favore di un sensibile incremento del

genere *Mesocyclops*. Inoltre la densità dei taxa subisce un graduale incremento:

  - Copepodi (da un minimo di 21 ind/l ad un massimo di 38 ind/l);
  - Cladoceri(da un minimo di 2 ind/l ad un massimo di 21 ind/l).

- Maggio: il genere dei naupli, a partire da febbraio, passa da 10 a più di 30 ind/l a causa della comparsa del genere *Mesocyclops* e del copepode *Eudiaptomuspadanus*. Inoltre si assiste ad un notevole incremento del genere *Daphnia* (Cladoceri) che passa da 2 ind/l, nel mese di febbraio, a 18 ind/l nel mese di maggio.

Quest'ultimo mese è di fondamentale importanza, vista l'elevata concentrazione di Cladoceri, in particolare della *Daphnia*, per l'accrescimento dei lavarelli.

A seguito dell'esperimento è stato possibile constatare che pressoché tutti gli esemplari allevati in impianto con alimento artificiale si nutrivano di zooplancton naturale pur essendo abituati ad un'alimentazione di tipo sintetico.

Si può quindi desumere che la semina non comporti problematiche quali la mancanza di adattamento o di un'adeguata alimentazione, bensì il rischio di predazione.

Zooplancton. Fonti: immagine di Vetofish

Copepodi. Fonti: immagine di Natura Mediterraneo

Daphnia. Fonti: immagine di Wikipedia

I PRINCIPALI FATTORI CHE INFLUENZANO L'ACCRESCIMENTO

Inoltre è necessario sottolineare come l'accrescimento degli avannotti nelle gabbie sia condizionato da numerosi fattori; tra questi il più importante ai fini di un elevato tasso di accrescimento degli individui è la disponibilità di alimento.

Questo parametro, in un ambiente naturale, è strettamente collegato ad un altro dato, ossia la densità di stoccaggio, la quale è la quantità di avannotti per litro di acqua che viene inserita nelle gabbie. Essa però, a differenza della disponibilità di alimento, ossia il nutrimento naturalmente fruibile dai pesci in modo spontaneo, può essere prestabilita.

Infatti, relativamente agli esemplari allevati in Incubatoio, è stato riscontrato che l'accrescimento viene determinato in modo preponderante dalla quantità di cibo somministrato e dalla temperatura dell'acqua in cui si trovano i pesci, la quale esercita una grande influenza sul metabolismo degli avannotti:

- Più la temperatura dell'acqua è elevata, più l'attività metabolica sarà veloce e dunque la quantità di cibo ingerito sarà maggiore (temperatura maggiore di 16° C);
- Più la temperatura dell'acqua è bassa, più l'attività metabolica sarà lenta e dunque la quantità di cibo ingerito sarà minore (temperatura inferiore di 16°C), come si verifica all'interno dell'Incubatoio con una temperatura dell'acqua di 9°C.

CONSIDERAZIONI RIGUARDO L'ACCRESCIMENTO DEGLI AVANNOTTI IN INCUBATOIO ED IN PIATTAFORMA

All'interno dell'incubatoio gli individui hanno raggiunto verso la metà di maggio una taglia media di 37,5 mm ed un peso di 227 mg, con una deviazione standard (indice riassuntivo delle differenze dei valori di ogni osservazione rispetto alla media della variabile), rispettivamente di 2,081 e di 39,32.

Per quanto riguarda l'attività svolta in piattaforma invece, come è possibile osservare nelle tabelle riportate in seguito, l'accrescimento dei singoli individui è maggiore nelle gabbie con densità elevata (gabbie ad alta densità 627 mg, gabbie a media densità 508 mg, gabbie a bassa densità 562,4 mg). Tuttavia si evidenzia un tasso di sopravvivenza molto inferiore rispetto a gabbie con densità minore (nelle gabbie ad alta densità 63%,nelle gabbie a media intensità 79% e infine nelle gabbie a bassa densità 86%).

Sono state prese in considerazione in particolare due gabbie con differenti carichi (la prima, n°14, con alta densità pari a 31 individui su litro d'acqua, la seconda, n°15, pari a 19 individui su litro d'acqua, con una bassa densità). In seguito ad un'analisi, avvenuta in data 12 maggio 2021, relativa al peso medio di ogni singolo individuo, è stato possibile osservare che il peso medio di ciascun esemplare è maggiore all'interno della gabbia 14 (623 mg), quella con un'elevata densità. Quella con densità minore invece presenta un peso medio nettamene inferiore (471 mg). Tale risultato, in parte anomalo, era stato già

sottolineato in studi precedenti *(Relazione Finale A. Negri,1993)*. Infatti esso può essere dovuto a diversi fattori:

- Le gabbie con una maggiore quantità di avannotti di *Coregonus lavaretus*, nelle osservazioni effettuate e nei vari controlli, si presentavano meno sporche, quindi contenenti un numero inferiore di residui organici ostruttivi, a causa della maggiore turbolenza interna creatasi in seguito al continuo movimento dei pesci, questo ha favorito l'ingresso di una maggior quantità di alimenti;
- L'elevata densità causa una maggior competizione alimentare tra gli avannotti, stimolandoli continuamente a ricercare nutrienti.
- Per quanto riguarda il tasso di sopravvivenza durante l'accrescimento, non sono state riscontrate ingenti perdite, ma si è potuto notare che l'aumento di densità provoca un abbassamento repentino del tasso di sopravvivenza, quindi un miglior accrescimento causa morti frequenti.

La tabella 5.20 riassume ulteriori dati relativi ai principali parametri considerati per le misurazioni degli esemplari contenuti nella piattaforma

GABBIA	DENSITA'	SOPRAVVIVENZA
n°	ind/l	val/%
11 (lato sud)	24	79
12 (lato sud)	19	87
13 (lato sud)	29	76
14 (lato sud)	31	63
15 (interna)	19	86
21 (interna)	29	83

Tabella 5.20 Fonti: dati di Daniele Rusconi

I dati della tabella sopra riportata sono molto significativi in quanto esemplificano come in seguito all'aumentare della densità di avannotti per litro di acqua vi sia una repentina diminuzione del tasso di sopravvivenza dei Coregoni.

Come si può desumere dal grafico 5.21 sottostante, nel presente studio è stata inoltre indagata la relazione tra tasso di sopravvivenza e densità degli animali che ha dato origine alla seguente relazione lineare: Sopravvivenza = -1,29 * densità coregoni (n/l) + 111 (r^2=0,597). Grafico 5.21

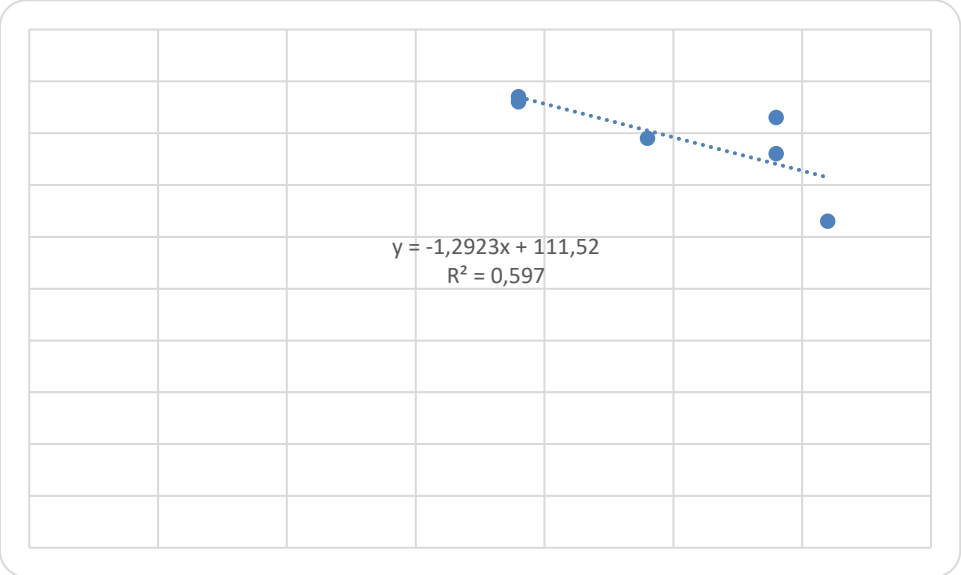


Grafico 5.21 Relazione tra tasso di sopravvivenza e densità di avannotti. Fonti: dati di Daniele Rusconi

Legenda:
asse delle ascisse: n°di individui per litro di acqua (densità)
asse delle ordinate: tasso percentuale (%) di sopravvivenza

Nel grafico 5.21 è stata rappresentata la relazione che intercorre tra il tasso di sopravvivenza degli avannotti e la densità di questi ultimi nelle gabbie della piattaforma di Annone. Si può dunque evincere come vi sia un rapporto di

proporzionalità inversa fra i due parametri considerati, infatti all'aumentare della densità di individui per litro di acqua il tasso di sopravvivenza diminuisce.

Sopravvivenza degli individui immessi nel lago di Como

Da recenti analisi eseguite grazie a questa tecnica innovativa (ossia il marcaggio degli individui allo stadio larvale con alizarina) risulta che solo una minima percentuale compresa tra il 10 % e il 15 % di avannotti che sono stati immessi nel lago di Como raggiungerà l'età adulta: si deduce quindi che la specie *Coregonus lavaretus* ha un elevato tasso di mortalità, soprattutto a causa dell'elevata predazione da parte di altri pesci quali lucioperca, siluri, persici, lucci ed agoni e da alcuni uccelli ittiofagi quali cormorani, smerghi, aironi, etc...

Per poter migliorare la qualità dell'operazione di immissione si è deciso di aumentare considerevolmente la quantità di *Coregonus lavaretus* allevati all'interno delle vasche dell'Incubatoio di Fiumelatte, a discapito invece della quantità di esemplari nelle gabbie della piattaforma di Annone.
Inoltre, sono stati scelti pesci di dimensioni maggiori rispetto a quelli precedentemente allevati. Infatti attualmente i pesci immessi nel lago hanno dimensioni di circa 4 cm, prima invece essi venivano immessi a sacco vitellino riassorbito, presentando una lunghezza di circa 1 cm.

Purtroppo però l'allevamento in incubatoio non consente la produzione di grandi numeri di avannotti in quanto la disponibilità idrica è limitata e inoltre la quantità di manodopera necessaria è assai elevata, ciò infatti comporta costi eccessivi.

6. CONCLUSIONE

Grazie a questo lavoro, che si è articolato in un confronto tra l'accrescimento dei lavarelli allevati all'interno dell'Incubatoio di Fiumelatte con alimento artificiale e quelli allevati all'interno di apposite gabbie sommerse nel lago di Annone poste nella piattaforma, è stato possibile apprendere le caratteristiche ottimali per l'allevamento di lavarelli più appropriato, quindi con risultati soddisfacenti, ai fini di ottenere esemplari più resistenti e con una capacità di adattamento migliore, a seguito della loro immissione nel lago di Como.
Relativamente ai parametri presi in considerazione, in seguito agli studi eseguiti, è possibile evincere che la densità di zooplancton, principale fonte di alimentazione per l'allevamento in gabbie sommerse, si è mantenuta su alti livelli, in quanto le condizione climatiche sono state favorevoli.
Le larve pre-alimentate hanno raggiunto una lunghezza media di 44 mm in 64 giorni (08/4-12/5) in ambiente esterno.
Le larve però hanno evidenziato una crescita più lenta nella fase iniziale, mentre si è riscontrato un tasso di mortalità estremamente basso.
Inoltre, si è constatato che le gabbie a minore densità manifestano accrescimenti di poco inferiori. Ciò, come già descritto in precedenza, può essere spiegato sostanzialmente in due modi: il primo è che nelle gabbie con numerosi avannotti vi è una minore tendenza all'intasamento dovuto alla presenza di detriti vegetali, probabilmente conseguente all'elevata turbolenza interna dovuta al movimento dei pesci.
La seconda ipotesi è che ci sia un elevato stimolo alla predazione per semplice competizione alimentare tra gli avannotti.

Per quanto riguarda gli avannotti allevati in Incubatoio, al fine di raggiungere la lunghezza media di 44 mm, è stato necessario un lasso di tempo pari a 78 giorni, cioè 15 giorni in più rispetto a quelli allevati nelle gabbie, dove gli individui hanno raggiunto un peso nettamente superiore rispetto a quelli

allevati all'interno delle vasche dell'incubatoio, con un peso medio di 540 mg cadauno.

In conclusione, è possibile quindi affermare che visti i risultati ottenuti relativamente all'accrescimento degli avannotti, dal punto di vista della quantità e dello stato degli esemplari, risulta migliore l'allevamento in piattaforma, dove però si riscontra una problematica non indifferente, ossia un maggiore tasso di mortalità sia durante le fasi di allevamento sia nel momento del rilascio a seguito del trasporto dal lago di Annone al lago di Como.

7. SITOGRAFIA

A proposito di acqua, 2016, https//www.idrolab.irsa.cnr.it , visitato giugno 2021

Artemia salina , https://it.wikipedia.org/wiki/Artemia_salina , visitato giugno 2021

Caratteristiche del Coregone o lavarello - Il Coregone o Lavarello: la spigola delle acque dolci , https://www.hellofish.it/it , visitato luglio 2021

Carbohydrate metabolism of eggs of the whitefish, Coregone spp. during embryogenesis and its relationship with egg quality 2005, https://pubmed.ncbi.nlm.nih , visitato giugno 2021

Coregone Lavaretus , Wikipedia , https://it.wikipedia.org/wiki , visitato giugno 2021

Coregone (e lavarello) altervista , https://pescalagodicomo.altervista.org/

Coregone o lavarello 2017 , http://www.enciclopedino.it/Acquadolce/Coregone.html , visitato giugno 2021

Dipendenza del tasso di embriogenesi dell'albula coregona dalla temperatura di incubazione – 1988 - Acquaculture - Volume 74 , https://www.sciencedirect.com/ , visitato giugno 2021

fecondazione lavarelli 2016, A proposito di acqua , https//www.idrolab.irsa.cnr.it), visitato giugno 2021

Fiumelatte, visita all'incubatoio De Marchi 2016 - BrianzaPiù | Il Bello e il Buono della Brianza e del Lario , https://www.brianzapiu.it/, visitato giugno 2021

Incubatoio di Fiumelatte, 2015, http://docplayer.it/19789213-L'incubatoio-di-fiumelatte.html , visitato giugno 2021

Inuit del Lario: PESCI NOSTRANI E PESCI STRANIERI, 2009 , https://inuitdellario.blogspot.com/ , visitato luglio 2021

L'incubatoio di Fiumelatte è una realtà - Cronaca - ilgiorno.it , visitato luglio 2021

La Regione chiede una deroga sulla pesca al Coregone Lavarello 18.6.21 , https://www.corrieredicomo.it , visitato luglio 2021

Lavarello (Coregone Lavaretus) , http://www.subclubpeschiera.it/biologia/lavarello-coregonus-lavaretus , visitato luglio 2021

Perla mangini e servizi per l'acquacoltura , https://www.skretting.com/it , visitato luglio 2021

Prodotti campionamento plancton – SCUBLA , https://scubla.it/it/gestione-ambientale/campionamento-plancton-e-macroinvertebrati/retini-raccolta-plancton-scubla-ws-detail.html, visitato luglio 2021

Prodotti campionamento plancton - SCUBLA , https://studylibit.com/doc/1348607/gestione-centro-ittiogenico-di-fiumelatte-e-attivit%C3%A0-di-r, visitato luglio 2021

Quando un pesce-vi-cambia-vita, 2.8.2020 , https://www.aps-como.it/ , visitato luglio 2021

8. BIBLIOGRAFIA

Champigneulle, A., Boutry, E., Dewaele, P. &Maufoy, C. (1986a): Rearing of Lake Leman coregonids in France. Preliminary data on the production in small ponds, illuminated cages and tanks. – Arch. Hydrobiol. Beih. Ergebn. Limnol. 22:241-264.

Champigneulle A., Michoud M., Ducret L. Foussat G., Mudry H., Noel D. & Zegna G. (1986b): Etude de la production de prèestivaux de corègone (*Coregonus sp*.) en cages èclairèesimmergèes dans le Leman – Bull. Fr. PèchePisc. 300:1-12.

Koskela J. &Eskelinen U. (1992): Growth of larval European Whitefish (*Coregonus lavaretus*) at different temperatures. In Biology and management of Coregonid fish. Pol.Arch.Hydrobiol. 39:677-682.

Mamcarz A. (1990a) Studies on cage rearing of coregonid fishes (*Coregonidae*) in different water bodies. I. Characteristics of abiotic factors.-Acta Acad.Agricult.Tech.Olst.18:47-64.

Mamcarz A. &Szczerbowski J. (1984): Rearing of coregonid fishes (*Coregonidae*) in illuminated lake cages. I. Growth and survival of *Coregonus lavaretus L. Coregonus peled* – Aquaculture 40:135 –145.

Mamcarz A.(1990c) Conditions for growth of *Coregonus peled* in cage rearing - Acta Acad. Agricult.Tech. Olst. 17a :1-58.

Mamcarz A. (1995). Rearing of Coregonid (*Coregonus sp*.) larvae in illuminated cages: a review. Arch. Hydrobiol.Spec. Issues Advanc. Limnol. 46:287-292.

Radziej J., Korycki A. &Pyka J. (1978): Rearing of peled larvae and fry in illuminate d cages.- Gosp. Ryb. 5:3-5.

Negri. A., (Settembre 1993). La biologia dei coregoni del lago di Como-prima parte.

Negri. A., (Settembre 1993). La biologia dei coregoni del lago di Como-seconda parte.

Negri. A. (Settembre 1993). Relazione finale

9. RINGRAZIAMENTI

Alla fine di questo lavoro, sento il dovere di ringraziare alcune persone che, in questo percorso di studi mi hanno accompagnato.

Ringrazio in particolare Chiara che mi ha supportato e sopportato in questo periodo credendo in me, standomi vicino nei periodi bui e collaborando durante tutta la fase di stesura della tesi.

Ringrazio la mia famiglia che mi ha assistito e sostenuto in questo percorso formativo dandomi la possibilità e stimolandomi per raggiungere l'obiettivo.

Un sentito ringraziamento va ai Dottori Alberto Negri, Marco Gallandra e Fabio Mauri per avermi dato l'opportunità di vivere una gradevole esperienza di tirocinio nonché aiutandomi nella stesura della tesi.

Infine ma non per ordine di importanza, ringrazio la Dottoressa Stefania Colombini per la pazienza, gli indispensabili consigli e l'importante contributo per la stesura dell'elaborato.