

ALMA MATER STUDIORUM

UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

SCUOLA DI SCIENZE

Corso di laurea magistrale in Biologia Marina

Fattibilità dello studio di accrescimento di una popolazione di *Cyprinus carpio* (L. 1758) tramite “carpfishing”

Tesi di laurea in Biologia delle Risorse Alieutiche

Relatore

Prof. Marco Stagioni

Presentata da

Deborah Strazzulla

Sessione Anno Accademico 2019/2020

Abstract

Cyprinus carpio (L. 1758) è un pesce di acqua dolce di importanza rilevante per il carpfishing. Gli studi su accrescimento, età e impatti sull'ecosistema usano metodologie nocive per le carpe (es. otoliti, elettrofishing). In questo studio si è valutata la fattibilità di campionamento tramite carpfishing (innocuo), calcolato l'accrescimento di carpe del lago "Le Ghiarine" tramite lettura di scaglie, taggato le catture e misurata lunghezza e peso. Nelle sessioni di pesca sono state campionate 56 carpe ed effettuata 1 ricattura. Per ogni carpa è stata prelevata 1 scaglia (fenotipo a specchi) o 4 (per regine) e sono state osservate al microscopio per la conta degli annuli. Si è stimata l'età di 34 campioni, di cui 14 presentavano una zona ricostruita e 20 integre. I restanti 22 erano illeggibili a causa della ricostruzione o della cattiva conservazione. Sui dati ottenuti è stata calcolata la VBGF ma il modello non convergeva ed è stato quindi integrato e corretto con dati bibliografici coerenti con la popolazione in esame, ottenendo: 28.6% di età congruenti alla lettura di laboratorio, 21.4% di età modificate per tener conto della rigenerazione non costante ed il 50% completamente ricalcolate. Il range di anni stimati per la rigenerazione delle scaglie va da 1 a 9, con media 5 e deviazione standard 2. L'ottimizzazione della VBGF ha fornito i seguenti parametri: $L_{\infty}=104.5$, $K=0.113$ e $t_0=-0.71$. I parametri della relazione lunghezza-peso $W=aL^b$, sono $b=2.63$ (allometria negativa, $p\text{-value}=0.0002$) e $a=0.62$. Il quadro generale dei costi di fattibilità è di 401.50€ per 4 sessioni di pesca, circa 40€/giorno. Uno studio tramite carpfishing è quindi fattibile solo a lungo termine per ottenere un numero di campioni adeguato. Per la buona conservazione delle scaglie è opportuno l'uso di alcol o formalina per evitarne il deterioramento. Occorre inoltre un dataset che comprenda le taglie piccole per una migliore ottimizzazione dei dati e dei risultati.

INDICE

Abstract

1. Introduzione

1.1 La carpa comune..... 1

1.2 La carpa comune nel mondo..... 5

1.3 Accrescimento ed età della carpa comune..... 7

1.4 Modelli di accrescimento..... 12

1.5 Acquacoltura..... 14

1.6 Il carpfishing..... 17

2. Scopo della ricerca 21

3. Materiali e metodi

3.1 Area di studio..... 22

3.2 Campionamento..... 24

3.3 Analisi statistica..... 28

4. Risultati 30

5. Discussione..... 37

6. Conclusioni..... 39

7. Riferimenti bibliografici..... 40

7.1 Sitografia 44

8. Appendice fotografica 45

9. Ringraziamenti 50

1. Introduzione

“Ci sono dei pesci che nessuno riesce a catturare.

Non è che sono più veloci o forti di altri pesci.

È solo che sembrano sfiorati da una particolare grazia.”

(Edward Bloom nel film “Big Fish - Le storie di una vita incredibile”)

1.1 La carpa comune

La carpa comune, *Cyprinus carpio* L. 1758, è un pesce appartenente alla classe Actinopterygi, ovvero pesci con pinne raggiate, all'ordine Cypriniformes e alla famiglia Cyprinidae. La carpa comune è caratterizzata da una testa conica, una bocca piccola protrattile con labbra spesse, munita di due paia di barbigli, quello anteriore più corto a metà del labbro superiore e quello posteriore più lungo e agli angoli della bocca. I denti sono di tipo molariformi faringei disposti in serie da tre su ciascun lato. La colorazione del corpo è molto varia, ma in linea generale è sulle tonalità bruno-olivastra o tendenti al verde-grigiastro nella zona dorsale, con riflessi dorati sui fianchi e la zona ventrale più chiara, fino a giallo-biancastra. Le pinne possono avere tonalità verde-brunastra, rosso-brunastra o arancio-giallastra. È una specie di acqua dolce e salmastra; grazie alla sua fisiologia riesce a tollerare un ampio range di condizioni ambientali difficili, come ad esempio bassi tenori di ossigeno, temperature piuttosto elevate e pH che va da 6.5 a 9.0. La distribuzione della carpa comune è ampia, dall'Europa all'Asia, tuttavia è stata introdotta in tutto il mondo. Seguendo i dati riportati su FishBase, la taglia di maturità è compresa tra 25 e 36 cm; la lunghezza totale massima registrata è di 120 cm, il peso massimo è di 40.1 Kg e l'età massima riportata è di 38 anni. La deposizione delle uova in Europa si avvia quando la temperatura dell'acqua raggiunge i 17-18°C, tra maggio e giugno, a profondità massima di 80 cm, e la quantità delle uova deposte è compresa tra i 100 e i 230 g per Kg di peso corporeo. Lo sviluppo embrionale dura circa 60 giorni e, dopo tre giorni dalla schiusa, la vescica natatoria è quasi sviluppata del tutto, permettendo alle larve il nuoto orizzontale e l'alimentazione esogena. Uno studio svolto in Turchia da Stergiou *et al.* nel 2014 conferma che l'età di prima maturità varia tra 2 e 4 anni; che ogni individuo depone circa 306124 ± 57645 uova, 132782 ± 10379 uova/kg, e che il diametro medio di un uovo è 1.151 ± 0.042 mm. Adámek *et al.* nel 2015 hanno incentrato la loro ricerca sulla scelta del substrato sul quale deporre le uova da parte delle carpe comuni. Hanno campionato le uova da tre diversi

substrati: naturale (costituito da vegetazione sommersa), artificiale (costituito da stuoie di *Eucalyptus camaldulensis*), indicatore (costituito da due strisce di tessuto legate a perni di plastica). I risultati ottenuti indicavano una preferenza dei substrati naturali, avendo una densità media di uova superiore rispetto agli altri due substrati, ma non vi erano differenze significative tra substrati artificiali e indicatore. Questo indicava il successo riproduttivo della carpa comune, rafforzando lo stile di vita opportunistico. La forma selvaggia della carpa comune prediligeva substrati di pietra, mentre la forma domestica utilizzava substrati di stuoie, il che rispecchiava la loro applicazione negli allevamenti.

Gli adulti di carpa prediligono acque calde e profonde con fondali molli, tollerano e resistono ad un'ampia varietà di condizioni e sono più attivi al crepuscolo e all'alba. La carpa comune è una specie onnivora e segue una dieta a base di organismi bentonici (zooplancton, molluschi, larve) e vegetali (piante acquatiche, semi di piante terrestri e foglie). Hanno un comportamento alimentare opportunistico, con variazioni spaziali (ad esempio il livello dell'acqua del corpo idrico), che indicano esigenze dietetiche flessibili, e variazioni temporali (mensile/stagionale) in relazione ai periodi di svernamento e di deposizione delle uova (Stergiou *et al.* 2013). Uno studio più approfondito sulla dieta delle carpe è quello condotto da Vilizzi nel 1998 su uno stock di carpe comuni di età 0+ del Fiume Murray. In questa analisi, è stato valutato il contenuto stomacale delle larve, suddivise in sette fasi di sviluppo larvale (L1, L2, L3, L4, L5, L6 e L7) per lunghezza standard (SL) del pesce. In particolare: Cladoceri erano la componente alimentare principale sia nelle larve che nei giovanili; Copepodi nella fase larvale L4; Corissidi e semi nella fase L5; componenti bentonici nella fase L6; Chironomidi nella fase L7; Cladoceri, semi, Ostracodi, Corissidi, Chironomidi, Decapodi e sabbia nei giovanili. Quindi, le fasi larvali (15-25 mm SL) erano considerate planctivore e si nutrivano principalmente di microcrostacei. La comparsa di Corissidi nella fase L5 era dimostrazione di progressione nella capacità di catturare prede mobili, mentre la comparsa di sabbia nel contenuto stomacale dei giovanili era indice che era iniziato il tipico comportamento alimentare dal basso delle carpe comuni, dimostrato anche dallo spostamento della bocca verso il basso e da una maggiore abilità di protruderla. Tuttavia, possono avere fonti alimentari alternative, quali organismi bentonici, semi e zooplancton, quando la fauna bentonica e i Chironomidi hanno scarsa densità.

La carpa comune è caratterizzata da polimorfismo sia in quantità e disposizione delle squame, che in rapporto altezza/lunghezza del corpo. La prima grande distinzione di carpe comuni è la natura di queste, selvatiche e addomesticate. Gli individui selvatici abitano

fiumi e ambienti naturali, dove sono soggetti alle forze delle correnti. Per riuscire a contrastare la corrente, il loro corpo assume una forma tendenzialmente allungata. Il contrario avviene nei soggetti addomesticati, che vivono in ambienti controllati, perlopiù laghi gestiti, dove il corpo idrico è pressoché fermo. Le carpe comuni addomesticate, infatti, presentano una forma del corpo meno allungata ed arcuata, fino a formare una gibbosità nella zona dorsale. Un'altra distinzione tra le carpe comuni viene fatta in base al fenotipo: carpa regina (Figura 1.1), con corpo ricoperto interamente di squame; carpa cuoio o nuda (Figura 1.2), con corpo completamente privo di squame; carpa a specchi (Figura 1.3), con ridotto numero di squame di grosse dimensioni distribuite irregolarmente sul corpo; carpa a file di squame (Figura 1.4), con una serie di piccole squame sul dorso e/o una di grosse squame sulla linea laterale.



Figura 1.1 *Cyprinus carpio*, fenotipo “regina”.



Figura 1.2 *Cyprinus carpio*, fenotipo “cuoio”.



Figura 1.3 *Cyprinus carpio*, fenotipo “a specchio”.



Figura 1.4 *Cyprinus carpio*, fenotipo “a fila di squame”.

Dall'analisi di 45 studi su 41 corpi idrici della Turchia, di cui 12 bacini artificiali, 21 laghi naturali e 8 corsi d'acqua, sono stati individuati 41 taxa differenti di parassiti delle carpe. Tra i Protozoi, i Ciliati erano rappresentati da 5 specie identificate e 2 non identificate; tra i Metazoi, il gruppo dominante erano i Platelmini, inclusi Cestodi, Monogenei e Trematodi, seguiti da Artropodi, Acantocefali, Nematodi, Anellidi e un taxon di Molluschi (*Glochidium*

sp.). Di questi, però, 7 taxa (l'Anellide *Hirudo medicinalis*, l'Aracnide *Unionicola* sp., il Nematode *Rhabdochona denudata*, il Cestode *Paradilepis scolecina*, e i Monogenei *Dactylogyrus chalcalburni*, *Gyrodactylus elegans* e *Gyrodactylus scardinii*) non erano presenti nelle liste di parassiti delle carpe in Europa. Non c'erano differenze statisticamente significative tra le tre tipologie di corpi idrici nella ricchezza dei taxa, né nella composizione del parassita a livello di phylum, classe, ordine, famiglia o taxon. Tuttavia, si riteneva che la distinzione dei parassiti che colpivano le carpe comuni a specchio e fully scaled (fenotipo di carpa comune con grosse scaglie su quasi tutto il corpo) poteva non essere così critico come quella tra la forma domestica e la forma selvaggia. Ciò era dovuto al fatto che una volta rilasciata una carpa domestica in condizioni naturali, questa si adattava velocemente alla vita selvatica (Vilizzi *et al.*, 2015), sebbene differisse ancora in una gamma di comportamenti, tratti naturali morfologici e fisiologici e comportamenti riproduttivi (Vilizzi, 2012).

Per spiegare il comportamento migratorio della carpa comune è stato condotto uno studio nel Fiume Avon, in Inghilterra. Sulla totalità di 17 specie identificate era compresa anche la carpa e per questa è stato osservato il comportamento più diverso, in quanto in primavera e inverno emigrano (dal ruscello al fiume) alla luce del giorno e immigrano (dal fiume al ruscello) di notte, mentre l'opposto è stato osservato in estate; in autunno, invece, stanziano nel ruscello. Questi spostamenti stagionali sono dovuti ai cambiamenti della temperatura dell'acqua associati alle inondazioni e alla variazione della velocità del flusso idrico (Nunn *et al.*, 2010).

La carpa comune è stata sottoposta a numerosi interventi genetici, geo-isolamenti, adattamenti, accumuli di mutazioni e pressioni di selezione naturale e umana. Tutto ciò ha comportato una varietà di ceppi e ibridi con significativa perdita di variabilità genetica rispetto alla forma selvatica. La carpa nella penisola italiana e la possibilità del suo addomesticamento risale ai tempi romani e monastici, ma la sua introduzione verso ovest del Danubio attraverso lo stagno Franco-Borgognone nei secoli XII e XIII è ancora incerta e in discussione. Sono stati documentati rilasci storici di carpe comuni in corpi idrici della Sardegna negli anni '20, seguiti da rapida diffusione e rapido adattamento della specie grazie a condizioni favorevoli, quali clima, frequenza di siccità e inondazioni (Vilizzi, 2012).

1.2 La carpa comune nel mondo

Storicamente la carpa comune *C. carpio* è stata la specie più introdotta nei sistemi di acqua dolce a livello globale. La prima espansione a livello mondiale si verificò prima del XXI secolo, in particolare tra il XVII e il XX secolo in tutta Europa, ed era guidata dalla richiesta ornamentale e come fonte di cibo. In diversi stati membri della UE, le carpe sono state inserite nell'elenco delle specie non autoctone soggette a restrizioni ai sensi dei regolamenti 49 e 50 della direttiva Uccelli e Habitat naturali (N. 477/2011) (Macklin *et al.*, 2016). L'acquacoltura delle specie esotiche è in continua crescita, anche se queste sono considerate le principali cause di perdita di specie autoctone a causa di introduzione di agenti patogeni esotici, perdita di biodiversità e danneggiamento degli ecosistemi. Nonostante la carpa comune *C. carpio* sia considerata una specie naturalizzata, ovvero introdotta e stabilita molto tempo fa, in molti paesi europei, è valutata “moderatamente ad alto rischio di invasività” per le specie autoctone e gli ecosistemi, in quanto sono definiti “ingegneri ecosistemici” in grado di modificare gli habitat, aumentandone la torbidità delle acque per mezzo del foraggiamento, la sospensione di sedimenti e lo sradicamento della vegetazione (Copp *et al.*, 2016).

Nel 2009 Smith *et al.*, studiando l'abbondanza dell'ittiofauna del Fiume Murray, hanno ottenuto che la carpa comune è la specie aliena più abbondante che hanno campionato. Queste infatti sono state trovate in tutti i tipi di habitat acquatici oggetto dello studio, dimostrando l'alto tasso di frequenza e abbondanza.

Successivamente, Vilizzi e Copp, nel 2013, hanno condotto uno studio sul rischio di invasività delle specie non native nel bacino Murray-Darling, in Australia, applicando il FISK (Invasiveness Screening Tool for Non-Native Freshwater Fishes). I risultati che hanno ottenuto confermano l'elevato rischio di invasività delle carpe comuni e i loro potenziali impatti negativi sull'ecosistema. Questo risultato è stato riconfermato nel 2014 da Tarkan *et al.*, affermando che il FISK è uno strumento utile per valutare i rischi posti dai pesci non autoctoni agli ecosistemi colonizzati.

Lo stesso anno, nel 2014, Vilizzi *et al.* hanno svolto uno studio sull'impatto di *Cyprinus carpio* su ecosistemi acquatici, in particolare sulle zone semi-aride delle zone umide del Parco del Brenda. La carpa comune, essendo una specie parassita ed opportunistica, per mezzo del loro comportamento alimentare bentonico, in cui aspirano bocciate di sedimenti nella cavità orale e successivamente separano il cibo nelle fessure faringee, espellono le

particelle non commestibili. Questo processo genera una risospensione dei sedimenti, causando un aumento della torbidità della colonna d'acqua, diminuendo così la trasparenza e l'assorbimento della luce, impedendo lo sviluppo delle macrofite e dello zooplancton, spostando l'ecosistema ad un dominio di fitoplancton. Questo shift va ad influenzare negativamente anche l'abbondanza e la ricchezza degli uccelli acquatici e dei pesci nativi, compromettendo gravemente il comfort locale, come pesca sportiva e turismo. In definitiva, un'alta biomassa di carpa comune ha effetti negativi sia diretti che indiretti sugli ecosistemi di acqua dolce. Lo stesso anno Vilizzi *et al.*, hanno svolto un secondo studio sulla stessa area, il Parco del Brenda. I risultati ottenuti da questo studio sono: in Australia le carpe hanno una stagione riproduttiva più lunga che inizia in primavera e termina in tardo autunno, dando la possibilità alle carpe di riprodursi due volte l'anno; le zone umide fungono da nursery per i giovanili che poi migreranno verso il canale principale dopo aver raggiunto una lunghezza totale (TL) di 50-100 mm; nel Fiume Murray inferiore le carpe trovano un habitat favorevole e crescono più rapidamente (individui di 2+ anni hanno una TL di 250-500 mm) rispetto agli individui del resto del mondo; e, infine, le carpe comuni sono in grado di sfruttare queste zone umide, sia in condizioni di siccità che di alluvioni, in linea con i requisiti opportunistici di questa specie altamente invasiva. Questo era stato già dimostrato nello studio di Vilizzi *et al.* del 2013, nel quale è riportato che la carpa comune, oltre a sfruttare gli habitat semi-aridi del Fiume Murray anche in condizioni di siccità, temperature alte, elevata salinità e scarsa qualità dell'acqua, i giovanili, avendo un accrescimento rapido, sono meno sensibili ai predatori acquatici e aviari. La rapida crescita, la maturità precoce, l'elevata fecondità e la stagione riproduttiva prolungata in questi habitat sono gli elementi caratterizzanti della tolleranza ambientale e della flessibilità ecologica delle carpe (Vilizzi *et al.*, 2013).

Nella penisola Iberica, tramite l'applicazione del FISK, la carpa comune è stata valutata a priori come vulnerabile (la forma selvatica) e invasiva (la forma domestica) e ha ottenuto i punteggi più alti in invasività, quindi a rischio molto alto per le specie autoctone e per gli ecosistemi, alterando l'habitat in torbidità dell'acqua e sradicamento della vegetazione (Almeida *et al.*, 2013). Stessi risultati sono stati ottenuti da Puntila *et al.*, lo stesso anno, per la Finlandia. Stesso scenario è stato dimostrato per la regione Ellenica, anche se per la Grecia non sono stati dimostrati gli effettivi impatti negativi di *Cyprinus carpio*, i quali, invece, sono stati osservati in Europa e in altre regioni mediterranee (Perdikaris *et al.*, 2016).

Nonostante la carpa comune sia molto apprezzata per la pesca sportiva, l'aumento della consapevolezza dei suoi potenziali rischi sul biota nativo ha fatto sì che la specie fosse rivalutata in molte aree dove è stata accettata come naturalizzata (Europa occidentale e Turchia). Nello studio condotto da Vilizzi e Tarkan nel 2015 in Turchia, sono stati esaminati 139 esperimenti di 130 studi, ottenendo 400 valutazioni sugli effetti della carpa comune. Da questi hanno concluso che la risospensione dei sedimenti tramite foraggiamento bentonico porta a: un aumento della torbidità, dei livelli di nutrienti (tramite l'escrezione) e della produzione di fitoplancton, che, a loro volta, andranno ad intaccare la crescita delle macrofite a causa di ombreggiatura e soffocamento; riduzione dell'abbondanza bentonica, diversità e ricchezza di invertebrati (mediante alimentazione diretta); e sradicazione di macrofite acquatiche. Tutto ciò porta a un'alterazione dell'habitat, spostandolo da uno stato oligotrofico con acque limpide dominate da macrofite, a uno stato eutrofico con acque torbide dominate da fitoplancton. L'habitat degradato porta a una diminuzione dell'abbondanza di anfibi, uccelli acquatici, pesci nativi e dei valori di comfort (pesca sportiva e turismo). Tuttavia, una nuova introduzione di uno stock di carpe, purché controllata e gestita, in bacini idrografici artificiali dove è assente, potrebbe essere fattibile, senza conseguenze negative, ricavandone benefici socioeconomici.

In Europa centrale la carpa comune è stata accettata come specie naturalizzata che rappresenta una minaccia minima o nulla per l'ambiente, opponendosi ai risultati di molti studi. Questo perché fu introdotta in Europa in epoca romana, durante il Medioevo, fino al XIX secolo, portando a una percezione "culturale" della carpa, sia in termini di fonte di cibo che per attività di pesca sportiva. Inoltre, la sua distribuzione in tutto il mondo è notevole; popolazioni autosufficienti si sono stabilite in 91 su 120 paesi in cui era stata introdotta, adattandosi a diversi regimi climatici (tropicali, aridi, temperati e freddi) e ad acque dolci e salmastre (Vilizzi *et al.*, 2015).

1.3 Accrescimento ed età della carpa comune

Età e accrescimento sono aspetti chiave della biologia dei pesci, con i quali si possono ottenere informazioni circa il benessere e lo stato di uno stock, ma, al fine di ottenere risultati veritieri e accettabili, sono necessari studi a lungo termine e abbondanza di dati sull'ecologia dei pesci di acqua dolce.

Per studiare il tasso di accrescimento e stimare l'età nei pesci esistono cinque metodi principali: 1) il metodo dell'età nota; 2) il metodo della frequenza-lunghezza; 3) il metodo

della scaglia; 4) il metodo degli otoliti e ossa; e 5) il metodo di calcolo degli annuli della scaglia – lunghezza del pesce (Das & Fotedar, 1965).

Accrescimento in lunghezza e in peso

L'unico paradigma accettato per gli studi eco-morfologici della carpa comune è quello di uno sviluppo graduale. Vilizzi e Walker, in uno studio del 1999, riportano che esistono due intervalli della fase larvale: un periodo inattivo, in cui l'offerta del tuorlo è ancora adeguata, e un periodo attivo, in cui iniziano i primi cambiamenti morfologici. Resta, però, difficile stabilire con certezza la fine della fase larvale, anche se dopo due settimane dalla schiusa il corpo assume la caratteristica gobba dietro la testa (tipica della forma domestica), le pinne si sono formate e la pigmentazione del corpo inizia ad essere sulle tonalità del dorato. Quindi, carpe di 2 cm sembrano già adulte per via della morfologia, della nutrizione e dei movimenti locali. La comparsa delle scaglie inizia in pesci di 16-18 mm (TL) e termina in individui di 25 mm, mentre pinne e bocca terminano lo sviluppo quando il pesce raggiunge i 21 mm di TL. In un allevamento di carpe è stato visto che l'inizio del periodo giovanile, e quindi la fine della metamorfosi, si verifica dopo 21 giorni dalla schiusa, a una TL di 19.1 mm e a 25°C. La prima fase giovanile è determinata dalla comparsa delle prime scaglie (19.1-30.2 mm TL, età 21-29 giorni) e la seconda dalla completa copertura delle scaglie e dalla fusione del setto nasale (30.2 mm TL, età 26 giorni). Gli individui giovanili, raggiunti 75-100 mm di TL, tendono ad abbandonare le aree di nursery, mentre quelli con lunghezze inferiori ai 200 mm si spostano in cerca di aree da colonizzare. Gli esperimenti condotti in un acquario da Panyushkin (1989) hanno mostrato che tra le carpe di un mese (15-30 mm TL) sono evidenti le prime interazioni sociali. Tuttavia, le aggregazioni si verificano solo dopo che i pesci hanno raggiunto i 35-70 mm TL e sono associati principalmente al foraggiamento e alle reazioni a stimoli esterni. Ma ogni individuo cresce in modo differente dall'altro, esistono cioè differenze nella crescita individuale, influenzate dalla temperatura dell'acqua, dalla densità di allevamento e dalla disponibilità di cibo.

Per studi sull'accrescimento in lunghezza, tutti i campioni vengono misurati per la lunghezza standard (SL), lunghezza totale (TL) o lunghezza forcale (FL) al mm più vicino.

Per misurare il peso di ogni carpa viene usata una bilancia elettronica in modo da ottenere dati più precisi possibili, per le larve entro 0-01 mg, mentre per gli adulti al più vicino mg (Vilizzi, 1998).

Con il progredire del tempo e degli anni, la taglia aumenta, inizialmente in modo rapido, successivamente lentamente, fino a raggiungere un punto in cui la taglia smette di aumentare (L_{∞}). Per la carpa comune la lunghezza massima registrata è di circa 125 cm (<http://www.fishing-worldrecords.com/scientificname/Cyprinus%20carpio/show>). Lo stesso si dice per l'accrescimento in peso, fino a quando raggiunge il punto asintotico per il quale si mantiene pressoché costante (W_{∞}). Il peso massimo registrato per la carpa comune è di circa 51.2 Kg, in un lago gestito in Ungheria (<http://www.fishing-worldrecords.com/scientificname/Cyprinus%20carpio/show>). Gli andamenti di accrescimento in taglia e peso sono sovrapponibili, ma il rapporto lunghezza/peso è diverso a seconda del sesso, ma in generale si può definire un accrescimento isometrico se i due parametri si accrescono in modo analogo, e accrescimento allometrico se la taglia cresce maggiormente rispetto al peso per un periodo della storia di vita del pesce. Inoltre, è necessario modellare di volta in volta, a seconda dello stock preso in analisi, la relazione tra lunghezza e peso per tutti i range di età. Per esempio, in uno studio di Vilizzi e Walker del 1998, è stata assegnata una FL di 300 mm arbitraria per separare gli individui di età 1+ e quelli di 2+.

Stime dell'età

Stimare l'età di uno stock di pesci è utile per la sua gestione, per conoscerne le varie taglie di appartenenza per ogni età e per valutare la longevità ed i tassi di mortalità. Per stimare l'età di un pesce vengono utilizzate le strutture calcificate, ovvero scaglie, opercoli, spine, otoliti, raggi di pinne e vertebre (Figura 1.5).

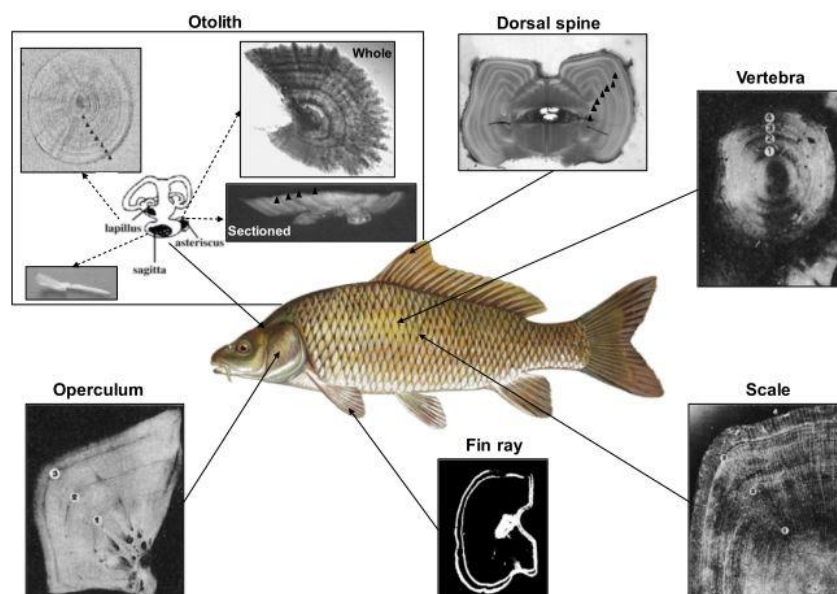


Figura 1.5 Strutture calcificate di *Cyprinus carpio* (Vilizzi, 2018).

Nei Ciprinidi le strutture maggiormente utilizzate per la stima dell'età sono le scaglie, gli opercoli e gli otoliti, tutti ritenuti buoni indicatori. Queste strutture possono essere descritte, in linea generale, come bande concentriche che si accrescono partendo da una zona centrale, detta nucleo. Le bande sono di due tipi: una densa e compatta che si forma nel periodo estivo ed è più scura alla vista in microscopio; l'altra è trasparente o ialina che corrisponde alla crescita invernale ed appare più chiara. L'insieme di queste due bande forma un "annulus", ovvero l'unità morfo-anatomica della crescita annuale di un pesce. La determinazione dell'età implica il conteggio degli annuli delle strutture calcificate. Questo presupposto è seguito dalla validazione che equivale a determinare l'accuratezza di una stima dell'età, che è stata raggiunta in molti studi. La validazione è importante per la biologia della pesca e dei pesci, e, nella pesca moderna, il monitoraggio in laboratorio dell'invecchiamento di uno stock è diventato una componente intrinseca in molte parti del mondo. Le scaglie sono di gran lunga le strutture più comunemente impiegate per questi studi già dai primi anni '50. (Vilizzi, 2018).

Gli otoliti sono concrezioni di carbonato di calcio (CaCO_3) in una matrice gelatinosa, si trovano all'interno di piccole cavità che comunicano con i canali semicircolari, sono tre (Lapilli, Sagitte e Asterischi) per lato e sono orientati secondo le tre dimensioni spaziali.

In uno dei suoi studi, Vilizzi (1998) ha utilizzato gli otoliti per il conteggio dell'età, in particolare i lapilli, uniche strutture sulle quali era possibile identificare i micro-incrementi. La conta di quest'ultimi è stata effettuata al microscopio composto a luce trasmessa, collegato ad una videocamera che trasferiva le immagini al monitor di un computer, per facilitare l'operazione. Il conteggio è stato ripetuto tre volte per ogni otolite, partendo dal nucleo. Quando due conteggi erano identici o differivano di meno di tre incrementi, il secondo conteggio veniva accettato. Se i conteggi differivano tra loro, veniva scelto quello centrale, a meno che le discrepanze non superassero i cinque incrementi, in tal caso l'otolite veniva scartato.

In un altro studio, Vilizzi *et al.* (1998) per il conteggio dell'età hanno utilizzato l'otolite asterisco, prelevati da carpe di età 1+. Gli otoliti interi erano considerati impossibili per l'interpretazione, quindi sono state utilizzate delle sezioni di essi, che sono state analizzate da tre interpreti. Da questo studio è stato ottenuto che la lettura degli annuli delle strutture calcificate delle carpe richiede una certa esperienza, in quanto un annulo può essere

facilmente confuso. Quindi esperienza e istruzione sono necessari per ottenere valutazioni più precise possibili.

I primi a studiare la scaglia della carpa comune a specchio furono Das e Fotedar nel 1965 nei corpi idrici del Kashmir. Le scaglie possono essere classificate in base alla forma (placoidi, romboidi, cicloidi o ctenoidi, Figura 1.6) o alla loro composizione chimica

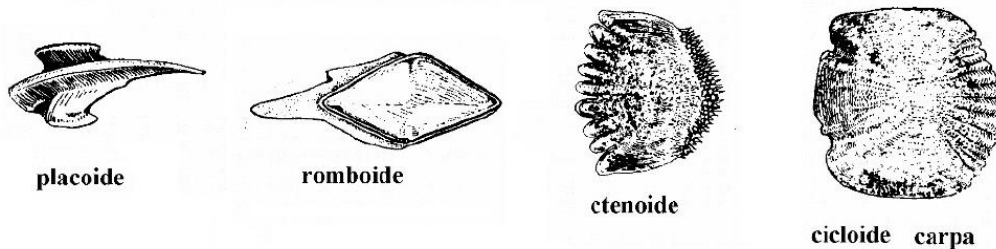


Figura 1.6 Tipologie morfologiche di scaglie (<https://www.studocu.com/it/document/universita-degli-studi-di-messina/anatomia-comparata/appunti/apparato-tegumentario/2925185/view>).

(cosmoidi; ganoidi o vitrodentoidi) e riflettono fedelmente i cambiamenti nel tasso di crescita e nella storia della vita. Per la lettura degli annuli, la scaglia è stata posizionata tra due vetrini, ed è stato eseguito un esame a microscopio, con proiezione dell'immagine. Strutturalmente la scaglia presenta un nucleo o focus, che è la prima porzione che si sviluppa, posto solitamente al centro o spostato, in quanto la crescita potrebbe essere diversa in tutti i lati della scaglia. In linea generale, la scaglia presenta quattro zone principali: campo anteriore (incorporato nella pelle), campo posteriore (esposto e pigmentato) e due campi laterali (tra i campi anteriore e posteriore separati da delle creste sollevate). Dal nucleo si irradiano delle creste verso la periferia della scaglia e prendono il nome di raggi primari (originano dal nucleo) e secondari (originano da un punto tra nucleo e periferia) e sono più prominenti nel campo posteriore che anteriore. Ogni annulo è composto da una banda stretta e scura (si forma nel periodo invernale, con bassi tassi alimentari) ed una banda larga e chiara (si forma nel periodo estivo, dove i tassi alimentari sono più alti). Mentre per le età fino a circa 4 anni, gli annuli sono ben definiti e facilmente distinguibili, per le fasce di età avanzate gli annuli mostrano cerchi approssimativi, doppi, scuri con una zona di luce stretta intermedia. Queste prendono il nome di doppie bande e si formano solo nel periodo invernale, facendo pensare a una interruzione dell'alimentazione in due brevi periodi. Inoltre, è indice di un accrescimento maggiore nei primi 4 anni di vita, che rallenta nelle fasi successive della vita del pesce. Nelle scaglie possono essere presenti anche falsi annuli, che possono essere differenziati dai veri annuli se: presentano scanalature anulari solo nel campo laterale inferiore e non anche nella parte superiore; vi è un'illusione ottica di una

banda o di una scanalatura in alcune regioni della scaglia che non continua negli altri campi; nelle fasce di età avanzate l'approssimazione dei circoli forma strutture simili ad anelli. Si distingue anche un anello pre-deposizione delle uova, denso e scuro, caratterizzato da scarsa alimentazione dovuta all'aumento di dimensioni delle gonadi tale da impedire l'alimentazione attiva. La scaglia della carpa comune a specchio è spessa, liscia ed estremamente grande con margine anteriore ondulato; non ha mai forma arrotondata, ma oblunga; il nucleo è sempre cospicuo ed eccentrico (cioè lontano dal centro).

La carpa comune è tra le prime specie di pesci per le quali sono state sviluppate tecniche di stima dell'età, tramite l'utilizzo delle squame. Diversi studi sono stati svolti a riguardo, dai quali si è dedotto che gli annuli sono correlati alle dimensioni e al peso del pesce (Vilizzi & Walker, 1995).

Nonostante l'uso predominante delle squame per stimare l'età delle carpe, esistono diversi inconvenienti sull'interpretazione di queste strutture, tra i quali: affollamento di annuli verso il bordo nei pesci più vecchi; annuli soprannumerari (pseudo-annuli); riassorbimento; mancanza di deposizione del primo annulo; difficoltà di localizzazione del primo annulo. D'altra parte, però, l'utilizzo delle scaglie ha dei vantaggi, ovvero la loro facilità di raccolta e preparazione e la possibilità di non danneggiare il pesce (Vilizzi, 2018).

1.4 Modelli di accrescimento

La conoscenza della crescita di una popolazione ittica è essenziale per capire la loro storia di vita, le dinamiche della popolazione e la sostenibilità della pesca. Questo è di particolare importanza ecologica per la carpa comune a causa del suo status di “nociva”, la quale ora è presente in 139 paesi e isole di tutto il mondo, dimostrando la sua reputazione di “grande colonizzatore di successo del mondo” (Vilizzi e Copp, 2017). In letteratura sono riportati diversi modelli per studiare e spiegare l'accrescimento in lunghezza e per valutare l'affidabilità delle interpretazioni dell'età delle comunità ittiche, in quanto la coerenza delle stime oggi è essenziale per gestire e valutare gli ecosistemi naturali o artificiali. Questi modelli per essere definiti ideali dovrebbero possedere tre aspetti chiave: precisione, realismo e generalità. Quindi è di fondamentale importanza confrontare i tassi di crescita degli stock di pesci di diverse aree geografiche o tra maschi e femmine dello stesso ceppo, oppure descrivere le variazioni annuali della crescita in risposta ai cambiamenti di fattori abiotici e biotici. Tuttavia, ancora oggi non esiste nessun accordo biologico tra pesce e pesca su quale modello matematico descriva al meglio la crescita (Vilizzi e Walker, 1999).

I modelli di accrescimento che vengono utilizzati maggiormente, perché sono aperti ad interpretazioni biologiche, sono: la Von Bertalanffy (VBGF) e il Brody, che descrivono le curve del comportamento dei rendimenti decrescente; Janoschek, Schnute e M&M, che sono funzioni flessibili in grado di descrivere sia il comportamento dei rendimenti decrescente che forme sigmoidali; il modello Kanis, che è una funzione molto flessibile, in grado di fornire molti tipi di curve differenti e può essere applicato su dati di lunghezza senza apportare modifiche, contrariamente a quanto accade per gli altri modelli in cui occorre modificare il dataset mediante trasformazione logaritmica. Quest'ultimo è stato rivisto con successo su un basso numero di dati di crescita di lunghezza, nel quale si potrebbe raggiungere una bontà di fit paragonabile alla VBGF. La bontà di fit si esprime con tre diversi criteri: 1) deviazione percentuale media (MPD) tra SL stimata ed SL effettiva; 2) errore standard residuo (RSE) e i corrispondenti gradi di libertà (d.f.); e 3) il criterio di informazione di Akaike (AIC), ovvero valutare la quantità di informazioni persa per descrivere la realtà (Lugert *et al.*, 2017).

In uno studio di Vilizzi e Copp del 2017, l'analisi principale era basata sull'accrescimento in lunghezza e in peso. Per far ciò, hanno utilizzato il modello della VBGF, tramite la quale hanno stimato i parametri W (peso) alla TL (lunghezza totale) e k (coefficiente di crescita o tasso di accrescimento). Per le varie analisi di lunghezza hanno utilizzato la lunghezza forcale (FL), ma, quando richiesto, hanno utilizzato TL ed SL calcolandoli secondo i fattori di conversione specifici della specie:

$$FL = 1.093 SL$$

$$FL = 0.894 TL$$

Inoltre, per avere una valutazione più dettagliata sull'accrescimento, hanno calcolato l'Indice di Crescita Relativo (IRG), come segue:

$$IRG = (FL_t \times FL_{est})^{-1} \times 100$$

dove FL_t è la lunghezza forcale osservata al tempo t, FL_{est} è la lunghezza forcale stimata al tempo t. In particolare, un valore di IRG maggiore di 100 indica un accrescimento veloce rispetto alla media, mentre un IRG minore di 100 indica che la crescita è inferiore alla media. Da queste analisi hanno ottenuto valori medi di L_t che variano da 42 mm FL per carpe di 1 anno a 1090 mm FL per carpe di 10 anni; FL_{∞} è costantemente più grande per le femmine che per i maschi anche se il tasso di crescita è uguale per entrambi i sessi, ma

quest'ultimo è maggiore nei bacini artificiali che nei laghi naturali; infine, i valori di IRG hanno mostrato una crescita più elevata per le classi di età 2-7 anni, simile per le classi di età 8 e 9 anni, e ancora più alta per le classi di età fino ai 14 anni. In conclusione, hanno ritenuto che la VBGF descriva in modo soddisfacente l'accrescimento della carpa comune, e quindi è un modello valido e affidabile per lo studio della crescita dei pesci.

Stesse conclusioni erano già state tratte da Vilizzi *et al.* nel 2015 in uno studio sull'accrescimento di una popolazione di *C. carpio*, in cui era stata utilizzata la VBGF, ritenuta, quindi, funzione preferita per modellare la crescita di uno stock di carpe comuni in Turchia. Inoltre, in questo studio è stato precisato che l'accrescimento delle carpe è influenzato da fattori abiotici (clima, corpo idrico) e biotici (sesso, copertura di scaglie). Infatti, in aree con clima arido e freddo il tasso di crescita è più basso, e questo è un riflesso delle condizioni più rigide di temperature estreme e stati di ipossia, rispetto ai climi temperati; invece, il tasso di crescita è più basso per il fenotipo a specchio rispetto alla carpa comune regina, perché la prima ha una documentata resistenza inferiore rispetto alla seconda in condizioni sfavorevoli. Queste differenze di accrescimento degli stock di carpe comuni anatolici erano state discusse in un altro studio da Vilizzi *et al.*, nel 2013. In aggiunta, era stata dimostrata una lieve crescita allometrica negativa nel rapporto lunghezza/peso tramite l'utilizzo dell'equazione $L = a W^b$, dove L è la lunghezza, W il peso e a e b sono parametri di intercettazione e pendenza, rispettivamente. L'allometria negativa era dovuta anche alle acque salmastre del lago in oggetto, alla concorrenza alimentare bentonica con altre specie autoctone, a scarsa qualità dell'acqua dovuta a eutrofizzazione e contaminazione da parte dell'uomo.

1.5 Acquacoltura

Gli studi sull'accrescimento e sulla biologia di stock di carpa comune sono utili per la gestione dell'acquacoltura di questa specie, oggi sempre più in aumento.

Nonostante i numerosi studi sugli impatti negativi sugli ecosistemi acquatici da parte di *C. carpio* già dal 1905, la carpa comune resta il pesce numero uno per l'acquacoltura (l'Italia è uno dei produttori intermedi) e la varietà dei suoi elementi ornamentali la rendono una delle specie più costose e ricercate (Vilizzi, 2012).

L'allevamento di carpe ha una lunga storia in tutto il mondo, in Cina è una tecnica iniziata circa 2500 anni fa, in Europa risale ai tempi del Medioevo, mentre in Croazia la prima introduzione di carpe a scopi di acquacoltura risalgono tra la fine del XIX e l'inizio del XX

secolo. Dopo la Seconda guerra mondiale, le varie traslocazioni di carpe provenienti da paesi diversi tra allevamenti ittici hanno causato la mescolanza delle razze con conseguente perdita dei tratti morfologici tipici del pesce. Alla fine degli anni '50, però, inizia una severa selezione, come per esempio il tasso di crescita, la scelta dei mangimi, la resistenza a fattori ambientali e malattie, per importanti questioni economiche (Piria *et al.*, 2016).

Come riportato sul sito <http://www.agraria.org/pesci/carpa.htm>, la carpa può essere allevata seguendo due metodologie, estensivo o semintensivo, basati sull'uso delle risorse trofiche del luogo adeguatamente potenziate con interventi colturali. Generalmente la tecnica estensiva viene praticata in aree laterali di fiumi o torrenti, nelle quali vengono raccolte temporaneamente le acque di piena, successivamente reimmesse nel corso d'acqua principale in quantità controllata. Si tratta di policoltura, cioè nello stesso bacino di allevamento, oltre alle carpe, vengono allevate altre specie di Ciprinidi, il pesce gatto *Ameiurus natalis* (Lesueur, 1819), e alcuni predatori, come il luccio *Esox lucius* (Linnaeus, 1758) ed il persico-trota *Micropterus salmoides* (Lacepède, 1802). Ogni anno vengono allevate alcune centinaia di Kg/ha di carpe, tutte le fasi del ciclo biologico avvengono in modo naturale e l'unico intervento umano è la raccolta con cadenza annuale o biennale. L'allevamento semintensivo, invece, avviene all'interno di diversi stagni, con dimensioni e caratteristiche in relazione all'età delle carpe. In questa tecnica vi è un bassissimo livello tecnologico e viene condotta in aree non adatte alla coltivazione.

La riproduzione delle carpe in allevamenti non sempre è naturale, infatti avviene anche in modo controllato. La riproduzione naturale ha luogo tra maggio e giugno, a temperature dell'acqua intorno ai 18°C, in appositi stagni “di frega” di dimensioni tra i 100 e i 1000 m² e profondità massima di 80 cm, con fondo di graminacee pluriennali e le sponde ricche di vegetazione, per un maggior supporto alle uova. Prima della frega, i riproduttori maturi, in rapporto femmine e maschi di 1:2, vengono trasferiti in stagni di deposizione, che avviene in pochi giorni. Successivamente i riproduttori vengono rimossi da questi stagni per evitare la predazione sulle uova e la trasmissione di virus e batteri. Anche la riproduzione controllata avviene nello stesso periodo di quella naturale, ma viene effettuata una stimolazione ormonale sui riproduttori, tramite iniezioni di una soluzione contenente ipofisi di carpa disidratata in acetone o alcool o prelevata da individui adulti, dopo l'asportazione della massa cerebrale. Il dosaggio è di 3 mg/Kg di peso vivo somministrate in due dosi per le femmine, e 2 mg/Kg di peso vivo per i maschi somministrati in corrispondenza del secondo dosaggio della femmina. Trascorse circa 24 ore, la femmina viene anestetizzata e

le viene compresso delicatamente il ventre per far fuoriuscire i gameti che vengono raccolti; il liquido seminale, invece, viene prelevato tramite pipetta e poi spruzzato sopra le uova. Questi, successivamente, vengono mescolati accuratamente e a essi viene aggiunta, in uguale volume, una soluzione di 3 g di urea e 4 g di NaCl per litro di acqua, con lo scopo di prolungare lo stadio vitale degli spermatozoi e per evitare che le uova si agglutinino, essendo rivestite di una sostanza adesiva. Dopo di ciò, le uova fecondate vengono spostate in recipienti chiamati bottiglie di Zug e vengono incubate per un minimo di 52 ore a 26°C. Quando le larve avranno assorbito tutto il sacco vitellino, sono pronte per essere trasferite in stagni o vasche apposite. Tra la fine di giugno e l'inizio di luglio, gli avannotti, circa 10 per m², vengono trasferiti in stagni di pre-ingrasso di alcune migliaia di m² e profondi dai 60 ai 130 cm. Qui, per 3/4 mesi vengono alimentati con mangimi a base di pellet, fino a quando raggiungono i 20-40 g di peso. Raggiunto il peso, vengono spostati in stagni di ingrasso, grandi alcune centinaia di m² e profondi tra gli 80 e i 150 cm. La fase di ingrasso a base di mangimi bilanciati a basso contenuto proteico e sottoprodotti agricoli, dura circa 2 anni, poiché la pesca sportiva richiede esemplari con un peso corporeo compreso tra i 400 g ed i 1500 g.

Gli scopi degli allevamenti non sono solo rifornire i laghi gestiti per la pesca sportiva, ma alcuni Paesi, come la Turchia, sono consumatori diretti di carpa comune, per il loro alto contenuto di proteine e acidi grassi polinsaturi omega-3. Tuttavia, le carpe sono note per il loro accumulo nei muscoli di metalli pesanti, spesso tossici (As, Cd, Cr, Hg, Ni, Pb). Attraverso studi fisio-chimici e microbiologici approfonditi su filetti e derivati della carne di carpe nella dieta umana, è stato visto che: l'arsenico (As) può causare tossicità cronica, cancro e morte; il cadmio (Cd) causa tossicità cronica nei reni, compromissione della funzione renale, scarsa capacità riproduttiva, ipertensione, tumori e disfunzione epatica; il cromo (Cr-6) è una sostanza cancerogena e mutagena; il mercurio (Hg) è altamente tossico per i tessuti metabolicamente attivi causando ecotossicità; il nichel (Ni) può causare una serie di malattie; e infine, il piombo (Pb) è tossico per il cervello, i reni e il sistema riproduttivo e può causare anche ipertensione e aborto spontaneo (Vilizzi e Tarkan, 2016).

Grigorakis *et al.* nel 2018 hanno studiato gli effetti della variazione della dieta delle carpe, introducendo farina di pesce e olio di pesce. Questa sostituzione, si pensava potesse alterare significativamente la qualità del prodotto finale del filetto di pesce, intaccandone aspetto, odore, sapore e consistenza. Per valutare ciò, è stato utilizzato il metodo standardizzato QIM (Quality Index Method) sviluppato alla fine degli anni '80 che assegna fino a 31 punti di

demerito. I risultati ottenuti hanno indicato che i valori di QIM superiore a 18 punti di demerito suggeriscono che, in termini di qualità finale del filetto, un elevato livello di sostituzione di farina di pesce e olio di pesce nella dieta può essere applicato negli allevamenti con successo, senza grandi impatti sulla durata di conservazione del prodotto ittico.

1.6 Il carpfishing

Come descritto in “Conoscere il carpfishing”, opuscolo pubblicato dalla Regione Emilia-Romagna in collaborazione con Arci Pesca Fisa nel 2006, il carpfishing ha grande importanza mondiale nella pesca sportiva in acque interne, sia ai fini della salvaguardia ambientale e ittica che a scopi economici. Questo tipo di pesca, generalmente, viene praticata in laghi naturali o gestiti, fiumi e canali, campeggiando nelle immediate vicinanze delle sponde. Il punto focale di questa disciplina è il “catch-and-release”, ovvero “cattura-e-rilascia”, infatti le carpe catturate non hanno scopi alimentari, ma solo scopi ricreazionali ed emozionali. Liberare la preda è indice di grande simbiosi con la natura e rappresenta una sfida vinta contro un potente avversario che merita una nuova possibilità. È pensiero fisso del pescatore di carpfishing, chiamato comunemente carpista, trattare nel miglior modo possibile e rilasciare con cura nel loro habitat naturale le proprie catture, dopo aver disinfettato il foro causato nella bocca dall’amo e dopo aver scattato una foto ricordo. Il carpfishing è un tipo di pesca di fondo, cioè le esche legate all’amo vengono posizionate sui fondali, e di attesa. Potrebbe, quindi, essere descritta come un tipo di pesca passiva (l’attesa) e attiva (la cattura e il trasporto della carpa fino alla sponda). Ogni carpista utilizza la propria tecnica e la propria attrezzatura, ma in linea generale questa deve essere composta da: canne da pesca, lunghe circa 3.60/3.90 m, che possono avere un’azione di punta o ripartita (cioè lavora solo la parte apicale della canna, mentre il manico rimane rigido), o un’azione parabolica progressiva (ovvero flessibilità nelle curvature fino a formare quasi dei semicerchi) e una potenza (forza applicabile per formare una certa curvatura) che varia dalle 2 lb alle 3.5 lb, a seconda dell’utilizzo specifico in determinate condizioni di pesca; le canne da pesca vengono posizionate su un rod pod, ovvero una struttura rigida in grado di reggere le canne, collegate a dei segnalatori acustici sensibili ai movimenti della lenza (Figura 1.7); filo da pesca dello 0.25/0.30 mm di diametro caricati in mulinelli capaci di



Figura 1.7 Attrezzatura da pesca carpfishing: canne su rod pod collegate a segnalatori acustici.

avvolgere 200/400 metri e resistere a trazioni di pesci di dimensioni importanti; materassino di slamatura, utile a garantire l'incolumità del pesce durante la fase di slamatura e rilascio; esche che possono essere di diversi tipi, dimensioni e aromi. Le più utilizzate sono le boilies, ovvero palline di diametri diversi di farine di vario genere, uova, additivi liquidi, aromi e, a volte, complessi di aminoacidi, con consistenze atte all'innesto con amo libero ("hair rig", Figura 1.8) e a elevata duratura in immersione sui fondali, riducendo il rischio di essere attaccata da altre specie di pesci. A volte il peso delle boilies viene bilanciato con le "pop up", ovvero esche galleggianti naturali (costituite da farine di pesce) o artificiali (generalmente in plastica). Nell'insieme, questo innesto prende il nome di "finale".



Figura 1.8 Esempi di "hair rig": boilies e pop up innestate in amo libero. In alto, pop up naturale gialla e boilies marrone al pesce; in basso, pop up artificiale simil chicco di mais e boilies verde al pesce.

Tutta l'attrezzatura non è sufficiente per avere molte catture, infatti è necessario "pasturare", cioè creare un punto di richiamo per le carpe tramite il lancio di boilies, pellet e granaglie varie (un mix di mais, canapa, tiger nuts). Le sessioni di carpfishing possono avere diverse durate, solitamente, però, hanno durata di qualche giorno, in quanto la carpa si alimenta di più dalle ore del crepuscolo all'alba, aumentando le probabilità di cattura. Da qui l'esigenza dei carpisti di accamparsi sulle sponde dei corpi idrici, muniti di tenda, lettino, abbigliamento e accessori vari utili a vivere in natura, con condizioni climatiche variabili.

Il carpfishing è una delle attività ricreative più praticate in Europa a partire dagli anni '80 e le carpe sono molto apprezzate, nonostante, queste spesso sviluppano un comportamento di elusione contro gli attrezzi da pesca, impendendo la gestione della popolazione oltre che una minore probabilità di cattura. Tuttavia, Arlinghaus e Mehner (2003) hanno dimostrato, tramite un sondaggio anonimo sottoposto a dei pescatori tedeschi, che questa disciplina è molto praticata, soprattutto da giovani (età media di 28.9 anni), iniziando a pescare a una età media di 12.2 anni; ogni carpista impiega una media di 36.4 ore per ogni sessione di pesca, comprensiva di viaggio; molti organizzano vacanze di pesca in altri paesi; la spesa media annua di ogni individuo ammonta a circa 5500€, oltre a 1147€/y per circa 215 Kg di esche (principalmente boilies); ogni anno un carpista cattura in media 332 Kg di carpe. Le motivazioni per cui praticano il carpfishing sono diverse, ma in particolare il relax, il contatto con la natura ed il "combattimento" con un pesce di grosse dimensioni, ritenuto più importante che avere molte catture di individui di piccole dimensioni.

La relazione preda-predatore, così come quella tra pescatore e pesce bersaglio, è regolata dai comportamenti anti-predatorie del pesce, che hanno base genetica. Ma l'esperienza e l'apprendimento acquisiti nel tempo possono ovviare queste problematiche. La risposta individuale alla predazione nella stessa specie e nello stesso corpo idrico può differire sostanzialmente in base ai tratti fenotipici legati all'assunzione del rischio, spesso alterati nel processo di addomesticamento negli allevamenti, difatti i pesci selvatici sono meno vulnerabili alle esche rispetto ai loro conspecifici domestici, in particolare le carpe comune a specchio. L'audacia e la preferenza per il cibo artificiale (esempio le boilies) svolgono sicuramente un ruolo importante in questi comportamenti. In uno studio è stato dimostrato che le carpe comuni a specchio sono più vulnerabili alla pesca passiva rispetto alle loro conspecifiche regine. Inoltre, l'aumento della pressione di pesca ha diminuito i tassi giornalieri di cattura, suggerendo effetti di apprendimento attivo delle carpe per evitare di essere agganciate dagli ami, nonostante l'attività di foraggiamento non cessi. È stato

dimostrato che le carpe imparano il riconoscimento tattile e visivo dell'amo e che riescono a espellerlo prima, senza agganciarsi. In questo non riescono in condizioni di scarsa luminosità, il che spiega la maggiore probabilità di cattura nelle ore di buio. Alcune carpe imparano a evitare le esche osservando il comportamento dei loro conspecifici all'interno dello stesso bacino idrico, ma se queste sono affamate sono in grado di decidere di correre il rischio di essere catture pur di alimentarsi. La maggiore vulnerabilità della carpa a specchio è stata dimostrata in esperimenti di laboratorio e potrebbe essere spiegata da una maggiore attività di nuoto, da un maggiore tasso di alimentazione e da un'ingestione più rapida dei prodotti alimentari rispetto al fenotipo regina. È stato verificato anche che, nonostante le carpe siano in grado di ingerire, masticare e digerire particelle dure come gusci di cozze e lumache, preferiscono i prodotti alimentari morbidi, come ad esempio i chicchi di mais (Klefoth *et al.*, 2013).

A supporto di quanto elencato precedentemente, uno studio successivo di Klefoth *et al.* (2017) ha confermato che la probabilità di cattura delle carpe dipende, oltre che dalla vulnerabilità e dalla selettività delle esche, anche dalla loro audacia, in quanto sono in grado di rilevare il crescente rischio di essere catturate nei punti di alimentazione. Ciò porta alla sindrome della timidezza, cioè nel corso del tempo le popolazioni sfruttate dalla pesca diventano più timide nell'avvicinarsi alle esche.

2. Scopo della ricerca

La carpa comune, con il passar del tempo, acquista sempre più importanza e con lei anche la disciplina del carpfishing, che porta a un aumento del turismo e del rispetto per l'ecosistema in molti habitat naturali e/o artificiali di molti paesi. Per la valutazione e la gestione di ciò vengono effettuati molti studi sugli accrescimenti di una popolazione di *Cyprinus carpio*. Le modalità di campionamento utilizzate in alcuni studi sono tramite la tecnica dell'elettrofishing (ad esempio Gaygusuz *et al.*, 2015), ovvero scariche elettriche caratterizzate da 90-125 W, 150-250 V e 60-80 Hz (Whiterod *et al.*, 2015). Questa tecnica permette di avere un numero elevato di campioni in breve tempo, ma al contempo danneggia gravemente le carpe, causando lesioni spinali ed emorragie, a volte anche fatali, e danneggiamenti all'apparato riproduttivo e agli embrioni (<https://reporterspress.it/elettrofishing-e-suoi-effetti-dannosi-sui-pesci/>). Ma recare danni importanti alle carpe è contro la filosofia del carpfishing, soprattutto in laghi gestiti per la pratica di questo. A tal proposito, scopo principale del presente studio è quello di verificare la fattibilità, in termini di abbondanza di dati, tempo e costi, di un campionamento per lo studio di popolazione di uno stock di carpe tramite carpfishing. Altri obiettivi della ricerca sono valutare la dimensione dello stock e di capirne l'accrescimento all'interno dell'area di studio, tramite conta diretta degli annuli delle scaglie (il prelievo delle quali è innocuo sulle carpe), piuttosto che utilizzare le altre strutture calcificate a volte usate, che implicano la morte del pesce (esempio, gli otoliti e gli opercoli) o l'amputazione della pinna (per il prelievo della spina vertebrale o del raggio della pinna). Queste analisi sono finalizzate per condurre studi futuri mirati alla gestione e alla salvaguardia della specie.

3. Materiali e metodi

3.1 Area di studio

Per questo studio è stato scelto inizialmente il lago “Foma”, nelle zone del forlivese, ma dopo un mese di campionamento, a causa di problemi con i frequentanti del posto, lo studio è stato spostato presso il lago artificiale “Le Ghiarine”, nei dintorni di Ravenna, creato circa 40 anni fa e recentemente ristrutturato. Questo specchio d’acqua è il secondo più esteso della Valle Standiana, con dimensioni di 0.412 Km², lungo 1.6 Km, largo 0.43 Km e profondo fino a circa 17 m; è posizionato tra la Pineta di Classe a est, il torrente Bevano a sud, e a ovest il bacino della Standiana. Il lago è composto da due specchi d’acqua a forma trapezoidale interconnessi con una zona più stretta che separa il lago in una zona Sud, aperta alla pesca da metà ottobre a fine marzo, e una Nord, aperta alla pesca tutto l’anno e caratterizzata da un istmo e, nonostante la vicinanza al Mar Adriatico e la falda, la sua acqua è relativamente dolce e limpida (Figura 3.1) (https://it.wikipedia.org/wiki/Lago_delle_Ghiarine).



Figura 3.1 Lago “Le Ghiarine” (http://www.fipsaravenna.com/WP/wp-content/uploads/2013/09/IMG_0063-2.png).

Dalle analisi chimico-fisiche delle acque superficiali effettuate dall' ARPA nell'aprile 2002 è risultato un pH costante dal 1994 intorno a 8.60 e una salinità fra 7 e 11 ‰, variabile a causa della piovosità e della falda, che non danneggia significativamente gli equilibri ecosistemici. Altre analisi condotte a marzo del 2017 hanno evidenziato la presenza di 6 taxa di Bacillariophyceae, 1 taxon di Chlorophyceae, 1 di Coccolithophyceae, 3 di Cyanophyceae, 3 di Dinophyceae, oltre ad altro Fitoplancton indeterminato a causa di un diametro cellulare troppo piccolo (inferiore a 20 µm).

Il lago “Le Ghiarine” è gestito dalla Federazione Italiana Pesca Sportiva e Attività Subacquee (FIPSAS) Provinciale di Ravenna e offre la possibilità di pesca di Cefali, Spigole, Anguille, Trota e Carpe comuni, oltre che attività Subacquee, Nuoto Pinnato e attività con Disabili. Presso questo impianto sportivo, suddiviso in 34 postazioni (Figura 3.2) vige un regolamento, in base al quale: è concessa la pratica di pesca solo ai tesserati FIPSAS (eventuali accompagnatori devono essere muniti di “Tessera Amica”); le sessioni di pesca vanno svolte esclusivamente da riva, in postazioni fisse con raggio d'azione limitato alla zona dello specchio d'acqua connessa alla postazione; per le attività di pasturazione e preparazione delle esche (amo rigorosamente senza o con ardiglione schiacciato) sono consentite pastura, boilies e pellets per un massimo di 5 Kg al giorno; sono concesse fino a un massimo di 3 canne da pesca per pescatore pagante il ticket e l'uso del guadino solo per prede allamate; ogni cattura deve essere accuratamente slamata e rilasciata in acqua; è vietato tenere le carpe per le branchie; è vietata la balneazione e l'ingresso in acqua per pescare; è vietato assolutamente sporcare e inquinare l'intero perimetro della struttura; è vietato disturbare, molestare e danneggiare fauna, flora e cartelli segnaletici all'interno del centro sportivo; è concesso l'accesso alle postazioni di pesca con automezzi, purché procedano a passo d'uomo e nella sosta non intralcino le vie principali di accesso; è obbligo rispettare e non creare disturbo ai pescatori nelle altre postazioni, leggere e osservare il regolamento (http://www.fipsasravenna.com/WP/wp-content/uploads/2015/03/NUOVO-REGOLAMENTO-01_04_2015.pdf).



Figura 3.2 Postazioni di pesca del lago “Le Ghiarine” (<http://www.fipsaravenna.com/WP/wp-content/uploads/2019/10/mappa-postazioni.jpg>).

3.2 Campionamento

I dati necessari per lo studio sono stati raccolti durante un'immissione di carpe (ceppo ungherese) nel lago (16 novembre 2018), grazie alla disponibilità di alcuni carpisti durante un enduro (16/18 novembre 2018) e 4 sessioni di pesca in circa un mese, da giugno 2019 a luglio 2019 (la prima nei giorni dal 4 al 7 giugno nella postazione n° 4C; la seconda il 13 giugno nella postazione n°4C; la terza l'11 luglio nella postazione n° 26A; e la quarta nei giorni 17 e 18 luglio nella postazione n° 20). Per ogni carpa sono state misurate, nel minor tempo possibile per non arrecarle danni, il peso tramite bilancia elettronica e sacca di pesatura; la lunghezza totale (TL) e forcale (FL) tramite un comune metro da sarta ed è stata scattata una foto dall'alto (Figura 3.3); sono state prelevate una scaglia (per fenotipo a



Figura 3.3 Esempio di misurazione di lunghezza forcale (FL) e lunghezza totale (TL).

specchi) o 4 scaglie (per fenotipo regina), per la successiva conta degli annuli e determinazione dell'età, successivamente conservate in provette falcon da 50 ml in acqua di lago; ogni carpa poi è stata taggata con Visible Implant Alpha (VI Alpha) Tags (Northwest Marine Technology, Inc.) alfanumerici di dimensioni 1.2 mm × 2.7 mm, tramite apposita siringa (accuratamente sterilizzata in una soluzione 1:250 ml di acqua distillata e candeggina dopo ogni sessione) fornita nel kit (Figura 3.4), nella zona circostante l'occhio;

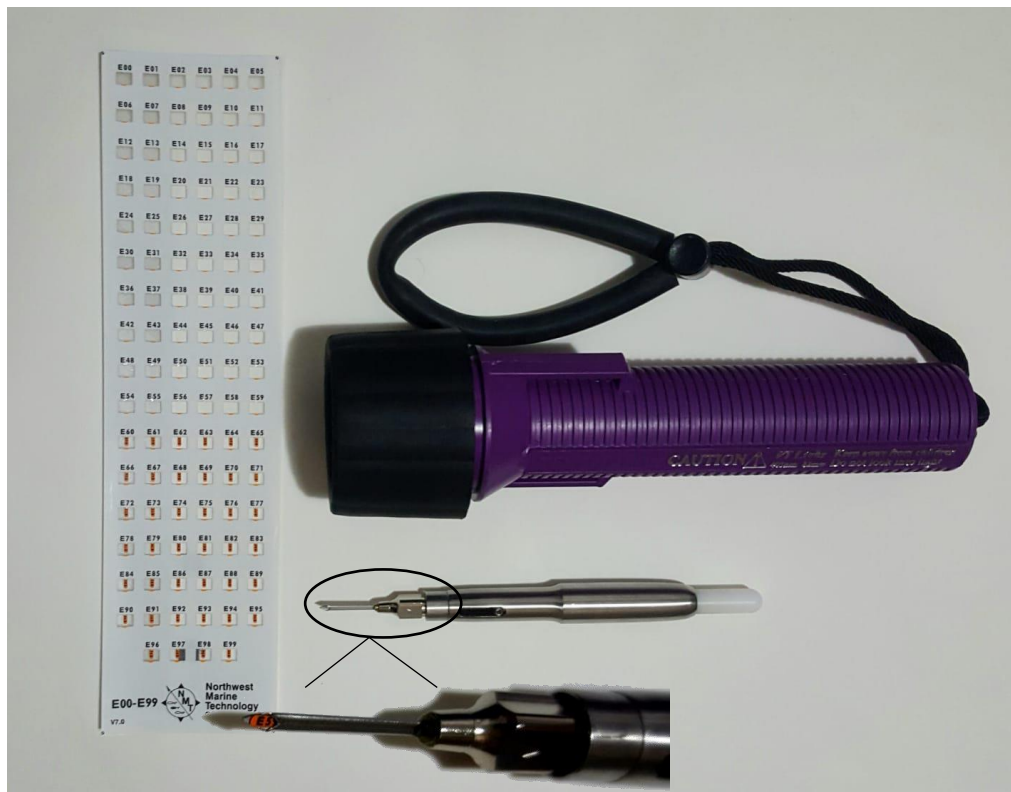


Figura 3.4 Kit Visible Implant Alpha (VI Alpha) Tags (Northwest Marine Technology, Inc.).

dopo la slamatura, l'impianto del tag e il prelievo di scaglie, i vari fori sono stati disinfettati. Tutti i dati sono stati poi inseriti in delle tabelle, riportanti anche data e ora di inizio e fine sessione di pesca, numero della postazione, profondità e distanza dalla riva del posizionamento delle esche, i dati ambientali (temperatura superficiale dell'acqua, temperatura esterna, umidità e condizioni meteo misurate tre volte durante il corso di ogni giorno di pesca) e attrezzatura ed esche utilizzate (Kg e tipo) (Figura 3.5).

Durante l'immissione sono state campionate un totale di 31 carpe a specchio provenienti da un allevamento del ferrarese. Durante la gara di enduro sono state campionate 10 carpe (4 carpe regine e 6 carpe a specchi) catturate da diversi carpisti. Ulteriori dati sono stati presi durante le quattro sessioni di pesca effettuate da me e il carpista Emanuele Casamenti, in particolare sono state campionate: 10 carpe (5 regine e 5 a specchi) nella prima, 1 carpa a



TESI DI STUDIO SU *CYPRINUS CARPIO*

Scheda n°...

Pescatori:..... Piazzola n°:.....
 Data..... Ora inizio sessione di pesca..... Ora fine sessione di pesca.....
 Attrezzatura (n° canne, lunghezza del finale, diametro amo, peso del piombo):.....
 Tipo di esca e aromi:..... kg usati:.....
 Profondità e distanza dalla riva:.....
 Condizioni meteo e temperatura esterna:.....

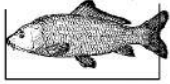

N° cattura	N° TAG	Ora cattura	 Lunghezza forcale	 Lunghezza totale	Peso	Codice Foto dall'alto con metro di paragone accanto (esempio metro o accendino)
1						
2						
3						
4						
5						

Figura 3.5 Scheda per raccolta dati.

specchi, 1 carpa regina ricatturata e una cattura slamata prima dell'inguardamento (considerata, quindi, persa) nella seconda, 2 carpe a specchi e una persa nella terza sessione; e nell'ultima 2 carpe regine e 3 perse. Per la raccolta dati durante le sessioni di pesca, è stata utilizzata la tecnica del carpfishing, in dettaglio, dopo aver prenotato la postazione nei giorni precedenti, prima di posizionare le esche sul fondale, questo è stato scandagliato tramite la tecnica del "plumbing" (Figura 3.6), cioè una canna da pesca munita di galleggiante e



Figura 3.6 Esempio di "Plumbing".

piombo che vengono lanciati in acqua e, avvolgendo la lenza lentamente per metterla in tensione, si contano quante bracciate (circa 1 metro ognuna) di filo occorrono per far riemergere il galleggiante in superficie e di conseguenza capire la profondità, il piombo invece serve a sondare se il fondale è duro (ottimo per posizionare le esche) o fangoso (non idoneo per le esche poiché zona di non foraggiamento) e, quindi, capire a quanti metri di distanza

dalla riva bisogna pescare. Questo, però, dipende dalla sensibilità e dall'esperienza del pescatore. Dopo aver trovato il punto ritenuto giusto, è stata posizionata l'esca al lancio dalla sponda del lago. In totale, per ogni sessione di pesca, sono state posizionate tre canne

da pesca, a eccezione per la terza sessione in cui sono state usate quattro canne da pesca, ognuna con un finale lungo circa 20 cm costituito da un amo n° 4 o 6 (dimensione dell'amo) con ardiglione schiacciato, un piombo di circa 100 g e boilies al pesce di diametro tra 14 e 20 mm, seguite da pasturazione con granaglie per attirare le carpe nelle vicinanze dell'esca. Per ogni giornata di pesca sono stati misurati temperatura superficiale dell'acqua tramite termometro da cucina digitale, temperatura ambientale e umidità visitando il sito internet www.accuweather.com e usando la geolocalizzazione, in tre momenti del giorno (mattina intorno alle ore 7:00, mezzogiorno intorno alle ore 12:00 e sera intorno alle ore 18:30) (Tabella 3.1).

Tabella 3.1 Tabella dei dati ambientali durante le sessioni di pesca e relative medie.

Sessione 1		°C H ₂ O mattina	°C mattina	% umidità mattina	°C H ₂ O mezzogiorno	°C mezzogiorno	% umidità mezzogiorno	°C H ₂ O sera	°C sera	% umidità sera
	04-giu	25.4	22	55					23	75
	05-giu	25.1	19	74	26.7	25	53	26.6	23	76
	06-giu	25.3	19	72	26.5	25	64	26.5	24	79
	07-giu	24.9	16	67						
	media=	25.18	19.00	67.00	26.60	25.00	58.50	26.55	23.33	76.67
Sessione 2										
	13-giu	27.1	19	72	28.3	25	33	29	28	41
Sessione 3										
	11-lug	27.5	20	47	29	25	53	28.1	26	49
Sessione 4										
	17-lug							27.8	29	48
	18-lug	26.3	19	79	27.9	26	46	27.2	29	57
	medie=							27.50	29.00	52.50

Nella prima sessione di pesca le esche erano posizionate a profondità dai 4.5 ai 7 m e a una distanza dalla riva compresa tra i 12 ed i 17 m, per la pasturazione sono state utilizzate 2 Kg di boilies e 10 Kg di granaglie; nella seconda sessione le esche si trovavano a circa 7 m di profondità e tra i 15 e i 20 m dalla riva, gli spot sono stati pasturati con 1 Kg di boilies; nella terza sessione le canne da pesca erano tra i 5 e i 7 m di profondità e tra i 2 e i 30 m dalla riva, per la pasturazione erano stati utilizzati 1 Kg di granaglie e circa 1 Kg di boilies; infine, nella quarta sessione di pesca le esche si trovavano tra i 5 e i 9 m di profondità tra i 10 e i 30 m di distanza dalla sponda del lago, per la pasturazione erano stati utilizzati 2 Kg di boilies e circa 0.2 Kg di stick mix (sacchettino in retina di PVA idrosolubile con all'interno un mix di pellet, canapa, pane, farine, boilies al pesce tritate e attrattori liquidi). Ogni sessione di pesca ha comportato una spesa economica per le esche utilizzate, per le giornate di pesca, per il carburante per raggiungere il lago partendo dal domicilio (circa 47 Km solo andata) e i viveri necessari per trascorrere giornate tra la natura, oltre che per il tesseramento per poter effettuare carpfishing presso la struttura sportiva.

Per la lettura degli annuli delle scaglie è stato utilizzato uno stereoscopio. Le scaglie, dopo il prelievo, sono state conservate in acqua di lago e per la lettura sono state tamponate con della carta assorbente e posizionate tra due vetrini. La lettura di ognuna è stata effettuata

osservando tre diverse porzioni di scaglia e alla fine è stata scelta l'età più ricorrente. Questa procedura in laboratorio è stata ripetuta tre volte in periodi diversi (luglio, dicembre, febbraio). Non è stato possibile ottenere tutte le età dei vari campioni a causa di scaglie rigenerate o danneggiate dal metodo di conservazione.

3.3 Analisi statistica

Tramite taggatura dei pesci, seguendo il metodo “mark-and-recapture”, si è valutato la dimensione N della popolazione in esame. Un'approssimazione verosimile della stima di N è data dalla formula di Schnabel (1938):

$$N = \frac{\Sigma(C_t M_t)}{\Sigma R_t} = \frac{\Sigma(C_t M_t)}{R}$$

dove C_t è il numero totale di campioni nel giorno t , M_t è il numero totale di pesci taggati (generalmente dopo il quinto giorno di campionamento), R_t il numero di ricatture nel campione C_t e R il numero di ricatture totali durante l'esperimento. Per calcolare la dimensione della popolazione è stata utilizzata la funzione “capHistSum” del pacchetto FSA (<https://cran.r-project.org/web/packages/FSA/index.html>) sul software R versione 3.6.2.

Per lo studio dell'accrescimento in lunghezza è stata utilizzata la combinazione del dataset, includendo tutti i campioni, senza distinzione di fenotipo, $FL \times age$. Per valutare l'accrescimento in lunghezza all'età sono stati calcolati i parametri L_∞ , k e t_0 della funzione Von Bertalanffy (VBGF) utilizzando i pacchetti FSA e fishmethods (<https://cran.r-project.org/web/packages/fishmethods/index.html>) del software R. L'equazione è la seguente:

$$L_t = L_\infty [1 - e^{-k(t-t_0)}]$$

dove L_t è la lunghezza del pesce al tempo t , L_∞ è la lunghezza massima teorica, k è il coefficiente di accrescimento, t_0 è l'età che il pesce avrebbe se avesse lunghezza pari a 0, t è l'età del pesce durante il campionamento ed e è la base del logaritmo naturale.

Per risalire alle età indeterminate dei campioni, è stata utilizzata la funzione inversa della Von Bertalanffy su foglio Excel, impostando i parametri L_∞ , k e t_0 da FishBase, relativi ad uno stock di carpe dell'Ungheria, in conformità con i campioni soggetti di questo studio, o dalla bibliografia disponibile (Vilizzi *et al.*, 2015) prendendo in considerazione i valori che

più rispecchiano l'area di studio oggetto di questo lavoro. I risultati sono stati ottenuti seguendo l'equazione:

$$t = -1/k \times \ln(1 - L_t/L_\infty) + t_0.$$

È stata calcolata la relazione lunghezza-peso, per valutare il tipo di allometria, seguendo l'equazione $W=aL^b$, dove W e L sono il peso e la lunghezza al tempo t, mentre a e b sono la costante e l'esponente della relazione potenziale, rispettivamente. Generalmente b assume un valore compreso tra 2 e 4, ma principalmente intorno a 3. Se $b=3$ si ha allometria isometrica (peso e lunghezza crescono in uguale misura), se $b<3$ si ha allometria negativa (accrescimento maggiore in lunghezza che in peso), se $b>3$ si ha allometria positiva (accrescimento maggiore in peso che in lunghezza).

4. Risultati

La stima della dimensione della popolazione eseguita sul software R ha fornito valori non validi (Tabella 4.1), dovuto all'estremamente basso tasso di ricatture (1). Nonostante il primo range di valori sia attendibile, il plot (Figura 4.1) non è lineare e questo viola le assunzioni del metodo Schnabel e Schumacher-Eschmeyer.

Tabella 4.1 Stima della dimensione della popolazione.

	N	95% LCI	95% UCI
mr1	517	157	1008
mr2	840	177	-307

mr1= metodo Schnabel; mr2= metodo Schumacher-Eschmeyer.

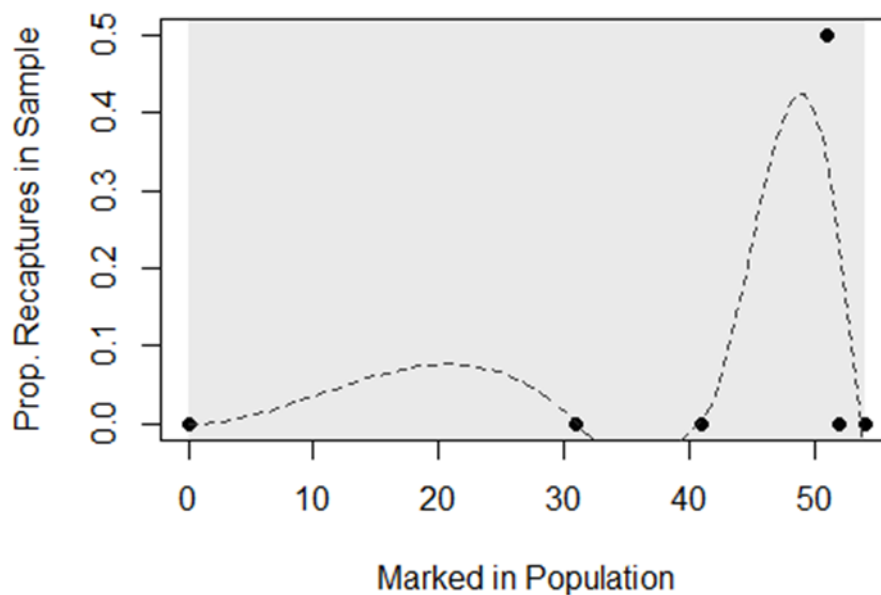


Figura 4.1 Plot dei pesci ricatturati \times pesci taggati, non lineare che mostra la non validità dei valori.

In totale sono state campionate 56 carpe comuni e le misure biometriche sono riportate nella Tabella 4.2. Il primo step dell'analisi dei dati in laboratorio è stato quello della lettura degli annuli delle scaglie in laboratorio (Figura 4.2). Da questa è stata possibile stimare l'età di 34 campioni, di cui 14 presentavano una zona rigenerata e 20 erano integre. I restanti 22 erano del tutto illeggibili a causa di una zona di rigenerazione ampia quanto l'intera superficie della scaglia o a causa della cattiva conservazione (Tabella 4.3).

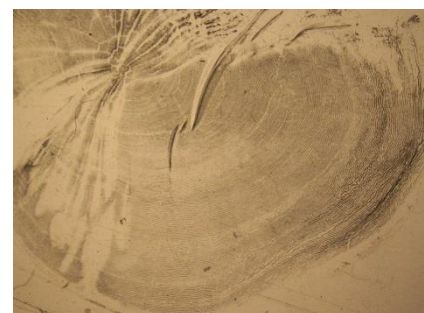


Figura 4.2 Immagine di scaglia integra al microscopio.

Tabella 4.2 Dati biometrici dello stock di carpe comuni campionate.

N° tag	Lunghezza forcale (FL in cm)	Lunghezza totale (TL in cm)	Peso (W in g)	Fenotipo
E02	63.00	67.00	4775	Regina
E03	61.00	68.00	5315	Regina
E04	71.00	77.00	6890	A specchi
E05	87.00	95.00	16390	A specchi
E06	85.00	92.00	16320	A specchi
E07	54.00	58.50	5955	A specchi
E08	58.00	68.50	8410	A specchi
E09	55.00	64.00	7650	A specchi
E10	62.00	65.00	5945	A specchi
E11	57.00	63.50	7100	A specchi
E12	58.00	67.50	7855	A specchi
E13	64.00	69.50	10225	A specchi
E14	64.00	68.50	8975	A specchi
E15	58.50	63.00	6570	A specchi
E16	53.50	63.00	6490	A specchi
E17	61.00	70.00	9175	A specchi
E18	63.50	71.00	10075	A specchi
E19	59.00	66.00	7475	A specchi
E20	58.00	63.00	4995	A specchi
E21	55.00	62.00	5270	A specchi
E22	60.00	64.50	7950	A specchi
E23	53.00	62.50	6130	A specchi
E24	51.00	55.00	3625	A specchi
E25	52.00	55.50	4550	A specchi
E26	62.00	66.50	7650	A specchi
E28	51.00	57.00	4760	A specchi
E29	59.50	64.50	6450	A specchi
E30	51.50	56.00	4640	A specchi
E31	53.00	57.50	5170	A specchi
E32	54.50	61.00	6365	A specchi
E33	53.00	57.50	4600	A specchi
E34	58.00	62.50	5850	A specchi
E35	55.00	59.00	4905	A specchi
E36	53.00	56.00	4110	A specchi
E37	59.50	66.00	7240	A specchi
E38	48.50	55.00	4570	A specchi
E39	76.50	81.50	9280	Regina
E40	61.50	70.50	6425	A specchi
E41	66.00	71.50	7465	Regina
E42	69.00	75.00	9045	A specchi
E43	72.50	79.00	11655	A specchi
E44	60.00	64.50	5715	A specchi
E45	73.00	79.00	8885	Regina
E46	59.00	67.00	6530	A specchi
E47	71.50	77.50	7255	Regina
E48	61.50	68.50	6925	Regina
E49	69.50	77.50	8135	A specchi
E50	95.00	102.50	26800	Regina
E51	67.50	75.00	6875	Regina
E52	61.50	67.50	6410	A specchi
E53	87.50	92.00	16350	A specchi
E54	78.00	84.00	11870	A specchi
E55	63.00	67.50	6000	A specchi
E56	64.50	71.50	7590	A specchi
E57	57.50	62.00	3435	Regina
E58	55.00	60.00	4300	Regina
Totale 56				45 A specchi
				11 Regine

Tabella 4.3 Risultati lettura delle scaglie.

	Campioni	Età lette	Scaglie con r*	Scaglie illeggibili	Scaglie integre
Numero	56	34	14	22	20
Percentuale	100%	60.71%	25%	39.29%	35.71%

r = rigenerazione

Per ottenere valori interi di età, sono stati creati quattro dataset, in ognuno dei quali a “r” (annuli oscurati da rigenerazione) è stato assegnato un valore arbitrario da 0 a 3. Calcolate le età, sono state inserite nel dataset con le lunghezze forcali e sul software R sono stati calcolati i parametri della VBGF per ogni dataset. Tutti i risultati ottenuti però non convergevano e i parametri della VBGF ottenuti erano valori negativi, lasciando intuire una lettura delle scaglie non ottimale o errore nell’assegnazione di un valore arbitrario a r. Da un articolo di Vilizzi *et al.* del 2015 e da FishBase sono stati presi i parametri L_{∞} , k e t_0 coerenti all’area di studio e allo stock del presente studio per impostare la funzione inversa della VBGF e confrontare le età stimate con quelle lette in laboratorio. I risultati ottimali ottenuti sono quelli calcolati utilizzando $L_{\infty}=101.5$, $k=0.130$ e $t_0=-0.15$, relativi ad uno stock di carpe in Ungheria (Tabella 4.4), in quanto i valori di età ottenuti utilizzando i parametri di altri scenari restituivano risultati sovrastimati o nulli in quanto la L_{∞} era più piccola della FL_t del dataset.

Da questa, sono state calcolati la frequenza del tipo di età e dei valori di “r” (Tabella 4.5, Tabella 4.6):

Tabella 4.5 Frequenza del tipo di età.

Tipo	Frequenza	Percentuale
1	16	28.6%
2	12	21.4%
3	28	50%

Tabella 4.6 Range di valori di “r”.

	r
Min=	2
Max=	7
Media=	5
Dev.Sta.=	2

Tabella 4.4 Risultati della funzione inversa della VBGF.

Campione	Letture scaglie 1	Letture scaglie 2	Età stimata*	Tipo*	r*
E02	6	7	7	1	
E03	5	3+r	7	2	4
E04	7	5	9	3	
E05	8	6	15	3	
E06	6+r	5+r	14	2	9
E07	6	6	6	1	
E08	7	6	6	1	
E09			6	3	
E10			7	3	
E11			6	3	
E12			6	3	
E13		3+r	8	2	5
E14	4+r	4+r	8	2	4
E15	5	6	6	1	
E16			6	3	
E17	6	6	7	1	
E18			7	3	
E19			7	3	
E20	5+r	5+r	6	2	1
E21	7	7	6	1	
E22			7	3	
E23	4	4	6	3	
E24			5	3	
E25			5	3	
E26	6	6	7	1	
E28			5	3	
E29			7	3	
E30			5	3	
E31			6	3	
E32			6	3	
E33			6	3	
E34			6	3	
E35			6	3	
E36			6	3	
E37			7	3	
E38	5	5	5	1	
E39	8	7	11	3	
E40			7	3	
E41	5	6	8	3	
E42	4+r	4+r	9	2	5
E43	5+r	6+r	9	2	4
E44	6+r	5+r	7	2	2
E45	5+r	5+r	10	2	5
E46			7	3	
E47	8	7	9	1	
E48	7	7	7	1	
E49	6+r	7+r	9	2	3
E50	10	15	21	3	
E51	7	8+r	8	1	
E52	7	7	7	1	
E53	8+r	10+r	15	2	7
E54	6+r	4+r	11	2	7
E55	6	7	7	1	
E56	7	6+r	8	1	
E57	5	7	6	1	
E58	6	8	6	1	

Età stimata= utilizzando i parametri $L_{\infty}=101.5$, $k=0.130$ e $t_0=-0.15$ relativi a uno stock di carpe dell'Ungheria.
 Tipo= 1= se la differenza di età tra la lettura in laboratorio e quella stimata va da -1 a +1; 2= età stimate delle scaglie con rigenerazione; 3= età ricalcolate di scaglie illeggibili o con differenza ≥ 2 .
 r=anni assegnati alla zona rigenerata della scaglia.

A questo punto, avendo ottenuto le età dell'intero stock campionato, è stato possibile fare i calcoli sull'accrescimento. Sul software R è stato prima trovato il grafico FL×age di tutti i campioni (Figura 4.3), il quale mostra un accrescimento asintotico nonostante manchino le lunghezze forcali delle taglie inferiori ai 5 anni.

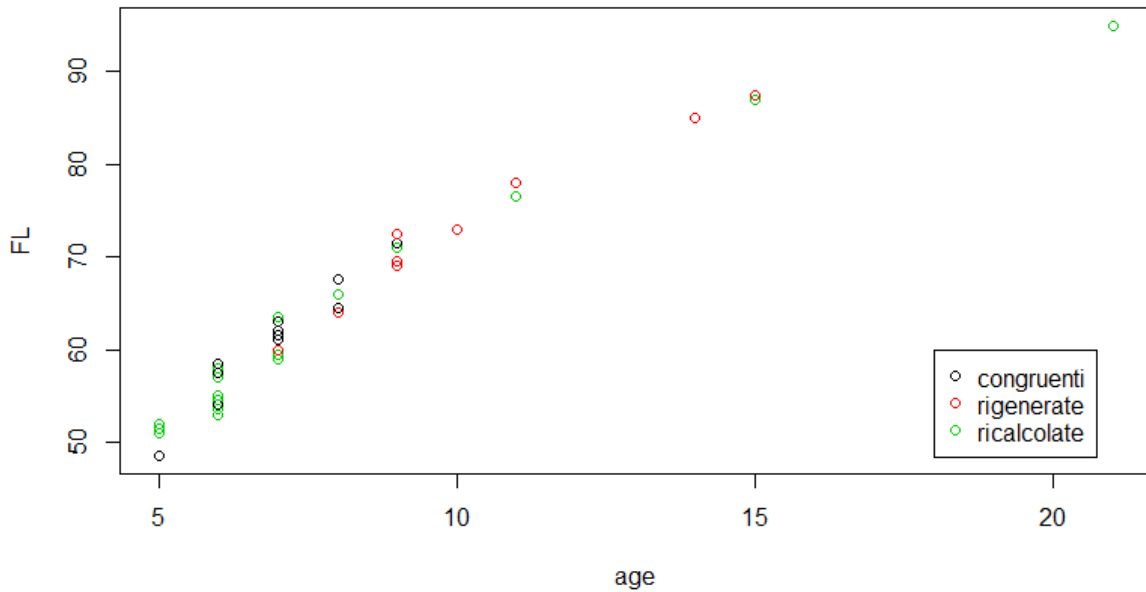


Figura 4.3 Plot di accrescimento FL×age dello stock in esami, riportante le tre tipologie di età (nero=età congruenti all'età ottenuta in laboratorio; rosso=età delle scaglie con la zona rigenerata; verde=età completamente ricalcolate).

Con la funzione “walfordPlot” è stato ottenuto un secondo plot (Figura 4.4), nel quale i dati non convergono ed i valori dei parametri della VBGF sono negativi ($L_{\infty}=-183.7$, $k=-0.019$), quindi errati poiché il tasso di accrescimento k e la lunghezza teorica massima non sono mai valori negativi.

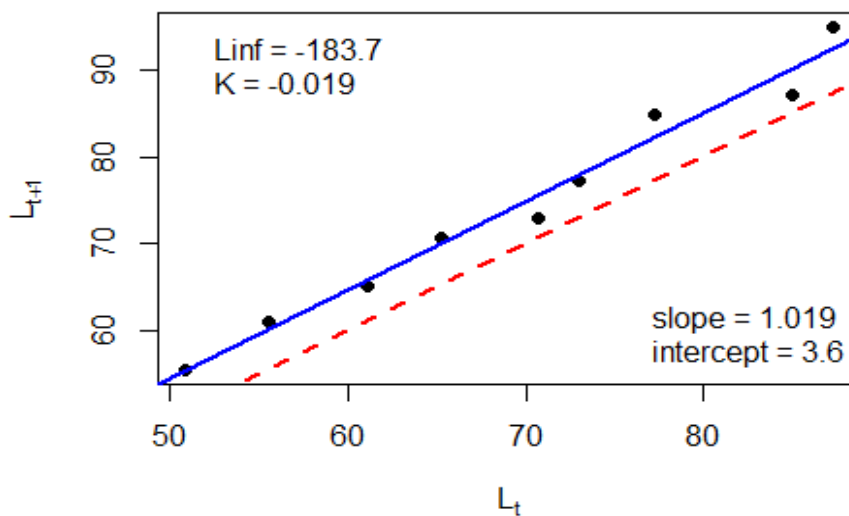


Figura 4.4 Plot $L_t \times L_{t+1}$ risultante della funzione “walfordPlot” di R, in cui si nota la non convergenza dei dati di lunghezza forcale al tempo t e $t+1$ e riportante i valori di L_{∞} e k ottenuti.

Sono stati quindi impostati i valori dei parametri della popolazione dell'Ungheria per ottenere i valori dei parametri dello stock del presente studio e dei relativi intervalli di confidenza (Tabella 4.7) tramite le funzioni “nls”, “nlsLM” e “growth” (Figura 4.5), ottenendo stessi risultati per tutte.

Tabella 4.7 Parametri VBGF dello stock in esame e relativi intervalli di confidenza.

	Ests	2.5%	97.5%
L_{∞}	104.5	98.78	112.20
K	0.113	0.091	0.137
t_0	-0.711	-1.619	0.030

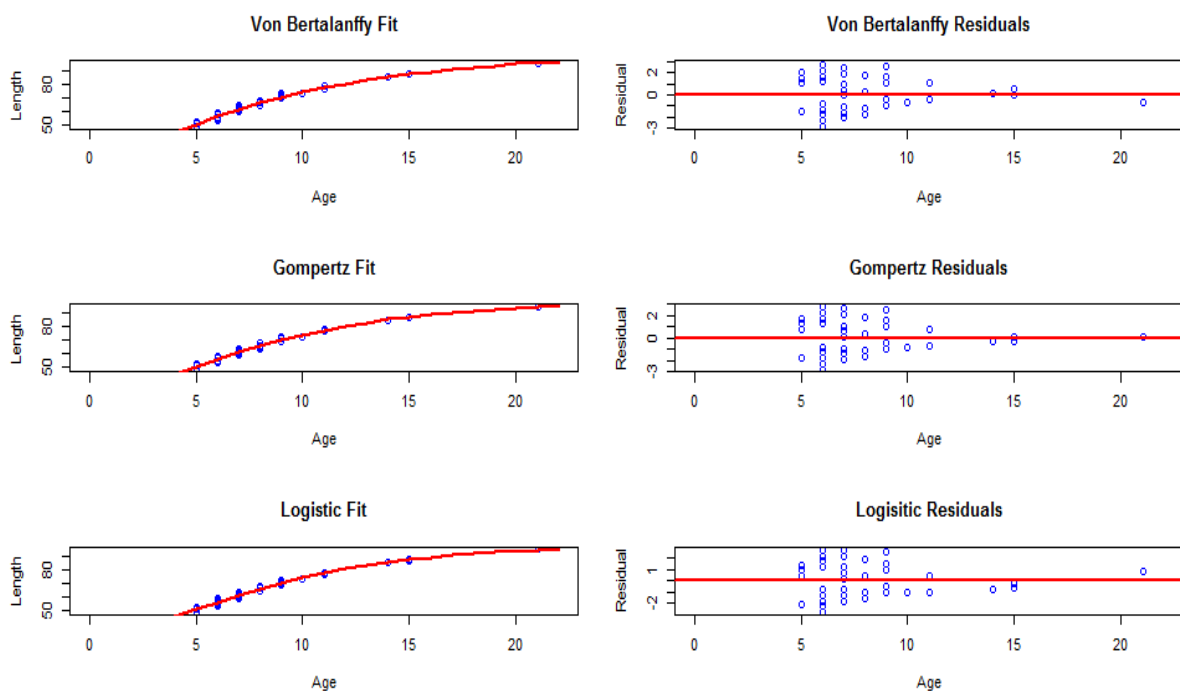


Figura 4.5 Plot ottenuti dalla funzione “growth”.

Questi risultano accettabili in quanto si discostano di poco rispetto ai dati di bibliografia riguardanti l'Ungheria e perché lo stock oggetto di studio è di ceppo ungherese, lasciando pensare stessa derivazione genetica.

Per ultimo è stato calcolato il rapporto lunghezza-peso secondo l'equazione $W = aL^b$, ottenendo un valore di $b=2.63$ e $a=0.62$, con un $p\text{-value}=0.0002$ e $df=54$. Da questi si evince un'allometria negativa ($b < 3$) altamente significativa ($\alpha=0.05$, $p\text{-value} < \alpha$) (Figura 4.6).

Per valutare la fattibilità di un campionamento di carpe tramite carpfishing è stato fatto un quadro generale delle spese sostenute, comprendenti costi di esche, giornate di pesca, trasporti e viveri necessari. Complessivamente sono stati spesi 401.50€ in 4 sessioni di pesca su un totale di 10 giorni di campionamento, quindi la spesa giornaliera ammonta a circa 40€.

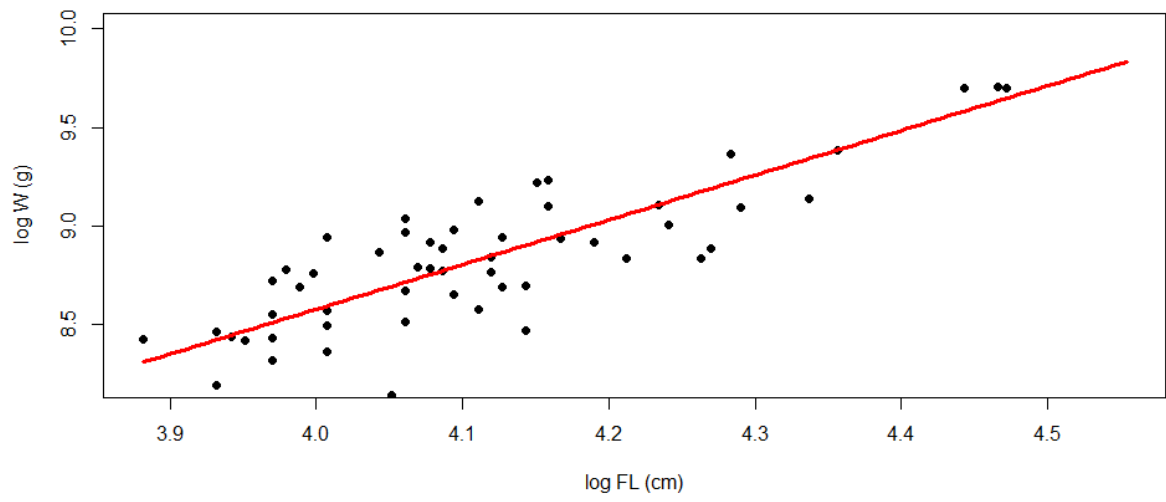


Figura 4.6 Relazione lunghezza forcale-peso.

5. Discussione

Il carpfishing potrebbe essere una tecnica valida di campionamento innocua sulle carpe comuni, contrariamente a quanto accade con l'elettrofishing, tramite il quale le scariche elettriche sui pesci possono provocare effetti collaterali, come per esempio una riduzione delle capacità riproduttive. Un campionamento tramite carpfishing, però, richiede tempi più lunghi e costi più elevati, ai fini di ottenere un ampio dataset di dati validi per uno studio sull'accrescimento.

Un limite del carpfishing in studi di breve durata, oltre alla possibilità di ottenere poche catture, è quello di ottenere poche ricatture, come accaduto durante il presente studio. Questo impedisce di stimare la dimensione della popolazione di carpe nel lago. Di conseguenza, anche in questo caso, la soluzione potrebbe essere un campionamento a lunga durata.

Per la determinazione delle età il prelievo della scaglia resta il metodo meno invasivo, in quanto queste si rigenerano e il pesce è propenso a perderle anche durante il nuoto tra le radici sommerse o simili, piuttosto che l'amputazione di una pinna per il prelievo del raggio o l'uso degli otoliti che implicano la morte della carpa, atteggiamenti opposti alla filosofia del carpfishing e al rispetto del pesce. Per un risultato ottimale, però, è necessario conservare le scaglie prelevate in alcol o formalina per evitarne il deterioramento e non in acqua, in quanto in quest'ultima si attiva un processo di scioglimento della struttura chimica della scaglia, rovinandone i bordi o la totalità, impedendo così l'identificazione degli annuli effettivi, restituendo risultati non veritieri. È importante anche la scelta di quale scaglia prelevare, poiché quelle posizionate sulla linea laterale del pesce presentano nel focus un tratto di questa che va a mascherare i primi annuli di formazione, ottenendo, anche in questo caso, risultati non esatti. In definitiva, le scaglie più adeguate a questi scopi sono quelle posizionate sulla pinna caudale o sui fianchi del pesce, prestando attenzione a evitare la zona centrale. È altresì opportuno il prelievo di un numero maggiore di scaglie per il fenotipo a specchi, rispetto a quelle prelevate nel presente studio, per ogni individuo, in quanto una sola scaglia potrebbe presentare una zona di rigenerazione impedendo la determinazione esatta dell'età, mentre, in possesso di più scaglie dello stesso individuo, è possibile effettuare altre letture e confrontarle.

Nel presente studio, alle prime età ottenute che presentavano “+ r” (zona di rigenerazione) sono stati aggiunti valori arbitrari da 0 a 3 anni, ai fini di ottenere età valide per lo studio

della VBGF. Questa modifica dei dati non è risultata corretta, in quanto la zona di rigenerazione non è uguale in dimensioni per tutti gli individui, oltre al fatto che i dati non convergevano durante l'analisi statistica e i parametri della VBGF ottenuti erano negativi. Per una determinazione più corretta delle età, quindi, si è optato all'uso della funzione inversa della VBGF utilizzando i valori di L_{∞} , k e t_0 della bibliografia disponibile, in particolare relativi al fenotipo, al clima, al tipo di bacino in esame, ad uno stock ungherese e a livello globale. I risultati ottenuti erano per la maggior parte sovrastimati o nulli, tranne che per quelli ottenuti utilizzando i parametri relativi a uno stock di carpe dell'Ungheria, probabilmente dovuto alla genetica dello stock in esame. In merito alle età ottenute delle scaglie rigenerate, il range di anni aggiunti diversi per ogni campione è una dimostrazione del fatto che la zona di ricostruzione varia da individuo a individuo, confermando ulteriormente l'errore nell'assegnare lo stesso valore arbitrario a tutte, poiché non è possibile definire l'inizio del processo di rigenerazione delle scaglie.

Ottenuto il dataset completo con tutte le età, che mostrava un accrescimento asintotico, è stata applicata l'equazione della VBGF ed i parametri ottenuti sono stati ritenuti accettabili in quanto differivano pochi centimetri rispetto a quelli in bibliografia. Questo lieve scostamento può essere giustificato dalla diversa area di studio, la quale, sicuramente, non presenta stessi valori di salinità e temperature o stessi apporti di nutrienti sia dovuti all'attività del carpfishing, sia alla composizione vegetale del lago.

Dalle analisi sulla relazione lunghezza-peso è stata ottenuta un'allometria negativa ($b < 3$) in correlazione ai dati di bibliografia su uno stock di acqua salmastre, come nel presente studio.

In conclusione, le criticità riscontrate durante il presente studio sono: poca quantità di dati; errata conservazione delle scaglie; poca disponibilità di tempo e risorse economiche; lunghe attese burocratiche per l'acquisto del materiale necessario, quali i tags acquistati online e provenienti dall'America.

6. Conclusioni

Il carpfishing è una tecnica di pesca che permette la raccolta di una determinata quantità di dati senza effetti collaterali sulla carpa, se non il foro causato dall'amo. Il campionamento, però, è influenzato, oltre che dalla durata, dalle probabilità fortuite di catture durante ogni sessione di pesca, per esempio, a parità di giorni, durante la gara di enduro circa 20 coppie di carpisti disposti lungo tutto il perimetro del lago hanno ottenuto 10 catture, lo stesso numero ottenuto da me ed Emanuele in una sola postazione.

I risultati ottenuti in questo studio potrebbero essere approfonditi in ricerche future presso la stessa area, confrontando l'accrescimento della popolazione già taggata durante il campionamento e ampliando il dataset di dati con nuove catture. Questi studi potrebbero essere utili anche ai fini della salvaguardia della carpa comune e del loro habitat.

In definitiva, per studi futuri, sarebbe opportuno cercare di ottenere un maggior numero di dati, dedicando maggior tempo al campionamento, e approfondire maggiormente le tecniche più adeguate da utilizzare per la buona conservazione dei campioni raccolti, soprattutto per l'ottenimento di risultati più veritieri, basati su popolazioni di grandi dimensioni, come mostrato negli studi di bibliografia presi in esame.

7. Riferimenti bibliografici

AA. VV. Conoscere il carp fishing. Greentime Ed., 2016, pp. 21

Adámek Z., Pardo M. A., Vilizzi L., Roberts J., 2015. Successful reproduction of common carp *Cyprinus carpio* in irrigation waterways. *Fisheries Manag Ecol.* 22: 279-285.

Almeida D., Ribeiro F., Leunda P. M., Vilizzi L., Copp G. H., 2013. Effectiveness of FISK, an Invasiveness Screening Tool for Non-Native Freshwater Fishes, to Perform Risk Identification Assessments in the Iberian Peninsula. *Risk Anal.* 33: 1404-1413.

Arlinghaus R., Mehner T, 2003. Socio-economic characterisation of specialised common carp (*Cyprinus carpio* L.) anglers in Germany, and implications for inland fisheries management and eutrophication control. *Fish Res.* 61: 19-33.

Copp G. H., Godard M. J., Russell I. C., Peeler E. J., Gherardi F., Tricarico E., Miossec L., Gouilletquer P., Almeida D., Britton J. R., Vilizzi L., Mumford J., Williams C., Reading A., Rees E. M. A., Merino-Aguirre R., 2016. A preliminary evaluation of the European Non-native Species in Aquaculture Risk Assessment Scheme applied to species listed on Annex IV of the EU Alien Species Regulation. *Fisheries Manag Ecol.* 23: 12-20.

Das S.M., Fotedar J., 1965. Studies on the scales, age and growth of freshwater fishes of Kashmir. Part I: *Cyprinus carpio specularis* Linn. *Ichthyologica* 4:79-91.

Gaygusuz O., Tarkan A. S., Aydin H., Dorak Z., Top N., Karakuş U., Vilizzi L., 2015. Stocking of Common Carp (*Cyprinus carpio*) into some Newly-Established Reservoirs of North-West Anatolia May Enhance the Spread of Non-Native Fish. *Turk J Fish Aquat Sc.* 15: 833-840.

Grigorakis K., Kogiannou D., Genevieve C., Pérez-Sánchez J., Agnes A., Sándor Zsuzsanna J., 2018. Impact of Diets Containing Plant Raw Materials as Fish Meal and Fish Oil Replacement on Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*), Gilthead Sea Bream (*Sparus aurata*), and Common Carp (*Cyprinus carpio*) Freshness. *J Food Quality.* 18: 1-14.

Klefoth T., Pieterek T., Arlinghaus R., 2013. Impacts of domestication on angling vulnerability of common carp, *Cyprinus carpio*: the role of learning, foraging behaviour and food preferences. *Fisheries Manag Ecol.* 20: 174-186.

Klefoth T., Skov C., Kuparinen A., Arlinghaus R., 2017. Toward a mechanistic understanding of vulnerability to hook-and-line fishing: Boldness as the basic target of angling-induced selection. *Evol Appl.* 10: 994-1006.

Lugert V., Tetens J., Thaller G., Schulz C., Krieter J., 2017. Finding suitable growth models for turbot (*Scophthalmus maximus* L.) in aquaculture 1 (length application). *Aquac Res.* 48: 24-36.

Macklin R., Brazier B., Harrison S., Chapman D. V., Vilizzi L., 2016. A review of the status and range expansion of common carp (*Cyprinus carpio* L.) in Ireland. *Aquat Invasions.* 11: 75-82.

Nunn A. D., Copp G. H., Vilizzi L., Carter M. G., 2010. Seasonal and diel patterns in the migrations of fishes between a river and a floodplain tributary. *Ecol Freshw Fish.* 19: 153-162.

Perdikaris C., Koutsikos N., Vardakas L., Kommatas D., Simonović P., Paschos I., Detsis V., Vilizzi L., Copp G. H., 2016. Risk screening of non-native, translocated and traded aquarium freshwater fishes in Greece using Fish Invasiveness Screening Kit. *Fisheries Manag Ecol.* 23: 32-43.

Piria M., Tomljanovic T., Treer T., Safner R., Aničić I., Matulić D., Vilizzi L., 2016. The common carp *Cyprinus carpio* in Croatia (Danube and Adriatic basins): a historical review. *Aquacult Int.* 24: 1527-1541.

Puntala R., Vilizzi L., Lehtiniemi M., Copp G. H., 2013. First Application of FISK, the Freshwater Fish Invasiveness Screening Kit, in Northern Europe: Example of Southern Finland. *Risk Anal.* 33: 1397-1403.

Smith B. B., Conallin A., Vilizzi L., 2009. Regional patterns in the distribution, diversity and relative abundance of wetland fishes of the river Murray, South Australia. *T Roy Soc South Aust.* 133(2): 339-360.

Stergiou K. I., Bobori D. C., Ekmekçi F. G., Gökoğlu M., Karachle P. K., Minos G., Özvarol Y., Salvarina I., Tarkan A. S., Vilizzi L., 2014. New Fisheries-related data from the Mediterranean Sea (April, 2014). *Mediterr Mar Sci.* 15/1: 213-224.

Tarkan A. S., Ekmekçi F. G., Vilizzi L., Copp G. H., 2014. Risk screening of non-native freshwater fishes at the frontier between Asia and Europe: first application in Turkey of the fish invasiveness screening kit. *J Appl Ichthyol.* 30: 392-398.

Vilizzi L., 1998. Age, growth and cohort composition of 0+ carp in the River Murray, Australia. *J Fish Biol.* 52: 997-1013.

Vilizzi L., 1998. Observations on ontogenetic shifts in the diet of 0+ carp, *Cyprinus carpio*, from the River Murray, Australia. *Folia Zool.* 47(3): 225-229.

Vilizzi L., 2012. The common carp, *Cyprinus carpio*, in the Mediterranean region: origin, distribution, economic benefits, impacts and management. *Fisheries Manag Ecol.* 19: 93-110.

Vilizzi L., 2018. Age determination in common carp *Cyprinus carpio*: history, relative utility of ageing structures, precision and accuracy. *Rev Fish Biol Fisher.* 28: 461-484.

Vilizzi L., Copp G. H., 2013. Application of FISK, an Invasiveness Screening Tool for Non-Native Freshwater Fishes, in the Murray-Darling Basin (Southeastern Australia). *Risk Anal.* 33: 1432-1440.

Vilizzi L., Copp G. H., 2017. Global patterns and clines in the growth of common carp *Cyprinus carpio*. *J Fish Biol.* 91: 3-40.

Vilizzi L., Ekmekci F. G., Tarkan A. S., Jackson Z. J., 2015. Growth of common carp *Cyprinus carpio* in Anatolia (Turkey), with a comparison to native and invasive areas worldwide. *Ecol Freshw Fish.* 24: 165-180.

Vilizzi L., Mccarthy B. J., Scholz O., Sharpe C. P., Wood D. B., 2013. Managed and natural inundation: benefits for conservation of native fish in a semi-arid wetland system. *Aquat Conserv.* 23: 37-50.

- Vilizzi L., Price A., Beesley L., Gawne B., King A.J., Koehn J.D., Meredith S.N., Nielsen D.L., 2013. Model development of a Bayesian Belief Network for managing inundation events for wetland fish. *Environ Modell Softw.* 41: 1-14.
- Vilizzi L., Tarkan A. S., 2015. Experimental Evidence for the Effects of Common Carp (*Cyprinus carpio* L., 1758) on Freshwater Ecosystems: A Narrative Review with Management Directions for Turkish Inland Waters. *Journal of Limnology and Freshwater Fisheries Research.* 1(3): 123-149.
- Vilizzi L., Tarkan A. S., 2016. Bioaccumulation of metals in common carp (*Cyprinus carpio* L.) from water bodies of Anatolia (Turkey): a review with implications for fisheries and human food consumption. *Environ Monit Assess.* 188: 243.
- Vilizzi L., Tarkan A. S., Copp G. H., 2015. Experimental Evidence from Causal Criteria Analysis for the Effects of Common Carp *Cyprinus carpio* on Freshwater Ecosystems: A Global Perspective. *Rev Fish Sci Aquac.* 23: 253-290.
- Vilizzi L., Tarkan A. S., Ekmekçi F. G., 2013. Stock Characteristics and Management Insights for Common Carp (*Cyprinus carpio*) In Anatolia: A Review of Weight–Length Relationships and Condition Factors. *Turk J Fish Aquat Sc.* 13: 759-775.
- Vilizzi L., Tarkan A. S., Ekmekçi F. G., 2015. Parasites of the common carp *Cyprinus carpio* L., 1758 (Teleostei: Cyprinidae) from water bodies of Turkey: updated checklist and review for the 1964–2014 period. *Turk J Zool.* 39: 545-554.
- Vilizzi L., Thwaites L. A., Smith B. B., Nicol J. M., Madden C. P., 2014. Ecological effects of common carp (*Cyprinus carpio*) in a semi-arid floodplain wetland. *Mar Freshwater Res.* 65: 802-817.
- Vilizzi L., Thwaites L.A., Smith B.B., 2014. Exploitation by common carp (*Cyprinus carpio*) of a floodplain wetland of the lower River Murray under drought and flooding conditions. *T Roy Soc South Aust.* 138(1): 113-123.
- Vilizzi L., Walker K. F., 1995. Otoliths as potential indicators of age in common carp, *Cyprinus carpio* L. (Cyprinidae: Teleostei). *T Roy Soc South Aust.* 119(2): 97-98.

Vilizzi L., Walker K. F., 1998. Age profile of carp (*Cyprinus carpio* L.) in Lake Crescent, Tasmania. Papers and Proceedings of the Royal Society of Tasmania. 132: 1-8.

Vilizzi L., Walker K. F., 1999. Age and growth of the common carp, *Cyprinus carpio*, in the River Murray, Australia: validation, consistency of age interpretation, and growth models. Environ Biol Fish. 54: 77-106.

Vilizzi L., Walker K. F., 1999. The onset of the juvenile period in carp, *Cyprinus carpio*: a literature survey. Environ Biol Fish. 56: 93-102.

Vilizzi L., Walker K. F., Jain T., McGlennon D., Tsymbal V., 1998. Interpretability and precision of annulus counts for calcified structures in carp, *Cyprinus carpio* L. Arch Hydrobiol. 143: 121-127.

Whiterod N. S., Hammer M. P., Vilizzi L., 2015. Spatial and temporal variability in fish community structure in Mediterranean climate temporary streams. Fundam Appl Limnol. 187/2: 135-150.

7.1 Sitografia:

<http://www.agraria.org/pesci/carpa.htm>

<http://www.fipsasravenna.com>

<http://www.fishing-worldrecords.com/scientificname/Cyprinus%20carpio/show>

<https://cran.r-project.org/web/packages/fishmethods/index.html>

<https://cran.r-project.org/web/packages/FSA/index.html>

https://it.wikipedia.org/wiki/Lago_delle_Ghiarine

<https://reporterspress.it/elettrofishing-e-suoi-effetti-dannosi-sui-pesci/>

<https://www.fishbase.se/summary/Cyprinus-carpio.html>

<https://www.studocu.com/it/document/universita-degli-studi-di-messina/anatomia-comparata/appunti/apparato-tegumentario/2925185/view>

8. Appendice fotografica

Di seguito si riportano alcune fotografie scattate durante il campionamento e le analisi in laboratorio.



8.1 Posizionamento delle canne da pesca.



8.2 Misurazione della lunghezza forcale e totale.



8.3 Impianto del tag nella zona circostante l'occhio.



8.4 Prelievo delle scaglie.



8.5 Disinfezione delle zone di prelievo delle scaglie e dell'impianto del tag.



8.6 Esempio di foto-identificativa.



8.7 Cattura più piccola (3.435 Kg).



8.8 Cattura più grande (26.800 Kg).



8.9 Unica ricattura.



8.10 Esempio di scaglia con linea laterale (zona centrale) e bordi deteriorati.

9. Ringraziamenti

Desidero ringraziare innanzitutto il mio relatore, Professor Marco Stagioni, per aver accettato di aiutarmi in questa elaborazione di tesi, nonostante sia un po' fuori dall'ambito marino, per essermi stato di grande supporto durante il campionamento e le analisi di laboratorio, fornendomi tutto il materiale che mi era necessario, per aver risposto ai miei quesiti il più tempestivamente possibile, per aver mostrato pazienza e disponibilità.

Ringrazio tutti i docenti del Corso di Laurea Magistrale in Biologia Marina per la loro professionalità e preparazione, ma in particolare vorrei ringraziare il Professor Fausto Tinti per aver accettato il mio progetto di tesi ed essersi impegnato nell'acquisto dei tags VI Alpha, grazie anche al supporto della Dottoressa Federica Piattoni, la quale ringrazio per la preoccupazione e l'interesse nei miei confronti e nella mia tesi.

Allo stesso modo, ringrazio i gestori del centro sportivo FIPSAS "Le Ghiarine", per avermi fornito il materiale utile per la mia tesi e per avermi concesso di campionare le carpe.

I miei più sentiti ringraziamenti vanno ai miei genitori per essermi stati di supporto morale ed economico in questi anni di studio, facendo dei sacrifici che non smetterò mai di apprezzare e fornendomi tutti i mezzi che mi hanno permesso di raggiungere questo secondo traguardo. Loro che, nonostante la distanza che ci separa, hanno sempre cercato di farsi sentire al mio fianco in tutti i modi possibili. Sono sempre stati presenti e pronti a consigliarmi e ad accettare le mie decisioni e, a volte, anche i miei momenti di rabbia ingiustificata nei loro confronti, perdonandomeli come se non fosse mai successo nulla.

Ringrazio i miei fratelli, Giovanni e Valeria, perché anche loro mi hanno sempre sostenuta e consigliato nel miglior modo che potevano, anche strappandomi un sorriso con una semplice foto quando mi sentivo sola e lontana dai miei cari.

Ringrazio infinitamente tanto mia nonna Anna, sempre preoccupata per me e che, ogni qualvolta torno a casa, mi vizia in ogni cosa.

Un pensiero e un grazie particolare non posso che rivolgerlo ai miei angeli che mi guardano dall'Alto e che spero di aver reso fieri di me e di quello che sono diventata.

Ringrazio infinitamente tanto il mio ragazzo Emanuele, uomo eccezionale e dal cuore immenso. Lui che è stato il primo dei miei sostenitori, il mio braccio destro e finanziatore principale nel campionamento delle carpe per lo studio della mia tesi, nonostante pensava fosse un'idea assurda e complicata, lui che mi ha sempre supportato e sopportato in tutto e

che mi ha sempre sollevato il morale nei momenti di sconforto. È grazie a lui che ho conosciuto le meravigliose carpe ed è grazie a lui se ho potuto svolgere questo studio.

Ringrazio anche la mamma del mio ragazzo, Maria, donna fantastica. Lei che è un concentrato di amore puro racchiuso in un corpicino esile e delicato. È sempre presente, preoccupandosi per me e per la mia carriera universitaria, trattandomi come fossi sua figlia, e non ha smesso un attimo di incoraggiarmi sempre in tutto con il suo affettuoso e sorridente “Forza ragazza!”.

Vorrei ringraziare anche chi non ha creduto in me e nelle mie capacità durante i miei anni di studio, perché mi hanno dato ancora più forza e volontà di andare avanti e mettercela tutta per dimostrare quanto veramente valgo. I loro insulti mi hanno resa una donna più forte e più sicura di me stessa.

Infine, ma non meno importanti, ringrazio i miei amici e colleghi per il loro affetto nei miei confronti. Grazie per aver sopportato i miei momenti di sclero, così come quelli di estrema felicità. Grazie per i momenti di risate insensate, per i pomeriggi di studio, per l’incoraggiamento a ogni esame e per le serate passate insieme tra giochi, cibo e risate. Ne farò tesoro!