

APPLICAZIONE DELL'INDICE DI ARGENTINIZZAZIONE NELLA REGIONE LIGURIA COME STRUMENTO DI MONITORAGGIO DELLO STOCK DI *ANGUILLA ANGUILLA* L.

ENFORCEMENT OF THE SILVERING INDEX IN THE LIGURIA REGION AS AN INSTRUMENT FOR MONITORING THE EEL STOCK

MATTEO CAPURRO^{1*}, LUCA CIUFFARDI¹, FABRIZIO ONETO¹, DARIO OTTONELLO^{1,2}, FILIPPO SCHIAVONE³, ANDREA BALDUZZI³, MIRVANA FELETTI⁴

1. Ce.S.Bi.N. s.r.l. – Centro Studi BioNaturalistici – Università degli di Genova, Corso Europa 26, 16132 Genova, Italia. *Correspondin author: Matteo Capurro
2. Dipartimento di Scienze Ambientali, Informatica e Statistica – Università Cà Foscari, Via Torino 155, 30172 Venezia Mestre, Italia.
3. Dipartimento di Scienze della Terra, dell'Ambiente e della Vita – Università degli di Genova, Corso Europa 26, 16132 Genova, Italia.
4. Regione Liguria – Settore Politiche Agricole e della Pesca, Via Bartolomeo Bosco 15, 16121 Genova, Italia.

Parole chiave: Anguilla, Silvering Index, gestione, conservazione.

Keywords: Eel, Silvering Index, management, conservation.

Riassunto

La necessità di individuare metodi di monitoraggio non invasivi per gli stock locali di *Anguilla anguilla* L. è diventata un'esigenza imprescindibile in un'ottica gestionale e conservazionistica della specie. Il presente lavoro riporta le osservazioni preliminari sull'applicazione del Silvering Index (Acou *et al.*, 2005) in diversi bacini della Regione Liguria, utilizzato al fine di raccogliere dati che possano essere alla base di processi decisionali per una corretta tutela degli stock naturali di riproduttori di questa specie.

Abstract

The need to identify no-killing monitoring methods for *Anguilla anguilla* L. stocks has become a crucial requirement according to a management and conservationist perspective. This paper reports the preliminary observations on the enforcement of Silvering Index (Acou *et al.*, 2005) in several basins of the Liguria Region. This Index has been used in order to collect data that can be the basis for decision making for proper protection of natural breeding stock of this species.

Introduzione

Alla luce della drastica riduzione di cui ha risentito lo stock europeo di *Anguilla anguilla* L. in tutto il suo areale (Dekker, 2003; ICES, 2010), la specie è stata inserita nella Lista Rossa IUCN (Freyhof & Kottelat, 2008) come specie CR ed è oggetto di una apposito Regolamento Europeo (1100/2007) per la sua gestione e per il ripristino degli stock. La necessità di individuare metodi di monitoraggio non invasivi per la specie si è imposta quindi come un'esigenza di primaria importanza, soprattutto quando si vadano ad analizzare popolamenti naturali.

Al di là di dati puntiformi (Arbocco, 1966; Balduzzi *et al.* 2013; Bonfigli & Landini 1996; Bonini *et al.* 1990; Borroni 2004; Borroni 2005a; Ciuffardi & Arillo 2007; Gareri *et al.* 2009; Isola *et al.* 2004; Macchio 2007; Nonnis Marzano *et al.* 2003) ed in mancanza di pesca professionale sul territorio, in Regione Liguria non sono ad oggi disponibili serie di dati (relativi

alla biologia, alla distribuzione, agli stock, ecc.) standardizzati e confrontabili, inerenti le popolazioni di *A. anguilla* che, in altre realtà nazionali ed internazionali, sono invece utilizzate per monitorare e gestire la specie.

All'interno del Progetto “L.E.M.A. – Ligurian Eel Management Action”, promosso dalla Regione Liguria e nato per approfondire le conoscenze sullo *status* di *A. anguilla* in Liguria, sono stati raccolti, al fine di applicare il *Silvering Index* (Acou *et al.*, 2005), dati morfologici e morfometrici utili per valutare lo stadio di “argentinizzazione” quale potenziale strumento per il monitoraggio della specie (Modugno *et al.*, 2010).

Materiali e Metodi

I campionamenti sono stati condotti in 7 bacini idrografici liguri, individuando nel complesso 13 stazioni di campionamento (Figura 1). Le attività di campo sono state concentrate nel periodo compreso tra inizio luglio 2015 ed inizio settembre 2015 affinché il processo di argentinizzazione rilevato tra le diverse subpopolazioni analizzate fosse confrontabile.

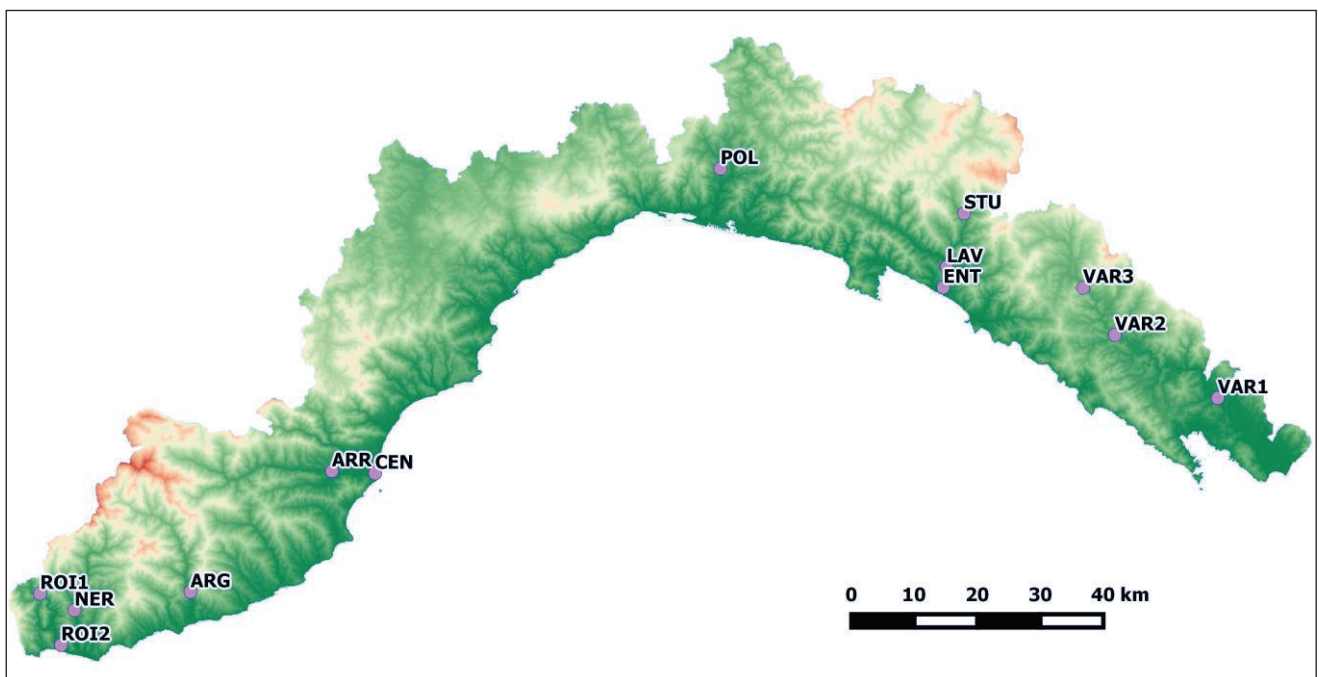


Figura 1. Stazioni di campionamento utilizzate per i campionamenti di *Anguilla anguilla*. Da Ovest a Est: F. Roia (ROI1, ROI2), F. Nervia (NER), T. Argentina (ARG), F. Centa (ARR, CEN), T. Polcevera (POL), F. Entella (STU, LAV, ENT), F. Magra/Vara (VAR3, VAR2, VAR1).

I campionamenti sono stati svolti mediante l'impiego di un elettroscorditore spallabile a batteria. Sebbene il periodo di campionamento fosse ancora lontano dalla fase di inizio della migrazione riproduttiva, al fine di raccogliere dati che potessero andare a costituire un database per successivi studi popolazionistici e valutare le condizioni di avvio del processo di “argentinizzazione” (cfr. Acou *et al.*, 2005; Durif *et al.*, 2005; 2009; Van Ginneken *et al.*, 2007), sugli individui di *A. anguilla* di taglia superiore ai 250 mm, narcotizzati con MS222 al fine di ridurre lo stress legato alla manipolazione, è stata rilevata la lunghezza totale (LT, con precisione ± 1 mm) ed il diametro orizzontale e verticale di entrambi gli occhi ($O_{D/S}$ $V_{D/S}$ in mm) mediante l'utilizzo di un calibro cursore di precisione (± 0.02 mm). È stata quindi presa in considerazione la livrea per definire la metamorfosi dallo stadio di “gialla” a quello di “argentina” e lo stadio di sviluppo dei neuromasti presenti lungo la linea laterale, valutandone il passaggio da punti bianchi di piccolo diametro a corpi neri di circa 1 – 2 mm (Acou *et al.*,

2005). Effettuati tutti i rilievi, ogni esemplare è stato risvegliato ed acclimatato prima del rilascio in acqua.

Dalle misurazioni effettuate, è stato calcolato l'Indice Oculare (O.I., Pankhurst, 1982):

$$O.I. = \{((O_D + V_D)/4 \times (O_S + V_S)/4) \times \pi LT\} \times 100$$

dove O e V rappresentano il diametro orizzontale e verticale dell'occhio, D e S occhio destro e sinistro, LT = lunghezza totale del pesce

Sono state quindi definite tre classi di O.I. (Acou *et al.*, 2003; Marchelidon *et al.*, 1999): I, valori di O.I. < 6.5, tipici di esemplari ancora allo stadio di "gialle"; II, valori 6.5 < O.I. < 8.0, tipici di uno stadio di pre-argentinizzazione; III, valori O.I. > 8.0, limite di inizio della "argentinizzazione".

Ognuno degli esemplari è stato quindi classificato, prendendo spunto dall'approccio di Acou *et al.* (2005), in base alla combinazione dei parametri relativi allo stadio di sviluppo dei neuromasti, alle caratteristiche della livrea e alle dimensioni oculari, secondo il seguente ordine di importanza: chiara differenziazione o meno della linea laterale (1 o 0, rispettivamente); presenza o meno di contrasto di colore tra la porzione ventrale e quella dorsale (1 o 0, rispettivamente); classe O.I. di appartenenza (0, 1 o 2) (Tab. I).

Tabella I. Caratteristiche e codici dei parametri utilizzati per descrivere il processo di argentinizzazione (modif. da Acou *et al.*, 2005).

Parametro	Descrizione	Modalità	Cod.
Linea laterale	Presenza di almeno un corpuscolo nero lungo la linea laterale	Vero	1
		Falso	0
Livrea	Contrasto evidente tra la porzione dorsale e quella ventrale	Vero	1
		Falso	0
Occhi*	Valori Indice Oculare (O.I.)	OI < 6.5	0
		6.5 ≤ OI ≤ 8	1
		OI ≥ 8	2

* il valore di Indice Oculare (O.I.) pari a 6.5 corrisponde al valore minimo stimato da Pankhurst (1982) nel processo di argentinizzazione delle anguille femmine. Il valore pari a 8 corrisponde alla soglia inferiore nel processo di argentinizzazione stimata mediante l'analisi di anguille femmine (Acou *et al.* 2003; Marchelidon *et al.* 1999).

Le anguille così analizzate sono state classificate come argentine (S – Silver), nel caso in cui tutti e tre i parametri presentassero un valore positivo (1,1,1 o 2, secondo i codici riportati in Tabella I); gialle/argentine (Y/S) – Yellow/Silver, se per uno solo dei tre parametri fosse stato rilevato un codice pari a 0 (vd. Tabella I); gialle (Y – Yellow), se solo uno o nessuno dei tre parametri fosse stato rilevato (Feunteun *et al.* 2000).

Tutte le elaborazioni sono state condotte attraverso l'ausilio del software Microsoft Office Excel.

Risultati e Discussione

Sono stati campionati 634 esemplari di *A. anguilla*, provenienti da 13 stazioni di campionamento. L'attività di campo è stata, infatti, influenzata dalle condizioni idriche che non hanno permesso di campionare i tratti inferiori del Torrente Nervia (IM) e del Torrente Argentina (IM). 211 esemplari sono risultati di taglia superiore ai 250 mm LT ed utilizzati quindi per la valutazione dello stadio di "argentinizzazione".

Nelle Tabelle II a – e, gli esemplari sono classificati in base ai tre parametri di argentinizzazione analizzati. In Figura 2 è rappresentata la distribuzione percentuale dei tre stadi di argentinizzazione rinvenuti nelle singole stazioni di campionamento.

Tabella IIa. Descrizione delle combinazioni dei parametri relativi all'argentizzazione osservati per le anguille catturate nelle stazioni lungo i Fiumi Roia e Nerva (ROI1, ROI2, NER). I parametri sono organizzati, all'interno della colonna "Comb.", secondo il seguente ordine: • linea laterale chiaramente differenziata, • contrasto cromatico netto tra la superficie dorsale e quella ventrale e • valori soglia Indice Oculare ($OI < 6.5 = 0$; $6.5 \leq OI \leq 8 = 1$; $OI > 8 = 2$). D = distanza della stazione dalla foce in Km; N1 = numero totale esemplari campionati; N2 = numero di esemplari con $LT > 250$ mm; Np. = numero di parametri rilevati; Comb. = combinazione dei parametri osservati; N = numero di esemplari per cui è stata osservata la combinazione di parametri; Tot = numero totale di esemplari per ogni Comb. Np.

Stazione	D	N1	N2	Np.	Comb.	N	Tot
ROI1	12	64	37	0	0-0-0	4	4
				1	0-0-1	5	30
					0-0-2	25	
					0-1-0	0	
					1-0-0	0	
					0-1-1	0	
				2	0-1-2	0	1
					1-0-1	0	
					1-0-2	1	
					1-1-0	0	
				3	1-1-1	0	2
					1-1-2	2	
				ROI2	1,5	28	2
1	0-0-1	0	0				
	0-0-2	0					
	0-1-0	0					
	1-0-0	0					
	0-1-1	0					
2	0-1-2	0	0				
	1-0-1	0					
	1-0-2	0					
	1-1-0	0					
3	1-1-1	0	0				
	1-1-2	0					
NER	8	50	37				
				1	0-0-1	6	22
					0-0-2	14	
					0-1-0	0	
					1-0-0	2	
					0-1-1	0	
				2	0-1-2	0	6
					1-0-1	0	
					1-0-2	6	
					1-1-0	0	
				3	1-1-1	0	0
					1-1-2	0	

Tabella IIb. Descrizione delle combinazioni dei parametri relativi all'argentizzazione osservati per le anguille catturate nelle stazioni lungo il Torrente Argentina e il Fiume Centa (ARG, ARR, CEN). I parametri sono organizzati, all'interno della colonna "Comb.", secondo il seguente ordine: • linea laterale chiaramente differenziata, • contrasto cromatico netto tra la superficie dorsale e quella ventrale e • valori soglia Indice Oculare ($OI < 6.5 = 0$; $6.5 \leq OI \leq 8 = 1$; $OI > 8 = 2$). D = distanza della stazione dalla foce in Km; N1 = numero totale esemplari campionati; N2 = numero di esemplari con $LT > 250$ mm; Np. = numero di parametri rilevati; Comb. = combinazione dei parametri osservati; N = numero di esemplari per cui è stata osservata la combinazione di parametri; Tot = numero totale di esemplari per ogni Comb. Np.

Stazione	D	N1	N2	Np.	Comb.	N	Tot
ARG	5	20	14	0	0-0-0	13	13
				1	0-0-1	0	1
					0-0-2	1	
					0-1-0	0	
					1-0-0	0	
				2	0-1-1	0	0
					0-1-2	0	
					1-0-1	0	
					1-0-2	0	
					1-1-0	0	
				3	1-1-1	0	0
					1-1-2	0	
				ARR	8	10	7
1	0-0-1	0	4				
	0-0-2	4					
	0-1-0	0					
	1-0-0	0					
2	0-1-1	0	2				
	0-1-2	0					
	1-0-1	1					
	1-0-2	1					
3	1-1-0	0	0				
	1-1-1	0					
CEN	1	137	12	0	0-0-0	3	3
				1	0-0-1	2	6
					0-0-2	3	
					0-1-0	0	
					1-0-0	1	
				2	0-1-1	0	3
					0-1-2	0	
					1-0-1	0	
					1-0-2	2	
					1-1-0	1	
				3	1-1-1	0	0
					1-1-2	0	

Tabella IIc. Descrizione delle combinazioni dei parametri relativi all'argentizzazione osservati per le anguille catturate nelle stazioni lungo i Torrenti Polcevera, Sturla e Lavagna (POL, STU, LAV). I parametri sono organizzati, all'interno della colonna "Comb.", secondo il seguente ordine: • linea laterale chiaramente differenziata, • contrasto cromatico netto tra la superficie dorsale e quella ventrale e • valori soglia Indice Oculare ($OI < 6.5 = 0$; $6.5 \leq OI \leq 8 = 1$; $OI > 8 = 2$). D = distanza della stazione dalla foce in Km; N1 = numero totale esemplari campionati; N2 = numero di esemplari con $LT > 250$ mm; Np. = numero di parametri rilevati; Comb. = combinazione dei parametri osservati; N = numero di esemplari per cui è stata osservata la combinazione di parametri; Tot = numero totale di esemplari per ogni Comb. Np.

Stazione	D	N1	N2	Np.	Comb.	N	Tot
POL	9	21	17	0	0-0-0	2	2
				1	0-0-1	4	8
					0-0-2	4	
					0-1-0	0	
					1-0-0	0	
				2	0-1-1	0	6
					0-1-2	0	
					1-0-1	0	
					1-0-2	6	
				3	1-1-1	0	1
					1-1-2	1	
				STU	19	13	13
1	0-0-1	0	0				
	0-0-2	0					
	0-1-0	0					
	1-0-0	0					
2	0-1-1	0	1				
	0-1-2	0					
	1-0-1	0					
	1-0-2	0					
3	1-1-0	1	0				
	1-1-1	0					
				1-1-2	0		
LAV	6	99	30	0	0-0-0	9	9
				1	0-0-1	4	14
					0-0-2	7	
					0-1-0	0	
					1-0-0	3	
				2	0-1-1	0	7
					0-1-2	0	
					1-0-1	3	
					1-0-2	4	
				3	1-1-0	0	0
					1-1-1	0	

Tabella IId. Descrizione delle combinazioni dei parametri relativi all'argentizzazione osservati per le anguille catturate nelle stazioni lungo i Fiumi Entella e Vara (ENT, VAR3, VAR2). I parametri sono organizzati, all'interno della colonna "Comb.", secondo il seguente ordine: • linea laterale chiaramente differenziata, • contrasto cromatico netto tra la superficie dorsale e quella ventrale e • valori soglia Indice Oculare ($OI < 6.5 = 0$; $6.5 \leq OI \leq 8 = 1$; $OI > 8 = 2$). D = distanza della stazione dalla foce in Km; N1 = numero totale esemplari campionati; N2 = numero di esemplari con $LT > 250$ mm; Np. = numero di parametri rilevati; Comb. = combinazione dei parametri osservati; N = numero di esemplari per cui è stata osservata la combinazione di parametri; Tot = numero totale di esemplari per ogni Comb. Np.

Stazione	D	N1	N2	Np.	Comb.	N	Tot				
ENT	1	143	18	0	0-0-0	14	14				
				1	0-0-1	0	3				
					0-0-2	2					
					0-1-0	0					
					1-0-0	1					
				2	0-1-1	0	1				
					0-1-2	0					
					1-0-1	0					
					1-0-2	1					
					1-1-0	0					
				3	1-1-1	0	0				
					1-1-2	0					
				VAR3	54	3	3	0	0-0-0	1	1
								1	0-0-1	0	1
0-0-2	0										
0-1-0	0										
1-0-0	1										
2	0-1-1	0	0								
	0-1-2	0									
	1-0-1	0									
	1-0-2	0									
	1-1-0	0									
3	1-1-1	0	1								
	1-1-2	1									
VAR2	40	10	7	0	0-0-0	4	4				
				1	0-0-1	0	3				
					0-0-2	3					
					0-1-0	0					
					1-0-0	0					
				2	0-1-1	0	0				
					0-1-2	0					
					1-0-1	0					
					1-0-2	0					
					1-1-0	0					
				3	1-1-1	0	0				
					1-1-2	0					

Tabella IIe. Descrizione delle combinazioni dei parametri relativi all'argentizzazione osservati per le anguille catturate nella stazione VAR1 lungo il Torrente Vara. I parametri sono organizzati, all'interno della colonna "Comb.", secondo il seguente ordine: • linea laterale chiaramente differenziata, • contrasto cromatico netto tra la superficie dorsale e quella ventrale e • valori soglia Indice Oculare ($OI < 6.5 = 0$; $6.5 \leq OI \leq 8 = 1$; $OI > 8 = 2$). D = distanza della stazione dalla foce in Km; N1 = numero totale esemplari campionati; N2 = numero di esemplari con $LT > 250$ mm; Np. = numero di parametri rilevati; Comb. = combinazione dei parametri osservati; N = numero di esemplari per cui è stata osservata la combinazione di parametri; Tot = numero totale di esemplari per ogni Comb. Np.

Stazione	D	N1	N2	Np.	Comb.	N	Tot
VAR1	15	33	14	0	0-0-0	2	2
				1	0-0-1	2	9
					0-0-2	6	
					0-1-0	0	
					1-0-0	1	
				2	0-1-1	0	2
					0-1-2	0	
					1-0-1	0	
					1-0-2	2	
				3	1-1-0	0	1
					1-1-2	1	

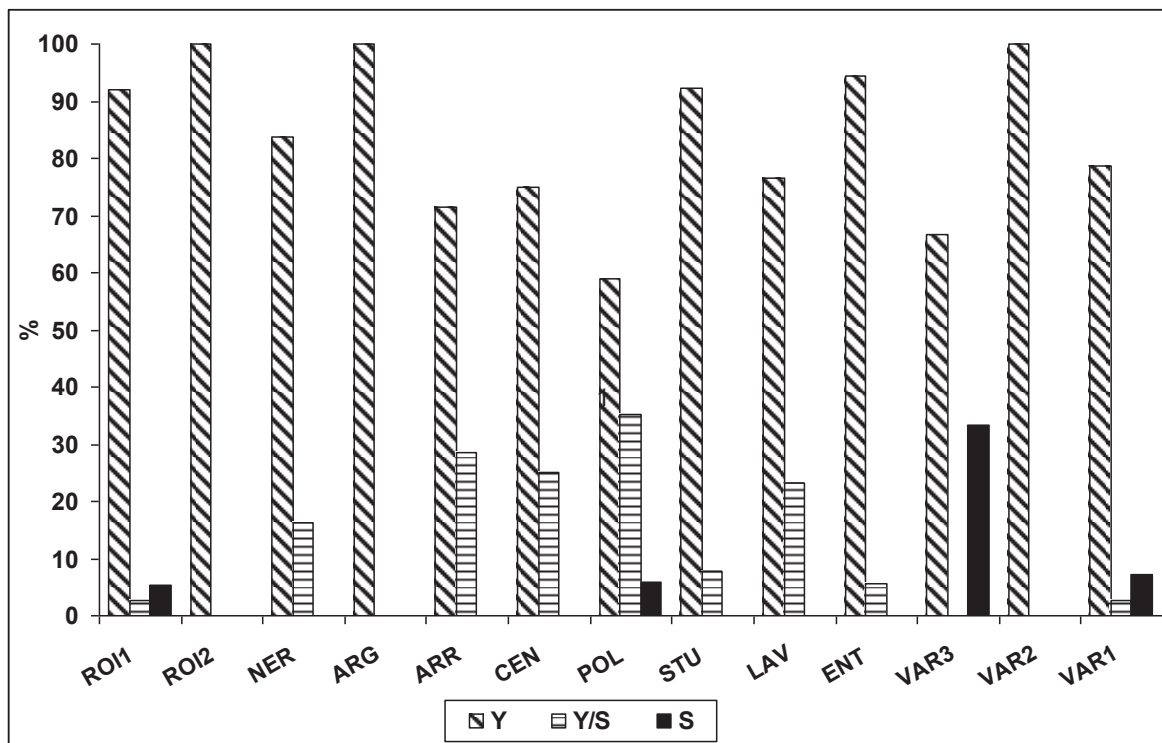


Figura 2. Distribuzione percentuale degli esemplari campionati secondo il criterio di argentizzazione (Y: gialle; Y/S gialle/argentine; S: argentine)

Come atteso la maggior parte degli individui sono risultati ancora allo stadio di “gialle” (N=177); gli individui classificabili come “gialle/argentine” (N=29) o “argentine” (N=5) sono tuttavia presenti in quasi tutti i bacini (Figura 2). Per il presente studio non è stato sacrificato alcun esemplare e quindi non sono state effettuate analisi o considerazioni differenziali per i due sessi. Due aspetti significativi sono comunque emersi. Il passaggio da “gialle” a “gialle/argentine” è stato rilevato a partire da esemplari di taglia pari a 250 mm LT fino ad arrivare a esemplari di taglia 640 mm LT, che quindi non avevano ancora completato la metamorfosi. D’altro canto, gli esemplari classificabili come “argentine” avevano taglie comprese tra 310 e 673 mm LT. I nostri risultati sembrerebbero in accordo con i dati disponibili in letteratura. Colombo *et al.* (1984), per la Laguna di Comacchio, riportano per anguille “argentine” femmine una taglia di differenziazione sessuale compresa tra 300 e 450 mm LT, per i maschi tra 250 e 330 mm LT. Tesch (1991) riporta, dopo la completa argentizzazione, taglie tra 380 e 1300 mm LT per le femmine e 290 e 400 mm LT per i maschi mentre Vøllestad (1992) stima una lunghezza media di maturazione pari a 623,2 mm LT ed a 405,6 mm LT per le femmine ed i maschi, rispettivamente. Svedäng *et al.* (1996) rilevano un grande variabilità nel range di taglia in cui le femmine raggiungono lo stadio di “argentina”, con medie comprese, secondo la località, tra 602 mm (\pm 67 mm) e 868 mm (\pm 64 mm) LT. Durif *et al.* (2005), analizzando sei diverse località in Francia, stimano per le femmine di anguilla classificate come “gialle” una taglia media di 483 mm LT (\pm 102 mm), mentre per le “argentine” una taglia media di 658 mm LT (\pm 124 mm). Nei maschi gli stessi Autori rilevano per le anguille “gialle” una taglia media di 369 mm LT (\pm 29 mm), mentre per le “argentine” una taglia media di 393 mm LT (\pm 23 mm). Acou *et al.* (2005) stimano per le femmine di anguilla classificate come “argentine” una taglia media di 589,5 mm LT (\pm 97 mm) per il Fiume Frémur, una media di 765,5 mm LT (\pm 85 mm) per la Loira. Interessanti sono, infine, le considerazioni di Buellens *et al.* (1997) che, mantenendo esemplari di *A. anguilla* in cattività, stimano per le femmine “gialle” un range di taglia compreso tra 252 e 518 mm LT, tra 319 e 382 per i maschi, mentre per gli individui classificati come “argentine” i range di taglia sono 531-795 mm LT per le femmine e 351-582 per i maschi, concludendo che le taglie a cui avviene la metamorfosi in allevamento risultano maggiori rispetto a quanto si registri in natura. Esiste una grande variabilità geografica per taglia, così come per l’età, in cui avviene la metamorfosi (Vøllestad, 1992), che, come l’inizio dei movimenti migratori verso il mare, è influenzata da fattori endogeni ed esogeni (Brujjs & Durif, 2009; Tesch, 2003). A dimostrazione di ciò, Rigaud *et al.* (2008) rilevano come la taglia delle anguille “gialle” vari tra 70 e 1300 mm LT, con età comprese tra 0+ e 15 anni.

Bibliografia

- Acou A., Bour P.P., Lafaille P., Crivelli A.J., Feunteun E. (2005). Towards a standardized characterization of the potentially migrating silver European eel (*Anguilla anguilla*, L.). *Archive für Hydrobiologie* 2, 237-255.
- Acou A., Lefebvre F., Contournet P., Poizat G., Panfili J., Crivelli A. J. (2003). Silvering of females eels (*Anguilla anguilla*) in two sub-populations of the Rhône Delta. *Bulletin Français de Pêche et de la Pisciculture* 368, 55-68.
- Arbocco G. (1966). I pesci d’acqua dolce della Liguria. *Annali del Museo Civico di Storia Naturale “G. Doria”* 76, 137-171.
- Balduzzi A., Borroni I., Ciuffardi L. (2013). Studio per l’aggiornamento della Carta Ittica della Provincia di Genova - Università degli Studi di Genova, relazione tecnica, 149+188 pp.
- Bonfigli R., Landini W. (1996). L’ittiofauna dulcicola della Provincia della Spezia: composizione qualitativa e struttura bioecologica. *Memorie dell’Accademia Lunigianese di Scienze Naturali* 14, 33-54.
- Bonini G., Durante M., Falchè S., Landini W. (1990). Carta Ittica della Provincia della Spezia. Amministrazione Provinciale della Spezia, 172 pp.

- Borroni I., 2004. Carta Ittica della Provincia di Imperia - Amministrazione Provinciale di Imperia, CD-Rom.
- Borroni I., 2005a. Carta Ittica della Provincia di Genova. Indagine d'aggiornamento anni 1999/2003 - Amministrazione Provinciale di Genova, 478 pp.
- Borroni I., 2005b. Indagini di approfondimento della Carta Ittica della Provincia di Imperia. Bacini del Tanarello e dell'Arroscia - Amministrazione Provinciale di Imperia, 57 pp.
- Brujns M.C.M., Durif C.M.F. (2009). Silver eel migration and behaviour. In *Spawning Migration of the European Eel. Reproduction index, a useful tool for conservation management*. Fish & Fisheries Series 30. (Van den Thillart G., Dufour S., Rankin J.C., eds) New York: Springer Science pp. 65-95.
- Buellens K., Eding E.H., Ollevier F., Komen J., Richter C.J.J. (1997). Sex differentiation, changes in length, weight and eye size before and after metamorphosis of European eel (*Anguilla anguilla* L.) maintained in captivity. *Aquaculture* 153, 151-162.
- Capurro M., Ciuffardi L., Oneto F., Ottonello D., Ferretti S., Demicheli F., Duradoni D. (2015). Direttiva 2000/60/CE e comunità ittiologica dei corsi d'acqua della Regione Liguria: contributo all'applicazione dell'Indice I.S.E.C.I., 20 pp.
- Ciuffardi L., Arillo A. (2007). La fauna ittica d'acqua dolce della Liguria: composizione attuale e categorie regionali IUCN - Atti XI Conv. naz. A.I.I.A.D., Treviso. *Quaderni E.T.P.* 34, 145-150.
- Dekker W. (2003). Status of the European eel stock and fisheries. In *Eel Biology* (Aida K., Tsukamoto K., Pamauchi K., eds), Springer-Verlag, Tokyo, pp. 237-254.
- Durif C., Dufour S., Elie P. (2005). The silvering process of *Anguilla anguilla*: a new classification from the Pellow resident to the silver migrating stage. *Journal of Fish Biology* 66, 1025-1043.
- Durif C., Guibert A., Elie P. (2009). Morphological discrimination of silvering stages of the European eel. *American Fisheries Society Symposium* 58, 103-111.
- Feunteun E., Acou A., Laffaille P., Legault A. (2000). European eel (*Anguilla anguilla*): prediction of spawner escapement from continental population parameters. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 57, 1627-1635.
- Freyhof J., Kottelat M. (2008). *Anguilla anguilla*. IUCN 2009. *IUCN Red List of Threatened Species*. Versione 2009.2.
- Gareri V., Grenno G., Genta P. (2009). Terza Carta Ittica della Provincia di Savona - Amministrazione Provinciale di Savona, CD-Rom.
- ICES, 2010: Report of the 2009. Session of the Joint EIFAC/ICES Working Group on Eels Göteborg, Sweden, 7–11 September 2009. EIFAC Occasional Paper. No. 45. ICES CM 2009/ ACOM: 15. Rome, FAO/Copenhagen, pp. 1–117.
- Isola G., Balduzzi A., Salvidio S., Mori M., Spanò S., Ciuffardi L., Martino C., Roggero R., Rossi M., Siri G., Gareri V., Genta P., Pollero G. (2004). Carta Ittica della provincia di Savona - Amministrazione Provinciale di Savona, Settore Difesa e Promozione Ambientale Servizio Ecologia, 129 pp.
- Macchio S. (2007). Carta ittica della Provincia della Spezia - Provincia della Spezia Settore 09, Polizia Provinciale Sezione Faunistica, CD-Rom.
- Marchelidon J., Le Belle N., Hardy A., Vidal B., Sbaihi M., Burzawa-Gerard E., Schmitz M., Dufour S. (1999). Etude des variations de paramètres anatomiques et endocrines chez l'anguille européenne (*Anguilla anguilla*) femelle, sédentaire et d'avallason: application à la caractérisation du stade argenté. *Bulletin Français de Pêche et de la Pisciculture* 355, 349-368.
- Modugno S., Holthaus K.B., Gelli F., Rinaldi A. (2010). Applicazione dell'indice di argentinizzazione in due lagune italiane come strumento di monitoraggio e tutela dello stock di anguille. *Biologia Marina Mediterranea* 17, 344-345.

- Nonnis Marzano F., Pascale M., Piccinini A. (2003). Atlante dell'ittiofauna della Provincia di Parma - Provincia di Parma e Regione Emilia Romagna, Stilgraf, 127 pp.
- Pankhurst N.W. (1982). Relation of visual changes to the onset of sexual maturation in the European eel *Anguilla anguilla* (L.). *Journal of Fish Biology* 21, 127-140.
- Rigaud C., Laffaille P., Prouzet P., Feunteun E., Diaz E., Castellano J., De Casamajor M.N. (2008). Des compléments sur la biologie l'anguille européenne. In *L'anguille européenne, indicateurs d'abondance et de colonisation* (Adam G., Feunteun E., Prouzet P., Rigaud C., eds.), QUAE, Paris, pp.43-86.
- Svedäng H., Neuman E., Wickström H. (1996). Maturation patterns in female European eel: age and size at the silver eel stage. *Journal of Fish Biology* 48, 342-351.
- Tesch F.W. (2003). The eel. Blackwell Publishing, Oxford (UK) 408 pp.
- Van Ginneken V., Durif C., Balm P., Boot R., Verstegen M.W.A., Antonissen E., Van Den Thillart G. (2007). Silvering of European eel (*Anguilla anguilla* L.): seasonal changes of morphological and metabolic parameters. *Animal Biology* 57, 63-77.
- Vøllestad L.A. (1992). Geographic variations in age and length at metamorphosis of maturing European eel: environmental effects of phenotypic plasticity. *Journal of Animal Ecology* 61, 41-48.