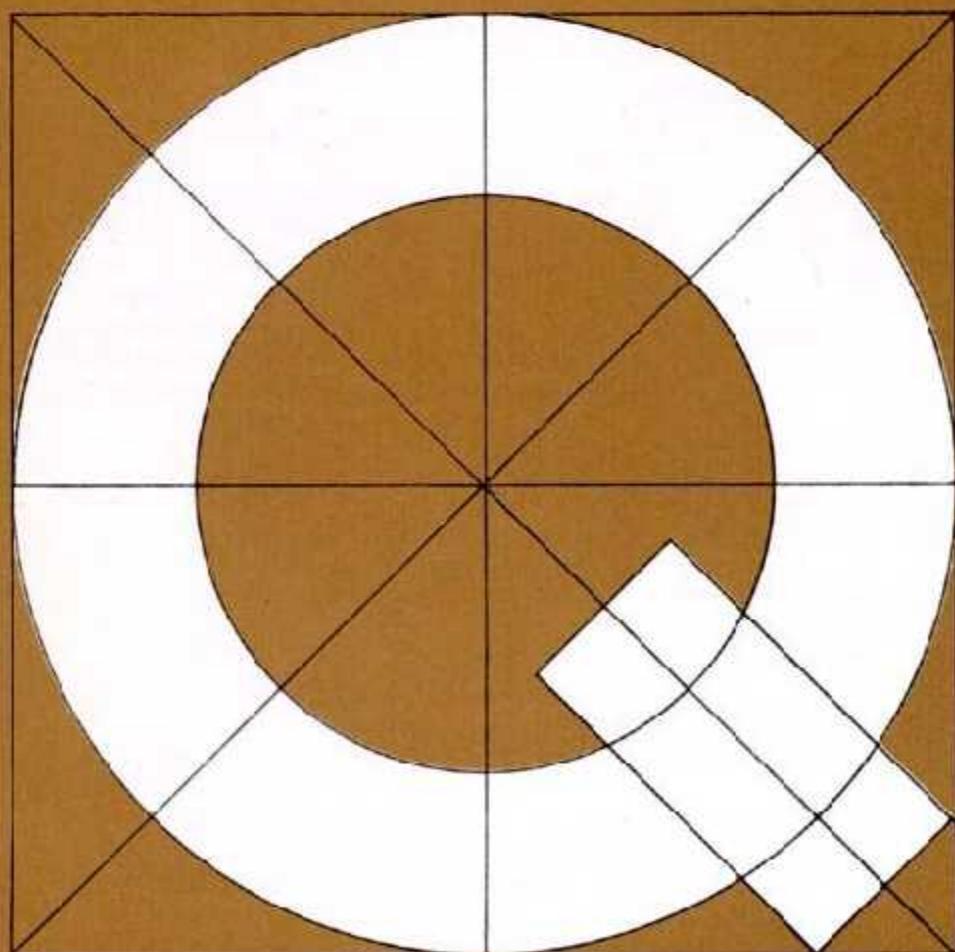


M. SPECCHI - G. VALLI - E. PIZZUL

STRUTTURA DI UNA POPOLAZIONE DI *ESOX LUCIUS* L.
(OSTEICHTHYES, CLUPEIFORMES) (LUCCIO) DELLE RISORGIVE
DEL FIUME STELLA (ITALIA NORD-ORIENTALE)

M. SPECCHI - P. DI LUCA - G. VALLI

PRIME CONSIDERAZIONI SULLA STRUTTURA DI POPOLAZIONE
E BIOMETRIA DI *ANGUILLA ANGUILLA* L. (OSTEICHTHYES, AN-
GUILLIFORMES) DEL BACINO DELLO STELLA (FRIULI-VENEZIA
GIULIA, ITALIA SETTENTRIONALE)



quaderni etp

QUADERNI DELL'ENTE TUTELA PESCA · UDINE

Rivista di Limnologia

N. 20 - 1991

Direttore responsabile: **Marco Buzziolo**

I «QUADERNI» pubblicano in lingua italiana o in lingua ufficiale di congressi lavori originali in vari campi della Limnologia, testi di conferenze, atti di convegni, monografie, ecc. Possono venire pubblicate anche note brevi.

I dattiloscritti — composti secondo le norme degli Autori — vanno inviati a:

Direttore «Quaderni Ente Tutela Pesca»,
Via Colugna, 3 - 33100 UDINE

I lavori saranno pubblicati nel più breve tempo possibile dopo essere stati sottoposti all'esame del Comitato di redazione che potrà individuare anche lettori di specifica competenza. Quando il lavoro non dovesse risultare adatto ad essere pubblicato sui «Quaderni», la Direzione si riserva di restituirlo senza particolare motivazione.

Per l'acquisto dei «Quaderni», anche arretrati, o per richieste di scambi rivolgersi all'Ente Tutela Pesca.

DIREZIONE E REDAZIONE

Ente Tutela Pesca del Friuli-Venezia Giulia
Via Colugna, 3 - Udine - Tel. (0432) 482285 - 482214

DIRETTORE

Marco Buzziolo

COMITATO DI REDAZIONE

Giuliano Bonomi	C.N.R. Istituto Italiano di Idrobiologia «Dott. Marco de Marchi» - Verbania Pallanza (Novara)
Gilberto Gandolfi	Istituto di Zoologia dell'Università di Parma
Elvezio Ghirardelli	Dipartimento di Biologia dell'Università di Trieste
Ettore Grimaldi	C.N.R. Istituto Italiano di Idrobiologia «Dott. Marco de Marchi» - Verbania Pallanza (Novara)
Gabriella F. Margaritora	Dipartimento di Biologia animale e dell'uomo Università degli Studi di Roma «La Sapienza»
Mario Specchi	Dipartimento di Biologia dell'Università di Trieste

Ente Tutela Pesca del Friuli-Venezia Giulia
33100 UDINE - Via Colugna, 3
Tel. (0432) 482285 - 482214

Laboratorio di idrobiologia
33100 UDINE - Via Colugna, 3
Tel. (0432) 482285 - 482214

Supplemento a NOTIZIARIO E.T.P.

Direzione, Redazione, Amministrazione, 33100 Udine - Via Colugna, 3

Autorizzazione del Tribunale di Udine, n. 335 del 31 maggio 1974
Tipografia A. Pellegrini - Udine, via della Vigna, 24/A
Diritti riservati - In caso di riproduzioni, anche parziali, citare la fonte

Copertina - progetto grafico: Sandro Comini

STRUTTURA DI UNA POPOLAZIONE DI *ESOX LUCIUS* L.
(OSTEICHTHYES, CLUPEIFORMES) (LUCCIO) DELLE RISORGIVE
DEL FIUME STELLA (ITALIA NORD-ORIENTALE)

Mario Specchi (*) (**), Giorgio Valli (*) e Elisabetta Pizzul (*)

(*) Dipartimento di Biologia dell'Università di Trieste.

(**) Ente Tutela Pesca del Friuli-Venezia Giulia.

Abstract: *Esox lucius*'s biometry with particular regard for the population structure is studied.

Summary: The biometry of *Esox lucius* for analyzing the structure of a population of the «risorgive» of the plain of Friuli (North Eastern Italy) and it was observed that it is constituted by seven age classes has been studied. Moreover several functional regressions have been calculated and multivariate methods have been used.

Riassunto: E' stata studiata la biometria di *Esox lucius* per analizzare la struttura di una popolazione delle risorgive della bassa pianura friulana ed è stato osservato che essa è costituita da sette classi di età. Inoltre sono state calcolate diverse regressioni funzionali e sono stati impiegati metodi multivariati.

Introduzione e scopo della ricerca

Le acque del Friuli-Venezia Giulia presentano caratteristiche di particolare interesse sotto l'aspetto idrologico e quindi anche dal punto di vista della distribuzione della fauna ittica.

Imponenti fenomeni di risorgiva che si verificano a valle della congiungente Monfalcone-Palmanova-Codroipo-Pordenone (Strada napoleonica o Strada alta) sono all'origine di molti fiumi (Stella, Zellina, Cormor, ecc.) che, dopo un percorso di pochi chilometri, sfociano nelle lagune di Grado e Marano. Questi corsi d'acqua, malgrado la loro limitata lunghezza, presentano regimi e portata caratteristici di fiumi di pianura di lunghezza ben maggiore. Peraltro le caratteristiche fisico-chimiche (elevato contenuto di ossigeno, basse temperature con escursioni annue limitate, concentrazioni di nutrienti relativamente basse, ecc.) (Miola, 1985) le avvicinano di più ai tratti pedemontani. In queste condizioni la fauna ittica non presenta la classica distribuzione, in quanto nei fiumi di risorgiva del Friuli convivono specie ittiche tipiche delle zone montane (*Salmo marmoratus*, *Thymallus thymallus*, *Barbus barbus plebejus*, ecc.) con specie tipiche dei bassi corsi dei fiumi (prevalentemente Cyprinidae) ed addirittura con specie eurialine di rimonta (*Mugil cephalus*, *Liza ramada*, *Platyichthys flesus luscus*, ecc.) (Tortonese, 1970; Forneris, Paradisi e Specchi, 1990).

Esox lucius è caratteristico della zona delle risorgive del Friuli ed in particolare è frequente nelle piccole rogge che traggono origine dalle polle di risorgiva. Su questa specie esiste un'ampia bibliografia fra cui si possono

citare i lavori di Franklin e Smith, 1963; Goedmakers e Verboom, 1974; Grimm, 1981 a, b, 1983; Johnson, 1966 a, b. Essa non riguarda le acque italiane, per le quali si dispone solamente dei lavori di Alessio (1975 a, b, 1986), relativi alla struttura di popolazione ed alla migrazione genetica di *Esox lucius* della Lombardia e del Veneto, e studi di Pascolini, Fanò, Lørvik (1986) e di Pascolini, Ceccarelli, Gargiulo, Lørvik (1985) sulla biochimica della spermatogenesi.

Nessuna indagine è stata condotta sui lucci delle acque friulane. Per tale motivo si è ritenuto utile affrontare lo studio della struttura di una popolazione delle risorgive al fine di riconoscerne le principali caratteristiche e portare un contributo alla conoscenza dell'ittiofauna regionale e fornire una base per ulteriori ricerche.

Materiali e metodi

Nel marzo 1990 sono stati pescati 76 esemplari di *Esox lucius* L. nella Roggia delle Stalle, affluente del fiume Stella (fig. 1), che, verosimilmente, costituivano l'intera popolazione. Infatti la cattura degli esemplari, fatta con lo storditore, è stata condotta in modo radicale con molte passate perchè la roggia doveva ospitare novellame di trota per lo svezzamento.

1) Metodi biometrici

Per ciascun esemplare sono state rilevate le seguenti variabili: peso totale (W) e peso delle gonadi (PG) in grammi; lunghezza totale (LT), lunghezza standard (LS), lunghezza del capo (LC), distanza tra l'estremità del muso e l'inizio dell'ano (LPA), distanza tra l'estremità del muso e l'inizio della pinna dorsale (LP), diametro dell'occhio (DO), distanza tra l'estremità del muso ed il margine posteriore dell'occhio (LO), lunghezza della pinna pettorale (L) e altezza massima (H) espresse in centimetri (fig. 2). Inoltre, è stata stimata l'età con l'esame delle scaglie (EtaS) e con quello degli otoliti (EtaO) ed, infine, è stato stimato il numero totale di uova (N° uova) presenti negli ovai.

Tutti i dati sono stati analizzati con la metodologia statistica calcolando, dapprima, le principali statistiche generali e poi diverse regressioni semplici. Infine, è stato affrontato il problema del dimorfismo sessuale con l'ausilio dell'analisi discriminante stepwise.

2) Determinazione dell'età

a) scaglie

Da ogni singolo esemplare sono state prelevate 10 scaglie nella zona del tronco immediatamente sotto la pinna dorsale. La media dei dieci valori di lettura per ciascuna età è stata accettata come valore più probabile. Le letture sono state fatte al microscopio, secondo il metodo di Alessio (1975b).

b) otoliti

Per la preparazione e la lettura degli otoliti è stata impiegata la tecnica suggerita da Deelder (1981) per *Anguilla anguilla*. Tale tecnica consiste nel

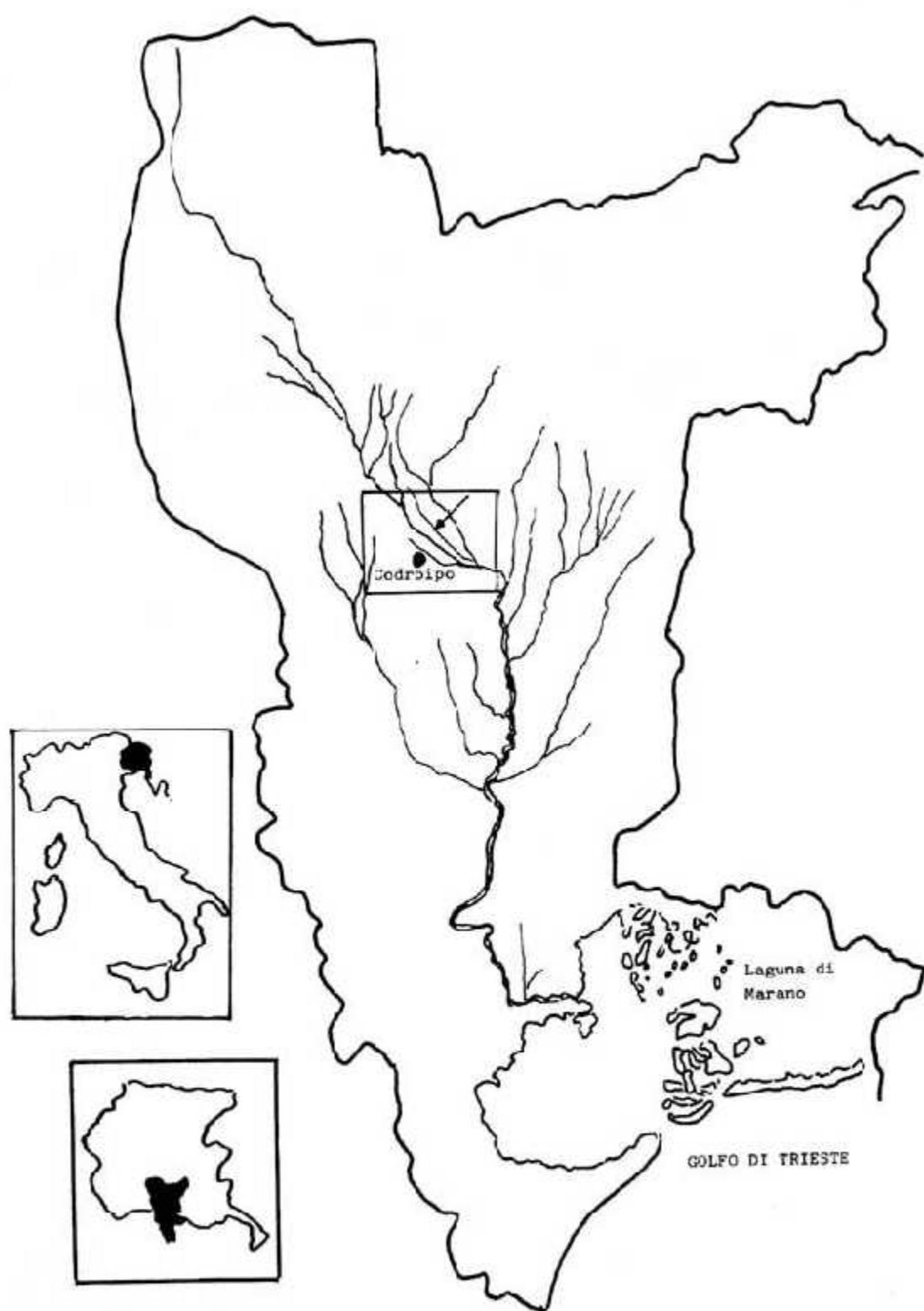


Fig. 1 - Il fiume Stella. Con la freccia è segnata la Roggia delle Stalle.

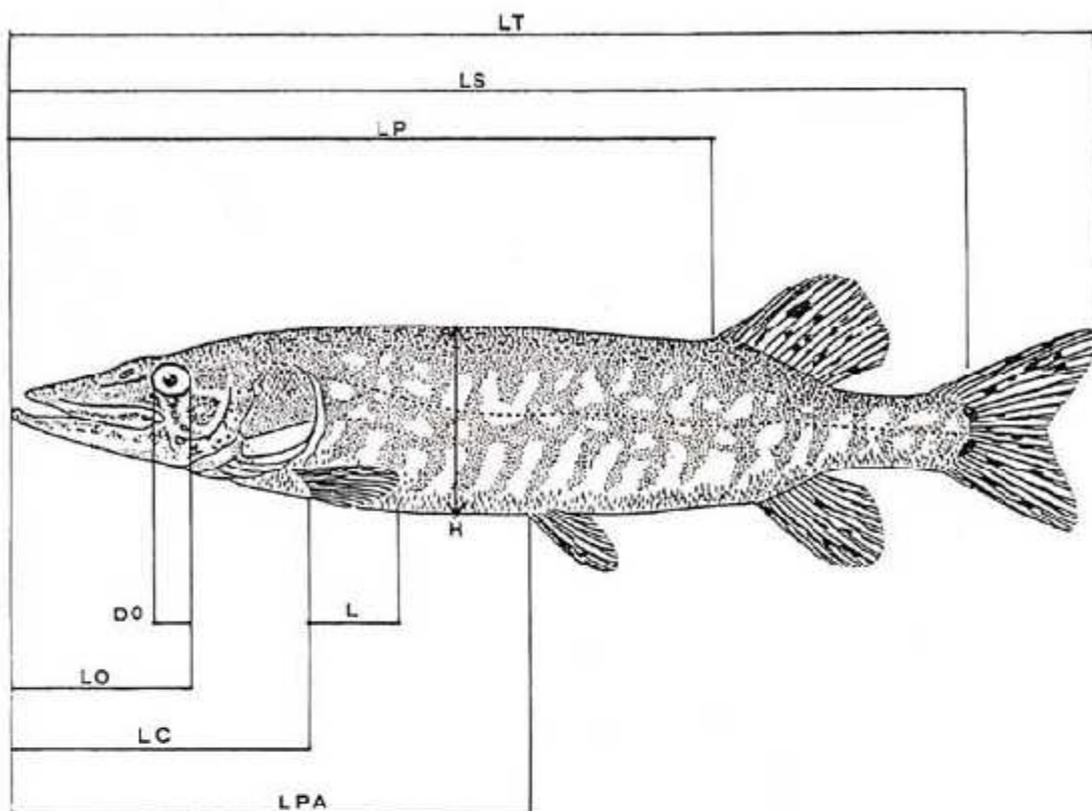


Fig. 2 - Misure assunte sugli esemplari di *Esox lucius*.

fare una sezione dell'otolite di 0.2 mm, lungo l'asse longitudinale passante per il centro, in modo da comprendere pure il nucleo.

3) Metodo di studio delle gonadi

Le gonadi dei 76 esemplari pescati nella Roggia delle Stalle, sono state prelevate e pesate. Inoltre, seguendo il metodo di Alessio (1975a), dalle gonadi di 34 femmine con ovari sviluppati sono stati prelevati dei puntati (da 5 punti diversi ed equidistanti per ciascun ovario). Essi sono stati amalgamati e ne è stato pesato 1 grammo. Il numero delle uova presenti in un grammo moltiplicato il peso in grammi delle due gonadi (di ciascun esemplare) fornisce una stima del numero totale di uova prodotte.

4) Metodo di studio del contenuto stomacale

Con un bisturi si è proceduto alla dissezione dello stomaco di tutti gli animali, il cui contenuto è stato pesato e quindi conservato in una soluzione al 7% di formalina commerciale in acqua dolce. Per ogni esemplare è stato calcolato l'indice IRI (Ingestion Rate Index) che è il rapporto fra peso del contenuto stomacale $\times 100$ sul peso del pesce (Alessio, 1975a). Successivamente è stata effettuata la determinazione del contenuto.

Analisi dei dati

Analisi dei dati biometrici

In tab. 1 sono riportate le statistiche principali, per le variabili assunte negli esemplari di *Esox lucius*, distinti per sesso. Si rileva immediatamente, in base ai parametri di asimmetria, curtosi e varianza (quadrato della deviazione standard), che le distribuzioni non sono normali. Pertanto si è proceduto alla trasformazione logaritmica dei dati, prima di effettuare l'analisi della varianza per inferire sulle medie dei maschi e delle femmine. Il risultato del test è stato controllato con un test non parametrico (Kruskal-Wallis), osservando che le medie delle femmine sono significativamente più elevate di quelle dei maschi, salvo per L (lunghezza pinna pettorale), DO

Tabella 1: Statistiche generali calcolate per i maschi (M) e per le femmine (F) di *Esox lucius* L. nella Roggia delle Stalle.

		N	media	dev. std.	err. std. m.	asim.	curt.	CV %
LT	M	31	27.67 *	3.651	0.544	0.490/	-0.214/	34.0
	F	45	34.92 *	236.069	42.399	0.997**	1.555*	41.7
LS	M	31	24.37 *	1031.279	153.734	0.469/	-0.254/	34.2
	F	45	31.00 *	3.252	0.626	0.991**	1.343/	43.2
LPA	M	31	18.57 *	224.801	35.108	0.405/	-0.388/	32.9
	F	45	23.70 *	9.401	1.689	0.971**	1.183/	43.2
LP	M	31	17.67 *	14.577	2.173	0.409/	-0.429/	34.0
	F	45	22.74 *	8.346	1.499	1.114**	1.826**	43.3
L	M	31	3.37 /	13.381	1.995	0.882*	0.795/	39.4
	F	45	3.83 /	6.115	1.098	0.849*	0.371/	45.4
LC	M	31	7.46 *	10.246	1.527	0.461/	-0.470/	31.3
	F	45	9.18 *	6.011	1.080	1.129**	1.931**	39.8
DO	M	31	1.27 /	9.838	1.467	0.322/	-0.792/	22.6
	F	45	1.39 /	1.290	0.232	0.350/	0.018/	22.3
LO	M	31	4.29 /	1.741	0.260	0.497/	-0.270/	28.7
	F	45	5.10 /	2.332	0.419	0.996**	1.572*	35.7
H	M	31	5.11 **	3.659	0.545	1.180**	0.888/	38.2
	F	45	7.22 **	0.287	0.052	1.345**	2.482**	50.5
W	M	31	218.45 *	0.309	0.046	1.950**	3.806**	108.1
	F	45	642.77 *	1.231	0.221	4.009**	20.421**	160.4
Pgonade	M	27	3.17 **	1.820	0.271	2.542**	8.671**	102.5
	F	41	105.73 **	1.953	0.351	4.856**	26.927**	212.6

/ non significativo

* significativo al livello del 5%

** significativo al livello dell' 1%

(diametro dell'occhio), LO (lunghezza dall'estremità del muso al margine posteriore dell'occhio). Dalla lettura dei coefficienti di variazione percentuale, si nota che le variabili lineari (come atteso) presentano minore variabilità di quelle ponderali.

Nelle figg. 3 e 4 sono tracciati gli istogrammi di frequenza della lunghezza totale e del peso per la popolazione nel suo complesso e, separatamente, per i maschi e per le femmine. Si rileva che le classi tra 10 e 50 cm sono le più frequenti, le classi di taglia superiore a 55 cm di lunghezza sono costituite esclusivamente da femmine. Per i pesi la classe più frequente è quella compresa nell'intervallo 0,1-0,5 kg.

In fig. 5 sono tracciati i diagrammi di dispersione per le principali coppie di variabili: si nota in tutti i casi considerati una relazione lineare o curvilinea (linearizzabile con la trasformazione logaritmica), mentre i risultati dello studio delle regressioni funzionali (Mod. II GM) per i maschi e per le femmine sono riportati in tab. 2. Il problema dell'allometria della crescita è stato affrontato stimando l'intervallo fiduciale del coefficiente di regressione b . Infatti si ha allometria della crescita fra due variabili lineari (o fra due variabili ponderali) quando b è diverso da 1, mentre se b è uguale a 1 si ha isometria. Invece nella regressione di un peso su di una lunghezza, cioè fra variabili di diverso tipo, si ha isometria quando b è uguale a 3 ed allometria quando b è diverso da 3 (Teissier, 1948; Ricker, 1975). Per quanto concerne il confronto fra coefficienti di regressione dei maschi e delle femmine, essi risultano significativamente più elevati per le femmine (almeno negli intervalli dimensionali qui considerati) nelle seguen-

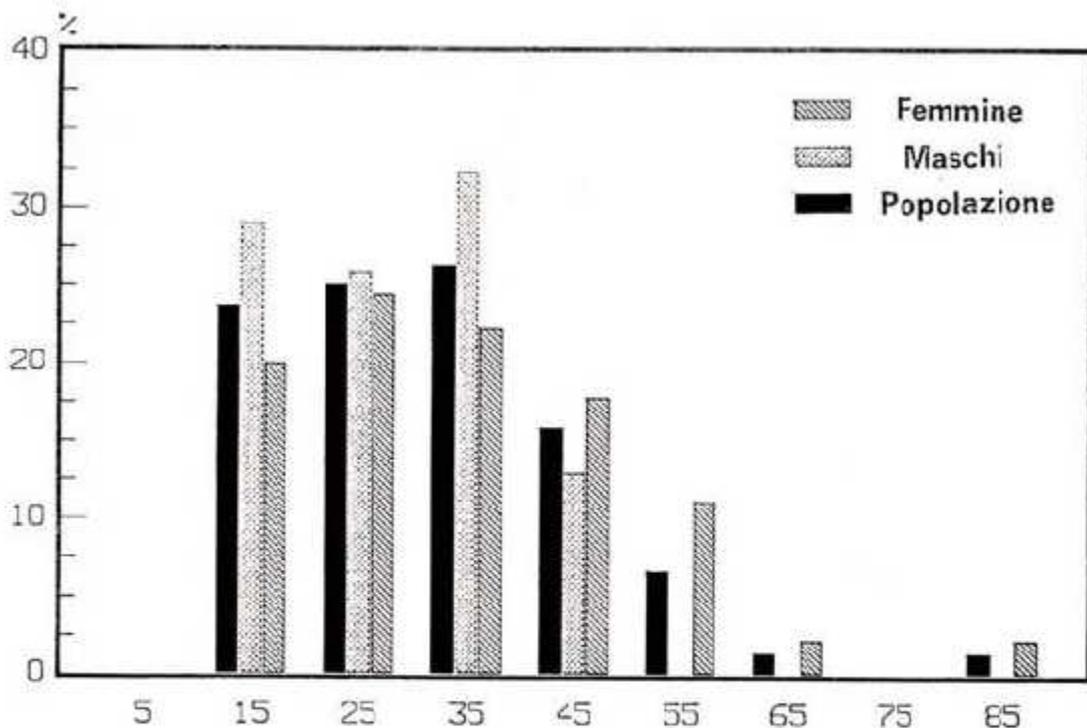


Fig. 3 - Istogrammi di frequenza della lunghezza totale in cm.

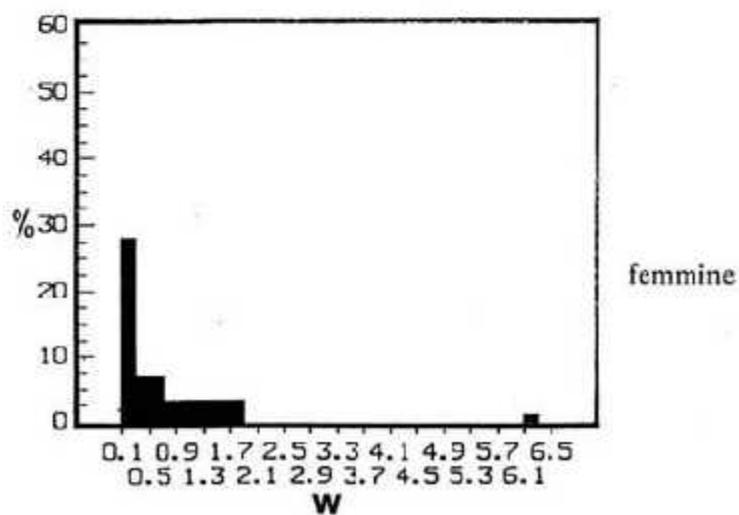
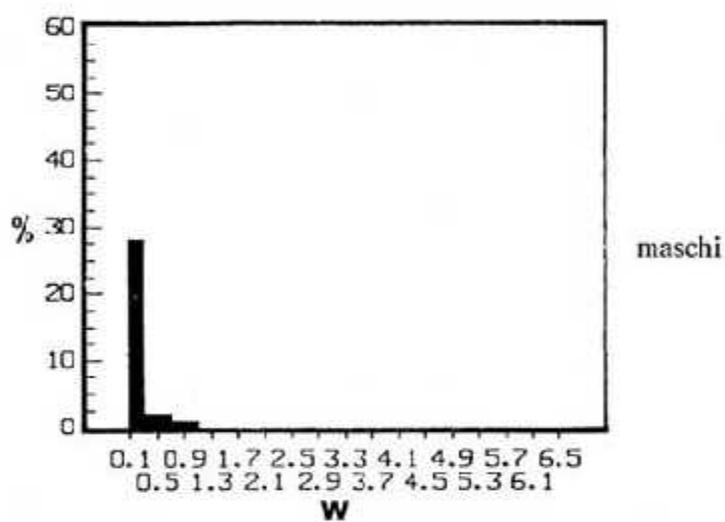
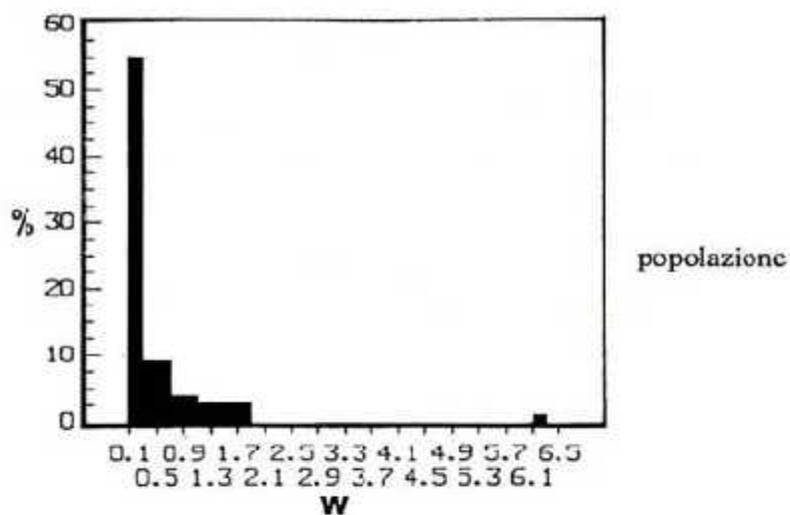


Fig. 4 - Istogrammi di frequenza del peso totale in kg.

Tabella 2: Regressioni funzionali GM per i maschi (M) e per le femmine (F) di *Esox lucius*, della Roggia delle Stalle.

		n	r ²	a	b	int. di b 95%	
Lunghezza standard su Lunghezza totale	M 31	31	0.99	-0.0777	1.0124	0.9951	1.0298
	F 45	45	0.99	-0.1092	1.0326 /	1.0135	1.0517
Lunghezza preanale su Lunghezza totale	M 31	31	0.99	-0.1367	0.9765	0.9563	0.9967
	F 45	45	0.99	-0.2201	1.0332 /	1.0098	1.0566
Lunghezza pinna dorsale su Lunghezza totale	M 31	31	0.99	-0.2182	1.0128	0.9819	1.0438
	F 45	45	0.99	-0.2154	1.0168 /	0.9909	1.0428
Lunghezza pinna pettorale su Lunghezza totale	M 31	31	0.93	-1.0922	1.1072	0.9986	1.2158
	F 45	45	0.93	-1.1221	1.1008 /	1.0101	1.1914
Lunghezza capo su Lunghezza totale	M 31	31	0.99	-0.4398	0.9083	0.8733	0.9433
	F 45	45	0.98	-0.4741	0.9299 /	0.8934	0.9663
Diametro dell'occhio su Lunghezza totale	M 31	31	0.75	-0.8283	0.6467	0.5247	0.7687
	F 45	45	0.81	-0.7028	0.5515 /	0.4765	0.6265
Lunghezza del capo fino all'occhio su Lunghezza totale	M 31	31	0.96	-0.5540	0.8268	0.7679	0.8856
	F 45	45	0.96	-0.5957	0.8448 /	0.7942	0.8954
Altezza su Lunghezza totale	M 31	31	0.92	-0.7508	1.0076	0.8966	1.1187
	F 45	45	0.95	-0.9220	1.1470 /	1.0669	1.2270
Peso su Lunghezza totale	M 31	31	0.99	-2.3641	3.1508 **	3.0377	3.2639
	F 45	45	0.99	-2.5576	3.3097 **	3.1984	3.4210
Età otcliti su Lunghezza totale	M 16	16	0.81	-3.0829	2.2256 *	1.6745	2.7766
	F 29	29	0.84	-2.4387	1.7727 *	1.4884	2.0571
Età squame su Lunghezza totale	M 16	16	0.65	-2.7163	1.9976 /	1.3193	2.6758
	F 29	29	0.85	-2.6359	1.8968 /	1.6078	2.1858
Peso gonadi su Lunghezza totale	M 16	16	0.68	-4.6599	3.4210 **	2.3158	4.5262
	F 29	29	0.70	-4.6123	4.0077 **	3.1345	4.8810
Numero di uova totale su Lunghezza totale	F 34	34	0.94	-2.3113	3.9616	3.6141	4.3092
Numero di uova totale su Peso	F 34	34	0.96	0.7774	1.1843	1.0947	1.2739
Numero di uova totale su Peso delle gonadi	F 34	34	0.99	2.2223	0.9548	0.9270	0.9826
Peso gonadi su Peso	M 27	27	0.79	-1.8884	0.9992 *	0.8099	1.1887
	F 41	41	0.82	-1.817	1.3269 *	1.1434	1.5103

/ non significativo

* significativo al livello del 5%

** significativo al livello dell'1%

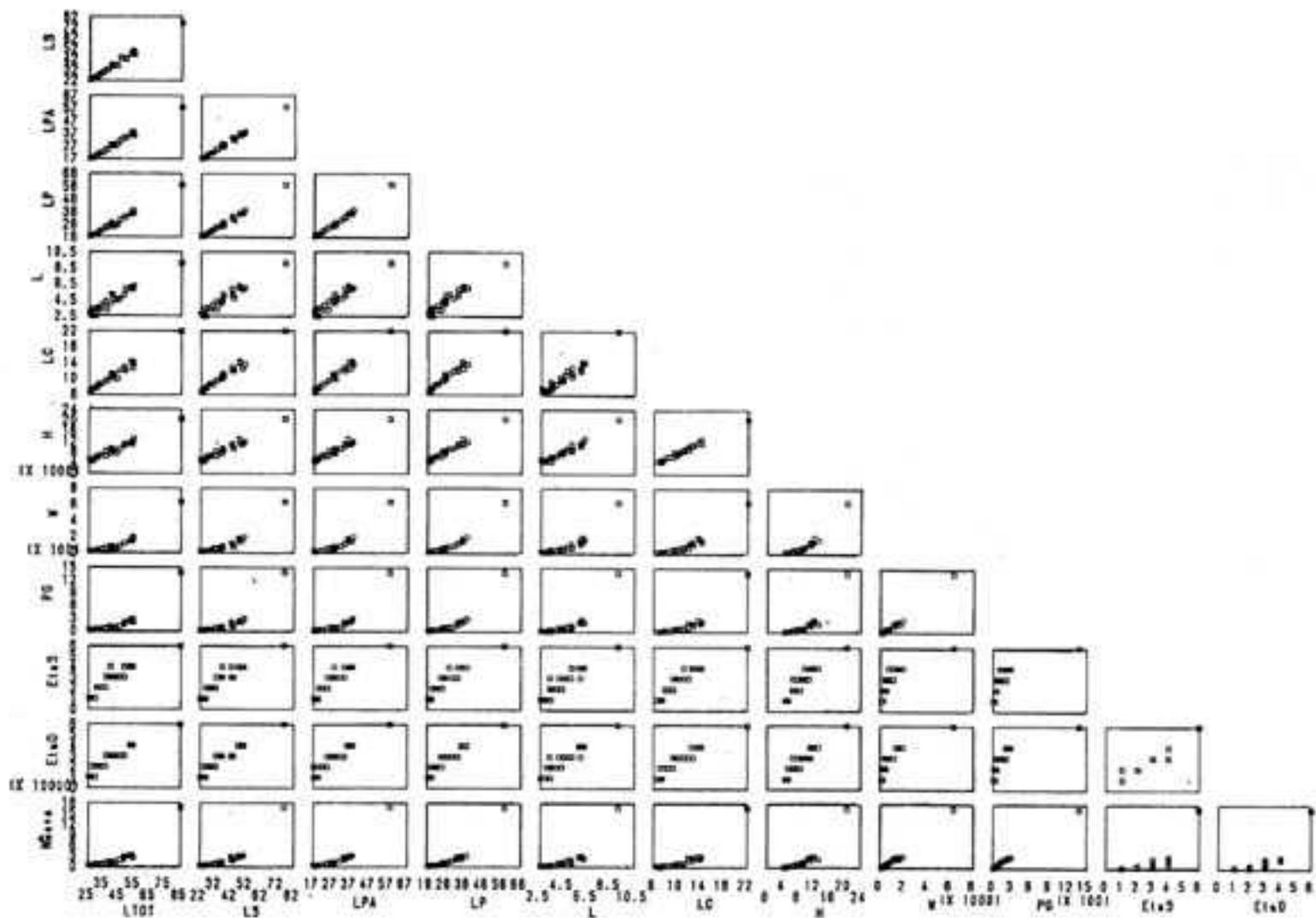


Fig. 5 - Diagrammi di dispersione per coppie di variabili in forma di matrice triangolare.

ti regressioni: peso su lunghezza totale, età stimata con otoliti su lunghezza totale, peso delle gonadi su lunghezza totale e peso gonadi su peso totale.

E' stata poi valutata la possibilità di separare su base biometrica i maschi dalle femmine, allo scopo di evidenziare dimorfismo sessuale. Nonostante l'impiego di un metodo di analisi multivariata, l'analisi discriminante stepwise, la separazione è risultata alquanto modesta e quindi la metodica non si presta ad applicazioni pratiche, almeno con le variabili qui considerate.

Anaiaisi dell'età

a) Studio delle scaglie

In fig. 6 è tracciata, per gli esemplari della Roggia delle Stalle, la regressione peso su lunghezza totale e sono riportati gli istogrammi le cui larghezze costituiscono una stima degli intervalli dimensionali per ciascuna classe di età, in base allo studio delle scaglie. Si osserva che gli intervalli non sono costanti e presentano una più o meno estesa sovrapposizione, inoltre la mancanza di animali compresi fra 60 e circa 80 cm impedisce di delimitare il confine tra la sesta e la settima classe. L'assenza di determinate taglie e la modesta numerosità del campione ha impedito di impiegare con profitto il metodo che si avvale della carta di probabilità.

b) Studio degli otoliti

Per quanto riguarda lo studio dell'età tramite otoliti, in fig. 7 è ripor-

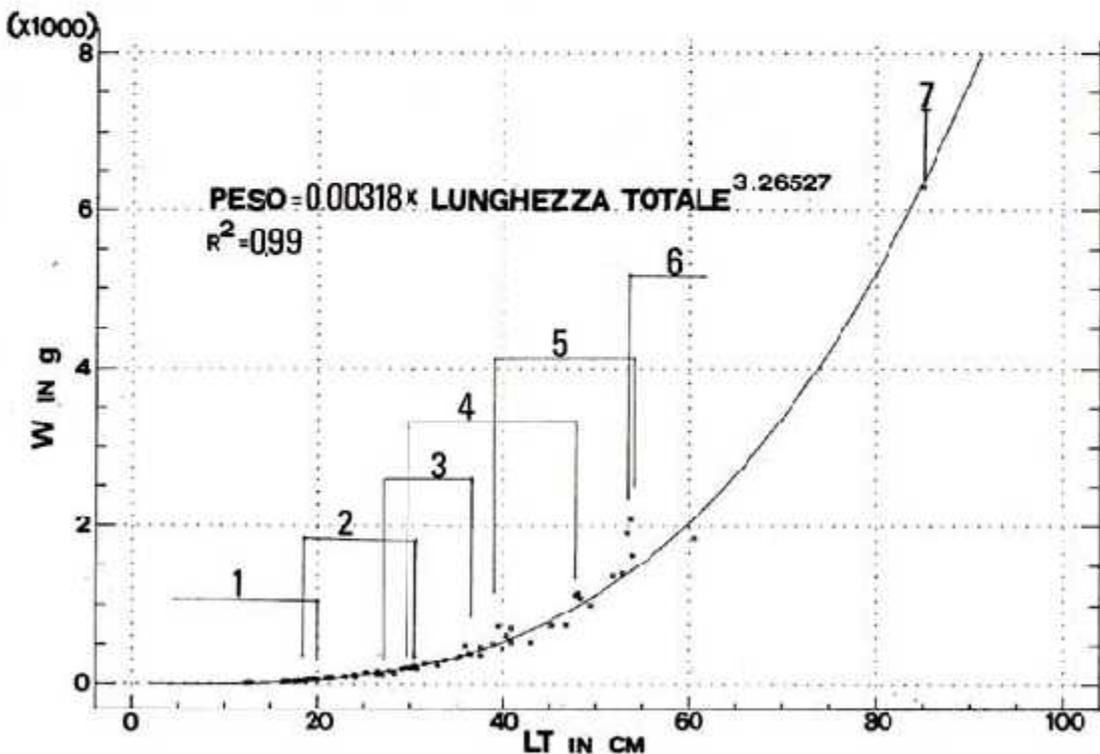


Fig. 6 - Regressione peso su lunghezza totale. Sono tracciate le classi di età determinate mediante lo studio delle scaglie.

tata la regressione peso su lunghezza totale e sono tracciati gli istogrammi le cui larghezze stimano gli intervalli dimensionali per ciascuna classe di età. Si nota una minore sovrapposizione degli intervalli rispetto a quella ottenuta con il metodo delle scaglie. Anche in questo caso gli intervalli non sono costanti e non è stato possibile delimitare la sesta e la settima classe per mancanza di esemplari.

In ogni modo il metodo di stima dell'età mediante gli otoliti risulta più preciso benchè richieda una preparazione più onerosa.

Analisi delle gonadi

Nelle figg. 8 e 9 sono riportati i diagrammi relativi all'età stimata tramite scaglie e otoliti ed il peso delle gonadi dei maschi e delle femmine. In entrambe le figure appare evidente il maggior peso delle gonadi femminili rispetto a quelle maschili, salvo per qualche femmina che aveva già deposto le uova. E' stata osservata una correlazione altamente significativa ($\rho = 0,98$ per $p < 0.001$) tra il numero delle uova ed il peso totale.

Analisi del contenuto stomacale

E' stato calcolato l'indice IRI, i cui valori sono risultati compresi fra 0,161 e 5,357 che si possono definire piuttosto contenuti: verosimilmente, quando è avvenuta la cattura degli animali, essi si alimentavano poco essen-

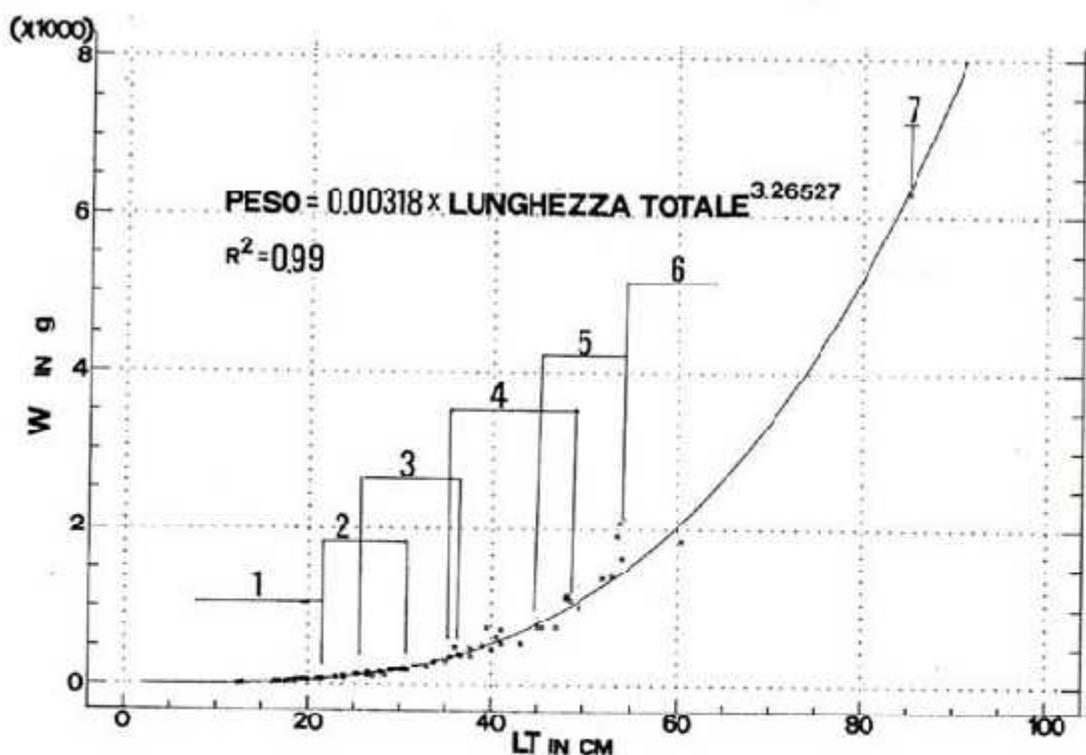


Fig. 7 - Regressione peso su lunghezza totale. Sono tracciate le classi di età determinate mediante lo studio degli otoliti.

do in periodo riproduttivo. Infatti l'IRI può raggiungere secondo Alessio (1975a) valori ben più elevati.

In fig. 10 sono riportati gli istogrammi del peso del cibo sul peso totale dell'animale. Non è facile ipotizzare una correlazione fra le due variabili, perchè la cattura della preda, le sue dimensioni e la relativa digestione non coincidono nei diversi esemplari campionati. Tuttavia l'impiego di un metodo non parametrico, l'indice rho di Spearman, evidenzia la significatività della correlazione ($\rho = 0.56$ $p < 0.001$).

In tab. 3 viene fornita un'analisi dettagliata del contenuto stomacale di 22 lucci.

Discussione e conclusioni

Precedenti ricerche condotte da Alessio (1975a, b e 1986) in Lomellina occidentale (Pavia) e nella Valle Grande di S. Gaetano (provincia di Venezia) hanno affrontato i problemi della crescita e della riproduzione di *Esox lucius* in Italia settentrionale.

L'opportunità di queste ricerche è giustificata dal fatto che la specie corre il pericolo di drastica riduzione, soprattutto a causa della pesca, dell'inquinamento provocato dall'agricoltura intensiva, e dalla «pulizia» di lunghi tratti di roggia o di canale in cui vengono predisposte le cosiddette zone di svezzamento per il novellame di trota. Questa pulizia implica l'eliminazione di tutte le specie presenti e la successiva immissione in altri corsi d'acqua che, spesso, si rivelano inadatti. Anche la semina effettuata senza pulizia preventiva, specialmente di trote adulte predatrici, può produrre

Cibo in g

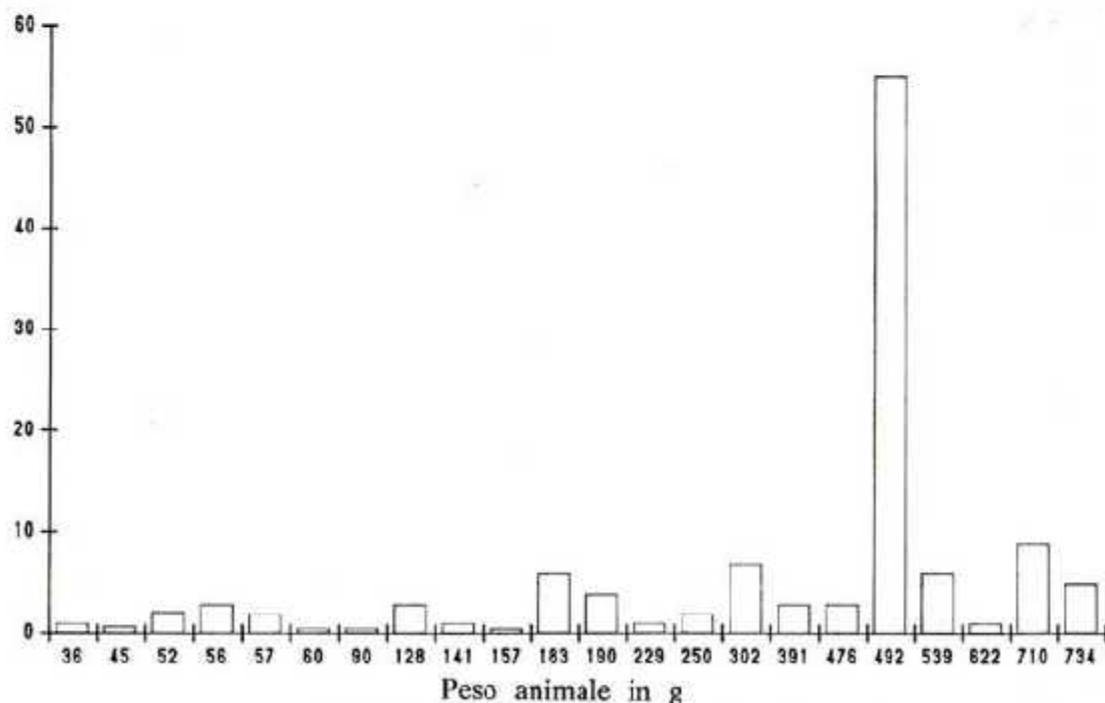


Fig. 10 - Contenuto stomacale.

Tabella 3: Analisi del contenuto stomacale di 22 esemplari di *Esox lucius*, su 76 esaminati, pescati nella Roggia delle Stalle.

Peso e Lunghezza totale dell'esemplare		Tipo di reperto	Peso del contenuto stomacale
LT = 33.5	W = 302	<i>Salmo trutta</i> semidigerita e 5 Gasteropodi	7 g
LT = 41	W = 710	<i>Salmo trutta</i> semidigerita	9 g
LT = 37.6	W = 476	<i>Salmo trutta</i> semidigerita	3 g
LT = 30.5	W = 229	<i>Salmo trutta</i> semidigerita	1 g
LT = 26.5	W = 141	<i>Salmo trutta</i> semidigerita	1 g
LT = 26.5	W = 128	<i>Padogobius martensi</i>	3 g
LT = 19	W = 57	<i>Padogobius martensi</i>	2 g
LT = 18.7	W = 45	<i>Cottus gobio</i>	0.7 g
LT = 16.4	W = 36	pesce digerito non identificato	1 g
LT = 36	W = 492	<i>Salmo trutta</i> 2 Tricotteri	55 g
LT = 41	W = 539	<i>Cottus gobio</i>	6 g
LT = 36.6	W = 391	<i>Cottus gobio</i>	3 g
LT = 24	W = 90	Gasteropode	0.5 g
LT = 26.5	W = 157	<i>Padogobius martensi</i>	0.5 g
LT = 30.5	W = 190	<i>Cottus gobio</i>	4 g
LT = 20	W = 52	<i>Cottus gobio</i> semidigerito	2.2 g
LT = 29	W = 183	<i>Cottus gobio</i>	6 g
LT = 19.5	W = 60	<i>Padogobius martensi</i>	0.5 g
LT = 19.5	W = 56	<i>Cottus gobio</i>	3 g
LT = 31.6	W = 250	<i>Cottus gobio</i>	2 g
LT = 40.5	W = 622	Tricotteri	1 g
LT = 39.5	W = 734	<i>Cottus gobio</i>	5 g

LT = Lunghezza totale in centimetri

W = Peso in grammi

Su 76 esemplari di *Esox lucius* esaminati 54 sono risultati digiuni.

scompensi nelle popolazioni ittiche con la riduzione numerica degli esemplari più giovani.

Alessio (1975a) esaminando le gonadi di *Esox lucius* ne ha determinato il peso e il numero delle uova prodotte alle varie età. I valori riportati nel suo lavoro sono nettamente superiori (circa il doppio) di quelli osservati nella presente ricerca. Questo fatto, che deporrebbe per una minore fecondità di *Esox lucius* nel Friuli-Venezia Giulia, trova una sua giustificazione nelle diverse condizioni ecologiche degli ambienti considerati. Infatti Kipling e Frost (1969) sostengono che vi è una grande variabilità della fecondità non soltanto tra popolazioni diverse ma anche all'interno di una stessa popolazione da un anno all'altro. È stata rilevata la significatività della correlazione tra età e peso delle gonadi: essa è particolarmente elevata negli esemplari femminili. Inoltre l'impiego del rho di Spearman consente di evidenziare la significatività della correlazione fra numero delle uova e peso totale. A questo proposito occorre osservare che pure le femmine più giovani presentavano uova apparentemente mature. Questo fatto è in contrasto con i dati di letteratura (Alessio, 1975a; Frost e Kipling, 1967) che fissano la prima maturità sessuale delle femmine al terzo anno di età. Per affrontare questo problema è in corso uno studio istologico delle gonadi.

Un modello di regressione di potenza fornisce una stima adeguata della regressione peso su lunghezza totale, sia per gli esemplari di *Esox lucius* studiati da Alessio (1975b) che per quelli della nostra regione. L'allometria della crescita può essere spiegata considerando il fatto che sia gli esemplari della Roggia delle Stalle che quelli studiati da Alessio (1975b) erano in riproduzione. In tale periodo, si registra un repentino e temporaneo aumento del peso delle gonadi.

Alessio (1975b), analizzando la distribuzione delle lunghezze per classi di età, riporta il risultato di confronti fra maschi e femmine, appartenenti alla stessa classe, mediante il test *t* di Student. In questa sede il confronto è stato fatto con l'analisi della varianza (il risultato è stato poi controllato con un test non parametrico) per l'insieme dei campioni raccolti e anche distinguendoli per sesso, data la necessariamente limitata numerosità campionaria. In particolare è stato osservato un certo dimorfismo sessuale: tuttavia neppure l'impiego di un metodo di analisi multivariata, quale l'analisi discriminante stepwise, permette di separare nella pratica i due sessi. Infatti con le variabili standard utilizzate il livello di errore è tale da attribuire facilmente, ad esempio, un ipotetico esemplare maschio all'altro sesso. L'unico criterio distintivo, a livello morfologico esterno, rimane pertanto la presenza della plica tra ano e poro genitale che, però, soprattutto durante il periodo riproduttivo, non è ben riconoscibile nei maschi.

Per quanto concerne la determinazione dell'età si è potuto constatare che la lettura degli otoliti dà risultati notevolmente migliori di quella delle scaglie come si può notare dalle figg. 6 e 7. Inoltre, come si è già osservato, non sono stati pescati esemplari (tranne uno) di misura superiore a 60 cm che avrebbero potuto permettere di conoscere il confine tra la sesta e settima classe. Infine l'esame del contenuto stomacale, come era da attendersi, visto il periodo di cattura in corrispondenza del periodo riproduttivo, presenta valori alquanto bassi, rispetto a quelli riportati in letteratura (Alessio,

1975a). Le prede prevalenti, rinvenute nel tubo digerente, sono costituite da specie appartenenti alla Familia Gobiidae e da *Cottus gobio*.

Ulteriori ricerche dovranno venir svolte per approfondire la conoscenza della struttura delle popolazioni, non solo nella zona delle risorgive ma anche in altri siti. Inoltre si ritiene indispensabile uno studio istologico condotto durante tutto l'anno per conoscere con maggior precisione gli stadi di maturità sessuale e il periodo riproduttivo.

Questi studi potranno dare anche utili informazioni per gestire correttamente l'ittiofauna regionale sottoposta ad intensi prelievi da parte dei pescatori sportivi.

Bibliografia

- Alessio G. - 1975a - Ricerche sulla biologia del luccio, *Esox lucius* (Osteichthyes, Esocidae), in Lomellina occidentale ed in una valle veneta. *Boll. Pesca Piscic. Idrobiol.*, 30, 2: 238-253.
- Alessio G. - 1975b - Accrescimento lineare e ponderale del luccio, *Esox lucius* L. (Osteichthyes, Esocidae), in Lomellina occidentale ed in una «valle» veneta. *Boll. Pesca Piscic. Idrobiol.*, 30, 2: 267-269.
- Alessio G. - 1986 - La riproduzione del luccio, *Esox lucius* L. in acque risorgive: migrazione e riconoscimento intraspecifico. *Rivista di Idrobiologia*, 25 (1-3): 12-16.
- Buda Dancevich M., Paradisi S., Sillani L., Specchi M. - 1982 - Osservazioni preliminari sulla distribuzione di alcune specie ittiche del Friuli-Venezia Giulia. *Quaderni E.T.P. Udine*, 5: 9-10.
- Calderoni P. - 1965 - Contributo allo studio dell'accrescimento del luccio (*Esox lucius* L.) del Lago Trasimeno. *Riv. Idrobiol.*, 4, (1-2): 3-15.
- Deelder C. L. - 1981 - On the age and growth of cultured eels, (*Anguilla anguilla* L.). *Aquaculture* 26, (1-2): 13-22.
- Forneris G., Paradisi S. e Specchi M. - 1990 - Pesci d'acqua dolce. Carlo Lorenzini Ed., 4: 1-214.
- Franklin D.R. and Smith L. L. - 1963 - Early life history of the northern pike (*Esox lucius* L.) with special reference to the factors influencing the numerical strength of year classes. *Trans. Am. Fish. Soc.*, 92: 91-110.
- Frost W.E. - 1954 - The food of pike (*Esox lucius* L.) in Windermere. *J. Anim. Ecol.*, 23: 339-360.
- Frost W.E. e Kipling C. - 1959 - The determination of the age and growth of pike (*Esox lucius* L.) from scales and opercular bones. *J. Cons. Perm. Int. Explor. Mer.*, 24: 314-341.
- Frost W.E. e Kipling C. - 1961 - Some observations on the growth of pike (*Esox lucius* L.) in Windermere. *Verh. Intern. Ver. Linnol.*, 14: 776-781.
- Frost W.E. e Kipling C. - 1967 - A study of reproduction, early life, weight-length relationship and growth of pike, *Esox lucius* L. in Windermere. *J. Animal Ecol.*, 36: 651-693.
- Goedmakers A. e Verboom B. L. - 1974 - Studies on the maturation and fecundity of the pike, *Esox lucius* L.. *Aquaculture*, 3: 3-12.
- Grimm M. P. - 1981a - The composition of northern pike (*Esox lucius*) populations in four shallow waters in the Netherlands with special reference to factors influencing 0+ pike biomass. *Fish. Manage.*, 12: 61-77.
- Grimm M. P. - 1981b - Intraspecific predation as a principal factor controlling the biomass of northern pike (*Esox lucius*). *Fish. Manage.*, 12: 77-80.
- Grimm M. P. - 1983 - Regulation of biomass of small (less than 41 cm) northern pike

- (*Esox lucius* L.) with special reference to the contributions of individuals stocked as fingerlings (4-6 cm.). *Fish. Manage.*, 14, 3: 115-135.
- Johnson L. - 1966a - Experimental determination of food consumption of pike, *Esox lucius* L. for growth and maintenance. *J. Fish. Res. Bd. Can.*, 23: 1495-1505.
- Johnson L. - 1966b - Consumption of food by the resident population of pike, *Esox lucius* L., in Lake Windermere. *J. Fish. Res. Bd. Can.*, 23: 1523-1535.
- Huet M. - 1970 - *Traité de pisciculture*. Ed. C.H. de Wyngaert. Bruxelles, pp. 718.
- Kipling C. e Frost W. E. - 1969 - Variations in the fecundity of pike, *Esox lucius* L., in Windermere. *J. Fish. Biol.*, 1: 221-237.
- Kipling C. e Frost W. E. - 1970 - A study of the mortality, population numbers, year class strength, production and consumption of pike, *Esox lucius* L., in Windermere from 1944 to 1962. *J. Anim. Ecol.*, 39: 115-157.
- Miola A. - 1985 - Contributo alla conoscenza della flora fitoplanctonica del fiume Stella (Friuli-Venezia Giulia). *Quaderni E.T.P. Udine*, 12: 30-33.
- Pascolini R., Ceccarelli P., Gargiulo A. M., Lorvik S. - 1985a - Immunohistochemical localization of cyclic AMP and ultrastructural demonstration of adenylate cyclase activity in the testis of *Esox lucius* at time of spermiation. *Cell. Tissue Res.*, 239: 443-445.
- Pascolini R., Fanò G., Lorvik S. - 1986 - Guanylate cyclase in the testis of *Esox lucius* L. at time of spermiation: histochemical and biochemical evidence. *Boll. Zool.*, 53: 373-376.
- Ricker W. E. - 1975 - Computation and interpretation of biological statistics of fish. *Bull. Fish. Res. Bd. Can.*, 191, pp. 1-389.
- Teissier G. - 1948 - La relation d'allometrie, sa signification statistique et biologique. *Biometrics*, 4, 14-48.
- Tortonese E. - 1970 - Fauna d'Italia: Osteichthyes (parte I vol. X). Ed. Calderini. Bologna.

Ringraziamenti

Si ringrazia il personale dell'Ente Tutela Pesca del Friuli-Venezia Giulia, in particolare i Signori Del Pin e Zanet per la loro preziosa collaborazione.

PRIME CONSIDERAZIONI SULLA STRUTTURA DI POPOLAZIONE E BIOMETRIA DI *ANGUILLA ANGUILLA* L. (OSTEICHTHYES, ANGUILLIFORMES) DEL BACINO DELLO STELLA (FRIULI-VENEZIA GIULIA, ITALIA SETTENTRIONALE)

Mario Specchi (*) (**), Paride Di Luca (*) e Giorgio Valli (*)

(*) Dipartimento di Biologia dell'Università di Trieste.

(**) Laboratorio di Idrobiologia dell'Ente Tutela Pesca del Friuli-Venezia Giulia.

Abstract: The distribution, age and growth of *Anguilla anguilla* from the river Stella (Friuli-Venezia Giulia, Northern Italy) has been studied.

Summary: The distribution in proportion to size and age classes of *Anguilla anguilla* of river Stella (Friuli-Venezia Giulia) has been studied. We observe that, going upstream, the medium size increases. The relation between length and weight is well represented by a power regression. According to the studies of otoliths we deduce that the captured specimens had spent a maximum of six years in the fresh waters. It isn't easy to build diagrams that, using the data of age and length could give reliable indications about the age, because of the remarkable superimposition, most of all concerning older classes.

Riassunto: E' stata studiata la distribuzione per taglie e per classi di età di *Anguilla anguilla* del fiume Stella (Friuli-Venezia Giulia). Si osserva che risalendo il corso d'acqua aumenta la taglia media. La regressione lunghezza su peso è ben rappresentata da un modello di potenza. In base allo studio degli otoliti si deduce che gli esemplari catturati avevano trascorso un massimo di sei anni nelle acque dolci. Non è agevole costruire diagrammi che, utilizzando dati di lunghezza e peso, diano indicazioni attendibili dell'età, data la notevole sovrapposizione soprattutto per quanto riguarda le classi più vecchie.

Introduzione

Da anni il Laboratorio di Idrobiologia dell'Ente Tutela Pesca si occupa della gestione della fauna ittica nelle acque interne del Friuli-Venezia Giulia. Per gestire correttamente la fauna ittica di un determinato corso d'acqua è fondamentale la conoscenza della sua consistenza quali-quantitativa, della sua distribuzione nonché della struttura e della dinamica delle sue popolazioni. Le notizie bibliografiche sulla distribuzione dell'ittiofauna della regione non sono molto abbondanti, limitandosi — per il passato — a pochi lavori tra cui quelli di Tellini (1895) e Gridelli (1936). Più recentemente Buda Dancevich e Al. (1982) studiano la distribuzione delle principali specie ittiche del Friuli; Dolce e Specchi (1982) riportano notizie sull'ittiofauna delle acque superficiali del Carso triestino, mentre Dolce e Al. (1985) e Paradisi (1990) riferiscono rispettivamente sull'ittiofauna dei Laghi di Ragogna e Cavazzo.

Per quanto riguarda la struttura di popolazione sono state già studiate

quelle di *Cottus gobio* L. (Specchi e Al., 1987; Chiara e Al., 1987), di *Thymallus thymallus* L. (Buda Dancevich e Al., 1988) e sono, in fase di stampa, quelle di *Alburnus alburnus alborella* L. e di *Lepomis gibbosus* L.

In questo lavoro vengono riportati dati preliminari sulla struttura di popolazione e sulla biometria di *Anguilla anguilla* L. nel bacino del fiume Stella.

Il fiume Stella è un tipico fiume di risorgiva che, dopo aver percorso un breve tratto della pianura friulana, sfocia nella Laguna di Marano (Adriatico settentrionale).

Anguilla anguilla riveste grande interesse biologico nei fiumi del Friuli-Venezia Giulia essendo inserito nella catena trofica delle risorgive ed è anche importante sotto l'aspetto alieutico: in questa ottica lo studio potrà fornire anche elementi di valutazione per una regolamentazione della pesca di mestiere.

Materiali e metodi

Il materiale proviene da 27 stazioni di campionamento sul fiume Stella e nei suoi principali affluenti (fig. 1). Complessivamente sono stati pescati 474 esemplari di *Anguilla anguilla* e sono state catturate diverse altre specie ittiche.

a) Metodi di cattura

Gli esemplari di *Anguilla anguilla* sono stati catturati dalla riva o da un'imbarcazione mediante storditore elettrico. Il materiale veniva subito immesso in un recipiente contenente una soluzione acquosa narcotizzante in ragione di 0.4 cc/l di alcool tricloro-ter-butilico. Dopo alcuni minuti il pesce veniva pesato, misurato e successivamente liberato, salvo 180 esemplari che sono stati sacrificati per lo studio dell'età.

b) Metodi biometrici

Per tutti gli esemplari catturati sono stati determinati il peso (W) in g e la lunghezza totale (LT) in cm, misurata dall'estremità del muso all'apice della pinna caudale. Inoltre, sugli animali raccolti per lo studio degli otoliti, sono state misurate in cm pure: lunghezza standard (LS), lunghezza del capo (LC), lunghezza preanale (LPA, dall'estremità del muso all'apertura anale), diametro dell'occhio (DO), lunghezza all'occhio (LO, dall'estremità del muso al margine posteriore dell'occhio), lunghezza della pinna pettorale (L). Queste variabili sono state analizzate con la metodologia statistica.

c) Determinazione dell'età di *Anguilla anguilla*

L'età è stata determinata mediante lo studio al microscopio degli otoliti. Il preparato era ottenuto spezzando l'otolite lungo l'asse longitudinale con l'ausilio di due pinzette. La parte contenente il nucleo centrale veniva levigata manualmente con carta abrasiva e acqua. La parte levigata veniva incollata su un vetrino porta oggetti e successivamente si operava sulla parte non levigata sempre con carta abrasiva fino ad ottenere, come consigliato da diversi Autori fra cui Deelder (1981), una sezione di 0,2 mm. L'otolite

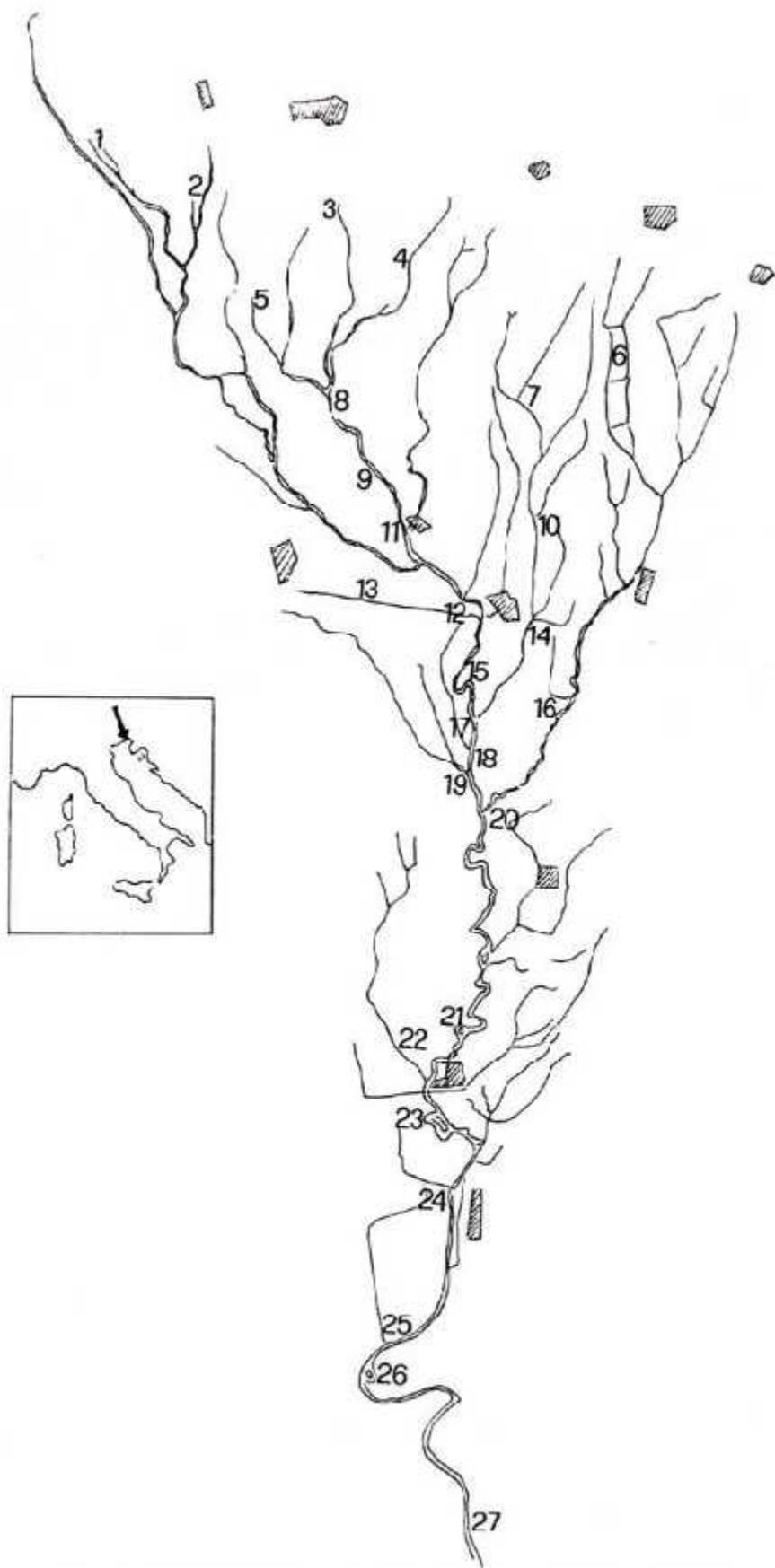


Fig. 1 - Stazioni di campionamento lungo il fiume Stella.

veniva osservato al microscopio stereo usando come chiarificante acqua o creosoto o xilolo.

Analisi dei dati biometrici

Nelle 27 stazioni di campionamento sono stati raccolti, come detto, complessivamente 474 esemplari di *Anguilla anguilla*, con una media di 18 individui per stazione, con un minimo di 6 ed un massimo di 33 per punto di campionamento. Nella tab. 1 si possono leggere le principali statistiche generali calcolate per le due variabili in ogni stazione. Si nota una considerevole eterogeneità delle varianze, fatto che suggerisce di ricorrere alla trasformazione logaritmica dei dati. Il confronto delle medie (test di Student-Newman-Keuls, per confronti multipli) fa osservare significative differenze tra le varie stazioni. Inoltre si rileva che, risalendo lo Stella dalla stazione più meridionale a quella più settentrionale, la taglia media tende ad aumentare: quindi nel tratto terminale le anguille sono mediamente più piccole mentre gli esemplari più grandi sono pescati nelle stazioni presso le risorgive. Ciò è ancora più evidente riunendo arbitrariamente le stazioni in tre gruppi (tab. 2): quello relativo alla zona verso le risorgive (Stazioni 1-11), quello del tratto intermedio (Stazioni 12-22) ed, infine, quello della

Tab. 1 - Statistiche generali calcolate in *Anguilla anguilla* nel bacino del fiume Stella.

Stazione 1		media	dev. std.	var.	err. std.	media asim.	curt.
LT	N 19	48.65	14.199	201.625	3.258	0.758	-0.387
W	19	278.05	279.073	77881.830	64.024	1.580	1.830
Stazione 2		media	dev. std.	var.	err. std.	media asim.	curt.
LT	N 13	45.40	12.703	161.354	3.523	1.038	0.377
W	13	209.92	201.868	40750.577	55.988	1.624	2.209
Stazione 3		media	dev. std.	var.	err. std.	media asim.	curt.
LT	N 6	43.60	11.766	138.440	4.803	-1.076	0.627
W	6	183.66	132.081	17445.467	53.922	0.257	-1.061
Stazione 4		media	dev. std.	var.	err. std.	media asim.	curt.
LT	N 10	42.99	10.740	115.348	3.396	0.520	-0.176
W	10	159.10	120.85	14605.211	38.217	1.299	0.823
Stazione 5		media	dev. std.	var.	err. std.	media asim.	curt.
LT	N 23	39.81	9.549	91.177	1.991	0.284	-0.396
W	23	128.13	95.192	9061.467	19.848	1.374	1.886
Stazione 6		media	dev. std.	var.	err. std.	media asim.	curt.
LT	N 20	35.33	11.324	128.242	2.532	1.163	0.830
W	20	98.70	119.002	14161.379	26.610	2.201	4.053

Stazione 7		media	dev. std.	var.	err. std.	media asim.	curt.
N							
LT	7	44.82	15.304	234.222	5.784	0.314	-1.925
W	7	214.14	214.702	46097.143	81.150	0.909	-0.596
Stazione 8		media	dev. std.	var.	err. std.	media asim.	curt.
N							
LT	18	50.10	9.263	85.796	2.183	0.945	0.283
W	18	251.05	122.863	15095.232	28.959	0.605	-0.031
Stazione 9		media	dev. std.	var.	err. std.	media asim.	curt.
N							
LT	33	42.15	10.086	101.733	1.756	-0.476	-0.482
W	33	164.48	100.825	10165.695	17.551	0.344	-0.822
Stazione 10		media	dev. std.	var.	err. std.	media asim.	curt.
N							
LT	8	46.812	12.369	152.996	4.373	0.344	-0.517
W	8	246.62	209.741	43991.125	74.155	0.794	-1.103
Stazione 11		media	dev. std.	var.	err. std.	media asim.	curt.
N							
LT	17	49.03	6.413	41.121	1.555	-0.004	-0.651
W	17	249.135	79.610	6337.816	19.308	0.362	-1.081
Stazione 12		media	dev. std.	var.	err. std.	media asim.	curt.
N							
LT	1	48.46	8.370	70.065	2.030	-2.007	5.972
W	17	257.118	109.232	11931.610	26.493	-0.119	0.414
Stazione 13		media	dev. std.	var.	err. std.	media asim.	curt.
N							
LT	16	35.88	9.820	96.440	2.455	0.722	-0.089
W	16	111.87	104.723	100966.939	26.181	1.613	1.878
Stazione 14		media	dev. std.	var.	err. std.	media asim.	curt.
N							
LT	14	42.35	8.163	66.641	2.182	0.659	0.145
W	14	153.071	77.616	6024.225	20.744	0.924	1.226
Stazione 15		media	dev. std.	var.	err. std.	media asim.	curt.
N							
LT	11	41.53	8.369	70.047	2.523	-0.134	0.065
W	11	152.81	96.235	9261.164	26.016	1.224	1.823
Stazione 16		media	dev. std.	var.	err. std.	media asim.	curt.
N							
LT	24	36.10	7.977	63.638	1.628	-0.173	-0.408
W	24	100.38	57.859	3347.648	11.810	0.468	-0.460
Stazione 17		media	dev. std.	var.	err. std.	media asim.	curt.
N							
LT	20	34.83	13.776	189.778	3.080	0.945	0.283
W	20	111.50	1434.924	20714.053	32.182	2.462	6.624
Stazione 18		media	dev. std.	var.	err. std.	media asim.	curt.
N							
LT	23	45.00	9.641	92.941	2.010	-0.171	-0.698
W	23	226.26	132.951	17676.020	27.722	0.521	-0.662
Stazione 19		media	dev. std.	var.	err. std.	media asim.	curt.
N							
LT	19	40.01	9.121	83.187	2.092	0.174	-0.172
W	19	138.53	94.616	8952.263	21.706	1.287	1.282

<i>Stazione 20</i>							
	N	media	dev. std.	var.	err. std.	media asim.	curt.
LT	19	28.56	11.728	137.536	2.690	0.531	-0.890
W	19	141.73	123.728	15308.538	28.385	1.168	0.383
<i>Stazione 21</i>							
	N	media	dev. std.	var.	err. std.	media asim.	curt.
LT	23	43.60	12.216	149.230	2.547	0.122	-0.483
W	23	201.609	160.009	25602.976	33.364	1.226	1.230
<i>Stazione 22</i>							
	N	media	dev. std.	var.	err. std.	media asim.	curt.
LT	9	36.33	7.810	61.000	2.603	-0.356	1.983
W	9	56.666	35.119	1233.333	20.276	-0.423	.
<i>Stazione 23</i>							
	N	media	dev. std.	var.	err. std.	media asim.	curt.
LT	30	37.95	7.547	56.952	1.578	0.001	-0.319
W	30	112.433	62.904	3956.944	11.485	0.713	-0.233
<i>Stazione 24</i>							
	N	media	dev. std.	var.	err. std.	media asim.	curt.
LT	11	42.536	4.258	18.127	1.284	0.703	-1.155
W	11	156.18	55.826	3116.564	16.832	0.696	-1.153
<i>Stazione 25</i>							
	N	media	dev. std.	var.	err. std.	media asim.	curt.
LT	23	34.561	9.629	92.715	2.008	-0.779	0.710
W	23	87.18	61.229	3749.005	12.498	1.189	2.721
<i>Stazione 26</i>							
	N	media	dev. std.	var.	err. std.	media asim.	curt.
LT	19	36.08	6.962	48.469	1.597	-0.948	3.135
W	19	107.00	53.136	2823.444	12.190	0.585	0.628
<i>Stazione 27</i>							
	N	media	dev. std.	var.	err. std.	media asim.	curt.
LT	23	35.72	9.119	83.162	1.902	0.641	2.884
W	23	100.93	81.697	6674.461	17.035	2.546	7.985

Tab. 2 - Statistiche generali calcolate in *Anguilla anguilla* per i tre gruppi di stazioni (risorgive, tratto medio e foce) nel bacino del fiume Stella.

<i>Gruppo 1 (Risorgive: Stazioni 1-11)</i>							
	N	media	dev. std.	var.	err. std.	media asim.	curt.
LT	173	44.00	11.580	134.099	0.880	0.271	-0.252
W	173	191.41	160.070	25622.490	12.170	1.823	5.016
<i>Gruppo 2 (Tratto medio: Stazioni 12-22)</i>							
	N	media	dev. std.	var.	err. std.	media asim.	curt.
LT	189	40.35	10.768	115.949	0.771	0.143	1.383
W	189	158.52	124.343	15461.163	9.045	1.243	1.383
<i>Gruppo 3 (Foce: Stazioni 23-27)</i>							
	N	media	dev. std.	var.	err. std.	media asim.	curt.
LT	106	36.87	8.239	67.881	0.800	-0.370	1.344
W	106	108.13	66.643	4441.307	6.443	1.285	2.808

zona della foce (Stazioni 23-27). Occorre però osservare che su questa distribuzione potrebbe avere influito pure il metodo di cattura di cui si dirà più avanti.

Considerando l'istogramma della frequenza delle lunghezze per l'insieme delle stazioni (fig. 2) si può osservare che l'intervallo di variazione è compreso fra 10 e 80 cm. e che le classi di maggior frequenza sono quelle tra 30 e 40 cm. Tuttavia i tre gruppi di stazioni presentano estese zone di sovrapposizione.

Per quanto riguarda la regressione peso su lunghezza, lo studio di diversi modelli porta a concludere che un modello di regressione di potenza ($y = ax^b$) fornisce (fig. 3) una rappresentazione adeguata, in virtù dell'elevato valore del coefficiente di determinazione (r^2). Questo modello è linearizzabile con la trasformazione logaritmica (fig. 4). Non viene riportato, invece, lo studio della regressione modello II (GM), data l'ottima stima delle variabili dipendenti ottenuta con le precedenti regressioni modello I.

Infine, in fig. 5, sono tracciati, su assi cartesiani, tutti i possibili diagrammi anche per le variabili rilevate solo sugli esemplari sacrificati: ne emerge una relazione lineare o curvilinea (linearizzabile con la trasformazione logaritmica) per tutte le coppie di variabili analizzate.

Analisi dell'età di Anguilla nel bacino dello Stella

Poichè la montata delle ceche avviene nel Mare Adriatico in febbraio-marzo (D'Ancona, 1940 citato da Gandolfi e Al., 1980), nei campioni raccolti nel mese di gennaio è stato possibile rinvenire soltanto individui che non avevano ancora «compiuto gli anni». Per esempio, le più piccole anguille presentavano l'otolite con il nucleo centrale (marino), una larga banda chiara e la banda scura invernale non completamente formata, proprio perchè non avevano trascorso un intero inverno in acque continentali. Per questo motivo sono state attribuite alla classe di età 1. Lo stesso fenomeno è stato osservato per le anguille più vecchie, cioè tutti gli esemplari pescati presentavano l'ultima banda scura non completamente sviluppata.

Nel fiume Stella sono state determinate 6 classi di età: ciò fa presumere che, almeno in questo ambiente, l'anguilla trascorra 6 anni in acqua dolce, fatto del resto confermato dalle osservazioni di Specchi (inf. pers.) nelle lagune di Grado e Marano, nelle cui valli da pesca viene calcolato in 7 anni il periodo di accrescimento dell'anguilla da ceca ad argentina ed anche da Rossi e Villani (1980) per i Laghi di Lesina e Varano. Dall'osservazione degli istogrammi, relativi agli individui raccolti nel tratto medio e presso le risorgive riportati in figura 2, risulta che la classe da 30 a 40 cm di lunghezza è la più frequente. A questa classe appartengono esemplari che stanno per concludere il loro primo anno di permanenza in acqua dolce. Mentre ciò è evidente nelle anguille giovani, è difficile dimostrarlo altrettanto bene negli esemplari più vecchi poichè spesso, a parità di lunghezza o di peso, questi possono appartenere alla classe di età inferiore o a quella superiore: questo verosimilmente in rapporto con le condizioni ambientali e trofiche. Nella fig. 6 sono riportati gli intervalli di lunghezza, cui corrispondono le diverse classi di età, in base allo studio degli otoliti ed è pure

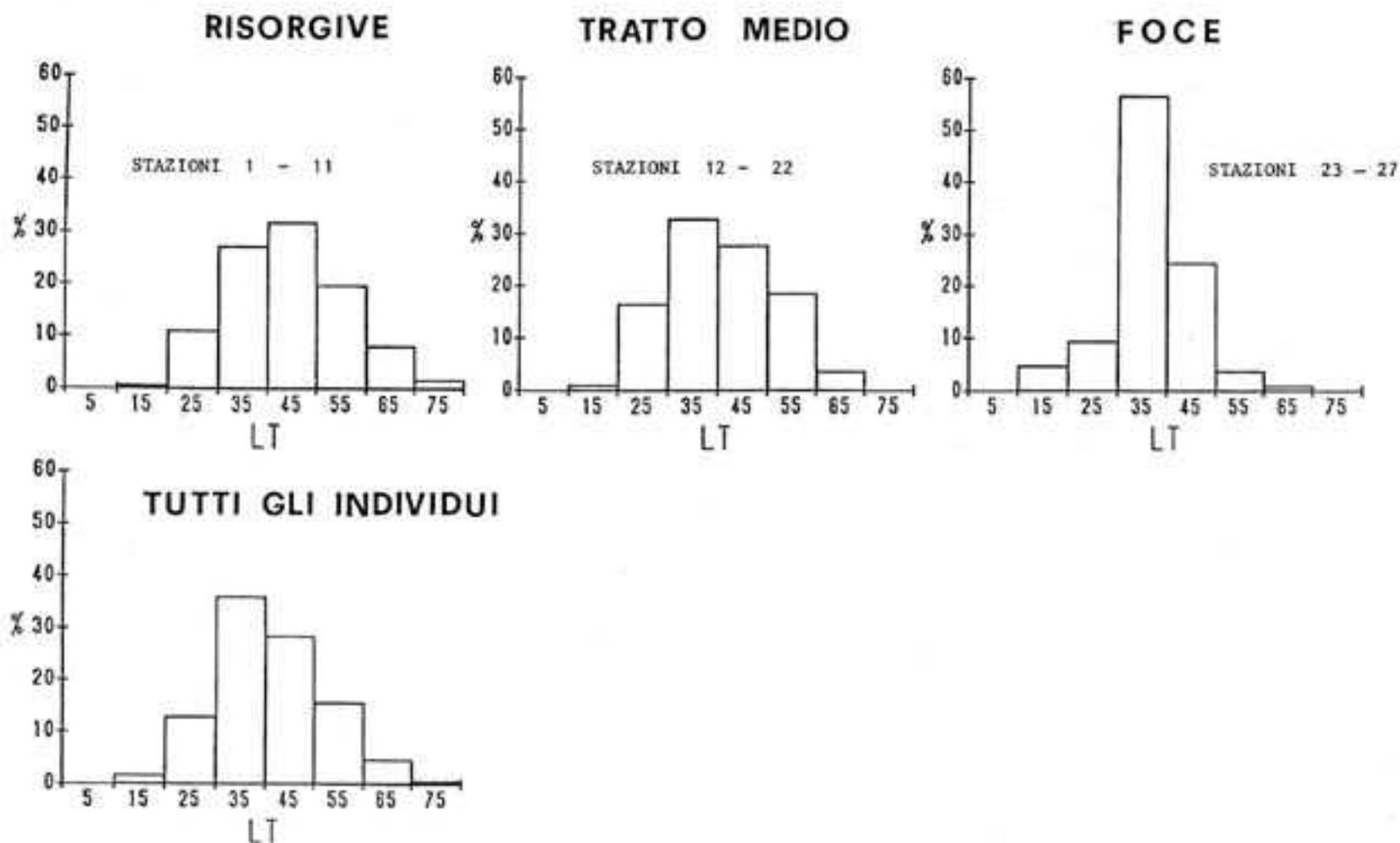


Fig. 2 - Frequenza percentuale della lunghezza di *Anguilla anguilla* nei tre gruppi di stazioni (risorgive, tratto medio, foce) e di tutti gli individui.

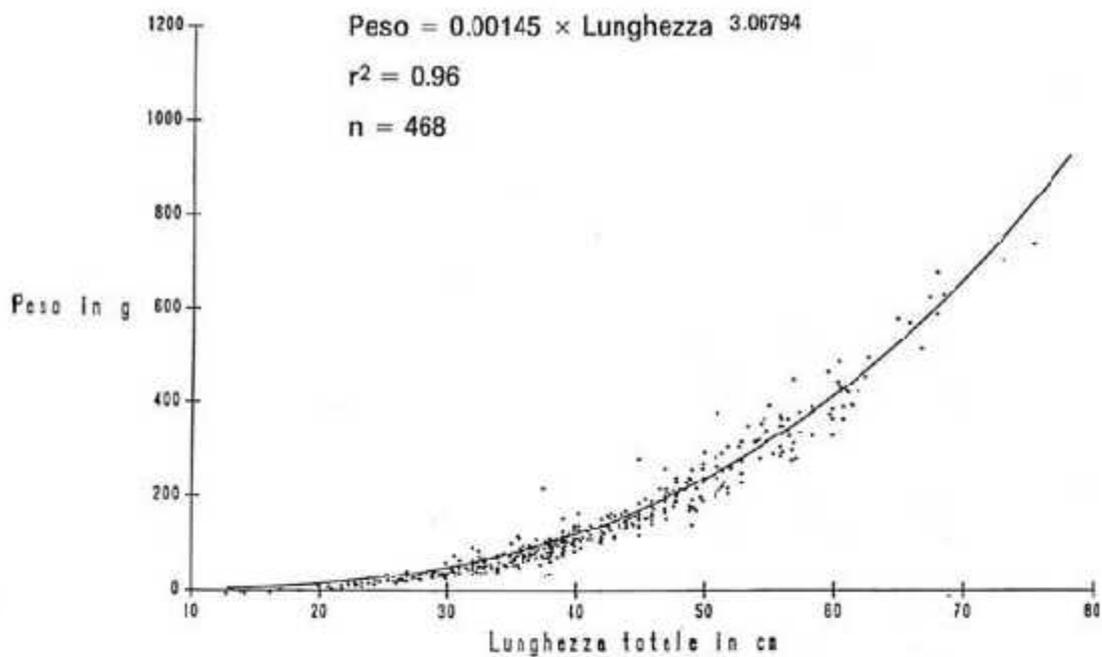


Fig. 3 - Regression. peso su lunghezza in *Anguilla anguilla* del fiume Stella.

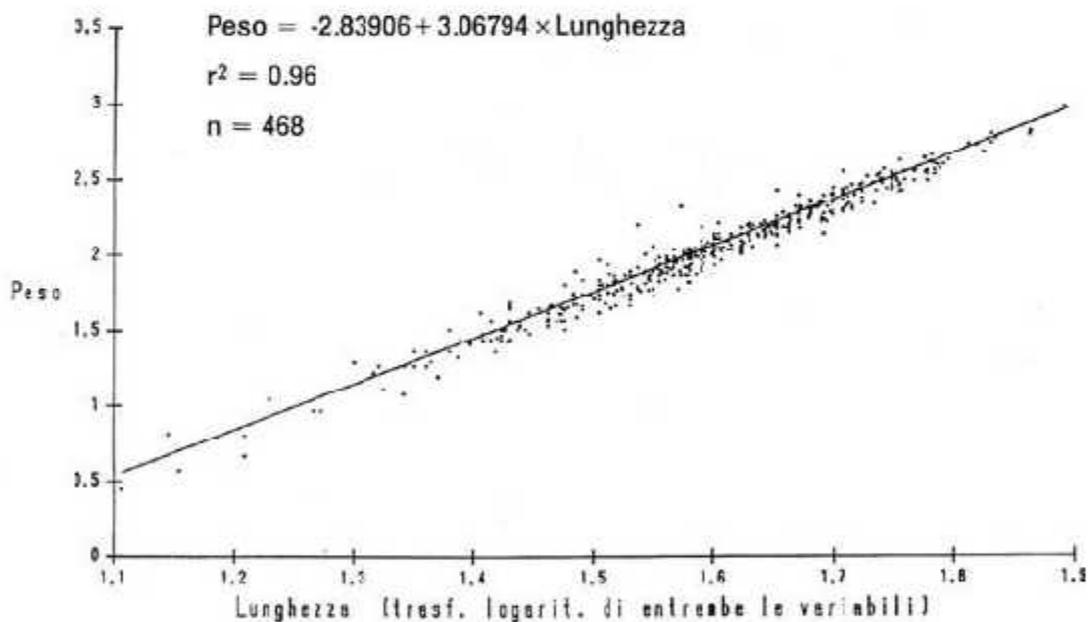


Fig. 4 - Regressione peso su lunghezza (dati trasformati in logaritmi) del fiume Stella.

tracciata la regressione peso su lunghezza totale. Si può osservare come non sia affatto agevole costruire diagrammi che, utilizzando dati di lunghezza e peso, forniscano un'indicazione attendibile dell'età poichè è evidente la notevole sovrapposizione soprattutto per quanto riguarda le classi più vecchie.

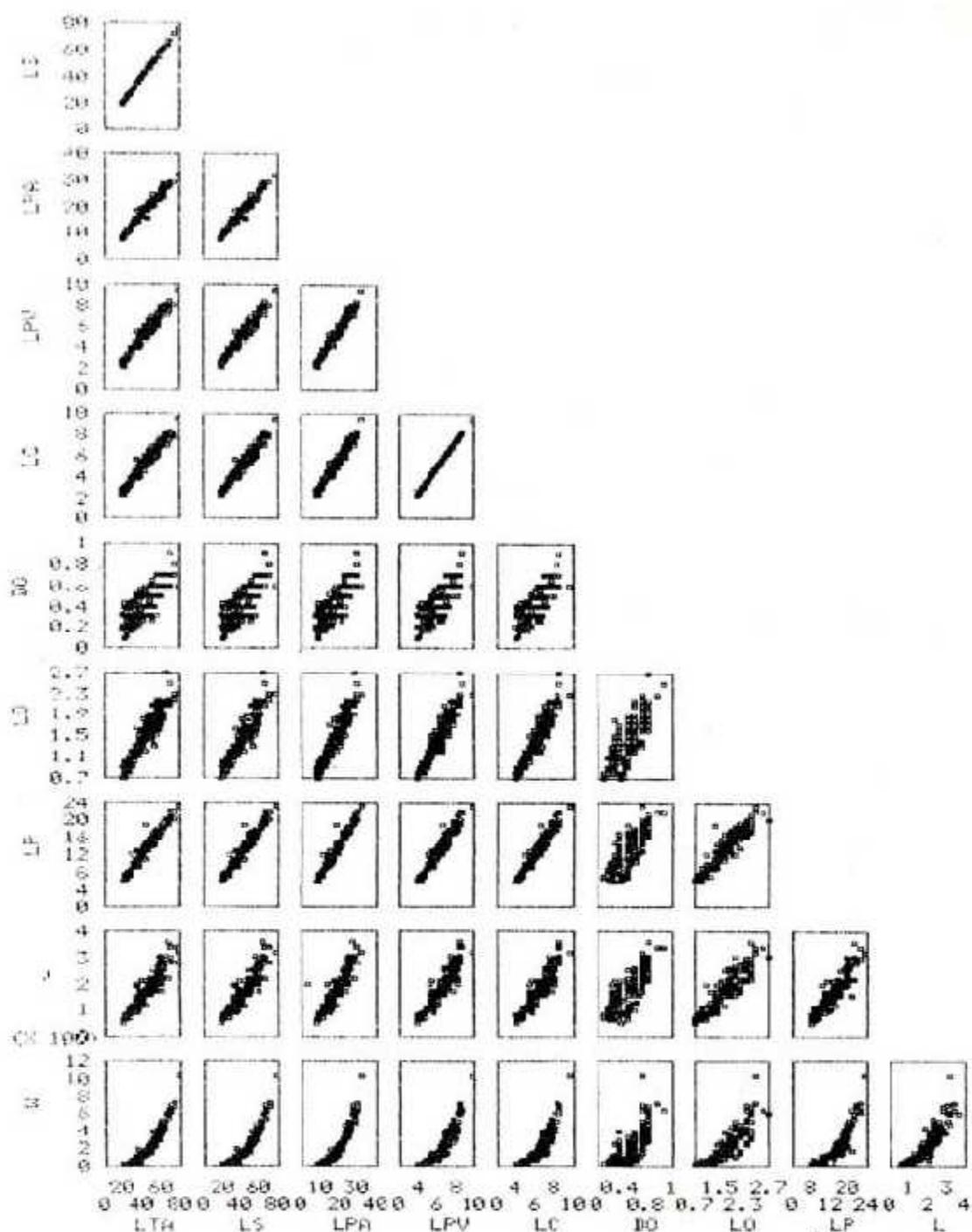


Fig. 5 - Sistemi di assi cartesiani ortogonali, in forma di matrice triangolare, per tutte le coppie di variabili considerate.

Discussione e considerazioni finali

Un'ampia rassegna della letteratura e delle problematiche inerenti la determinazione dell'età in *Anguilla* è stata recentemente riportata da Vollestad e Al. (1988). Soltanto con lo studio al microscopio di preparati di oto-

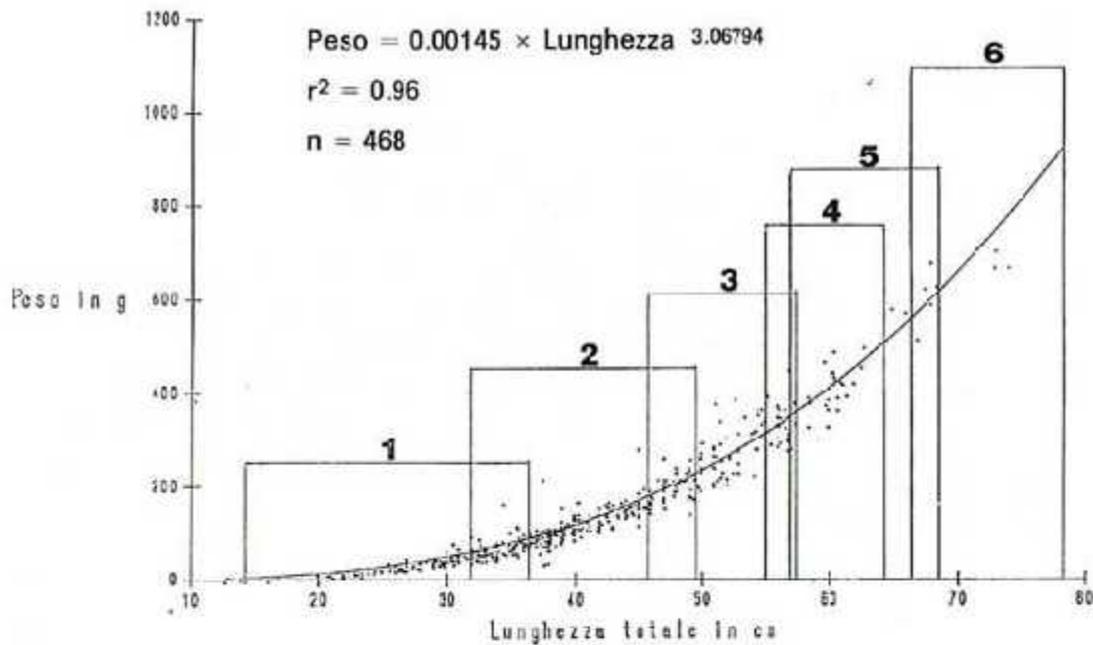


Fig. 6 - Regressione peso su lunghezza totale in *Anguilla anguilla* su cui sono riportate le classi di età, evidentemente questa suddivisione si riferisce al solo periodo trascorso in acque dolci.

liti è possibile la determinazione dell'età in quanto altri metodi (scaglie, vertebre, ossa opercolari) o l'uso di scale si sono dimostrati inadeguati (Jellyman, 1979; Dekker, 1986). Tuttavia un problema è costituito dalla presenza di zone soprannumerarie sull'otolite che possono causare notevoli errori nella lettura, tali da far considerare l'anguilla un pesce a lenta crescita (Deelder, 1976). Infatti i primi tentativi per stimare la crescita di *Anguilla*, determinando l'età sugli otoliti, furono fatti da Eherenbaun e Marukawa (1914). Questi Autori ritennero che, ad ogni banda scura, corrispondesse un inverno trascorso dall'anguilla in acque dolci. Prima Dahl (1967) poi Moriarty (1973) osservarono, invece, in esemplari che avevano trascorso un anno in acqua dolce, la presenza di due, talvolta tre, bande scure sull'otolite: quindi zone soprannumerarie che possono causare errori nella determinazione dell'età. E' possibile che l'interruzione dell'alimentazione per alcune settimane durante il periodo estivo, fenomeno ben noto ai pescatori, sia determinante nella formazione di ulteriori bande. Prima e purtroppo anche dopo la scoperta di questi anelli soprannumerari da parte di Dahl, gli otoliti venivano letti secondo la regola di Ehrenbaum e Marukawa che ad ogni banda faceva corrispondere un anno di vita. A causa di questo errato conteggio l'età di *Anguilla anguilla* veniva spesso sovrastimata (Deelder, 1981). Negli esemplari di *Anguilla anguilla* dello Stella l'esame degli otoliti, non considerando le bande soprannumerarie, peraltro facilmente identificabili, ha consentito di osservare fino ad un massimo di sei bande scure: pertanto si trattava di animali che avevano trascorso 6 anni nelle acque interne. Come era atteso, però, le classi di età 1 e 2 erano quelle

maggiormente rappresentate. Questo dato è in buon accordo con i risultati di altri Autori italiani e stranieri fra cui Rossi e Villani (1980) e Vollestad (1985).

Per quanto riguarda la distribuzione delle taglie, risalendo il corso del fiume, aumenta quella media sia in termini di lunghezza che di peso. Questo fatto potrebbe essere spiegato ammettendo non solo la progressiva scomparsa dei maschi che, in base alle osservazioni di Gandolfi-Hornoyold (1929, citate da Deelder, 1984), stazionano presso le foci ma, soprattutto, per la presenza in questo periodo dei più grossi esemplari femminili presso le risorgive in cui le condizioni trofiche e ambientali sono ottimali. Inoltre non va trascurata l'influenza del metodo di cattura sulla distribuzione delle taglie poichè, come noto, l'elettrostorditore ha una diversa efficienza a seconda della conducibilità dell'acqua, della profondità e di altri fattori tra i quali, non ultimo, la «sensibilità» dell'operatore.

Dallo studio della regressione peso su lunghezza (figg. 3 e 4) si rileva l'elevato valore del coefficiente di determinazione. Questo risultato, confortato anche da quelli di Ehrenbaum (1929, citato da Deelder, 1984), induce a ritenere che *Anguilla anguilla* dello Stella viva in condizioni trofiche tali da favorire una crescita ottimale. In base al grafico riportato in figura 6 emergono estese sovrapposizioni fra le diverse classi di età: ne deriva l'impossibilità di dedurre con sicurezza l'età di *Anguilla anguilla*, almeno nel Fiume Stella, avvalendosi soltanto di dati di lunghezza e/o peso.

La presente ricerca è solo un primo contributo allo studio della biologia ed, in particolare, della struttura di popolazione di *Anguilla anguilla*. Essa ha posto in luce diversi problemi che potranno venir affrontati e auspicabilmente risolti con future ricerche estese ad altre acque ed in stagioni diverse.

Bibliografia

- Buda Dancevich M., Paradisi S., Sillani L., Specchi M. - 1982 - Osservazioni preliminari sulla distribuzione di alcune specie ittiche del Friuli-Venezia Giulia. *Quaderni E.T.P. Udine*, 5: 9-10.
- Buda Dancevich M., Sillani L. e Specchi M. - 1988 - Osservazioni sulla struttura delle popolazioni di Temolo (*Thymallus thymallus* (L.)) (Osteichthyes, Salmoniformes) del fiume Tagliamento e del fiume Meduna. *Quaderni E.T.P. Udine*, 16: 1-14.
- Chiara G., Specchi M. e Buda Dancevich M. - 1987 - Nota preliminare sulla struttura delle popolazioni di *Cottus gobio* L. (Osteichthyes, Scorpaeniformes) della Roggia Venchiaredo (Friuli-Venezia Giulia). *Quaderni E.T.P. Udine*, 15: 1-8.
- Dahl J. - 1957 - Some recent observations on the age and growth of eels. *Proc. British coarse Fish Conf.*, 3: 48-52.
- Deelder C. L. - 1976 - The problem of the supernumerary zones in otoliths of the European eel (*Anguilla anguilla* L.) a suggestion to cope with it. *Aquaculture*, 9 (4): 373-379.
- Deelder C. L. - 1981 - On the age and growth of cultured eels, (*Anguilla anguilla* L.). *Aquaculture*, 26 (1-2): 13-22.
- Deelder C. L. - 1984 - Synopsis of biological data on the eel (*Anguilla anguilla* L.). *FAO Fisheries Synopsis*, 80, Revision 1.
- Dekker W. - 1986 - Age reading of European eels using tetracycline labelled otoliths. *ICES C.M.* 1986/M: 16, 14 pp.

- Dolce S. e Specchi M. - 1982 - Contributo alla conoscenza dell'ittiofauna di alcuni stagni del Carso triestino. *Quaderni E.T.P. Udine*, 3: 1-9.
- Dolce S., Specchi M. e Del Piero D. - 1985 - Il lago di Ragogna. Note sul popolamento ittico. *Quaderni E.T.P. Udine*, 11: 57-66.
- Ehrenbaum E. - 1929 - Der Flusssaal. *Anguilla vulgaris* Turt. *Handb. Binnenfisch. Mitteleur.*, 3 (4): 155-217.
- Ehrenbaum E. and Marukawa H. - 1914 - Über Alterbestimmung und Wachstum beim Aal. *Z. Fisch.*, 14 (4): 89-127.
- Gandolfi-Hornyold A. G. - 1929 - Recherches sur le sexe et l'âge de la petite Anguille jaune en Anjou. *Bull. Soc. Zool. Fr.*, 54.
- Gandolfi G., Rossi R., Tongiorgi P., Pesaro M. e De Ranieri - 1980 - Ascent of elvers *Anguilla anguilla* L., and their use in aquaculture. *Boll. Zool.*, 47: 365-380.
- Gridelli E. - 1936 - I pesci d'acqua dolce della Venezia Giulia. *Boll. Soc. Adriatica Sc. Nat. Trieste*, 35: 7-140.
- Jellyman D. J. - 1979 - Scale development and age determination in New Zealand freshwater eels (*Anguilla* spp.). *N. Z. Y. Mar. Freshw. Res.*, 13: 23-30.
- Moriarty C. - 1973 - A technique for examining eel otoliths. *J. Fish Biol.*, 5: 183-184.
- Paradisi S. - 1990 - La fauna ittica del lago. In: Il lago di Cavazzo e la sua valle. Bordano (Udine): 138-149.
- Rossi R. e Villani P. - 1980 - A biological analysis of catches, *Anguilla anguilla* L. from the lagoons of Lesina and Varano, Italy. *J. Fish Biol.*, 16 (4): 413-423.
- Specchi M., Valli G., De Cristini F. e Chiara G. - 1987 - Aspetti biologici di *Cottus gobio* (Osteichthyes, Cottidae) del Friuli-Venezia Giulia. *Atti dei II Convegno A.I.I.A.D.*, Torino: 17-28.
- Specchi M., Chiara G., Buda Dancevich M. - 1987 - Preliminary note on the structure of a population of *Cottus gobio* L. (Osteichthyes, Scorpaeniformes) of the Roggia Venchiaredo (Friuli-Venezia Giulia, North-eastern Italy). *Quaderni E.T.P. Udine*, 15: 1-18.
- Tellini A. - 1895 - I pesci e la pesca d'acqua dolce nel Friuli. *Annali r. Istituto tecnico di Udine*, serie II anno XII, 3-109.
- Vollestad L. A. - 1985 - Age determination and growth of yellow eels, (*Anguilla anguilla* L.), from a brackish water, Norway. *J. Fish Biol.*, 26: 521-525.
- Vollestad L. A. and Lecomte-Finger R. and Steinmetz B. - 1988 - Age determination of *Anguilla anguilla* (L.) and related species. *EIFAC Occasional Paper*, 21.

Ringraziamenti

Si ringrazia il Sig. Guido Mucchiut e il personale dell'Ente Tutela Pesca del Friuli-Venezia Giulia, in particolare i Signori Del Pin, Zanet e Spizzo per la loro preziosa collaborazione.

QUADERNI E.T.P. GIÀ PUBBLICATI

- N. 1 - 1981 - A. Rasi - E. Reisenhofer - M. Specchi: INDAGINI SU ALCUNI LAGHI DEL FRIULI-VENEZIA GIULIA.
- N. 2 - 1981 - E. Tortonese: I SALMONIDI ITALIANI.
- N. 3 - 1982 - S. Dolce - M. Specchi: CONTRIBUTO ALLA CONOSCENZA DELL'ITTIOFAUNA DI ALCUNI STAGNI DEL CARSO TRIESTINO.
- N. 4 - 1982 - F. de Cristini - M. Specchi: CONSIDERAZIONI PRELIMINARI SUL POLIMORFISMO EMOGLOBINICO IN «SALMO TRUTTA FARIO» E «SALMO GAIRDNERI» DELLE ACQUE DEL FRIULI.
- N. 5 - 1982 - M. Buda Dancevich - S. Paradisi - L. Sillani - M. Specchi: OSSERVAZIONI PRELIMINARI SULLA DISTRIBUZIONE DI ALCUNE SPECIE ITTICHE DEL FRIULI-VENEZIA GIULIA.
- N. 6 - 1983 - F. Mosetti: SINTESI SULL'IDROLOGIA DEL FRIULI-VENEZIA GIULIA.
- N. 7 - 1983 - G. A. Amirante: STUDI IMMUNOISTOCHEMICI SULLA PRESENZA DELL'ENZIMA FOSFOPROTEIN-FOSFATASI IN AVANNOTTI DI TROTA IRIDEA (SALMO GAIRDNERI RICH.).
- G. B. Delmastro - G. Forneris - C. Sarra: DIETA ESTIVA DI SALVELINUS ALPINUS (L.) Osteichthyes, Salmonidae) IN UN LAGO D'ALTA QUOTA DELLE ALPI OCCIDENTALI.
- N. 8 - 1984 - A. Mojetta: NOTIZIE SULL'ITTIOFAUNA GIULIANO-FRIULANA NELLA LETTERATURA.
- A. Di Marcotullio - G. A. Amirante - E. A. Ferrero: IL QUADRO EMATOLOGICO IN SPARUS AURATA.
 - M. Specchi - F. Stoch: STUDIO PRELIMINARE SULLE COMUNITA' PLANCTONICHE DI TRE RACCOLTE D'ACQUA NEL CARSO TRIESTINO.
- N. 9 - 1984 - P. Mosetti - F. Mosetti: UNA RELAZIONE PER LE PORTATE DEI CORSI D'ACQUA DEL FRIULI-VENEZIA GIULIA.
- F. Stoch - S. Dolce: ALIMENTAZIONE E RAPPORTI ALIMENTARI DI TRITURUS ALPESTRIS ALPESTRIS (Laur.), TRITURUS CRISTATUS CARNIFEX (Laur.) E TRITURUS VULGARIS MERIDIONALIS (Boul.). (Osservazioni sull'alimentazione degli Anfibi: III).
- N. 10 - 1985 - E. Tortonese: INTERESSE SCIENTIFICO E PRATICO DI UNA FAMIGLIA DI PESCI OSSEI: GLI ATERINIDI.
- N. 11 - 1985 - AA.VV.: IL LAGO DI RAGOGNA.
- N. 12 - 1986 - P. Mosetti - F. Mosetti: NUOVE VEDUTE SULLA FALDA ACQUIFERA DELLA PIANA FRIULANA (FRIULI-VENEZIA GIULIA).
- A. Miola: CONTRIBUTO ALLA CONOSCENZA DELLA FLORA FITOPLANCTONICA DEL FIUME STELLA (FRIULI-VENEZIA GIULIA).
 - P. Mosetti - F. Mosetti: IL FIUME NATISONE ED I FENOMENI DI CATTURA DEL SUO TRATTO MONTANO DIMOSTRATI CON UN CRITERIO GEOMATEMATICO.

- N. 13 - 1986 - G. Alessio: RECENTI EFFETTI DELLE MODIFICAZIONI AMBIENTALI SULL'ITTIOFAUNA DEL BACINO DEL PO.
- L. Sillani: OSSERVAZIONI PRELIMINARI SULLE CONDIZIONI IDROLOGICHE E SULLA FAUNA ITTICA IN UNA ROGGIA DELLA BASSA PIANURA FRIULANA.
 - F. Stravisi - M. Sandrini: IL CICLO ANNUALE DELLA TEMPERATURA E DELLA TRASPARENZA NELLE ACQUE COSTIERE DEL LAGO DI GARDA.
- N. 14 - 1986 - AA.VV.: ATTI DEL I CONVEGNO A.I.I.A.D. «LE CARTE ITTICHE E LA GESTIONE DELLE ACQUE INTERNE» (finalità e metodi di utilizzazione scientifica della risorsa idrofaunistica) - Reggio Emilia 29-30 marzo 1985.
- N. 15 - 1987 - G. Chiara - M. Specchi - M. Buda Dancevich: NOTA PRELIMINARE SULLA STRUTTURA DELLA POPOLAZIONE DI *COTTUS GOBIO* L. (OSTEICHTHYES, SCORPAENIFORMES) DELLA ROGGIA VENCHIAREDO.
- M. Buda Dancevich - M. Specchi: OSSERVAZIONI ECOLOGICHE SU UNO STAGNO DELLA BASSA FRIULANA.
 - M. Lugli: IL COMPORTAMENTO DEL GHIOZZO DI FIUME, *PADOGOBIUS MARTENSI* (Pisces, Gobiidae).
 - M. Buda Dancevich - F. Stech: ALCUNE OSSERVAZIONI SULLA DINAMICA DEI POPOLAMENTI ZOOPLANCTONICI DI UN «LAGHETTO DI CAVA» DEL FRIULI.
 - E. Colizza - R. Costa - M. L. Garofalo: LE OSTRACOFAUNE DEL LAGO INFERIORE DI FUSINE (Friuli-Venezia Giulia - Italia).
- N. 16 - 1988 - M. Buda Dancevich - L. Sillani - M. Specchi: OSSERVAZIONI SULLA STRUTTURA DELLE POPOLAZIONI DI TEMOLO, *THYMALLUS THYMALLUS* (L.) (Osteichthyes, salmoniformes) DEL FIUME TAGLIAMENTO E DEL FIUME MEDUNA.
- F. Mosetti: CONSIDERAZIONI GEOIDROLOGICHE SUL LAGO DI CAVAZZO, O DEI TRE COMUNI.
 - M. Buda Dancevich - L. Sillani: ALCUNE OSSERVAZIONI BIOMETRICHE SULLA POPOLAZIONE DI *LEUCISCUS CEPHALUS CABEDA* RISSO (Osteichthyes, Ciprinidae) DEL BACINO DELL'ISONZO.
- N. 17 - 1989 - F. Mosetti: IL CARSIAMO E L'IDROLOGIA CARSIKA.
- N. 18 - 1990 - G. Novelli: LE RISORGIVE DEL FRIULI-VENEZIA GIULIA.
- N. 19 - 1991 - S. Stefanini: IL BILANCIO IDROLOGICO DEL F. LEDRA E DELLA FALDA FREATICA DEL CAMPO DI OSOPPO-GEMONA (Provincia di Udine).