

D O R I A N A

Supplemento agli
ANNALI DEL MUSEO CIVICO DI STORIA NATURALE "G. DORIA"
GENOVA

Vol. VIII - N. 370

13.X.2011

RES LIGUSTICAE CCLXI

LUCA CIUFFARDI*¹, ANDREA BALDUZZI*,
FRANCESCO NONNIS MARZANO** & ATTILIO ARILLO*

ANALISI MORFOMETRICA DI LEUCISCINI ATIPICI
PRESENTI NEL BACINO DEL VARA-MAGRA
(LA SPEZIA, ITALIA NORD-OCCIDENTALE)

(PISCES, OSTEICHTHYES, CYPRINIDAE)

INTRODUZIONE

La sottofamiglia Leuciscinae, la più grande nell'ambito dei Cyprinidae europei, presenta un assetto sistematico, soprattutto quello legato ai generi, non ancora completamente delineato, in quanto i generi tradizionalmente riconosciuti talvolta non si rivelano congruenti con i più recenti dati di tipo morfologico e molecolare (KOTTELAT & FREYHOF 2007).

Anche tra i Ciprinidi Leuciscini italiani il quadro sistematico non risulta ancora del tutto consolidato. In particolare, a partire dagli anni Ottanta del secolo scorso fino ad oggi, sono state registrate numerose modifiche nella sistematica dei taxa tradizionalmente classificati nel genere *Leuciscus* Cuvier, 1816 (ZERUNIAN 2002), alcune delle quali non unanimemente riconosciute dal mondo scientifico (cfr. BIANCO 1983; GANDOLFI *et al.* 1991; KETMAIER *et al.* 1998;

* Università degli Studi di Genova, Dipartimento per lo Studio del Territorio e delle sue Risorse, Corso Europa 26, 16132 Genova

** Università degli Studi di Parma, Dipartimento di Biologia Evolutiva e Funzionale, Viale G. P. Usberti 11/A, 43124 Parma

¹ Referente per la corrispondenza: luca.ciuffardi@unige.it



Fig. 1 - Il bacino spezzino del Vara-Magra da cui provengono tutti gli esemplari, sia atipici che riconducibili a specie note, esaminati nello studio.

MANARESI *et al.* 1997; ZERUNIAN 2002). Negli ultimi vent'anni del secolo scorso, inoltre, nell'ambito della sottofamiglia è stata descritta una nuova specie endemica italiana (ZERUNIAN 1982) e sono stati evidenziati fenomeni di ibridazione intergenerica (BIANCO & TARABORELLI 1985; MALDINI *et al.* 2007).

Per quel che riguarda il bacino del Vara-Magra (SP) ricerche precedenti hanno mostrato che un gruppo di Ciprinidi presenta caratteri non pienamente riconducibili a quelli caratterizzanti le altre specie simpatriche (Fig. 2) e ciò ha portato a suggerire che questo taxon atipico sia separato dalle altre specie di leuciscini esaminate (CIUFFARDI *et al.* 2010).



Fig. 2 - Esemplare di Ciprinide Leuciscino atipico del bacino del Vara-Magra (SP).

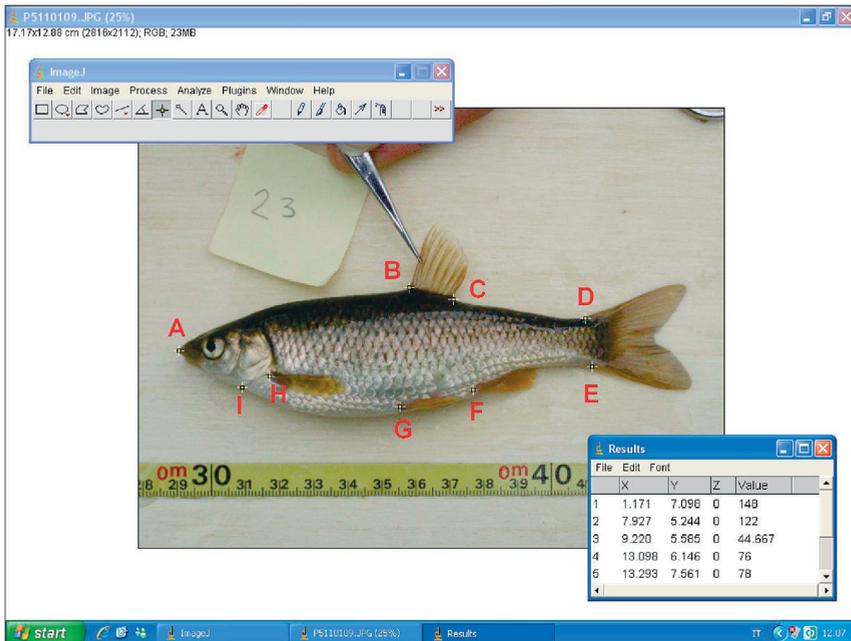


Fig. 3 - Esemplare atipico su cui sono posizionati i 9 landmarks impiegati per l'analisi dei caratteri morfometrici attraverso la tecnica del truss network.

Il presente lavoro, realizzato in collaborazione con la Polizia Provinciale della Spezia Sez. Faunistica, ha avuto lo scopo di verificare con un approccio sperimentale diverso l'esistenza di differenze statisticamente significative nella morfometria del gruppo atipico rispetto a quella degli altri Ciprinidi simpatrici e di contribuire alla comprensione della posizione sistematica del gruppo atipico.

MATERIALI E METODI

Lo studio è stato effettuato su animali del bacino spezzino del Vara-Magra (Fig. 1) e ha preso in considerazione 12 esemplari di Ciprinidi atipici, 8 esemplari di cavedano *Leuciscus cephalus* (L., 1758) [indicato dagli specialisti anche con i binomi *Squalius cephalus* o *Squalius squalus* (Bonaparte, 1837)], 9 esemplari di vairone *Leuciscus souffia muticellus* Bonaparte, 1837 (a sua volta indicato anche col binomio *Telestes muticellus*) e 13 esemplari di rovella *Rutilus rubilio* (Bonaparte, 1837). La cattura dei pesci da esaminare è stata effettuata mediante pesca elettrica, attraverso l'impiego di un elettroscandaglio spallabile a batteria. Gli animali sono stati anestetizzati mediante immersione temporanea in una soluzione di anestetico MS222 (tricaina metansulfonato), quindi ogni esemplare è stato fotografato su di un'apposita tavoletta centimetrata con una macchina digitale Olympus $\mu 600$.

L'analisi dei caratteri morfometrici è stata effettuata attraverso la tecnica del truss network (STRAUSS & BOOKSTEIN 1982), mediante l'utilizzo di 9 landmarks collocati sul profilo del pesce in punti anatomicamente significativi (Fig. 3). Per ciascun taxon le distanze tra i landmarks sono state acquisite ed elaborate, sotto forma di medie e deviazioni standard, attraverso l'impiego del software ImageJ 1.37v (National Institutes of Health, USA) e Microsoft Excel. Nell'elaborazione dei dati tutti i valori sono stati espressi in termini di rapporto percentuale rispetto alla lunghezza totale, al fine di eliminare l'effetto della variabilità legata alla taglia dei pesci.

Il confronto tra le misure corporee ricavate è stato effettuato utilizzando i test statistici dell'Anova a una via e di Student-Newman-Keuls mediante l'impiego del software Primer 1.0 (GLANTZ 1988), nonché applicando il test dell'Analisi Discriminante attraverso l'uti-

lizzo di Minitab 15 Statistical Software (Minitab Inc.).

RISULTATI

Dall'analisi di medie e deviazioni standard relative alle distanze tra i landmarks si può notare che risultano significativamente diffe-

Tab. I - Medie e deviazioni standard delle distanze tra i landmarks espresse in termini di rapporto percentuale rispetto alla LT. Le sigle indicano le distanze tra i punti raffigurati in Fig. 3.

TAXA		AB	AC	AD	AE	AF	AG	AH	AI	BC
Atipici SP	Media	46,84	55,56	82,17	82,52	60,63	44,48	18,96	14,87	9,53
	Dev. St.	1,01	1,21	1,21	1,13	1,31	1,22	0,89	0,77	0,63
<i>Leuciscus cephalus</i>	Media	44,61	53,67	80,11	79,94	59,094	42,75	18,52	14,68	9,63
	Dev. St.	1,24	1,10	0,64	1,32	1,40	1,79	0,69	0,39	0,48
<i>Leuciscus souffia</i>	Media	44,40	53,51	81,85	81,92	60,48	41,67	19,42	14,42	9,85
	Dev. St.	1,60	1,53	1,03	1,46	2,37	1,92	0,81	0,96	0,50
<i>Rutilus rubilio</i>	Media	43,55	53,83	81,61	80,88	59,11	42,19	18,43	13,58	11,42
	Dev. St.	1,05	1,21	1,46	1,41	1,27	1,08	0,52	0,39	0,84

TAXA		BD	BE	BF	BG	BH	BI	CD	CE	CF
Atipici SP	Media	37,01	40,26	24,59	23,09	32,40	37,95	27,52	31,00	18,61
	Dev. St.	1,61	1,77	0,59	1,15	1,04	0,88	1,38	1,74	0,60
<i>Leuciscus cephalus</i>	Media	36,87	39,06	23,48	19,68	29,72	35,29	27,25	29,74	17,44
	Dev. St.	1,209	1,135	0,550	0,719	1,070	1,216	0,953	0,834	0,344
<i>Leuciscus souffia</i>	Media	39,03	41,50	25,12	20,88	29,65	35,70	29,21	31,86	18,27
	Dev. St.	1,74	1,93	1,01	0,84	1,52	1,38	1,41	1,78	0,82
<i>Rutilus rubilio</i>	Media	40,51	42,58	25,95	21,57	29,20	35,49	29,09	31,47	18,21
	Dev. St.	1,41	1,54	1,03	0,80	0,95	0,99	1,34	1,20	0,77

TAXA		CG	CH	CI	DE	DF	DG	DH	DI	EF
Atipici SP	Media	24,14	39,81	45,46	10,32	26,13	42,74	65,03	70,61	22,72
	Dev. St.	1,01	1,18	1,09	0,80	1,24	1,73	1,34	1,29	1,28
<i>Leuciscus cephalus</i>	Media	21,39	37,69	43,28	9,16	24,98	40,96	62,94	68,34	21,61
	Dev. St.	0,87	1,05	1,16	0,40	1,24	1,55	1,11	0,88	1,39
<i>Leuciscus souffia</i>	Media	22,58	37,31	43,60	9,51	25,51	44,09	64,21	70,54	22,26
	Dev. St.	0,71	1,44	1,41	0,58	1,56	1,40	0,94	1,29	1,85
<i>Rutilus rubilio</i>	Media	22,46	37,87	44,34	9,32	25,74	42,62	64,26	70,59	22,25
	Dev. St.	0,76	1,04	1,18	0,89	1,58	1,35	1,47	1,51	1,36

Tab. I - (*Continued*) Medie e deviazioni standard delle distanze tra i landmarks espresse in termini di rapporto percentuale rispetto alla LT. Le sigle indicano le distanze tra i punti raffigurati in Fig. 3.

TAXA		EG	EH	EI	FG	FH	FI	GH	GI	HI
Atipici SP	Media	40,13	64,43	69,81	17,43	42,13	47,38	25,58	30,51	5,70
	Dev. St.	1,70	1,29	1,38	1,12	1,08	1,20	0,95	1,00	0,68
<i>Leuciscus cephalus</i>	Media	38,56	62,02	67,18	17,00	40,85	45,84	24,29	29,04	5,60
	Dev. St.	1,54	1,51	1,44	0,84	1,22	1,34	1,33	1,58	0,39
<i>Leuciscus souffia</i>	Media	41,90	63,40	69,60	19,68	41,54	47,65	22,34	28,23	6,38
	Dev. St.	1,28	1,20	1,33	1,20	2,02	2,28	1,45	1,45	0,61
<i>Rutilus rubilio</i>	Media	39,85	62,88	68,97	17,61	40,89	46,86	23,78	29,47	6,50
	Dev. St.	1,04	1,36	1,51	1,35	1,18	1,31	0,86	1,30	0,56

renti in particolare le distanze complessivamente legate al maggior sviluppo in altezza dei Ciprinidi atipici rispetto agli altri taxa considerati (Tabb. I e II).

Osservando i valori di quelle distanze che vanno a costituire ipotetiche ipotenuse di triangoli formati da un asse orizzontale e dalla sua perpendicolare passanti per il centro del corpo (come AB, AG), o valutando direttamente le misure di altezza del corpo (BG) e del peduncolo caudale (DE), si può evincere come gli atipici spezzini presentino valori che esprimono una struttura corporea complessivamente più tozza rispetto a quella delle altre specie analizzate. Nel dettaglio, i Ciprinidi atipici risultano statisticamente differenti da tutti gli altri taxa esaminati per i parametri AB, AC, AG, BH, BI, CH, CI, DI, DE.

Rispetto a *Leuciscus cephalus*, taxon più affine ai Ciprinidi atipici secondo CIUFFARDI *et al.* (2010) tra quelli esaminati nel presente studio, gli atipici spezzini presentano una struttura corporea nettamente più robusta e meno slanciata. Il cavedano infatti si differenzia statisticamente dagli altri tre taxa proprio per i parametri AD, CF ed EI, che ne rivelano la corporatura più snella e longilinea.

Il vairone si discosta statisticamente dagli altri taxa per una maggior distanza tra l'attaccatura delle pinne ventrali e quella delle pinne anale e caudale (parametri EG e FG). *Rutilus rubilio* infine risulta statisticamente differente dagli altri taxa per il capo media-

Tab. II - Significatività delle differenze ($P < 0,05$) tra i taxa sulla base delle distanze tra i landmarks (ANOVA a una via e test di Student-Newman-Keuls). Le sigle indicano le distanze tra i punti raffigurati in Fig. 3.

TAXA	AB	AC	AD	AE	AF	AG	AH	AI	BC	BD	BE	BF
ATIPICI SP - ROVELLA	$P < 0,05$	$P < 0,05$		$P < 0,05$		$P < 0,05$		$P < 0,05$				
ATIPICI SP - VAIRONE	$P < 0,05$	$P < 0,05$			$P < 0,05$					$P < 0,05$		
ATIPICI SP - CAVEDANO	$P < 0,05$	$P < 0,05$	$P < 0,05$	$P < 0,05$		$P < 0,05$			$P < 0,05$	$P < 0,05$	$P < 0,05$	$P < 0,05$
CAVEDANO - ROVELLA			$P < 0,05$					$P < 0,05$				
CAVEDANO - VAIRONE			$P < 0,05$	$P < 0,05$			$P < 0,05$		$P < 0,05$	$P < 0,05$	$P < 0,05$	$P < 0,05$
VAIRONE - ROVELLA							$P < 0,05$					

TAXA	BG	BH	BI	CD	CE	CF	CG	CH	CI	DE	DF	DG
ATIPICI SP - ROVELLA	$P < 0,05$	$P < 0,05$	$P < 0,05$	$P < 0,05$			$P < 0,05$					
ATIPICI SP - VAIRONE	$P < 0,05$	$P < 0,05$	$P < 0,05$	$P < 0,05$			$P < 0,05$					
ATIPICI SP - CAVEDANO	$P < 0,05$	$P < 0,05$	$P < 0,05$	$P < 0,05$		$P < 0,05$						
CAVEDANO - ROVELLA			$P < 0,05$		$P < 0,05$		$P < 0,05$					$P < 0,05$
CAVEDANO - VAIRONE			$P < 0,05$	$P < 0,05$	$P < 0,05$		$P < 0,05$					$P < 0,05$
VAIRONE - ROVELLA					$P < 0,05$		$P < 0,05$					$P < 0,05$

TAXA	DH	DI	EF	EG	EH	EI	FG	FH	FI	GH	GI	HI
ATIPICI SP - ROVELLA					$P < 0,05$					$P < 0,05$		$P < 0,05$
ATIPICI SP - VAIRONE				$P < 0,05$			$P < 0,05$			$P < 0,05$	$P < 0,05$	$P < 0,05$
ATIPICI SP - CAVEDANO	$P < 0,05$				$P < 0,05$	$P < 0,05$	$P < 0,05$					
CAVEDANO - ROVELLA		$P < 0,05$		$P < 0,05$		$P < 0,05$						$P < 0,05$
CAVEDANO - VAIRONE		$P < 0,05$			$P < 0,05$	$P < 0,05$	$P < 0,05$					
VAIRONE - ROVELLA				$P < 0,05$		$P < 0,05$	$P < 0,05$			$P < 0,05$	$P < 0,05$	$P < 0,05$

Tab. III - Analisi discriminante condotta sulla base dei parametri AB, AD, AG, AI, BC, BG, CF, EG, EI e FG. Con "a" è indicato il gruppo dei Ciprinidi atipici; con "b" il cavedano; con "c" il vairone; con "d" la rovella.

Discriminant Analysis: gruppo versus AB; AD; AG; AI; BC; BG; CF; EG; EI; FG
Linear Method for Response: gruppo

Predictors: AB; AD; AG; AI; BC; BG; CF; EG; EI; FG

Group	a	b	c	d
Count	12	8	9	13

Summary of classification

Put into Group	True Group			
	a	b	c	d
a	12	0	0	0
b	0	8	0	0
c	0	0	9	0
d	0	0	0	13
Total N	12	8	9	13
N correct	12	8	9	13
Proportion	1.000	1.000	1.000	1.000

N = 42

N Correct = 42

Proportion Correct = 1.000

mente più corto nella sua parte inferiore nonché per la base della pinna dorsale mediamente più lunga (AI e BC).

L'analisi discriminante condotta sulla base dei parametri AB, AD, AG, AI, BC, BG, CF, EG, EI e FG mostra una differenziazione altamente significativa tra i taxa esaminati, tale da discriminare i quattro gruppi con una proporzione di previsioni corrette pari a 1,00 (Tab. III).

DISCUSSIONE E CONCLUSIONI

L'analisi dei risultati evidenzia come i Ciprinidi atipici, collocati da CIUFFARDI *et al.* (2010) all'interno del genere *Leuciscus* sulla base delle strutture dentarie, presentino una struttura corporea significativamente più tozza rispetto a quella delle altre specie analizzate;

questo fatto permette di rafforzare l'ipotesi di una chiara separazione tra gli atipici spezzini e il cavedano, separazione già delineata da CIUFFARDI *et al.* (2010) sia da un punto di vista meristico, sia per quanto riguarda la distanza genetica.

L'insieme dei dati raccolti nell'ambito delle ricerche fin qui condotte sui Ciprinidi atipici presenti nel bacino spezzino del Vara-Magra consente quindi di evidenziare come gli esemplari atipici costituiscano un'entità peculiare e ben distinta rispetto agli altri taxa appartenenti alla sottofamiglia Leuciscinae, entità dotata di caratteristiche morfo-meristiche e genetiche chiaramente differenziate rispetto a quelle che contraddistinguono *Leuciscus cephalus*, *Leuciscus souffia muticellus* e *Rutilus rubilio*.

RINGRAZIAMENTI

Si ringraziano sentitamente Ivano Bassani, Eleonora Landini, Massimo Lorenzoni, Fernando Pacciolla, Davide Pini e Aldo Sani per la preziosa collaborazione prestata, a vario titolo, nella realizzazione della ricerca.

BIBLIOGRAFIA

- BIANCO P.G., 1983 - *Leuciscus lucumonis* n. sp. from Italy - *Senck. biol.*, Frankfurt am Main, 64: 81-87.
- BIANCO P.G. & TARABORELLI T., 1985 - Contributo alla conoscenza del genere *Rutilus* Rafinesque in Italia e nei Balcani occidentali (Pisces, Cyprinidae) - *Boll. Mus. reg. Sci. Nat. Torino*, 3: 131-172.
- CIUFFARDI L., MALDINI M., BALDUZZI A. & ARILLO A., 2010 - Caratterizzazione meristica e genetica di Ciprinidi atipici presenti nel bacino spezzino del Magra-Vara - *Studi trent. Sci. nat., Acta biol.*, Trento, 87 (2010): 171-174.
- GANDOLFI G., ZERUNIAN S., TORRICELLI P. & MARCONATO A., 1991 - I pesci delle acque interne italiane - Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato, Roma, 617 pp.
- GLANTZ S.A., 1988 - Statistica per discipline bio-mediche. II edizione - McGraw-Hill Libri Edit., Milano, 347 pp.
- KETMAIER V., COBOLLI M., DE MATTHAEIS E. & BIANCO P.G., 1998 - Allozymic variability and biogeographic relationships in two *Leuciscus* species complexes (Cyprinidae) from southern Europe, with the rehabilitation of the genus *Telestes* Bonaparte - *Ital. J. Zool.*, Roma, 65, suppl.: 41-48.
- KOTTELAT M. & FREYHOF J., 2007 - Handbook of European freshwater fishes - Ed. Kottelat, Cornol, Switzerland and Freyhof, Berlin, Germany, 646 pp.
- MALDINI M., VAGHI M., NONNIS MARZANO F., GANDOLFI G., PRIGIONI C. & PERCUDANI R., 2007 - Ibridazione intergenerica tra i Ciprinidi *Rutilus rubilio* (Bonaparte 1837) e *Leuciscus cephalus* L. 1758 valutata mediante l'analisi di aplotipi mitocondriali - *Quad. ETP*, Udine, 34 (2006): 63-67.

- MANARESI S., MANTOVANI B. & ZACCANTI F., 1997 - Comparison of isozymic and muscle protein in three taxa of *Leuciscus* from northern Italy - *Ital. J. Zool.*, Roma, 64: 215-220.
- STRAUSS R.E. & BOOKSTEIN F.L., 1982 - The truss: body for reconstructions in morphometrics - *Systematic Zool.*, Oxford, 31 (2): 113-135.
- ZERUNIAN S., 1982 - A new Cyprinid from Italy: *Rutilus erythrophthalmus* n. sp. - IV Congr. Europ. Ichthyol. Union, Hamburg, Abstract n. 346.
- ZERUNIAN S., 2002 - Condannati all'estinzione? Biodiversità, biologia, minacce e strategie di conservazione dei Pesci d'acqua dolce indigeni in Italia - Edagricole, Bologna, X + 220 pp.
- ZERUNIAN S., 2004 - Pesci delle acque interne d'Italia - *Quad. Cons. Natura*, 20, Min. Amb., Ist. Naz. Fauna Selv., Ozzano Emilia, 257 pp.

RIASSUNTO

Ricerche precedenti hanno mostrato che un gruppo di Ciprinidi presenti nel bacino Vara-Magra presenta caratteri non pienamente riconducibili a quelli caratterizzanti le altre specie simpatriche di Ciprinidi e ciò ha portato a suggerire che questo taxon "atipico" sia separato dalle altre specie esaminate [*Leuciscus cephalus* (indicato anche come *Squalius cephalus* o *S. squalus*), *Leuciscus souffia muticellus* (indicato anche come *Telestes muticellus*) e *Rutilus rubilio*].

Questo lavoro ha avuto lo scopo di verificare con un approccio sperimentale basato sulla tecnica del truss network, l'esistenza di differenze statisticamente significative nella morfometria del gruppo atipico rispetto a quella degli altri Ciprinidi simpatrici e di contribuire alla comprensione della posizione sistematica del gruppo atipico.

I risultati hanno evidenziato una struttura corporea degli atipici spezzini significativamente più tozza rispetto a quella di *L. cephalus*, *L. souffia muticellus* e *R. rubilio*, tale da permettere di rafforzare l'ipotesi di una chiara separazione tra il taxon atipico e le altre specie note esaminate.

ABSTRACT

Morphometric analysis of atypical Cyprinids from Vara-Magra basin (La Spezia, North-west Italy).

Some previous researches showed that an atypical group of Cyprinids from Vara-Magra basin exhibits meristic and genetic characters different from other sympatric species of Cyprinids. Based on preliminary data, we supposed that the atypical group represents a separate taxon from the other sympatric ones. In order to contribute to the understanding of the systematic position of the atypical group, we carried out additional investigations by a truss-network procedure on morphometric characters of Cyprinids collected from Vara-Magra basin.

Results confirmed that atypical specimens have body proportions significantly more stocky in comparison with those found in *Leuciscus cephalus* (also named *Squalius cephalus* or *S. squalus*), *Leuciscus souffia muticellus* (also named *Telestes muticellus*) and *Rutilus rubilio*. On the whole, these findings support our suggestion that atypical specimens may belong to an independent species.

