

Caratteri morfometrici e meristici di Salmerino alpino *Salvelinus alpinus* (L.) in cinque laghi del versante meridionale delle Alpi (Trentino)

Francesca Ciutti¹*, Giuliano Luigi Gandolfi¹, Andrea Gandolfi¹, Marco Olivari²

¹ Istituto Agrario di S. Michele all'Adige. Via E. Mach, 1. S. Michele all'Adige (Trento)

² Provincia Autonoma di Trento. Servizio Foreste e Fauna, Via G. B. Trener, 3 - Trento

* Referente per la corrispondenza (ciutti@iasma.it)

Riassunto

Le popolazioni di *Salvelinus alpinus* (L.) dei laghi del versante meridionale delle Alpi (Trentino ed Alto Adige) sono considerate autoctone e avrebbero avuto origine come relitti glaciali a seguito della glaciazione del Würm, sebbene alcuni autori ipotizzano che tali ambienti fossero in origine privi di fauna ittica e che la presenza di salmerino possa essere l'effetto di introduzione con materiale di provenienza austriaca in tempi storici (XV secolo) ad opera di Massimiliano I.

S. alpinus è considerata una specie polimorfica e politipica, per cui studi sui polimorfismi regionali possono contribuire a fornire una chiave di lettura della struttura del gruppo e sui modelli di microevoluzione.

I risultati dello studio relativo all'indagine sui caratteri morfometrici e meristici delle popolazioni di 5 laghi trentini (Lago di Erdemolo, Lago Grande di Rava, Lago di Costabrunella, Lago Corvo Maggiore, Lago Casarina) mostrano che esistono differenze significative dei caratteri meristici fra i diversi laghi, ad eccezione del numero di branchiospine. Anche i valori descrittivi della forma degli individui sono in grado di caratterizzare il polimorfismo degli individui in diversi ambienti.

PAROLE CHIAVE: *Salvelinus alpinus* / caratteri morfometrici / caratteri meristici / laghi alpini / Trentino

Morphometric and meristic characters of Arctic charr *Salvelinus alpinus* L. in five lakes of the southern Alps

Salvelinus alpinus (L.) populations occurring in some lakes of the southern Alps (Trentino Alto Adige region) are considered native and originated as relicts of the Würm glaciation, although some authors suggested that their presence could be the effect of stocking from Austrian lakes, practiced in the late 15th century during Maximilian I reign.

S. alpinus is considered a polymorphic and politipic species, whose patterns and mechanisms of microevolution can be better understood by studies on local polymorphisms. The present analysis of meristic and morphometric characters in the populations of five lakes in Trentino (Lago di Erdemolo, Lago Grande di Rava, Lago di Costabrunella, Lago Corvo Maggiore, Lago Casarina) shows significant differences among the populations under study, except for gill rakers. Also, morphometric measurements reveal some peculiarities in the shape of arctic charr individuals from different lakes.

KEY WORDS: *Salvelinus alpinus* / meristic characters / morphometric characters / alpine lakes / Trentino

INTRODUZIONE

Le popolazioni di *Salvelinus alpinus* (L.) dei laghi del versante meridionale delle Alpi (Trentino ed Alto Adige) sono considerate autoctone da alcuni autori e avrebbero avuto origine come relitti glaciali a seguito della glaciazione del Würm (TORTONESE, 1970; GANDOLFI

et al., 1991; BETTI, 1993, 2003, 2004; ZERUNIAN, 2002). Altri autori invece ipotizzano che la presenza del salmerino in tali ambienti sia riconducibile ad intervento umano ed in particolare all'immissione di materiale proveniente dall'Austria in tempi storici (XV secolo) ad opera di

Massimiliano I (PECHLANER, 1984; MACHINO, 1999; PICCININI et al., 2004). In Trentino il salmerino è presente in circa 50 ambienti lacustri: in alcuni di essi sono presenti popolazioni considerate con ogni probabilità autoctone o derivate da popolazioni autoctone e non inquinate

da immissioni artificiali; in altri il salmerino è stato introdotto o ripopolato con materiale di provenienza italiana e probabilmente tedesca (PROVINCIA AUTONOMA DI TRENTO, 2001).

S. alpinus è considerata una specie polimorfica e politipica, per cui studi sui polimorfismi regionali possono contribuire a fornire una chiave di lettura della struttura del gruppo e sui modelli di microevoluzione. L'analisi dei caratteri meristici e morfometrici su *S. alpinus*, in particolare, è stata già utilizzata per distinguere popolazioni allopatriche (TRYCVE *et al.*, 1995; SECOR, 1999; ALEKSEYEV *et al.*, 2002; O'CONNELL e DEMPSON, 2002; KLEMETSEN *et al.*, 2002) o al fine di individuare differenze fra morfotipi simpatici, evidenziati principalmente in ambienti lacustri di grandi dimensioni e profondità in Norvegia, Canada e Russia e che concorrono a definire quello che è stato definito da NORDENG (1983) "the charr problem".

Pertanto la descrizione dei caratteri morfometrici e meristici può fornire un contributo nella definizione di eventuali peculiarità nelle diverse popolazioni e nella descrizione della plasticità fenotipica, intesa come "la capacità di un singolo genotipo di produrre più

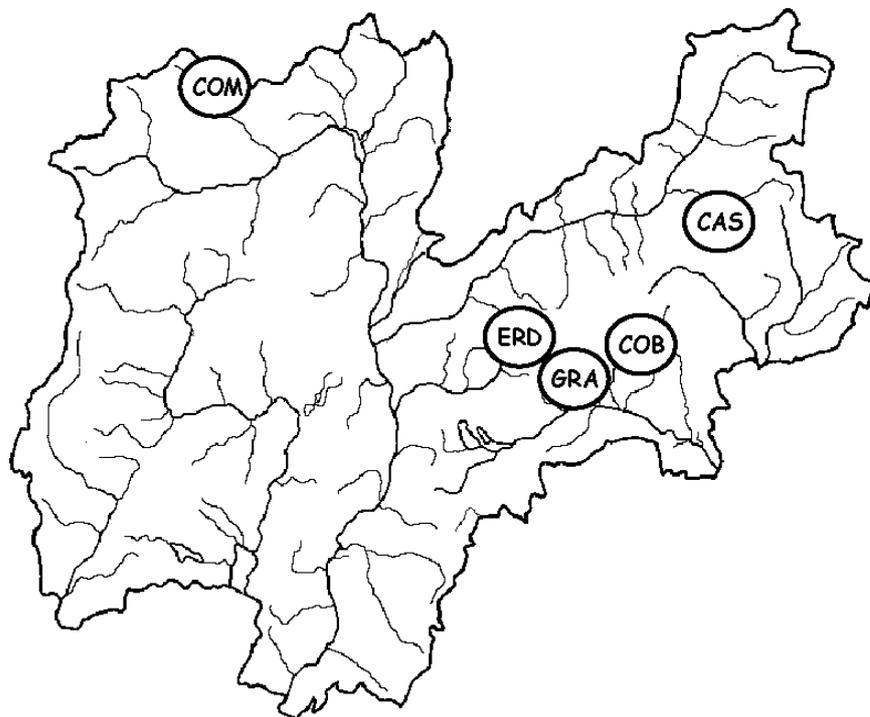


Fig. 1. Localizzazione dei 5 laghi nella provincia di Trento (COM = Corvo maggiore; CAS = Casarina; ERD = Erdemolo; GRA = Grande di Rava; COB = Costabrunella)

di una forma alternativa di morfologia, stato fisiologico, e/o comportamento in relazione alle condizioni ambientali" (WEST-EBERHARD, 1989), come "variazione fenotipica influenzata dall'ambiente" (STEARNS, 1989) oppure come "qualsiasi cambiamento nelle caratteristiche di un organismo in risposta ad un segnale ambientale (SCHLICHTING e

SMITH, 2002). Il presente studio è stato condotto nell'ambito del progetto di ricerca "Diversità genetica e potenzialità di acquacoltura delle popolazioni naturali di Salmonidi in Trentino", con la collaborazione amministrativa, tecnica e logistica del Servizio Foreste e Fauna della Provincia Autonoma di Trento.

Tab. I. Principali caratteristiche dei laghi.

	Casarina ¹	Costabrunella ²	Grande di Rava ²	Erdemolo ²	Corvo maggiore ²
Codice	CAS	COB	GRA	ERD	COM
Bacino idrografico	Avisio	Brenta	Brenta	Fersina	Noce
Latitudine nord		46° 07' 55"	46° 05' 03"	46° 06' 37"	46° 26' 30"
Longitudine est		0° 52' 30"	1° 02' 30"	1° 04' 35"	1° 38' 20"
Altitudine (m slm)	2088	2003	1702	1994	2462
Lunghezza (m)	67	534	200	200	260
Larghezza (m)	26	314	50	140	200
Profondità massima (m)	6	60,6	-	10	-
Profondità media (m)	1,96	31,1	-	-	-
Superficie (m ²)	1.565	108.210	8.700	15.500	40.000
Volume massimo (m ³)	3.071	3.363.800			
Origine		modificato a scopo idroelettrico	glaciale	circo	circo
Litologia zona circostante	porfido	granito	porfido	porfido, detrito	micascisti

Fonte dei dati: 1= BOSCAINI, 2005; 2= TOMASI, 1962

AREA DI STUDIO

Lo studio è stato svolto attraverso l'analisi di esemplari appartenenti a popolazioni di 5 laghi d'alta quota trentini localizzati in differenti bacini idrografici: Lago di Erdemolo (bacino del T. Fersina), Lago Grande di Rava e Lago di Costabrunella (bacino del F. Brenta), Lago Corvo Maggiore (bacino del Noce), Lago Casarina (bacino del T. Avisio) (Fig. 1).

Gli ambienti di studio sono siti ad altitudine elevata, di dimensioni e profondità ridotte; i principali parametri descrittivi della morfologia lacustre sono riportati in tabella I. Il lago Casarina ed Erdemolo sono stati classificati, rispettivamente nel 2000 e nel 1996 come ambienti oligotrofici, mentre il lago Corvo nel 2001 è stato descritto come ambiente ultraoligotrofico (archivio Istituto Agrario, dati non pubblicati).

Per quanto riguarda l'origine delle popolazioni di *S. alpinus*, quelle di Casarina, Costabrunella e Corvo Maggiore sono ritenute autoctone; per il lago di Erdemolo è nota una reintroduzione del salmerino effettuata con materiale proveniente dal lago di Molveno (Trentino) e probabilmente con materiale di provenienza austriaca, mentre per il lago Grande di Rava è segnalata una reintroduzione dello stesso con materiale proveniente dalla Germania (PROVINCIA AUTONOMA DI TRENTO, 2001).

MATERIALI E METODI

Gli esemplari del Lago di Erdemolo (n=5) e Costabrunella (n=6)

sono stati catturati tramite posizionamento di reti e successivo ritiro delle stesse il giorno seguente, nell'ambito delle attività di monitoraggio per la Carta Ittica della Provincia Autonoma di Trento; gli esemplari di Corvo Maggiore (n=7), Casarina (n=10) e Lago Grande di Rava (n=5) sono stati catturati da personale delle associazioni dilettanti di pesca a seguito di specifiche battute di pesca. Tutti i campionamenti sono stati effettuati nel periodo luglio-settembre 2002.

I campioni, conservati a -20 °C, sono quindi stati esaminati in laboratorio. Per ogni esemplare sono stati analizzati i seguenti caratteri meristici: numero di scaglie linea laterale (SLL sx), Numero dei raggi della pinna pettorale (Rpp dx-sx), pelvica (Rpv dx-sx) e dorsale (Rpd), numero di branchiospine del 1° arco branchiale (b1°a sx); il conteggio del numero delle vertebre è stato effettuato a seguito di esame radiografico degli esemplari.

Sono inoltre state rilevate 13 misure descrittive delle caratteristiche morfometriche degli esemplari: lunghezza totale (LT), lunghezza standard (LS), lunghezza alla furca (LF), lunghezza pinna dorsale (Lpd), altezza massima (Amax), altezza minima (Amin), lunghezza pinna pettorale (Lpp), lunghezza pinna pelvica (Lpv), lunghezza capo (Lcp), lunghezza spazio preorbitale (Lpro), lunghezza spazio postorbitale (Lpso), larghezza orbita (Dor v) verticale, larghezza orbita (Dor o) orizzontale.

L'analisi di eventuali differenze tra laghi per quanto concerne i

singoli caratteri meristici è stata condotta attraverso one-way ANOVA e post-hoc comparison (SNK multiple range test). I valori riferiti ai caratteri morfometrici di ogni esemplare per l'elaborazione statistica sono stati normalizzati e riportati al valore di LT.

RISULTATI

L'analisi dei caratteri meristici evidenzia delle divergenze rispetto a quanto riportato in bibliografia: in particolare il numero di scaglie della linea laterale (SLL) è, quando si considerino gli esemplari di tutti i 5 laghi, compreso tra 110 e 145, quindi notevolmente inferiore rispetto al valore di 195-200 indicato da TORTONESE (1970) e di 190-240 riportato da GANDOLFI *et al.*, (1991) (Tab. II). Per lo stesso carattere MALDINI *et al.* (2004), nell'analisi di 5 popolazioni di salmerino alpino italiane ed austriache, osserva valori simili a quelli da noi osservati nei 5 laghi trentini; ALEKSEYEV *et al.* (2002) in popolazioni di 21 laghi russi rileva un numero di SLL variabile da 114 a 146.

L'analisi statistica dei caratteri meristici, condotta sui dati riferiti al solo lato destro nel caso di caratteri pari, evidenzia che gli esemplari di Costabrunella risultano significativamente diversi da quelli di tutti gli altri laghi per il numero di raggi della pinna ventrale (Rpv) e dai laghi Erdemolo, Casarina e Grande per i raggi della pinna dorsale (Rpd). I salmerini di Erdemolo sono diversi da quelli di Corvo Maggiore, Casarina e Costabrunella per

Tab. II. Caratteri meristici.

	Casarina (N=10)		Grande (N=5)		Erdemolo (N=5)		Corvo Maggiore (N=7)		Costabrunella (N=6)	
	range	media	range	media	range	media	range	media	range	media
n° scaglie linea laterale (SLL)	122-130	126,0	129-136	132,6	130-145	138,0	115-131	123,6	110-137	126,8
n° raggi pinna pettorale (Rpp) dx	11-13	12,3	13-14	13,2	13-15	13,6	10-13	11,9	12-14	12,8
n° raggi pinna pettorale (Rpp) sx	12-13	12,3	13-13	13,0	13-15	13,8	11-13	12,0	12-14	13,0
n° raggi pinna pelvica (Rpv) dx	9-9	9,0	8-9	8,8	9-9	9,0	9-9	9,0	9-10	9,5
n° raggi pinna pelvica (Rpv) sx	9-10	9,1	9-9	9,0	9-9	9,0	9-9	9,0	9-10	9,3
n° raggi pinna dorsale (Rpd)	11-13	12,0	12-12	12,0	11-12	11,8	11-13	12,4	12-13	12,8
n° branchiospine 1° arco (b 1°a)	23-26	24,2	22-25	23,8	17-24	21,2	21-25	23,6	17-26	23,5
n° vertebre	63-65	63,8	61-64	62,6			60-64	62,6	62-68	65,3

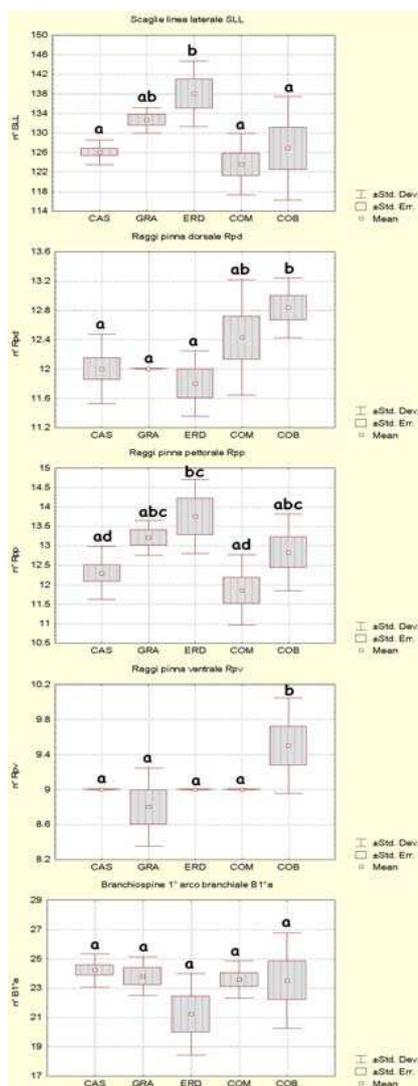


Fig. 2. Boxplot di alcuni caratteri meristici. A lettera diversa corrisponde una differenza significativa ($p < 0.05$). (COM = Corvo maggiore; CAS = Casarina; ERD = Erdemolo; GRA = Grande di Rava; COB = Costabrunella)

il numero di scaglie della linea laterale (SLL) (Fig. 2).

L'analisi dei dati morfometrici permette di evidenziare alcune differenze fra gli esemplari dei vari ambienti di studio. La cluster analysis, in particolare, mostra due raggruppamenti ben distinti riferibili agli esemplari dei laghi Grande e Corvo Maggiore (Fig. 3).

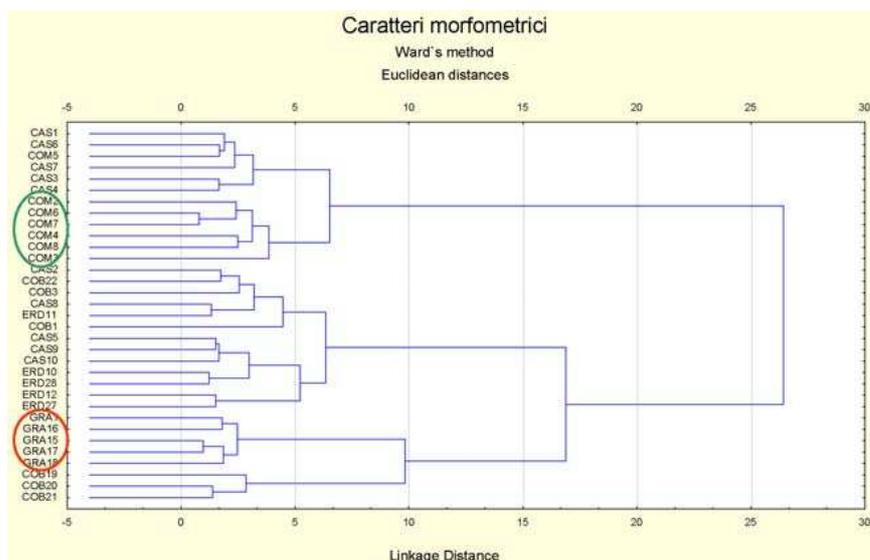


Fig. 3. Dendrogramma relativo all'analisi dei caratteri morfometrici. (COM = Corvo maggiore; CAS = Casarina; ERD = Erdemolo; GRA = Grande di Rava; COB = Costabrunella)

DISCUSSIONE E CONCLUSIONI

Il presente lavoro permette di rilevare alcune peculiarità delle popolazioni oggetto di studio, sia per quanto concerne i caratteri meristici, sia per la forma degli esemplari, descritta attraverso l'analisi dei caratteri morfometrici. La plasticità dei caratteri meristici è stata d'altronde ampiamente studiata: il numero di parti formate nello sviluppo dei pesci può essere influenzato dall'ambiente; in conseguenza di ciò, i caratteri meristici sono influenzati da un'ampia varietà di fattori ambientali compresi la salinità, la luce, l'ossigeno disciolto e la temperatura, così come i caratteri morfometrici, che in più variano continuamente durante l'intero ciclo vitale (SWAIN e FOOTE, 1999).

Per le dimensioni esigue e la profondità modesta degli ambienti studiati si esclude la presenza di morfotipi simpatrici, per altro osservati in ambienti lacustri di notevoli dimensioni (HESTHAGEN *et al.*,

1995; ALEKSEYEV *et al.*, 2002; O'CONNELL e DEMPSON, 2002); la presenza ipotizzata da BETTI (1993) di morfe simpatriche nella popolazione di salmerino alpino in un ambiente lacustre trentino (Lago di Tovel) deve essere ulteriormente indagata. Risulta pertanto che la descrizione dei caratteri morfometrici e meristici possa contribuire a evidenziare differenze ricollegabili alla plasticità fenotipica dovuta ad adattamento nei diversi ambienti, come in effetti è stato in parte rilevato da questo lavoro, anche se aspetti di correlazione tra i suddetti caratteri ed i fattori ambientali andrebbero approfonditi.

RINGRAZIAMENTI

Si ringraziano i volontari ed i guardapesca dell'Associazione pescatori Sollandri, della Magnifica Comunità di Fiemme, dell'Associazione Pescatori di Predazzo e dell'Associazione Pescatori Dilettanti della Valsugana per il fondamentale contributo nella cattura degli esemplari del lago Corvo, Casarina e Grande di Rava.

BIBLIOGRAFIA

- ALEKSEYEV S.S., SAMUNSEKOV V.P., MATVEEV A.N., PICHUGIN M.Y., 2002. Diversification, sympatric speciation and trophic polymorphism of Arctic charr, *Salvelinus alpinus* complex, in Transbaikalia. *Environmental Biology of Fishes*, **64**: 97-114.
- BETTI L., 1993. Le acque del Parco Naturale Adamello Brenta. Aspetti ittologici. In: "Le acque del Parco Naturale Adamello Brenta. Aspetti biologici dei laghi e dei torrenti del Parco". *Parco Documenti*, **4**: 52-88.
- BETTI L., 2003. Stato delle popolazioni di Salmonidi in Trentino e prospettive di gestione. In: Betti L. (ed.), *Atti del Convegno "Salmonidi Trentini. Gestione delle popolazioni autoctone e qualità dei ripopolamenti"*, Rovereto (TN), 19 ottobre 2002. Provincia Autonoma di Trento: 31-46.
- BETTI L., 2004. Ragioni zoogeografiche, autoecologiche e storiche a sostegno dell'autoctonia delle popolazioni di Salmerino alpino (*Salvelinus alpinus* L.) delle alpi centromeridionali. In: 10° Congr. Naz. AIIAD "La gestione dell'ittiofauna per la tutela e la conservazione degli ambienti fluviali". Montesilvano (PE), 2-3 aprile 2004. *Biologia Ambientale*, **20**(1): 247-251.
- BOSCAINI A., 2005. Caratteristiche morfometriche. In Cantonati M. e Lazzara M. (eds) *I laghi d'alta montagna del bacino del Fiume Avisio (Trentino orientale)*. Monografie del Museo Tridentino di Scienze Naturali. *In stampa*.
- GANDOLFI G., TORRICELLI P., MARCONATO A., ZERUNIAN S., 1991. *I pesci delle acque interne italiane*, Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato, Roma: [IV] + XII + 616pp.
- HETHAGEN T., HINDAR KJETIL, BROR JONSSON, 1995. Effects of acidification on normal and dwarf Arctic charr *Salvelinus alpinus* (L.) in a Norwegian lake. *Biological Conservation*, **74**: 115-123.
- KLEMETSEN A., ELLIOTT J.M., KNUDSEE R., SORESEN P., 2002. Evidence for genetic differences in the offspring of two sympatric morphs of Arctic charr. *Journal of Fish Biology*, **60**: 933-950.
- MACHINO Y., 1999. *History and status of Arctic charr introductions in southern Europe*. International Society of Arctic Charr Fanatics, Drottningholm, Sweden. Information Series N. 7: 33-39.
- MALDINI M., NONNIS MARZANO F., PICCININI A., ROSSETTI G., ARDUINI F., PEDESINI U., GANDOLFI G., 2004. Caratterizzazione morfologica ed ecologica del salmerino alpino (*Salvelinus alpinus* L. 1758) del Lago Santo Parmense. In: Nonnis Marzano F., Maldini M., Gandolfi G. (eds), *Atti 9° Convegno Nazionale A.I.I.A.D.*, Acquapartita (FC), 11-13 giugno 2002. *Biologia Ambientale*, **18**: 245-250.
- NORDENG H., 1983. Solution to the "Charr Problem" based on Arctic charr (*Salvelinus alpinus*) in Norway. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, **40**: 401-414.
- O'CONNELL M.F., DEMPSON J.B., 2002. The biology of Arctic charr, *Salvelinus alpinus*, of Gander Lake, a large, deep, oligotrophic lake in Newfoundland, Canada. *Environmental Biology of Fishes*, **64**: 115-126.
- PECHLANER R., 1984. Historical evidence for the introduction of arctic charr into high-mountain lakes of the Alps by man. In: Johnson L. & Burns B.L. (eds) *Biology of the Arctic Charr*, University of Manitoba Press, Winnipeg, Canada: 549-557
- PICCININI A., NONNIS F., GANDOLFI G., 2004. Il Salmerino alpino (*Salvelinus alpinus*): prove storiche alla sua introduzione sul territorio italiano. In: Nonnis Marzano F., Maldini M., Gandolfi G. (eds), *Atti 9° Convegno Nazionale A.I.I.A.D.*, Acquapartita (FC), 11-13 giugno 2002. *Biologia Ambientale*, **18**: 259-264.
- PROVINCIA AUTONOMA DI TRENTO, 2001. *Carta Ittica del Trentino*. Servizio Faunistico. 255 pp.
- SCHLICHTING C.D., SMITH H., 2002. Phenotypic plasticity: linking molecular mechanisms with evolutionary outcomes. *Evolutionary Ecology*, **16**: 189-211.
- SECOR D.H., 1999. Specifying divergent migration in the concept of stock: the contingent hypothesis. *Fisheries Research*, **43**: 13-34.
- STEARNS S.C. 1989. The evolutionary significance of phenotypic plasticity. *Bioscience*, **39**: 436-445.
- SWAIN D.P., FOOTE C.J., 1999. Stocks and chameleons: the use of phenotypic variation in stock identification. *Fisheries Research*, **43**: 113-128.
- TOMASI G., 1962. Origine, distribuzione, catasto e bibliografia dei laghi del Trentino. *Studi Trentini di Sc. Nat.*, **39** (1-2): 355 pp.
- TORTONESE E., 1970. *Osteichthyes*. Parte I. Fauna d'Italia, Vol X. Calderini Ed., Bologna, XIII + 545 pp.
- TRYGVE H., HINDAR K., JONSSON B., 1995. Effects of acidification on normal and dwarf Arctic charr *Salvelinus alpinus* (L.) in a Norwegian Lake. *Biological Conservation*, **74**: 115-123.
- ZERUNIAN S., 2002. *Condannati all'estinzione? Biodiversità, biologia, minacce e strategie di conservazione dei Pesci d'acqua dolce indigeni in Italia*. Edagricole. Bologna. 220 pp.
- WEST-EBERHARD M.J., 1989. Phenotypic plasticity and the origins of diversity. *Ann. Rev. Ecol. Syst.*, **20**: 249-278.