



## ATTI DEL WORKSHOP

Selezione e recupero della trota  
fario di ceppo mediterraneo:

ESPERIENZE *a* CONFRONTO

**TERNI** Villalago di Piediluco  
Venerdì 6 giugno 2003

---

## Caratterizzazione morfometrica e meristica delle trote del T.Monterivoso

M. LORENZONI, S. CARLETTI, M. CORBOLI, G. PEDICILLO, M. MEARELLI

Dipartimento di Biologia animale ed Ecologia  
Università degli Studi di Perugia, Via Elce di Sotto - 06100 PERUGIA

A. CAROSI

Servizio Programmazione ittiofaunistica e Politiche dello Sport  
Provincia di Terni, via Plinio il Giovane, 21 - 05100 TERNI

### Premessa

L'attività antropica ha sensibilmente modificato la fauna ittica originaria delle acque dolci italiane; si tratta di un processo di trasformazione che ha assunto dimensioni ed importanza crescenti nel corso degli ultimi anni.

In particolare la parte montana dei corsi d'acqua, caratterizzata nell'Italia centrale da popolamenti quasi esclusivamente monospecifici di trota fario (*Salmo trutta trutta* L.), è minacciata da un fenomeno pericoloso per la perdita della diversità biologica: l'inquinamento genetico (Allendorf, 1991). Ciò accade in quanto le trote utilizzate per i ripopolamenti hanno un patrimonio genetico che si differenzia sensibilmente da quello delle popolazioni naturali con cui vengono a contatto. Le conseguenze dell'inquinamento genetico non sono esattamente prevedibili ma è comunque ampiamente dimostrato che l'introduzione di pesci d'origine alloctona può causare la contrazione o addirittura la scomparsa delle popolazioni naturali.

Da questo punto di vista risulta sempre più rara la presenza di popolazioni di trote di ceppo mediterraneo; per rimediare a questa situazione gli stock attualmente utilizzati nelle trotilcolture per la produzione di materiale da semina andrebbero rimpiazzati con esemplari provenienti da ceppi indigeni. Tutte le esperienze già condotte in alcune zone d'Italia con i salmonidi (Forneris, 1989) indicano che i migliori risultati si ottengono mediante l'utilizzo d'esemplari allo stadio giovanile (avannotti), nati da riproduttori selvatici in condizioni possibilmente vicine a quelle naturali.

Lo scopo della ricerca è dunque quello di caratterizzare morfologicamente alcune popolazioni di trota fario dell'Italia centrale e di evidenziare i caratteri morfologici che le contraddistinguono. Ciò ha evidentemente importanti ricadute pratiche, poiché i risultati permetteranno di selezionare su base morfologica i riproduttori di ceppo autoctono da utilizzare per la produzione di novellame da ripopolamento.

### Materiale e metodi

Il campione è costituito da esemplari prelevati dal T.Monterivoso e dal laboratorio Ittico di Terria, dove sono allevate trote nate da riproduttori selvatici. Allo scopo di effettuare un confronto con altre popolazioni di trota fario sono stati prelevati esemplari dal F.Nera e da alcuni corsi d'acqua che ricadono nell'ambito del Parco Nazionale dei Monti Sibillini. La campagna dei rilevamenti è stata effettuata su 24 corsi d'acqua per complessive 45 stazioni e si è svolta nell'arco di tempo compreso tra maggio 2000 e marzo 2001. Gli esemplari catturati e utilizzati nelle successive analisi di laboratorio sono stati complessivamente 184.

La cattura degli esemplari di trota fario è stata effettuata con elettrostorditore a corrente continua; ad ogni esemplare catturato è stata misurata sul posto la lunghezza totale ( $\pm 0.1$  cm), determinato il peso ( $\pm 1$  g) e prelevato un piccolo campione di scaglie, mediante le

quali è stata valutata l'età in laboratorio (Van Utrecht e Schenkkan, 1972).

Per quanto riguarda la caratterizzazione morfometrica e meristica, un campione è stato fotografato sul posto e portato in laboratorio per le successive misurazioni. Su ogni esemplare sono stati misurati i seguenti caratteri morfometrici: lunghezza totale, lunghezza alla furca, lunghezza all'occhio, lunghezza all'opercolo, lunghezza mascellare, distanza interorbitale, altezza massima, altezza minima, diametro dell'occhio, altezza della pinna pettorale, altezza della pinna ventrale, altezza della pinna anale, altezza della pinna dorsale. La lunghezza totale e quella alla furca sono state misurate mediante un tavolo di dissezione millimetrato, gli altri caratteri morfologici mediante un calibro digitale con precisione al decimo di millimetro. I caratteri meristici misurati sono: N° delle vertebre, N° dei ciechi pilorici, N° delle squame sulla linea laterale, N° delle squame sotto la linea laterale, N° delle squame sopra la linea laterale, N° raggi ramificati sulla pinna pettorale, N° raggi ramificati sulla pinna ventrale, N° raggi ramificati sulla pinna anale, N° raggi ramificati sulla pinna dorsale, N° raggi ramificati sulla pinna caudale, N° denti sul vomere, N° macchie oculari, N° macchie rosse sulla linea laterale, N° branchiospine del primo arco branchiale, N° macchie rosse, N° macchie nere, presenza/assenza della macchia preopercolare, presenza/assenza delle macchie parr.

La determinazione del sesso è avvenuta mediante dissezione ed analisi microscopica delle gonadi.

L'interpretazione delle immagini riprese sul campo ha permesso di incrementare il numero dei parametri rilevati. Mediante le tecniche della morfometria geometrica (Strauss e Bookstein, 1982) sul profilo del pesce sono stati localizzati 12 punti (*landmarks*) significativi dal punto di vista anatomico (Fig.1).

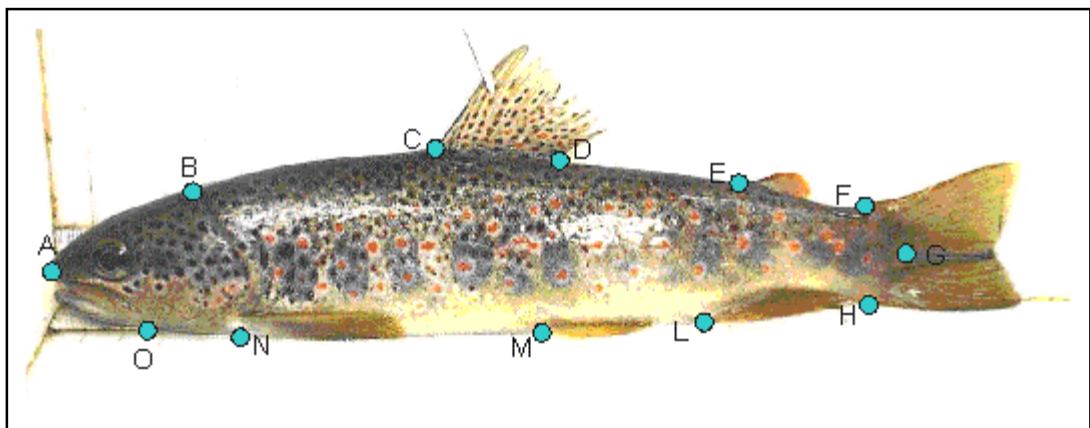


Fig.1 - Localizzazione dei *landmarks*

Inoltre è stato misurato il perimetro, l'area e la localizzazione delle macchie rosse e nere presenti sui fianchi del pesce. Le coordinate (x,y) dei 12 *landmarks*, l'area, il perimetro e le coordinate di tutte le macchie nere e rosse sono stati elaborati per acquisire ulteriori parametri, utili per l'indagine morfologica delle trote: mediante le coordinate dei *landmarks* si sono potute ricavare per ogni esemplare le misure di tutte le distanze che separano ogni *landmark* dagli altri; le dimensioni delle macchie di ogni esemplare sono state espresse come media.

Per avere invece un'idea della disposizione delle macchie sul corpo si è diviso il profilo di ogni pesce in 4 quadranti, tracciando una linea che unisce il *landmark* A al *landmark* G e la perpendicolare a questa passante per C (Fig.2).

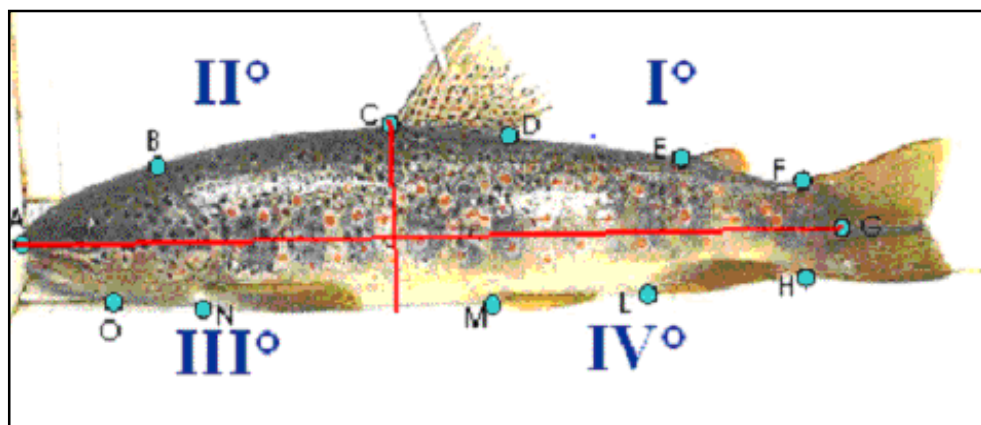


Fig.2 - Suddivisione in quadranti del corpo del pesce.

Per una caratterizzazione efficace delle popolazioni presenti nel campione complessivo questo è stato suddiviso in 5 subcampioni in base alla provenienza degli individui (Tab.1):

Subcampione	N° esemplari
Monterivoso	25
Laboratorio Terria	25
Alto Nera	32
Basso Nera	42
Adriatici	60

Tab.1- Disaggregazione per area di provenienza del campione complessivo

1. Monterivoso: esemplari catturati nel T.Monterivoso.
2. Laboratorio: esemplari prelevati nel Laboratorio Ittico di Terria.
3. Basso Nera: esemplari prelevati dal F.Nera in località Terria.
4. Alto Nera: esemplari provenienti dai corsi d'acqua del bacino del F.Nera che ricade all'interno del Parco Nazionale dei Monti Sibillini.
5. Adriatici: esemplari prelevati nei bacini dei fiumi Aso, Tronto, Tenna e Chienti compresi all'interno del Parco Nazionale dei Monti Sibillini.

Per eliminare le differenze fra le popolazioni dovute alla presenza di un accrescimento "allometrico" tutte le variabili morfometriche sono state trasformate mediante la formula:

$$M_t = M_o \left( \frac{L}{L_o} \right)^b$$

dove:

$M_t$  = misura standardizzata,

$M_o$  = misura del carattere osservato,

$L$  = lunghezza standard media del campione complessivo,

$L_o$  = lunghezza standard di ciascun esemplare,

$b$  = coefficiente di regressione lineare tra  $\log M_o$  e  $\log L_o$  per ciascuno stock.

Questa trasformazione minimizza la variabilità risultante da una crescita allometrica (Beacham, 1985; Reist, 1985) e permette il confronto di campioni con lunghezza media

differente.

La sintesi dei vari passaggi effettuati nell'elaborazione dei dati è raffigurata nella Fig.3. L'elenco dei parametri rimasti dopo l'eliminazione di quelli influenzati dalla taglia, dal dimorfismo sessuale e dall'ambiente sono i seguenti: n° macchie nere del I° quadrante, n° macchie nere del III° quadrante, n° macchie nere del IV° quadrante; percentuale macchie nere del I° quadrante, percentuale macchie nere del III° quadrante, percentuale macchie nere del IV° quadrante; n° macchie rosse del II° quadrante, n° macchie rosse del IV° quadrante, percentuale macchie rosse del IV° quadrante, n° macchie nere, n° macchie nere, n° branchiospine sul I° raggio branchiale, n° squame sotto la linea laterale, n° raggi della pinna anale, n° raggi della pinna pettorale e le distanze fra i seguenti *landmarks*: AM, AO, BO, EF, GH, LO, MO.

Per valutare se gli esemplari che costituiscono il campione complessivo possono essere raggruppati in uno o più gruppi omogenei sulla base delle variabili considerate è stata utilizzata l'analisi di agglomerazione (cluster analysis) che ha appunto lo scopo di suddividere un campione multivariato in gruppi di casi omogenei (clusters). Per il calcolo della matrice delle distanze tra tutti i punti del campione il metodo utilizzato è quello del calcolo della distanza euclidea, invece per calcolare la distanza tra i gruppi e quindi definire la sequenza di agglomerazione è stato utilizzato il metodo di Ward. La matrice utilizzata è composta da 22 variabili (parametri) e 182 oggetti (n° degli esemplari).

Utilizzando la stessa matrice i dati sono stati sottoposti ad analisi discriminante stepwise, utilizzando come variabile di gruppo i diversi cluster individuati nell'analisi di agglomerazione. In questo modo è stato possibile determinare il grado di separazione tra gli individui appartenenti a sottoinsiemi diversi e i caratteri le cui combinazioni giustificano la separazione stessa.

## Discussione e conclusioni

Per i parametri meristici si riscontra una variabilità molto pronunciata: il numero medio delle vertebre è di poco superiore a 56 (moda=58), i valori oscillano tra un minimo di 40 ed un massimo di 57. Il numero medio dei ciechi pilorici è pari a 41,40 (moda=42), i valori oscillano tra un minimo di 16 ed un massimo di 72; bassi valori dei ciechi pilorici sono stati spesso indicati come caratteristica peculiare delle popolazioni di trota fario di ceppo mediterraneo (Olivari e Brun, 1988; Giovinazzo et al., 1996).

Macchie parr e macchia preopercolare, caratteri che generalmente contraddistinguono le trote di ceppo mediterraneo (Gandolfi, 1991; Zerunian e Gandolfi, 1990; Lorenzoni et al., 1991) sono risultati costantemente presenti; per il primo carattere è stata riscontrata la presenza nell'80,77% degli esemplari, per il secondo la percentuale sale al 93,85%. La totalità degli esemplari presenta almeno 2 macchie oculari (valore medio 2,29, moda 2), nell' 11,54% dei casi sono state osservate 4 macchie, carattere che per Skaala (1987) permetterebbe di riconoscere alcune popolazioni indigene dell'Europa settentrionale. Elevati sono i valori medi delle macchie nere (valore medio=62,39, moda=15) e rosse (valore medio=42,23, moda=33), ma in entrambi i casi è stata misurata un'accentuata variabilità (macchie nere: intervallo di variazione=303; macchie rosse: intervallo di variazione=167). Non sono stati catturati né esemplari con livrea costituita da sole macchie rosse né con solo macchie nere. Anche la distribuzione delle macchie è abbastanza variabile: le macchie rosse sono più uniformemente distribuite anche se il loro numero medio è più elevato nel IV° quadrante, (valore medio assoluto=14,09; valore medio percentuale=34,41%) e nel III° (valore medio assoluto=12,80; valore medio percentuale=29,44%). Le macchie rosse possono comunque essere del tutto assenti in ognuno

dei 4 quadranti o essere tutte concentrate nel II°, III°, IV° quadrante.

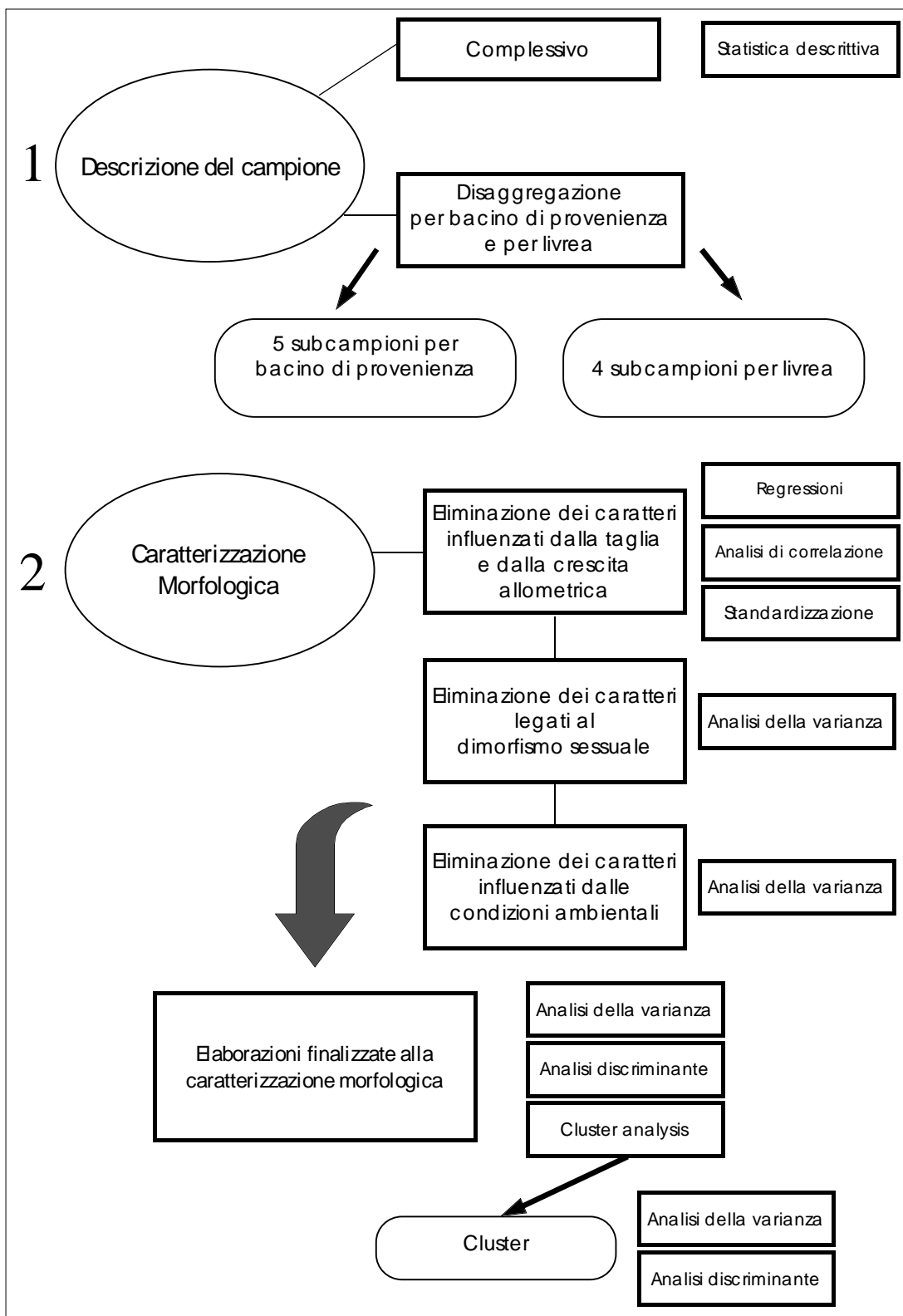


Fig. 3 - Schema sintetico delle elaborazioni effettuate

Le macchie nere tendono a concentrarsi di più nel III° quadrante (valore medio assoluto=34,68; valore medio percentuale=57,30%) o nel II°; in qualche caso sono risultate assenti almeno in uno dei 4 quadranti. Mediamente le macchie rosse sono più grandi delle macchie nere (valore medio area nere=0,05 mm<sup>2</sup>; rosse=0,12 mm<sup>2</sup>), tuttavia le

differenze si accentuano allorché si valuta la forma. Infatti minori sono le differenze nel perimetro dei due tipi di macchie (perimetro medio nere=0,70; perimetro medio rosse=0,73). Evidentemente le macchie nere, in generale più piccole, hanno anche una forma irregolare, mentre le rosse, più grandi tendono ad assumere forme più rotondeggianti.

I risultati della cluster analysis sono riportati nella Fig.4: ad una distanza di legame pari al 50% della distanza massima si separano due distinti gruppi. Il Cluster 1 comprende la maggior parte degli esemplari provenienti dal T.Monterivoso (88%) e dal Laboratorio di Terria (96%). Ad un'analisi più approfondita è risultato che il Cluster 1 può essere suddiviso ulteriormente in due sottogruppi (1a e 1b) in funzione della diversa distribuzione delle macchie nere e del numero di squame sotto la linea laterale.

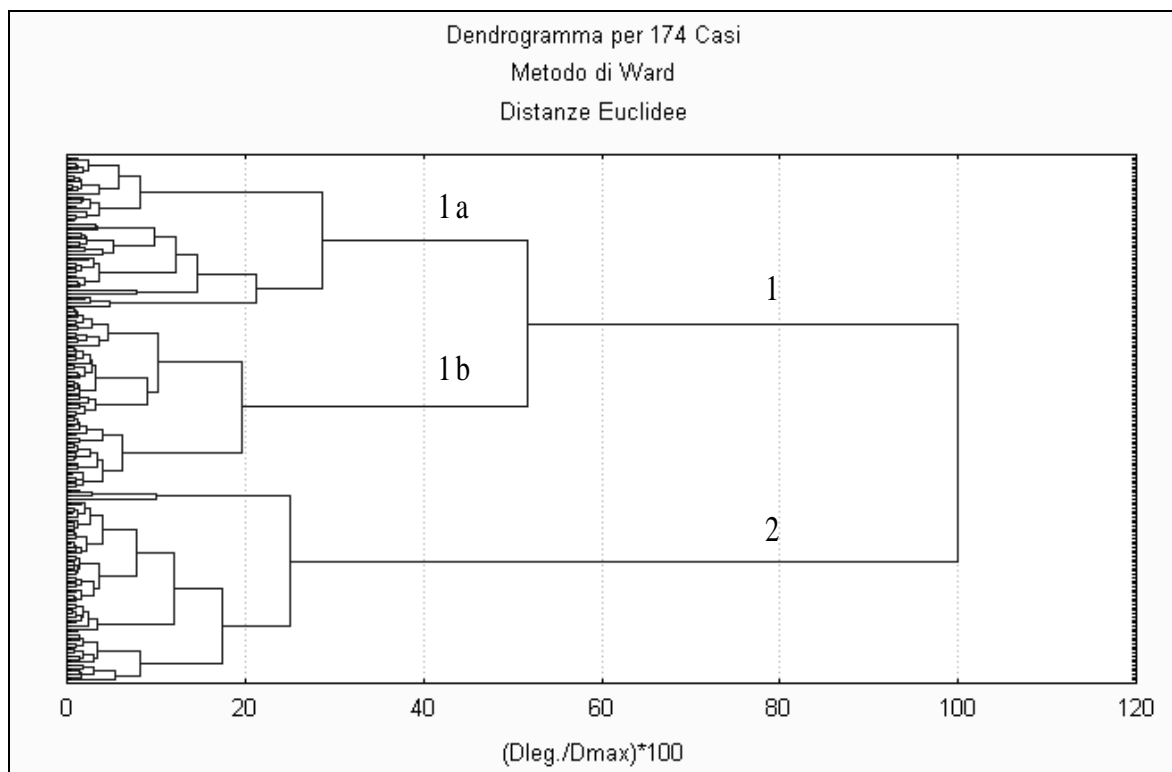


Fig. 4 - Cluster analysis

I risultati dell'analisi discriminata sono rappresentati nell'istogramma della Fig.5, l'asse delle x è costituito dalle frequenze percentuali degli scores della prima variabile canonica (Tab.2).

L'analisi discriminante ha permesso una corretta classificazione del 98% (Tab.3) degli esemplari complessivi; il valore degli esemplari correttamente classificati è più elevato nel cluster 2 (100%), per il cluster 1 sono classificati correttamente il 97% degli esemplari.

L'analisi discriminante stepwise (Tab.3) ha permesso approfondire le differenze fra i due gruppi di esemplari selezionando fra tutti i parametri quelli che meglio consentono una separazione dei due cluster: numero dei raggi della pinna anale, numero dei raggi della pinna pettorale, numero delle macchie nere, numero delle macchie rosse, numero delle macchie nere del I° e del IV° quadrante, percentuale delle macchie nere del I° quadrante, percentuale delle macchie rosse del IV° quadrante.

La livrea del Cluster 1 è contraddistinta dalla presenza di una punteggiatura molto più fitta in cui predominano le macchie nere sulle rosse, il Cluster 2, al contrario, è carat-

terizzato dalla presenza di macchie sia rosse che nere in numero molto meno abbondante, con predominanza di macchie rosse sulle nere. Diversa è anche la localizzazione delle macchie: negli individui del Cluster 2 la livrea si distingue per l'assenza di macchie nere nella porzione postero-superiore del corpo.

Su base esclusivamente morfologica le caratteristiche del Cluster 1 si sovrappongono infatti ampiamente con quanto indicato dalla letteratura scientifica per i ceppi autoctoni (Skaala, 1987; Lorenzoni et al., 1991; Jelli e Alessio, 1994; Forneris et al., 1996; Jelli e Gibertoni, 1999). Tenendo presente le caratteristiche delle trote che appartengono a questo gruppo sarà possibile un loro facile riconoscimento senza effettuare le complicate e lunghe analisi di laboratorio.

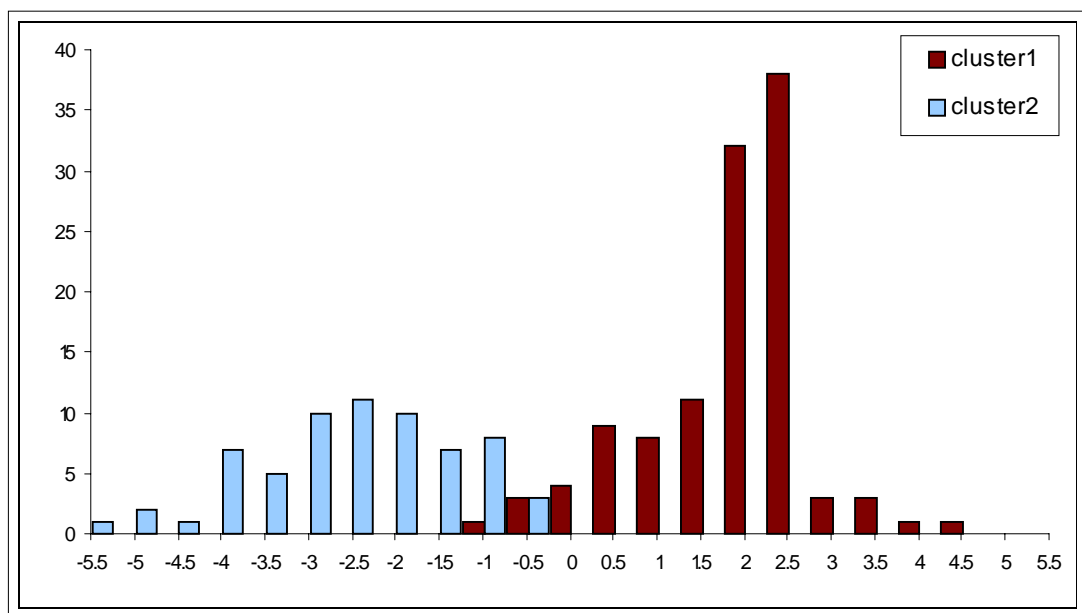


Fig.5 – Analisi discriminante stepwise

	Canonical correlations	Eigenvalues	Cumulative proportion of total dispersion	Wilks' lambda	p-tail
1	0.91	4.59	1.00	0.18	0.00

Tab.2 – Capacità discriminante delle funzioni



Parametri	F-to-remove	Tolerance
1 n° raggi della pinna anale	3.90	0.94
2 n° raggi pinna della pettorale	3.09	0.93
3 n° macchie rosse	6.26	0.91
4 n° macchie nere	34.27	0.15
5 n° macchie nere I° quadrante	123.52	0.08
6 n° macchie nere del IV° quadrante	6.01	0.08
7 percentuale macchie nere del I° quadrante	203.03	0.09
8 percentuale macchie nere del IV° quadrante	21.26	0.25

Tab.3 - Elenco dei parametri che meglio discriminano fra i 2 cluster.

Considerando i 5 subcampioni che si differenziano per origine questi si distribuiscono tra i 2 cluster nel modo indicato nella Tab.4 .

	Alto Nera	Adriatici	Monterivoso	Basso Nera	Laboratorio	Totali
Cluster 1	43.90%	61.02%	88.00%	43.75%	96.00%	62.64%
Cluster 2	56.10%	38.98%	12.00%	56.25%	4.00%	37.36%
totali	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Tab.4 – Suddivisione del campione disaggregato per origine nei 2 cluster.

E' da evidenziare che quasi tutto il Monterivoso e il Laboratorio di Terria si trovano nel Cluster 1 con una prevalenza per il cluster 1b in entrambi i casi; per quanto il Cluster 2, per le popolazioni del Nera (Alto Nera e Basso Nera) le percentuali sono nettamente superiori al campione complessivo.

I risultati più importanti della ricerca mettono in risalto la marcata omogeneità morfologica della popolazione di trota presente nel T.Monterivoso, che si caratterizza inoltre per possedere una serie di caratteri comunemente indicati in letteratura come tipici delle popolazione autoctone. Particolarmente utile è stato anche il raffronto tra la popolazione del T.Monterivoso e le trote del Laboratorio Ittico di Terria, che conferma la qualità del materiale allevato e che ha permesso di individuare un set di parametri poco influenzabile dalle caratteristiche ambientali e quindi particolarmente idoneo ad essere utilizzato come marcatore morfologico.

## Bibliografia

- Allendorf F.W. (1991). Ecological and genetic effects of fish introductions: synthesis and recommendations. *Can. J. Fish. Aqu. Sc.*, 48 (Suppl.1): 178-181.
- Beacham T.D. (1985). Meristic and morphometric variation in pink salmon (*Oncorhynchus gorbuscha*) in southern British Columbia and Puget Sound. *Can. J. Zool.*, 63: 366-372.

- Forneris G. (1989). *Gli incubatoi di valle*. Amministrazione Provinciale di Torino, 57.
- Forneris G., Pascale M., Sicuro B., Palmegiano G.B. (1996). Analisi biometrica di tre popolazioni di *Salmo (trutta) trutta* L. *Atti del Conv. A.I.I.D.* Montecchio Maggiore (VI). 53-62
- Gandolfi G., Zerunian S., Torricelli P., Marconato A. (1991). *I pesci delle acque interne italiane*. Ist. Poligrafico e Zecca dello Stato, Roma, 617 pp.
- Giovinazzo G., Ballerini M., Lorenzoni M., Mearelli M. (1996). Variabilità morfologica e meristica in *Salmo trutta* L. del bacino del F. Nera. *Atti del V Conv. A.I.I.D.*, Riva del Garda, 447-458.
- Jelli F., Alessio G. (1994). L'ambiente e le trote del torrente Riaebero (Appennino Reggiano). Studio preliminare del popolamento a salmonidi del torrente Liocca (Appennino Reggiano) e considerazioni sugli interventi gestionali per il recupero dei ceppi autoctoni. *Atti del V Conv. A.I.I.A.D.* Montecchio Maggiore (VI), 129-138.
- Jelli F., Gibertoni P.P. (1999). Recupero e reintroduzione di ceppi autoctoni di trota fario, *Salmo (trutta) trutta* L., nel bacino del fiume Secchia. *Atti del Convegno: Recupero e reintroduzione dei ceppi autoctoni di trota fario, Salmo (trutta) trutta L., di "ceppo mediterraneo" in ambienti appenninici tipici. Esperienze a confronto.* Reggio Emilia, 21-28.
- Lorenzoni M., Giovinazzo G., Mearelli M., Ballerini M., Bevagna D., Costantini L., Dipatrizi M., Petesse M.L. (1991). Prime considerazioni sulle caratteristiche biologiche e morfologiche di *Salmo trutta* L. del bacino umbro del F. Nera. *Atti del IV Cong.naz. S.I.T.E.* Cosenza, 465-468.
- Olivari G., Brun G. (1988). Le nombre de caeca pyloriques dans les populations naturelles de truites communes, *Salmo trutta*, L. en corse. *Bull. Ecol.*, **19 (2-3)**: 197:200.
- Reist J. (1985). An empirical evaluation of several univariate methods that adjust for size variation in morphometric data. *Can. J. Zool.*, 63: 1429-1439.
- Skaala (1987). Fine-spotted Brown trout (*Salmo trutta*): its phenotypic description and biochemical genetic variation. *Can. J. Fish Aquat. Sci.* 44: 31-35.
- Strauss R.E., Bookstein F.L. (1982). The truss: body for reconstructions in morphometrics. *Systematic Zoology*, 31 (2): 113-135.
- Van Utrecht, W.L. & Schenkkan, E.J.(1972): On the periodicity in the growth of scales vertebrae and other hard structures in a teleost. *Aquaculture*, 1: 293-316.
- Zerunian S., Gandolfi G. (1990). *Salmo fibreni* n. sp. (Osteichthyes, Salmonidae) endemica nel bacino del Fibreno (Italia centrale). *Riv. Idrobiol.*, 29: 521-532.