

a broader conception of the whole problem by means of model experiments. For the first time it was possible to achieve progress in this direction through a combination of oxidative and hydrolytic decomposition and the complete elimination of the sulfonic acid radical.

Although researchers of the whole world have been working on this problem for years, no progress of any greater importance in the utilization of lignin-sulfonic

acid has been made. Nevertheless experiments on the production of artificial materials from lignin-sulfonic acid as a base are very promising. By high pressure hydrogenation valuable products are obtained, although at high costs. The production of vanillin is far advanced (especially in the United States) and yields a new class of by-products which may be used with much success in combination with artificial materials, e. g. press plates.

## Isolamento e differenziazione in popolazioni planctiche d'acqua dolce

Di EDGARDO BALDI, Pallanza<sup>1</sup>

### 1.<sup>o</sup> Considerazioni generali

Ogni volta che una popolazione venga più o meno completamente isolata e le sue dimensioni siano sufficientemente piccole, l'effetto Wright vi induce uno spostamento delle frequenze geniche che morfologicamente viene espresso da un certo spostamento del fenotipo rispetto alla popolazione originaria<sup>2</sup>. La variazione è casuale e priva di significato adattativo.

Una specie suddivisa in un elevato numero di popolazioni comunque isolate sarà quindi rappresentata da un grande numero di genotipi diversi, a ognuno dei quali corrisponderà un diverso fenotipo medio. Quando una pressione di selezione si manifesti, essa possiederà quindi le più elevate probabilità di selezionare nuovi assetti genici equilibrati con nuove condizioni ambientali – di dare origine cioè, nelle condizioni più favorevoli, a nuove entità sistematiche<sup>3</sup>.

L'analisi dell'efficacia dell'effetto Wright promette quindi di essere particolarmente redditizia in quelle popolazioni naturali che spontaneamente si presentano insediate in piccoli areali isolati, distribuiti entro il territorio generale di diffusione della specie.

Questa condizione di cose sembra realizzata con particolare evidenza nel caso di specie acquatiche – e soprattutto planctiche – insediate nelle acque interne.

I rappresentanti di una specie vivente entro la massa d'acque di un lago – o di una qualunque altra raccolta di acque continentali – non possono uscirne se non eccezionalmente e in limitatissimo numero di individui. Comunque i coloni siano giunti alla sede at-

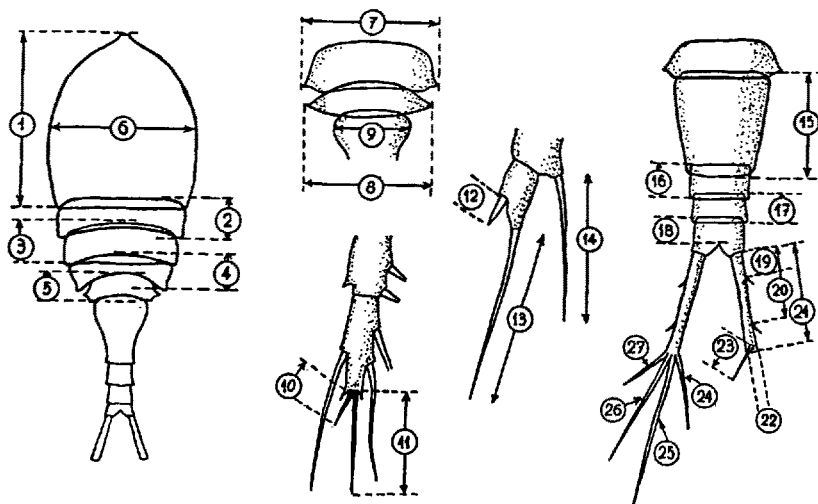


Fig. 1. Schema delle misurazioni su *Cyclops strenuus vranae* Kozm.: 1-5 longitudo I, II, III, IV, V segmenti cephalothoracis; 6 latitudo maxima cephalothoracis; 7 latitudo IV segmenti cephalothoracis; 8 latitudo V segmenti cephalothoracis; 9 latitudo maxima I segmenti abdominis; 10 longitudo spinarum externarum endopoditis IV pedis; 11 longitudo spinarum internarum endopoditis IV pedis; 12 longitudo spinarum V pedis; 13 longitudo setae maioris V pedis; 14 longitudo setae minoris V pedis; 15-18 longitudo I, II, III, IV segmenti abdominis; 19 spatium furcale I; 20 spatium furcale II; 21 longitudo furcae; 22 latitudo furcae; 23 longitudo setae dorsalis; 24-27 longitudo setae apicalis internarum, mediarum internarum, mediarum externarum, externarum. – Longitudo cephalothoracis + longitudo abdominis = longitudo corporis; longitudo corporis + longitudo furcae = longitudo totalis.

tuale, dal momento in cui vi si sono insediati essi vi hanno isolati i caratteri del loro individuale patrimonio ereditario, i quali non sono necessariamente tutti e i medesimi caratteri del genotipo medio della popolazione d'origine. E poiché la ripetizione della colonizzazione da parte di altri individui provenienti dalla medesima popolazione d'origine costituisce consuetamente un evento di probabilità molto bassa, nel bacino di nuova colonizzazione si edifica una nuova popolazione dotata di aspetto fenotipico proprio, il quale può diventare tanto cospicuo da non sfuggire al siste-

<sup>1</sup> Istituto italiano di Idrobiologia «Dott. Marco De Marchi», Pallanza.

<sup>2</sup> S. WRIGHT, *Genetics* 16, 97 (1931); *Proc. 6th int. Congr. Genet.* 1, 356 (1932); in: HUXLEY's *New Systematics*, 1940; *Amer. Natur.* 74, 232.

<sup>3</sup> N. W. TIMOFEFF RESSOWSKY in: HUXLEY's *New Systematics* (1940). – J. HUXLEY, *Evolution*, 1942. – T. DOBZHANSKY, *Genetics and the origin of species*, 1941. – E. MAYR, *Systematics and the origin of species*, 1942.

matico e da suggerirgli la creazione di una «forma locale».

Tutti i tradizionali problemi della «insularità» — attinenti sia a isole vere e proprie, sia ad aree di distribuzione nettamente delimitate da barriere invalicabili alla specie, si ripongono per i bacini delle acque interne, con una varietà di condizioni geografiche, ecologiche, biologiche, la quale sembra particolarmente promettente per lo studio dei modi e dell'efficacia dei meccanismi e degli effetti genetici dell'isolamento<sup>1</sup>.

co. A queste condizioni sembrano rispondere bene gli Entomostraci planctici delle acque interne.

## 2.<sup>o</sup> Isolamento geografico

Il caso più semplice è verosimilmente quello di una specie rappresentata in numerosi piccoli bacini appartenenti a una regione lacustre poco estesa, cosicché il condizionamento generale sia poco difforme da un bacino all'altro.

PIROCCHI<sup>1</sup> ha studiato il caso di alcune popolazioni

Tabella 1

Indici calcolati per l'analisi biometrica di *Cyclops strenuus vranæ* Kozm.

1. Longitudo antennae I paris in ‰ longitudinis corporis.
2. Longitudo maxima cephalothoracis in ‰ longitudinis corporis.
3. Longitudo furcae in ‰ longitudinis corporis.
4. Longitudo setae apicalis internae in ‰ longitudinis corporis.
5. Longitudo setae apicalis mediae internae in ‰ longitudinis corporis.
6. Longitudo setae apicalis mediae externae in ‰ longitudinis corporis.
7. Longitudo setae apicalis externae in ‰ longitudinis corporis.
8. Longitudo setae dorsalis in ‰ longitudinis corporis.
9. Longitudo abdominis in ‰ longitudinis cephalothoracis.
10. Latitudo IV segmenti cephalothoracis in ‰ latitudinis maxime cephalothoracis.
11. Latitudo V segmenti cephalothoracis in ‰ latitudinis IV segmenti cephalothoracis.
12. Latitudo maxima I segmenti abdominis in ‰ longitudinis I segmenti abdominis.
13. Spatium furcale II in ‰ longitudinis furcae.
14. Longitudo 3 ultimorum segmenti abdominis in ‰ longitudinis furcae.
15. Latitudo furcae in ‰ longitudinis furcae.
16. Longitudo setae apicalis internae in ‰ longitudinis setae apicalis externae.
17. Longitudo setae apicalis mediae externae in ‰ longitudinis setae apicalis mediae internae.
18. Longitudo setae minoris V pedis in ‰ longitudinis setae maioris V pedis.

La bibliografia non è ricchissima di esempi di differenziazione da isolamento in acque continentali<sup>2</sup>, ma è verosimile che essa non dia un'immagine adeguata della diffusione del fenomeno, poi che essa registra soprattutto quei differenziamenti che sono stati segnalati dallo speciografo, in quanto hanno raggiunto l'importanza di una divergenza sistematica, il che ovviamente rappresenta un caso estremo.

Dobbiamo attenderci infatti che divergenze cospicue, tali da attirare prontamente l'attenzione del sistematico, siano rare. Inoltre, esse saranno difficilmente divergenze qualitative; è più probabile che piccole divergenze possano essere messe in luce a carico di caratteri quantitativi, la cui determinazione è poligenica.

L'analisi dovrà quindi essere portata su popolazioni presumibilmente piccole, isolate in qualsiasi modo, i cui caratteri siano suscettibili di un'accurata biometria, appartenenti a specie il cui differenziamento locale sia stato già accennato o sospettato dal sistematico.

di Copepodi e Cladoceri insediate in doline dell'altopiano carsico triestino. Per la specie *Cyclops strenuus vranæ* Kozm. sono state poste a confronto le popolazioni insediate nelle doline di Basovizza e Padriciano, separate da una distanza di km 2,5, del tutto simili dal punto di vista idrografico, prive di collegamento. Fra gli individui delle due popolazioni, del tutto isolate dal punto di vista territoriale, nessuna differenza morfologica netta è rilevabile con i consueti mezzi di esame.

Su femmine adulte delle due popolazioni sono state compiute le misurazioni dei caratteri indicati nella fig. 1; tali misure hanno servito al calcolo degli indici di cui alla tab. 1. Tali indici sono stati elaborati con il metodo dei caratteri combinati di HEINCKE nella modificazione proposta da KOZMINSKI. Calcolati, per ognuno degli indici, i valori della media  $M$  e della deviazione standard  $s$  e detta  $d$  la espressione

$$\frac{M' - M''}{\frac{1}{2}(s' + s'')}$$

le ricerche di KOZMINSKI<sup>2</sup> mostrano che la somma dei quadrati di tale espressione  $Sd^2$  fornisce un valore caratteristico che può essere assunto come misura della

<sup>1</sup> E. BALDI e L. PIROCCHI, Atti riun. Soc. ital. Genetica ed Eugenetica (1938); Arch. Hydrobiol. 36, 126 (1939).

<sup>2</sup> Bibl. in: BALDI e PIROCCHI, 1938, 1939. — B. RENSCH, Das Prinzip geographischer Rassenkreise, 1929. — J. HUXLEY, The new systematics, 1940. — E. B. WORTHINGTON, *ibid.* — R. WOLTERECK, Mem. Ist. ital. Idrobiol. 1, 29 (1942), ecc.

<sup>1</sup> L. PIROCCHI, Mem. Ist. ital. Idrobiol. 1, 169 (1942).

<sup>2</sup> Z. KOZMINSKI, Bull. Acad. polon. Sci. et Lettr., Suppl. I, 1927; Arch. Hydrobiol. i Ryb. 6 (1932); Arch. Hydrobiol. i Ryb. 7 (1933); Int. Rev. Hydrobiol. 33, 161 (1936).

divergenza fra le due popolazioni. Al valore di  $Sd^2$  è stato possibile assegnare, per il gruppo degli *strenuus*, un significato sistematico. In particolare  $Sd^2 = 43$  segna il limite per la appartenenza alla medesima specie; le forme locali sono comprese nell'intervallo fra  $Sd^2 = 2,7$  e  $Sd^2 = 34,5$ , con un valore medio di  $16,6 \pm 1,98$ .

I risultati ottenuti da PIROCCHI per il confronto fra le due popolazioni di Basovizza e di Padriciano sono riassunti nella tab. 2. Il valore di  $Sd^2$  è di 21,446; l'ordine di grandezza della divergenza fenotipica che separa le due popolazioni è quindi quello della forma locale.

Il caso del gruppo *strenuus* è particolarmente felice, poiché per esso una larga esperienza precedente, compiuta su ampio materiale di confronto, ha consentito di stabilire una relazione fra valori numerici di  $Sd^2$  e certe categorie sistematiche valevoli per il gruppo di forme compreso nel sottogenere *Cyclops*. Per sfuggire a questa limitazione, lo stesso materiale è stato rielaborato con il procedimento del «t» di «Student» e R. A. FISHER<sup>1</sup>.

I risultati relativi sono contenuti nella tab. 3, nella quale i dati sono ripartiti in quattro gruppi. Nel primo gruppo il valore di «t» calcolato per ogni carattere ( $t_c$ )

Tabella 2

Analisi delle popolazioni di *Cyclops strenuus vranae* Kozm. insediate nelle doline di Basovizza e di Padriciano (Carso) con il metodo dei caratteri combinati di HEINCKE-KOZMINSKI.

$M'$  = media per la popolazione di Basovizza;  $M''$  = id. per Padriciano;  $s'$  = deviazione standard per Basovizza;  $s''$  = id. per Padriciano;  $d = M' - M'' / \frac{1}{2} (s' + s'')$ . (Modificato da PIROCCHI, 1942.)

Indici (cfr. tab. 1)	$M'$	$M''$	$s'$	$s''$	$d$	$d^2$
1	512,7	451,8	50,2	39,6	+ 1,36	1,85
2	448,4	416,9	132,2	33,3	+ 0,38	0,14
3	170,6	150,8	15,1	18,7	+ 1,17	1,37
4	149,0	139,4	14,3	13,8	+ 0,68	0,46
5	311,1	260,7	29,4	48,8	+ 1,29	1,66
6	270,6	233,1	20,8	35,1	+ 1,34	1,79
7	83,9	77,8	10,3	7,6	+ 0,68	0,46
8	64,3	54,6	9,1	6,2	+ 1,20	1,44
9	37,5	44,3	4,2	3,6	- 1,74	3,02
10	69,5	68,8	4,2	4,2	+ 0,02	0,004
11	82,7	74,7	7,8	7,4	+ 1,05	1,10
12	128,2	106,0	16,7	14,8	+ 1,41	1,99
13	81,7	73,1	2,1	12,6	+ 1,17	1,37
14	73,0	103,4	13,8	14,3	- 2,16	4,66
15	17,1	17,0	1,5	3,3	+ 0,004	0,001
16	178,7	177,7	17,2	13,9	+ 0,06	0,04
17	87,1	89,5	2,2	12,4	- 0,32	0,10
18	67,1	67,5	6,4	6,8	- 0,003	0,001

$Sd^2 = 21,446$

è superiore al valore teorico di «t» ( $t_t$ ) per la probabilità dell'1% che le due popolazioni non siano distinte ( $P = 0,01$ ); nel secondo gruppo, analogamente per  $P = 0,05$ ; nel terzo gruppo analogamente per  $P = 0,5$ ; nel quarto gruppo  $t_c > t_t$  per  $P = 0,5$ . I caratteri dei primi tre gruppi provano quindi la separazione delle due popolazioni, con diverso grado di probabilità. In totale, 24 caratteri-indici contro 10 mostrano il differenziamento delle due popolazioni.

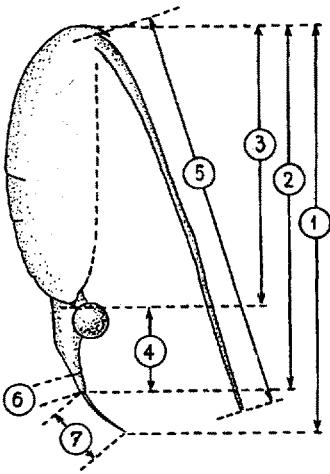


Fig. 2. Schema delle misurazioni su *Eudiaptomus vulgaris intermedius* Steuer: 1 longitudo totalis; 2 longitudo corporis; 3 longitudo cephalothoracis; 4 longitudo abdominis; 5 longitudo antennae I paris; 6 longitudo furcae; 7 longitudo setae maioris furcae.

In altre due doline del Carso triestino (Percedol e Padriciano), separate da una distanza di km 5,5, sono state analizzate le rispettive popolazioni del Copepodo planctico *Eudiaptomus vulgaris intermedius* Steuer. In femmine e maschi adulti vennero misurati 7 caratteri (fig. 2) e il metodo del «t» applicato al valore assoluto dei caratteri, esclusivamente per il livello, piuttosto severo, di una probabilità di omogeneità del 0,01. I risultati sono riassunti nella tab. 4, la quale permette di affermare la differenziazione delle due popolazioni per tutti i caratteri presi in esame, per ambo i sessi e per il livello  $P = 0,01$  (tranne che nel solo caso della lunghezza della furca nei maschi, in cui la differenziazione viene affermata per  $P = 0,05$ ).

Ancora nelle doline di Padriciano e Basovizza si sono poste a confronto le popolazioni di *Daphnia pulex* De Geer. Per questi Cladoceri, le condizioni di equilibrio genetico della popolazione sono diverse che per i precedenti Copepodi; mentre questi ultimi sono costantemente anfigonici, nella *Daphnia pulex* insediata in simili piccoli ambienti, una lunga serie di generazioni partenogenetiche viene interrotta episodicamente, a più o meno lunghi intervalli, da una generazione anfigonica. La funzione delle generazioni partenogenetiche sembra quindi essere quella di ripartire a un elevatissimo numero di individui il genotipo realizzato anfigonicamente. Queste Dafnie dovrebbero quindi costituire un materiale scarsamente

<sup>1</sup> R. A. FISHER, Statistical methods for research workers, 1936.

Tabella 3

Analisi delle popolazioni di *Cyclops strenuus vranae* Kozm. delle doline di Basovizza e Padriciano con il metodo del «t» di «Student» e R. A. FISHER.

$t_c$  =  $t$  calcolato per i lotti in esame;  $t_t$  = valore teorico di «t» per il livello indicato di probabilità.  
(Modificato da PIROCCHI, 1942.)

Gruppo I — $P = 0,01$	$t_c$	$t_t$
Longitudo III ultimorum segmentorum abdominis in ‰ longitudinis furcae .....	4,720	2,898
Longitudo abdominis in ‰ longitudinis cephalothoracis .....	3,818	2,898
Longitudo totalis .....	3,750	2,878
Longitudo setae maioris V pedis in ‰ longitudinis corporis .....	3,100	2,878
Latitudo V segmenti cephalothoracis in ‰ longitudinis corporis .....	3,058	2,878
Latitudo maxima I segmenti abdominis in ‰ longitudinis I segmenti abdominis .....	3,010	2,921
Longitudo antennae I paris in ‰ longitudinis corporis .....	2,900	2,878
Spatium interfurcale in ‰ longitudinis furcae .....	2,891	2,878
Gruppo II — $P = 0,05$		
Longitudo setae apicalis mediae externae in ‰ longitudinis corporis .....	2,889	2,110
Longitudo setae apicalis mediae internae in ‰ longitudinis corporis .....	2,710	2,120
Longitudo furcae in ‰ longitudinis corporis .....	2,612	2,101
Longitudo setae dorsalis in ‰ longitudinis corporis .....	2,605	2,120
Latitudo V segmenti cephalothoracis in ‰ latitudinis IV segmenti cephalothoracis ...	2,447	2,101
Spatium furcale II in ‰ longitudinis furcae .....	2,118	2,101
Latitudo V segmenti cephalothoracis in ‰ longitudinis cephalothoracis .....	2,108	2,101
Gruppo III — $P = 0,5$		
Latitudo IV segmenti cephalothoracis in ‰ longitudinis corporis .....	2,084	0,688
Latitudo maxima cephalothoracis in ‰ longitudinis corporis .....	1,884	0,688
Longitudo setae apicalis internae in ‰ longitudinis furcae .....	1,793	0,689
Longitudo setae apicalis externae in ‰ longitudinis furcae .....	1,610	0,689
Longitudo antennae I paris in ‰ longitudinis cephalothoracis .....	1,525	0,688
Longitudo setae apicalis externae in ‰ longitudinis corporis .....	1,462	0,689
Longitudo setae apicalis mediae externae in ‰ longitudinis furcae .....	1,261	0,689
Longit. spinae ext. endopoditis IV pedis in ‰ longitudinis spinae int. endopoditis IV pedis	1,200	0,694
Latitudo IV setae cephalothoracis in ‰ longitudinis cephalothoracis .....	0,880	0,688
Gruppo IV — $P = 0,5$		
Longitudo setae apicalis mediae externae in ‰ longitudinis setae apicalis mediae internae	0,600	0,690
Spatium furcale I in ‰ longitudinis furcae .....	0,560	0,688
Longitudo setae apicalis mediae internae in ‰ longitudinis furcae .....	0,560	0,690
Latitudo maxima cephalothoracis in ‰ longitudinis cephalothoracis .....	0,520	0,688
Latitudo IV segmenti cephalothoracis in ‰ latitudinis maxime cephalothoracis ....	0,370	0,688
Longitudo setae apicalis internae in ‰ longitudinis setae apicalis externae .....	0,240	0,689
Latitudo furcae in ‰ longitudinis furcae .....	0,090	0,688
Longitudo setae dorsalis in ‰ longitudinis furcae .....	0,036	0,690
Longitudo spinae V pedis in ‰ longitudinis setae maioris V pedis .....	0,016	0,688
Longitudo setae minoris V pedis in ‰ longitudinis setae maioris V pedis .....	0,013	0,688

adatto alla dimostrazione di una differenziazione fenotipica dovuta a ricombinazioni geniche<sup>1</sup>.

L'indagine è stata raffinata, elevando il numero dei varianti indagati e scegliendo come caratteri alcune particolarità metriche e alcuni indici ricavati dal postaddome di esemplari partenogenetici appartenenti alla stessa classe di età (fig. 3). I risultati sono con-

tenuti nella tab. 5 e sono anch'essi unanimemente positivi (tranne due) per  $P = 0,01$ .

Il caso delle «piccole acque» del Carso ha quindi fornito una risposta affermativa al problema del differenziamento di piccole popolazioni isolate. Si tratta di un fenomeno generale, comune a tutti gli organismi indagati e a quasi tutti i caratteri studiati, espresso da differenze fenotipiche esigue, irrilevabili dal sistematico, prive di un verosimile significato adattativo, non correlabili a condizioni di ambiente.

<sup>1</sup> Le conoscenze più recenti sulla genetica di *Daphnia* e altri Cladoceri sono esposte in A. M. BANTA, Studies on the Physiology, Genetics and Evolution of some Cladocera. Carnegie Institution, 1939.

Tabella 4

Analisi delle popolazioni di *Eudiaptomus vulgaris intermedius* Steuer delle doline di Percedol e Padriciano (Carso). (Modificato da PIROCCHI, 1942.)

	♀		♂	
	<i>t<sub>c</sub></i>	<i>t<sub>t</sub></i>	<i>t<sub>c</sub></i>	<i>t<sub>t</sub></i>
Longitudo totalis . . . . .	16,21	2,670	6,741	2,997
Longitudo corporis . . . . .	19,33	2,670	10,060	2,997
Longitudo cephaloth. . . . .	14,02	2,670	4,135	2,997
Longitudo abdominis . . . . .	14,92	2,670	10,260	2,997
Longitudo antennae I paris . . . . .	14,83	2,673	3,893	3,055
Longitudo furcae . . . . .	2,96	2,670	2,360	2,977
Longitudo spinae maioris furcae . . . . .	9,34	2,677	4,840	2,977

Tabella 5

Analisi delle popolazioni di *Daphnia pulex* De Geer delle doline di Padriciano e Basovizza. (Modificato da PIROCCHI, 1942.)

	<i>t<sub>c</sub></i>	<i>t<sub>t</sub></i>
Carattere L . . . . .	0,462	2,634
Carattere a . . . . .	7,374	2,634
Carattere b . . . . .	3,986	2,634
Carattere C . . . . .	6,289	2,634
Carattere P . . . . .	5,776	2,634
Carattere r = (a + b)/L	5,882	2,635
Spine an. destra . . . . .	4,433	2,627
Spine an. sinistra . . . . .	0,244	2,627
Spine pett. acc. destra . . . . .	11,540	2,627
Spine pett. acc. sinistra . . . . .	6,727	2,627

Un caso alquanto più complesso è rappresentato dai laghi alpini; in un distretto lacustre alpino i bacini lacustri sono separati in doppio modo: dal consueto isolamento topografico delle singole conche e dalle barriere montuose che delimitano il distretto lacustre e distinguono le vallate contenenti bacini lacustri. Questo secondo sbarramento ha una sua funzione nell'ostacolare la diffusione di coloni da un bacino all'altro; la catena alpina sembra infatti offrire valichi preferenziali alla diffusione di alcune specie di Entomotracci<sup>1</sup>.

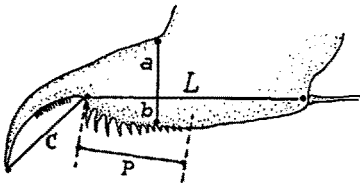


Fig. 3. Schema delle misurazioni sul postaddome di *Daphnia pulex* De Geer: L longitudo postabdominis; a altitudo postabdominis I; b altitudo postabdominis II; C chorda unguis; P tractus pectinis.

<sup>1</sup> L. PIROCCHI, Atti dell'Accademia d'Italia, Memorie della Classe di Scienze fis. matem. e natur. 14, 859 (1944).

Precedenti indicazioni<sup>1</sup> avevano mostrato la frequente produzione di forme locali da parte del Copepodo *Arctodiaptomus bacillifer* Koelb., tipico costituente del plancton di bacini alpini elevati. Dieci popolazioni di questa specie sono state analizzate da

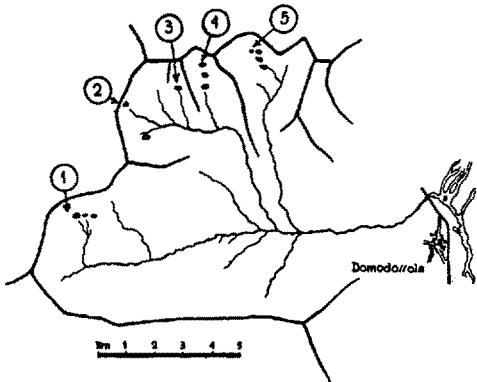


Fig. 4. Schizzo dell'Alta Valle di Bognanco (Val d'Ossola) con i laghi alpini abitati da *Arctodiaptomus bacillifer* Koelb. - 1 Laghi di Campo (II, III, IV, V); 2 Lago di Monscera; 3 Lago di Agro; 4 Laghi di Paione; 5 Lago di Variola V.

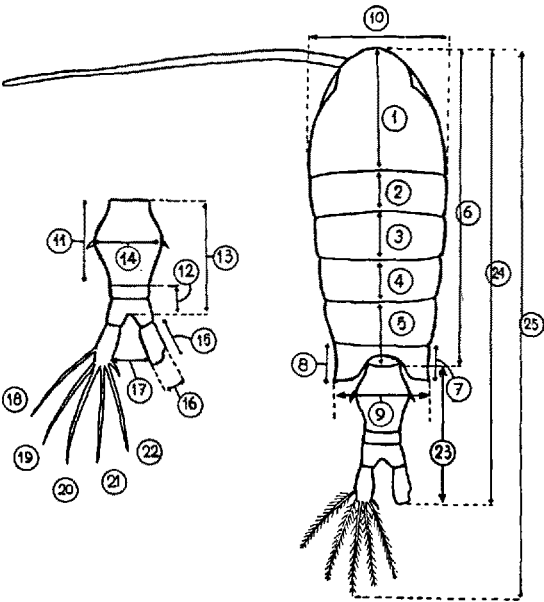


Fig. 5 a. Schema delle misurazioni su *Arctodiaptomus bacillifer* Koelb. Foemina; corpus: 1-5 longitudo segmentorum I, II, III, IV, V cephalothoracis; 6 longitudo cephalothoracis; 7-8 longitudo laciniae dexterae, laevae; 9 spatium inter alulas; 10 latitudo maxima cephalothoracis; 11 longitudo I segmenti abdominis; 12 longitudo II + III segmenti abdominis; 13 longitudo abdominis; 14 latitudo I segmenti abdominis; 15 longitudo furcae; 16 latitudo furcae; 17 spatium interfurcale; 18-22 longitudo setae lateralis externae, apicalis externae, apicalis mediae externae, apicalis mediae interna, apicalis interna; 23 longitudo abdominis; 24 longitudo corporis; 25 longitudo totalis.

<sup>1</sup> E. BALDI, Int. Rev. Hydrobiol. 24, 97 (1930); Boll. Pesca Piscicult. Idrobiol. 7, 91 (1931); Mem. Museo Storia nat. Venezia Trident. 1, 101 (1931); *ibid.* 1, 167; Monogr. Comit. scient. CAI Varallo Sesia 1, 17 (1938). - E. BALDI e G. MORANDINI, Arch. Oceanogr. e Limnol. 1, 14 (1943). - L. PIROCCHI, Mem. Museo Storia nat. Venezia Trident. 4, 19 (1937); Atti Soc. ital. Sci. nat. 78, 5 (1939); Mem. Museo Storia nat. Venezia Trident. 5, 99 (1940); Arch. Zool. ital. 29, 89 (1941).

TONOLLI<sup>1</sup> in altrettanti bacini alpini dell'Alta Valle di Bognanco: piccoli laghi, per lo più di circo, alle testate dei valloni iniziali, a quote fra 2000 e 2400 m, distribuiti lungo un arco comprendente circa 10' di longitudine e circa 5' di latitudine (fig. 4).

L'analisi ha portato su un complesso di circa 50,000 dati: 53 caratteri per ogni maschio e 41 caratteri per ogni femmina, assunti come indicato nella fig. 5.

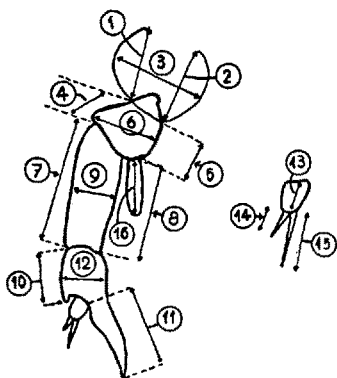


Fig. 5b. Schema delle misurazioni su *Arctodiaptomus bacillifer* Koelb. Foemina; pes V: 1 limbus externus I basipoditis; 2 limbus internus I basipoditis; 3 latitudo I basipoditis; 4, 5, 6 limbus externus, internus, latitudo II basipoditis; 7, 8, 9 limbus externus, internus, latitudo I exopoditis; 10 limbus externus II exopoditis; 11 longitudo apophysis II exopoditis; 12 latitudo II exopoditis; 13 longitudo III exopoditis; 14, 15 longitudo spinarum externarum et internarum III exopoditis; 16 longitudo endopoditis.

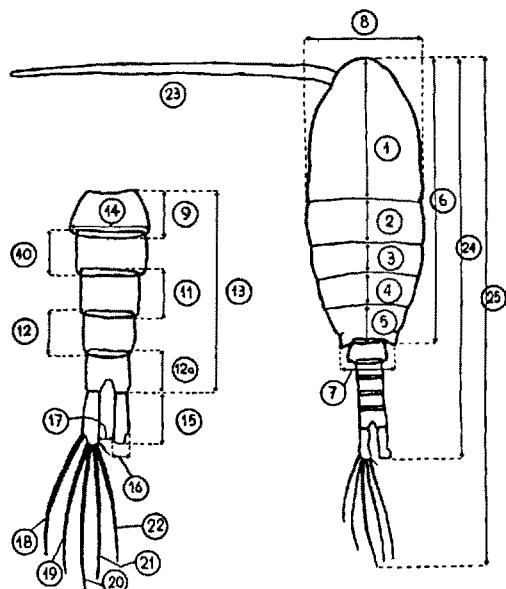


Fig. 5c. Schema delle misurazioni su *Arctodiaptomus bacillifer* Koelb. Mas; corpus: 1-5 longitudo segmentorum I, II, III, IV, V cephalothoracis; 6 longitudo cephalothoracis; 7 spatium inter alulas; 8 latitudo maxima cephalothoracis; 9-12a longitudo segmentorum I, II, III, IV, V abdominis; 13 longitudo abdominis; 14 latitudo I segmenti abdominis; 15 longitudo furcae; 16 latitudo furcae; 17 spatium interfurcale; 18-22 longitudo setae lateralis externae, apicalis externae, apicalis mediae externae, apicalis mediae internae, apicalis internae; 23 longitudo antennae I parvis; 24 longitudo corporis; 25 longitudo totalis.

L'elaborazione del materiale è stata compiuta mediante l'analisi della varianza, la quale fornisce una indicazione complessiva circa la omogeneità (o eterogeneità) delle popolazioni prese in esame<sup>1</sup>. I risultati dell'analisi sono riassunti nella tab. 6.

Tali risultati sono altissimamente significativi; lo isolamento stretto delle popolazioni di Diaptomidi insediate nel pelago di bacini alpini ha provocato una elevatissima differenziazione dei genotipi. Il sistematico aveva infatti già cominciato a reagire a tale situazione, riconoscendo una folla di forme locali e giungendo alla asserzione che ogni bacino contiene una sua forma particolare.

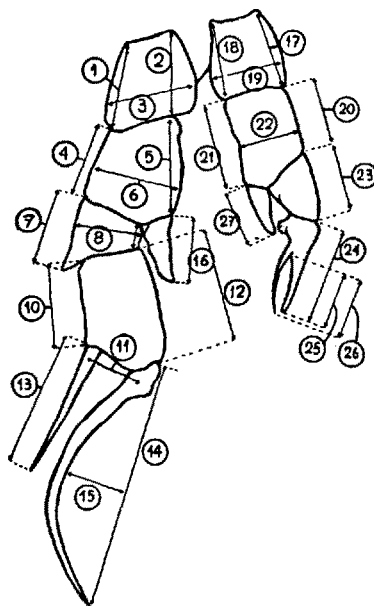


Fig. 5d. Schema delle misurazioni su *Arctodiaptomus bacillifer* Koelb. Mas; pes V: 1, 2, 3 limbus externus, internus, latitudo I basipoditis dext.; 4, 5, 6 idem pro II basipoditis dext.; 7, 8, 9 idem pro I exopoditis dext.; 10 limbus externus II exopoditis dext.; 11 spatium inter unguem et spinam II exopoditis dext.; 12 limbus internus II exopoditis dext.; 13 longitudo spinarum II exopoditis dext.; 14 chorda unguis; 15 sagitta unguis; 16 longitudo endopoditis dext.; 17, 18, 19 limbus externus, internus, latitudo I basipoditis laev.; 20, 21, 22 idem pro II basipoditis laev.; 23 longitudo I exopoditis laev.; 24 longitudo II exopoditis laev.; 25 longitudo apophysis II exopoditis laev.; 26 longitudo flagelli II exopoditis laev.; 27 longitudo endopoditis laev.

### 3.° Isolamento ecologico

Questa espressione è usata qui in assenza di una migliore (cfr. MAYR, 1942, cap. VII); certamente un isolamento ecologico si risolve sempre in un isolamento topografico, ma le barriere non sono topografiche, bensì ecologiche.

Il Ciclopide *Megacyclops viridis* Jur. non è euplancetico come le specie sin qui considerate; esso si trattiene nelle acque a contatto con i fondi costieri (ed eccezio-

<sup>1</sup> Risultati in corso di pubblicazione.

<sup>1</sup> Cfr. E. BALDI e collab., Mem. Ist. ital. Idrobiol. 2, 167 (1945).

nalmente con i fondi batiali) compiendo spostamenti modesti entro un intorno ristretto<sup>1</sup>.

È quindi verosimile che gli individui della specie, insediati nel medesimo bacino lacustre, non costituiscano una popolazione unica, ma si frammentino in piccole popolazioni isolate non da barriere geografiche, ma dalla loro ecologia, la quale li vincola a determinate e ristrette stazioni, separate da un ambiente il quale, benché fisicamente continuo e ininterrotto, è invalicabile per la sua diversità ecologica.

Il fenomeno è stato studiato da PIROCCHI nei *viridis* del Lago Maggiore, insediati in quattro stazioni indicate nella fig. 6. Su 170 femmine mature sono stati presi in esame, per ogni individuo, i 31 caratteri richiamati dalla fig. 7. L'analisi è stata condotta per singole coppie di stazioni, con il metodo del «t». I risultati sono sintetizzati nella tab. 7<sup>2</sup>.

La tab. 8 ordina le coppie di stazioni secondo il numero decrescente dei caratteri significativamente di-

Tabella 6

Analisi di dieci popolazioni di *Arctodiaptomus bacillifer* Koelb. insediate in altrettanti laghi dell'Alta Valle di Bognanco. Analisi della varianza. (Modificato da TONOLLI, in corso di pubbl.)

F = rapporto fra la varianza tra i laghi e la varianza entro i laghi; P = probabilità che le dieci popolazioni costituiscono un'unica popolazione omogenea.

Carattere	Corpo ♀		V.º paio ♀	
	F	P	F	P
1	17,35	<0,001	35,14	<0,001
2	33,75	<0,001	16,71	<0,001
3	19,88	<0,001	31,42	<0,001
4	22,88	<0,001	9,16	<0,001
5	68,32	<0,001	22,68	<0,001
6	70,03	<0,001	42,67	<0,001
7	14,67	<0,001	28,73	<0,001
8	17,65	<0,001	14,03	<0,001
9	45,50	<0,001	4,11	<0,001
10	70,39	<0,001	1,63	fra 5 e 20 %
11	31,82	<0,001	23,32	
12	24,55	<0,001	3,03	<0,001
13	33,36	<0,001	0,92	omogeneo
14	13,84	<0,001	8,64	
15	53,48	<0,001	22,53	<0,001
16	64,24	<0,001	37,71	<0,001
17	4,74	<0,001		
18	32,32	<0,001		
19	29,72	<0,001		
20	30,68	<0,001		
21	28,30	<0,001		
22	30,17	<0,001		
23	57,50	<0,001		
24	69,90	<0,001		
25	42,95	<0,001		

Carattere	Corpo ♂		V.º paio ♂	
	F	P	F	P
1	5,76	<0,001	7,17	<0,001
2	6,44	<0,001	6,27	<0,001
3	14,02	<0,001	10,34	<0,001
4	22,06	<0,001	13,84	<0,001
5	42,04	<0,001	16,86	<0,001
6	31,49	<0,001	26,53	<0,001
7	15,06	<0,001	14,95	<0,001
8	40,85	<0,001	5,38	<0,001
9	10,15	<0,001	27,08	<0,001
10	30,15	<0,001	11,59	<0,001
11	33,70	<0,001	9,72	<0,001
12	18,43	<0,001	12,25	<0,001
12a	12,79	<0,001		
13	37,69	<0,001	15,98	<0,001
14	21,82	<0,001	11,59	<0,001
15	30,04	<0,001	9,23	<0,001
16	30,02	<0,001	18,74	<0,001
17	4,24	<0,001	15,34	<0,001
18	20,26	<0,001	8,16	<0,001
19	17,63	<0,001	26,03	<0,001
20	23,44	<0,001	15,15	<0,001
21	22,76	<0,001	5,91	<0,001
22	23,58	<0,001	23,96	<0,001
23	5,08	<0,001	11,75	<0,001
24	40,99	<0,001	11,29	<0,001
25	34,62	<0,001	9,31	<0,001
26			23,38	<0,001
27			7,11	<0,001

versi e indica inoltre, per ogni coppia di stazioni, le distanze topografiche e le interposte profondità. Non risulta sussistere alcuna dipendenza fra l'intensità del differenziamento delle popolazioni e il grado di «intensità della separazione topografica» fra le stazioni.

L'isolamento ecologico, il quale si risolve, in definitiva, in un isolamento topografico, agisce quindi nello stesso modo, dando origine a distinte popolazioni alle quali spetta il medesimo significato di «forme locali» o «razze locali» *in statu nascendi*.

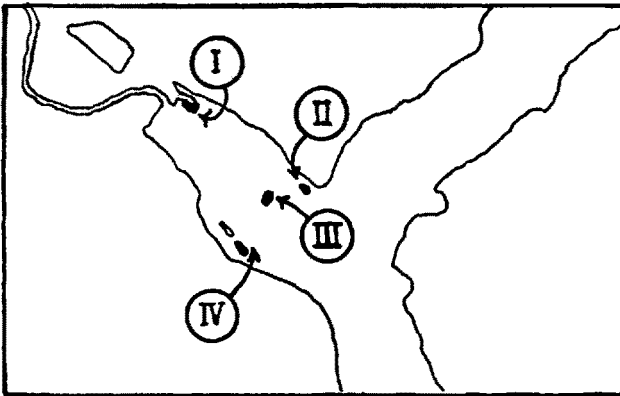


Fig. 6. Quattro stazioni di insediamento di *Megacyclops viridis* Jur. nel Lago Maggiore: I Fondo Toce; II Isola San Giovanni; III Isola Madre; IV Isola Bella.

<sup>1</sup> L. PIROCCHI, Boll. Zool. 14, 33 (1943).  
<sup>2</sup> Risultati in corso di pubblicazione.

Tabella 7

Analisi di quattro popolazioni di *Megacyclops viridis* Jur. in quattro stazioni del Lago Maggiore. (Da PIROCCHI, 1946, inedito)

Carattere	Coppie di stazioni				N.º volte signific.
	I-IV	II-III	I-III	I-II	
1	0,12	<b>3,25</b>	1,18	2,01	2
2	1,40	<b>6,12</b>	1,69	<b>4,97</b>	2
3	2,45	<b>6,93</b>	1,59	<b>4,02</b>	3
4	<b>6,22</b>	<b>4,54</b>	<b>6,39</b>	2,32	4
5	<b>8,65</b>	<b>3,03</b>	<b>9,44</b>	<b>5,02</b>	4
6	<b>3,70</b>	<b>8,03</b>	<b>4,26</b>	<b>2,83</b>	4
7	<b>4,49</b>	<b>4,08</b>	<b>10,00</b>	0,60	3
8	<b>5,14</b>	<b>4,49</b>	<b>4,59</b>	0,066	3
9	<b>4,16</b>	<b>5,52</b>	<b>4,41</b>	2,20	4
10	<b>5,37</b>	<b>9,34</b>	<b>8,18</b>	2,10	4
11	1,18	0,81	0,33	1,06	0
12	2,18	<b>5,15</b>	2,31	<b>2,86</b>	4
13	<b>12,68</b>	<b>7,78</b>	<b>19,64</b>	<b>3,79</b>	4
14	<b>6,05</b>	<b>9,95</b>	<b>6,71</b>	2,48	4
15	1,62	0,62	1,15	0,15	0
16	1,82	1,51	<b>7,13</b>	0,53	1
17	0,44	<b>5,64</b>	1,01	2,17	2
18	1,14	2,58	1,29	1,18	1
19	1,13	<b>4,38</b>	0,77	1,33	1
20	2,56	<b>10,58</b>	<b>5,64</b>	<b>3,13</b>	4
21	<b>4,81</b>	<b>5,29</b>	<b>3,56</b>	1,90	3
22	2,82	0,01	0,58	0,17	1
23	1,75	0,20	0,16	0,04	0
24	<b>3,96</b>	2,19	<b>3,11</b>	1,12	2
25	0,91	1,55	0,90	1,32	0
26	0,95	1,45	1,60	0,19	0
27	2,48	0,43	<b>3,43</b>	1,61	2
28	1,45	1,02	0,87	0,04	0
29	1,06	1,72	0,91	0,38	0
30	0,42	0,20	0,26	0,25	0
31	0,09	0,57	0,27	0,34	0

Cifre in carattere corsivo: i valori di «t» per P = 0,5;  
Cifre in carattere grasso: i valori di «t» per P = 0,01.

Tabella 8

Differenziazione da isolamento ecologico in *Megacyclops viridis* Jur. nel Lago Maggiore. Le coppie di stazioni sono ordinate secondo il numero decrescente dei caratteri significativamente diversi. (Da PIROCCHI, 1946; inedito.)

Coppia di stazioni	Numero dei caratteri signific. diversi	Distanza fra le stazioni	Profondità interposte
II-IV	20	km 5,3	m 150
II-III	18	km 1,5	m 60
I-IV	16	km 5,0	m 150
I-III	15	km 4,5	m 150
I-II	13	km 6,0	m 100
III-IV	2	km 2,0	m 150

Poiché la scelta delle stazioni è stata compiuta casualmente, è giustificato ritenere che il fenomeno abbia carattere generale.

4. Isolamento da «breeding structure»

Immaginiamo una specie euplantica, distribuita in ambiente eupelagico, con densità media costante. Costituisce essa una popolazione omogenea?

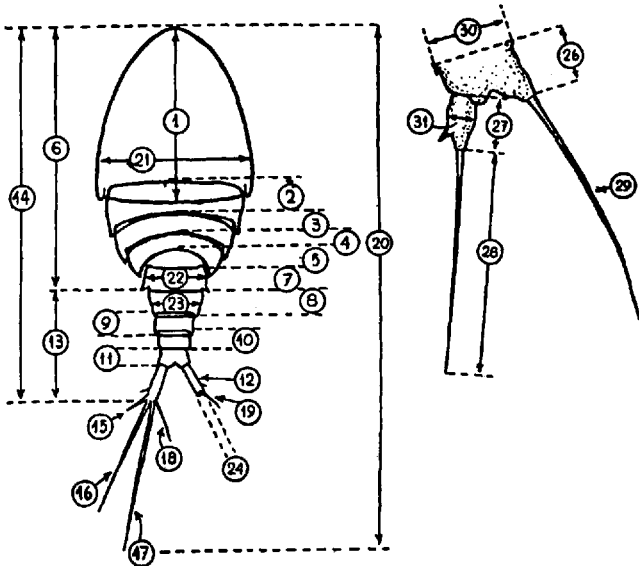


Fig. 7. Schema delle misurazioni su *Megacyclops viridis* Jur.: 1, 2, 3, 4, 5 longitudo segmentorum I, II, III, IV, V cephalothoracis; 6 longitudo prosomatis; 7 longitudo VI segmenti cephalothoracis; 8, 9, 10, 11 longitudo segmentorum I, II, III, IV abdominis; 12 longitudo furcae; 13 longitudo abdominis; 14 longitudo corporis; 15-18 longitudo setae externae, mediae externae, mediae internae, internae; 19 longitudo setae dorsalis; 20 longitudo totalis; 21 latitudo maxima cephalothoracis; 22 latitudo VI segmenti cephalothoracis; 23 latitudo I segmenti abdominis; 24 latitudo furcae; 25 longitudo antennae I paris; 26 longitudo I segmenti V pedis; 27 longitudo II segmenti V pedis; 28 longitudo setae II segmenti V pedis; 29 longitudo setae I segmenti V pedis; 30 latitudo I segmenti V pedis; 31 latitudo II segmenti V pedis.

L'omogeneità genotipica dipende da una omogenea distribuzione della probabilità che ogni individuo sessualmente maturo possiede di incontrarsi, entro un certo tempo, con ogni altro individuo della popolazione generale, in uguali condizioni biologiche. Tale distribuzione delle probabilità di incontro dipende evidentemente dal rapporto fra l'ambito di azione individuale e l'ambito spaziale occupato da tutta la popolazione. Si può quindi supporre che quando questo secondo ambito superi di molto il primo, le probabilità di incontro si distribuiscano irregolarmente e diventino molto basse per individui che siano separati da una notevole distanza iniziale. Si può di conseguenza prevedere un isolamento da distanza anche quando non sussista alcuna barriera topografica o ecologica.

L'analisi di questo caso è stata portata sul Copepodo *Mixodiaptomus laciniatus* Lill. del Lago Maggiore, Diaptomide caratteristicamente euplantico, eupelagico, distribuito in tutto il pelago del lago -



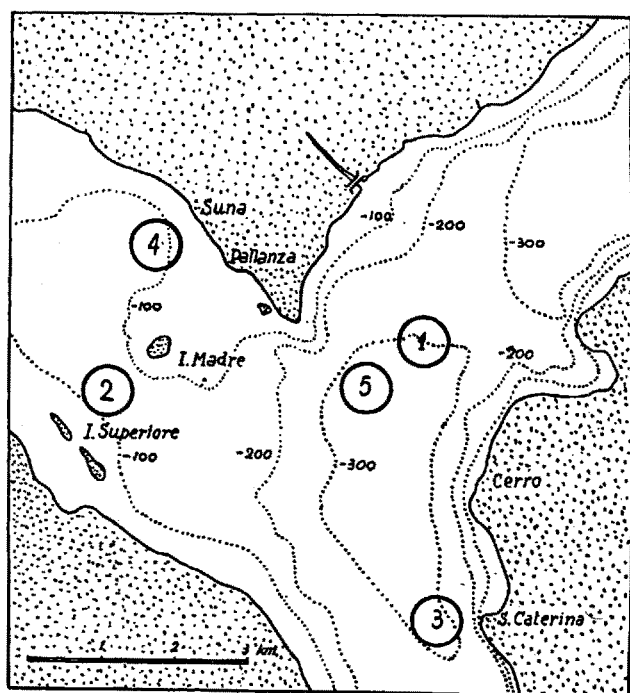


Fig. 8. Cinque stazioni di cattura di *Mixodiaptomus laciniatus* Lill. nel Lago Maggiore.

cioè in un ambiente estremamente omogeneo e privo di barriere materiali o di articolazione ecologica - fra i 100 m di profondità e la superficie<sup>1</sup>.

Su femmine adulte raccolte in cinque stazioni del lago (fig. 8), vennero misurati i caratteri schematizzati nella fig. 9 (20 caratteri per individuo su 250 individui; 17 caratteri effettivamente elaborati); i risultati delle misurazioni vennero trattati con l'analisi della varianza e con una estensione del metodo del «t». Le tab. 9 e 10 riassumono le conclusioni dell'analisi statistica.

La risposta è nettamente affermativa. Il *laciniatus* vivente nel pelago del Lago Maggiore è frammentato in popolazioni differenziate, eterogenee per 13 caratteri sui 17 effettivamente analizzati. Le eterogeneità messe in luce dall'analisi della varianza non sono ugualmente distribuite fra le stazioni; alcune stazioni mostrano di distinguersi più spiccatamente dalla popolazione complessiva ideale.

L'analisi condotta con il «t» mostra a sua volta che su 170 valori di «t» ben 44 (il 25,9%) sono significativi, il che conduce ad ammettere l'esistenza di una elevata eterogeneità rispetto alla intensità media con cui sono espressi i caratteri esaminati, nelle cinque stazioni indagate. Le stesse variabilità dei campioni sono diverse più di quanto non sarebbe consentito dalla ipotesi di una popolazione unica - e non vi è relazione fra differenze di media e differenze di varianza per gli stessi caratteri e per le stesse coppie di stazioni.

<sup>1</sup> E. BALDI, A. BUZZATI TRAVERSO, L. L. CAVALLI, L. PIROCCI, Mem. Ist. ital. Idrobiol. 2, 167 (1945).

I risultati dell'analisi fenotipica sono quindi positivi e affermano l'esistenza di un elevato differenziamento locale.

L'esperienza limnologica insegna che fra i diversi punti del pelago di un medesimo e unitario bacino lacustre oligotipico non sussistono differenze di condizionamento tali da far supporre una origine ambientale della differenza fenotipica. A prescindere da questa ovvia considerazione, la ulteriore elaborazione dei dati ha mostrato sperimentalmente la natura genetica delle divergenze biometriche constatate.

Regna ancora incertezza sul meccanismo di realizzazione della differenziazione. Tre ipotesi sono possibili: un puro effetto-distanza; una inomogeneità nella distribuzione orizzontale dei planctonti, per effetto della quale si produca una «breeding structure» tale che gli incontri fra individui sono favoriti nelle zone di maggior densità e inibiti nelle zone di diradamento; la ripartizione in sciame degli individui, con esclusione o quasi-esclusione di incontri fra sciame e sciame.

Circa la prima ipotesi: considerazioni teoriche di WRIGHT escludono che l'effetto-distanza sia sensibile,

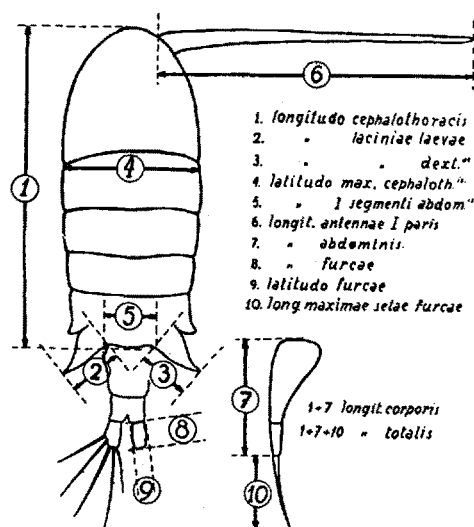
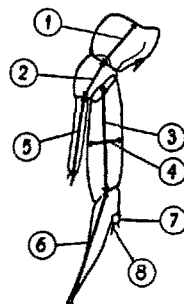


Fig. 9a. Schema delle misurazioni su *Mixodiaptomus laciniatus* Lill.; caratteri del corpo.



1. long. I segmenti basipoditis  
2. " II " "  
3. " I " exopoditis  
4. latitudo I regm. "  
5. longitudine endopod.  
6. " II regm. exopod.  
7. " III " "  
8. " setae III regm. exopod.

Fig. 9b. Schema delle misurazioni su *Mixodiaptomus laciniatus* Lill.; caratteri del V.º paio della femmina.



indagine particolarmente favorevole per quelle ricerche di dinamica genica in popolazioni naturali, la cui esatta conoscenza è molto desiderabile ai fini di un effettivo progresso dell'analisi quantitativa dei meccanismi della microevoluzione.

Se la condizione discriminante, nei processi microevolutivi, è rappresentata da un meccanismo che limiti la panmissia e impedisca in tal modo che le «novità» comunque comparse in seno alla specie vengano rapidamente sommerse e cancellate nel generale livellamento conseguente all'illimitato incrocio, è evidente che l'isolamento territoriale inerente a una distribuzione geografica obbligatoriamente discontinua rappresenti una condizione di privilegio a prò delle limnofaune, almeno dal punto di vista di un facilitato studio del fenomeno.

Non è improbabile che simili condizioni di distribuzione, caratterizzate da una sostanziale discontinuità, siano molto più generali di quanto consuetamente si ritenga<sup>1</sup>.

Anche faune terricole, quando le minute particolarità della loro distribuzione siano conosciute con esattezza, si possono presentare distribuite in comunità isolate; l'isolamento – sospettato più che dimostrato – è però sempre meno evidente e più laborioso da porre in chiaro per le faune terricole che per le acquicole. Esempi ne sono riferiti in TIMOFEEFF RESSOWSKY<sup>2</sup>, in BAUER e TIMOFEEFF<sup>3</sup> per quanto riguarda «grandi» disgiunzioni geografiche; in REINIG<sup>4</sup> per grandi disgiunzioni correlate al glaciale, in HOLDHAUS e in HOLDHAUS e LINDROTH<sup>5</sup> per disgiunzioni boreo-alpine, in RENSCH<sup>6</sup> per disgiunzioni geografico-sistematiche in generale, ecc. Ma mentre la situazione è sufficientemente chiara per le «grandi» disgiunzioni, essa lo è molto meno per le «piccole»; non fra areali zoogeografici nettamente separati, ma nell'interno di un singolo areale, non a una scala di migliaia di chilometri, ma di ettari o di metri quadrati. In queste ultime condizioni, quale è la reale distribuzione spaziale degli individui appartenenti alla specie? In realtà, siamo quasi privi di dati rilevati sistematicamente e con metodo critico. «Abgesehen von einigen Fällen der wohlbekannten Isolationswirkung bei Inselpopulationen ist aber zunächst sehr wenig Genaues über

Isolationsverhältnisse innerhalb verschiedener Artpopulationen bekannt<sup>1</sup>».

Si può ritenere quindi che, eccezion fatta per i casi di barriere espresse con alta precisione topografica nell'interno di un areale ristretto, la distribuzione dei terricoli possa attualmente essere interpretata come un alternarsi di zone fittamente popolate e di zone radamente popolate; in tale schema la zona di popolamento rado costituisce tuttavia un effettivo o possibile collegamento fra i centri di addensamento.

Ben diversamente nel caso dei bacini lacustri (e in generale dei biotopi lentic): conche topograficamente limitate per quanto grandi, riempite con una limitata per quanto grande massa d'acqua. La limitazione dell'insediamento non è quindi solamente territoriale, ma quantitativa, poiché in determinate condizioni trofiche e biocenotiche di una limitata massa d'acque non può trovar posto se non un determinato numero di individui della medesima specie.

E se anche una esatta analisi del meccanismo della colonizzazione, delle sue probabilità, del suo ritmo, non sia ancora stata compiuta, si può ora ritenere sperimentalmente dimostrato come la discontinuità dei singoli biotopi lacustri entro l'areale generale di diffusione delle specie abbia prodotto il fenomeno generale dell'isolamento dei genotipi immigrati con la conseguente creazione di una facies fenotipica estremamente locale.

Il fatto che la generalità del fenomeno non sia stata più precocemente riconosciuta si deve verosimilmente a varie ragioni. Anzitutto, la conoscenza degli endemismi, la quale rappresenta un raffinamento dei compiti normali della ricerca sistematica, dipende dalle condizioni generali di sviluppo dell'indagine sistematica per il singolo gruppo di organismi allo studio. Inoltre, tanto più rapidamente, nella storia sistematica di un gruppo sarà stato raggiunto lo stadio del riconoscimento degli endemismi, quanto più chiaramente essi riescano a manifestarsi in espressioni specio grafiche nei fenotipi del materiale studiato. Così sempre restando nell'ambito delle acque interne, i pesci hanno fornito documentazioni di disgiunzioni territoriali ben prima che le fornissero, ad esempio, gli Entomostraci del plancton.

Ne viene, per il materiale planctonico dulcicolo, una conseguenza singolare: sino a quando la sistematica di un gruppo non abbia raggiunto lo stadio di sviluppo che consenta allo speciografo di rilevare la forma locale, egli sarà piuttosto portato a sottolineare nelle limnofaune la caratteristica che maggiormente salta agli occhi dal punto di vista biogeografico: il loro cosiddetto cosmopolitismo. «The freshwater plankton is characterized by its well-marked cosmopolitanism. It must be emphasized that the freshwater plankton communities, in contrast to all other communities

<sup>1</sup> DARWIN, Origin of species; chapt. XIII: «The same principle which governs the general character of the inhabitants of oceanic islands is of the widest application throughout nature».

H. BAUER e N. W. TIMOFEEFF RESSOWSKY, Genetik und Evolutionsforschung bei Tieren. Kap. 3; 1943: «Wir sehen also, daß die Isolation in verschiedensten Formen bis in die kleinsten Populationen aller Lebewesen verbreitet ist und somit überall als Evolutionsfaktor eingreifen kann.»

<sup>2</sup> N. W. TIMOFEEFF RESSOWSKY in HUXLEY's New Systematics, 1940.

<sup>3</sup> H. BAUER e N. W. TIMOFEEFF RESSOWSKY, cit., 1943.

<sup>4</sup> W. F. REINIG, Die Holarktis, 1937.

<sup>5</sup> K. HOLDHAUS, Verh. VII. int. Kongr. Entomol., 1938. — K. HOLDHAUS e C. H. LINDROTH, Ann. Naturh. Museum Wien 60 (1938).

<sup>6</sup> B. RENSCH, Das Prinzip geographischer Rassenkreise und das Problem der Artbildung, 1929.

<sup>1</sup> BAUER e TIMOFEEFF, cit. pag. 401 (1943).

on land or water, everywhere contain the same types, nearly everywhere the same species<sup>1</sup>»; «Überblicken wir alles, was wir im Augenblick darüber wissen, so überrascht uns besonders ein Phänomen: der fast unglaubliche Kosmopolitismus der Planktonten<sup>2</sup>».

Occorreranno esempi cospicui, quanto gli endemismi del Baical o dei grandi laghi africani, perché il problema dell'isolamento e dei suoi effetti venga introdotto nella distribuzione dei popolamenti delle acque dolci.

Gli ultimi venti anni hanno all'ingrosso, segnato il periodo critico nella storia della conoscenza del differenziamento in popolazioni dulcicole. In HESSE, ad esempio, l'impostazione generale del problema è indubbiamente molto precisa per quanto riguarda le premesse geografiche<sup>3</sup>; il concetto della insularità dei biotopi dulcicoli è espresso con grande chiarezza, così come quello del confinamento delle faune insediate. Ma, in contrasto con questa elevata segregazione topografica e questa articolazione ecologica, HESSE, fondandosi sul materiale fornito dalla bibliografia dell'epoca, giunge ad affermare che il frammentamento locale non è nelle acque interne più cospicuo di quanto sia in mare. «Man sollte bei den Süßwassertieren, bei der weitgehenden Gelegenheit zur Umbildung eine viel mannigfachere Formenfülle, eine reichere Spaltung in Familien, Gattungen und Arten erwarten<sup>4</sup>».

In questa impostazione della questione vi è un equivoco fondamentale, chiarito dal caso dei Molluschi dulcicoli che HESSE, seguendo quasi letteralmente COOKE<sup>5</sup>, cita a dimostrazione della insensibilità delle limnofaune all'isolamento dei biotopi: identità della specie (p. es. *Limnaea stagnalis*) su di un areale olartico. Ora, proprio alla stessa data del trattato di HESSE e proprio per le Limnee, GERMAIN giunge alla conclusione: «En réalité chaque rivière, chaque lac, chaque pièce d'eau a sa forme de Limnée qui lui est propre<sup>6</sup>». E, nella successiva monografia dei Molluschi terricoli e dulcicoli della fauna francese: «L'on peut dire que chaque rivière, chaque lac, chaque marais a, non seulement sa forme propre de Limnée, mais aussi ses formes d'Anodontes et d'Unios<sup>7</sup>».

La radicale divergenza di opinioni, a soli dieci anni di distanza fra la speciografia classica e la nuova, a proposito del medesimo materiale, ha la sua ragione profonda: il raffinamento della sensibilità sistematica e la maggiore finezza dell'indagine portata su materiale molto più abbondante. L'identità della specie su di un vastissimo areale di diffusione, affermata su collezioni da museo, si risolve, dopo la minuziosa di-

samina di molti individui appartenenti a numerose popolazioni, nella sottile diversità di tutte queste popolazioni. Che tale diversità sia di ordine intraspecifico piuttosto che interspecifico è questione del tutto secondaria (e del resto difficile da impostare senza equivoci). Così nel caso delle *Anodonta* le due specie di CLESSIN (1876-1890) sono diventate le ventisei specie di KUSTER e le oltre duecentocinquanta degli Autori francesi per le sole acque interne di Francia.

Quello che realmente importa è che una osservazione più accurata dei fatti abbia dimostrato che a un frammentamento delle sedi entro l'areale generale corrisponda realmente un differenziamento genotipico e che le acque interne siano per natura loro particolarmente propizie alla manifestazione di tale fenomeno. Che poi l'ordine di grandezza delle differenze si mantenga al disotto di quello che, per un dato materiale, si assume come criterio di distinzione specifica, si può presumere dovuto ad altre cause, anch'esse inerenti alle caratteristiche generali delle acque interne.

Tutte le raccolte d'acqua sono transitorie, dai pochi giorni delle pozze temporanee ai quarantacinquemila anni del Lago di Ginevra. Si può ritenere che le durate medie di sussistenza di un bacino lacustre consueto siano insufficienti per consentire all'isolamento e ai meccanismi genetici relativi di esprimere differenze fenotipiche tanto spiccate da oltrepassare il livello specifico. Per la scomparsa del bacino - e più ancora per il mutamento delle sue condizioni ecologiche conseguente all'invecchiamento del lago, una determinata popolazione specifica che vi era insediata vi può venire cancellata prima che essa abbia potuto raggiungere un tale grado di endemizzazione da superare il livello specifico. Si può prevedere *a priori* che i grandi laghi prequaternari, persistiti con continuità per grandi durate di tempo, debbano presentare endemismi numerosi, spiccati, spesso superspecifici. Così le trecento specie di Anfipodi del Baical di fronte alle neppure dieci di tutti i laghi europei.

Il nesso fra età geologica di un biotopo lacustre, persistito ininterrottamente, e il grado di endemizzazione del suo popolamento, venne in varia forma più volte affermato; ad esempio da BELT<sup>1</sup> in via generale, da EKMAN<sup>2</sup> per il classico caso del *Limnocalanus macrurus-grimaldi*, dallo stesso EKMAN<sup>3</sup> a proposito della delusa ipotesi di FOREL e ZSCHOKKE che i fondi dei grandi laghi abbiano potuto costituire centri di creazione di nuove specie. In uno dei suoi più recenti lavori, EKMAN giungeva alla conclusione: «Es gibt also im allgemeinen bei den endemischen Elementen eines Gebietes eine Parallelität zwischen ihrem taxonomischen Rang und ihrem Alter im Gebiet<sup>4</sup>».

<sup>1</sup> C. WESENBERG-LUND, Plankton investigations of the Danish lakes. General Part, pag. 313 (1908).

<sup>2</sup> C. WESENBERG-LUND, Int. Rev. Hydrobiol. 3; Biol. Suppl. 1, 32/33.

<sup>3</sup> R. HESSE, Tiergeographie auf ökologischer Grundlage, 1924.

<sup>4</sup> R. HESSE, cit. pag. 82 (1924).

<sup>5</sup> A. H. COOKE, Molluscs. Cambridge Natural History 3 (1913).

<sup>6</sup> L. GERMAIN, La vie des animaux à la surface des continents, pag. 166 (1924).

<sup>7</sup> L. GERMAIN, Mollusques terrestres et fluviatiles. Faune de France 21/22, 58 (1930/31).

<sup>1</sup> TH. BELT, The Naturalist in Nicaragua, 1888.

<sup>2</sup> S. EKMAN, Int. Rev. Hydrobiol. 6, 335 (1913).

<sup>3</sup> S. EKMAN, Int. Rev. Hydrobiol. 8, 113 (1917).

<sup>4</sup> S. EKMAN, Begründung einer statistischen Methode in der regionalen Tiergeographie. Nova acta R. Soc. Scientiarum Upsaliensis 12 (1940).

Purtroppo il materiale documentario è scarsissimo; per quanto ne sappiamo, esso sostanzialmente si riduce al contributo del lavoro di EKMAN del 1913/14. Il lavoro di WOLTERECK che prende lo spunto da una analoga impostazione del problema<sup>1</sup> è metodologicamente inconvincente.

Una meditata collaborazione fra idrobiologi e geologi potrebbe far compiere alla questione progressi fondamentali e molto auspicabili.

La microevoluzione da isolamento è in atto, nelle limnofaune; la durata geologica del biotopo consuetamente ne blocca i risultati a un livello sottospecifico.

#### Summary

Since freshwater basins are by their own nature geographically isolated, and it was demonstrated that isolated populations of a small size are controlled by the Wright effect, the study of the isolation effects on the genotypical composition of freshwater planktic populations seems to be a promising one.

Following cases were analyzed: (1) mere topographic isolation in several populations of Cladocera and Copepoda inhabiting little basins of the Carsian Plateau and in populations of the Copepod *Arctodiaptomus bacillifer* Koelb. living in ten high-mountain lakes of the Alps; (2) ecological isolation in four populations of the Copepod *Megacyclops viridis* Jur. which inhabit different sublittoral stations within the same lacustrine

basin, and which are separated by ecological barriers; (3) breeding structure isolation, in five samples of the euplanktic Copepod *Mixodiaptomus laciniatus* Lill. caught at different points of the same pelagic milieu.

In all cases the statistical analysis of the biometrical data showed that the species concerned was made up by a number of genotypically distinct populations. The last case demonstrates that the breeding structure of a large specific population distributed throughout a continuous and homogeneous environment becomes quite similar to that of a population made up of microgeographic races depending on actual isolating barriers.

Thus processes of genotypical differentiation depending upon whatever form of isolation seem to be, as expected, a very general feature of freshwater planktic populations.

The often emphasized cosmopolitanism of freshwater species rather constitutes only an appearance, which masks the more subtle fragmentation of the species in minor units. Phenotypical differences are in most cases very small, and they may be revealed only by biometric and statistical techniques. They seem to be destitute of every adaptative significance. They very rarely reach the level of a specific difference.

On the actual basis of our knowledge, we may assume that microevolution by isolation is always going on within planktic freshwater populations; the phenotypic level which may be reached depends upon the chronological duration of the unmodified environment, i. e. upon the geologic age of the basin. It seems that the mean duration of usual lakes falls short of the production of well-marked specific differences.

<sup>1</sup> R. WOLTERECK, Mem. Ist. ital. Idrobiol. 1, 29 (1942).

## L'interaction moléculaire et l'anamigmatisme

Par R. MÉRIGOUX, Marseille<sup>1</sup>

Entre les atomes ou les molécules existent des forces d'interaction qui n'ont de valeur appréciable qu'aux faibles distances et qui sont pratiquement nulles lorsque l'éloignement des particules intéressées dépasse deux ou trois fois leur diamètre. Si deux atomes, ou deux molécules, se rapprochent, la force d'interaction est d'abord attractive et passe par un maximum qui est de l'ordre de quelques  $10^{-8}$  dyne; elle s'annule ensuite pour une distance  $r_0$  qui correspond à un état d'équilibre pour l'ensemble des deux particules (fig. 1). Si la distance diminue encore, la force d'interaction réapparaît; mais elle est alors répulsive et devient même très fortement répulsive pour peu que la distance devienne inférieure à  $r_0$ .

L'origine de ces forces est électromagnétique: les orbites électroniques qui entourent les noyaux se

comportent à la fois comme des charges électriques et comme de petits aimants et c'est l'interaction de ces charges et de ces aimants, animés de mouvements rapides et compliqués, qui crée les forces d'interaction atomique ou moléculaire. Leur calcul direct, à partir de la structure électronique des atomes, est très difficile et n'a pu être effectué que dans quelques cas; mais, calculées ou non, ces forces existent: ce sont elles qui provoquent les liaisons chimiques, les liaisons et l'équilibre dans les cristaux, ou encore les forces qui ne manquent jamais de prendre naissance entre deux molécules simplement voisines et que l'on appelle alors forces de Van der Waals.

L'état de la matière est la résultante des forces d'interaction, de l'agitation thermique et de la pression extérieure.

Laissant, pour le moment, les effets des deux dernières actions, nous allons étudier d'un peu plus près les conséquences de l'interaction moléculaire.

Il faut se représenter la matière comme un ensemble de particules s'attirant les unes les autres, et où le premier effet de cette cohésion est la pression interne.

<sup>1</sup> Ce court exposé est destiné à attirer l'attention du lecteur sur un problème de physique qui peut être relié aux travaux que M. le Professeur L. GLANGEAUD a effectué sur «Les états de la matière dans la pétrogénèse profonde» et qu'il publiera ici dans le prochain numéro. Il est également utile de se reporter à l'étude de M. le Professeur W. KUHN «Zur Diskussion über die Homogenität des Erdinnern» (Exper. 2, 391 [1946]).