

---

ATTI ACCADEMIA NAZIONALE DEI LINCEI  
CLASSE SCIENZE FISICHE MATEMATICHE NATURALI  
**RENDICONTI**

---

MARISA LEONARDI CIGADA, SANDRA MACCHI

**Le variazioni stagionali dell'Amoeba spumosa in  
Italia**

*Atti della Accademia Nazionale dei Lincei. Classe di Scienze Fisiche,  
Matematiche e Naturali. Rendiconti, Serie 8, Vol. 42 (1967), n.1, p. 95–101.*

Accademia Nazionale dei Lincei

<[http://www.bdim.eu/item?id=RLINA\\_1967\\_8\\_42\\_1\\_95\\_0](http://www.bdim.eu/item?id=RLINA_1967_8_42_1_95_0)>

L'utilizzo e la stampa di questo documento digitale è consentito liberamente per motivi di ricerca e studio. Non è consentito l'utilizzo dello stesso per motivi commerciali. Tutte le copie di questo documento devono riportare questo avvertimento.

---

*Articolo digitalizzato nel quadro del programma  
bdim (Biblioteca Digitale Italiana di Matematica)  
SIMAI & UMI*

<http://www.bdim.eu/>



**Zoologia.** — *Le variazioni stagionali dell'Amoeba spumosa in Italia* (\*). Nota di MARISA LEONARDI CIGADA e SANDRA MACCHI, presentata (\*\*) dal Corrisp. S. RANZI.

SUMMARY. — We have studied the seasonal changes in size of *Amoeba spumosa* in both flat land and mountain fresh water.

In flat land (locality river Brembo near Bergamo), the greatest increase in size of Amoebae was found during the month of May (increase 239.2% from February to May) and another increase, not so marked, during September.

In mountain water (locality brook of Tonale Pass, at 1880 m) in the Amoebae was found a curve with only one maximum peak in July (increase 287.1% from February to July).

The correlation size-temperature, discovered in these two places, is once more proved in the correlation temperature-size observed in other different Italian areas.

The greatest dimensions of Amoebae which coincide with an optimum temperature are presumably the result of the interaction of many favourable factors mainly the increase of the producers.

The remarkable increase in size, over a period of several generations of Amoebae treated with RNP extracted from protist *Chlamidomonas*, brought to same an increase of over 25% in comparison to the largest found in nature. RNP-treated Amoebae appeared different from these latter because of a smaller nucleo-plasmic ratio.

I precedenti lavori sul ciclo biologico dell'*Amoeba spumosa* Gruber, la comune ameba di acqua dolce di Lombardia (Cigada Leonardi 1958), e sulla distribuzione delle amebe (Leonardi Cigada 1964) avevano dimostrato l'elevato grado di variabilità del loro protoplasma fino al punto da considerare inesistenti alcune specie, per alcune delle quali anche Bovee (1951) negava la validità tassonomica. Infatti nelle nostre ricerche esse sono risultate fenotipi rappresentanti determinati momenti del ciclo biologico della *A. spumosa* stessa. Inoltre *A. spumosa* tenute in brodo di coltura con ribonucleo-proteine estratte da un fitoflagellato (Leonardi Cigada, Cantone e Gallone 1963) avevano presentato fenomeni di gigantismo che avevano portato ad un aumento del volume del citoplasma del 200 %, gigantismo protrattosi, dopo il ritorno delle amebe in brodo di coltura normale, per alcune decine di generazioni ottenute per scissione.

In una ricerca, inizialmente intesa a vedere se in differenti ambienti naturali fossero presenti razze diverse di *A. spumosa*, siamo state colpite dalle notevoli variazioni di dimensione. Abbiamo quindi voluto vedere, con una ricerca sistematica in un ambiente ben stabilito, se vi fossero variazioni stagionali e ben presto abbiamo esteso queste ricerche a un secondo ambiente.

(\*) Ricerche eseguite nel Laboratorio di Zoologia dell'Università statale di Milano.

(\*\*) Nella seduta del 14 gennaio 1967.

Abbiamo inoltre tenuto conto di dati precedentemente raccolti saggiando diversi ambienti.

Per le prime ricerche abbiamo scelto un canale largo circa 3 metri, piuttosto profondo, circondato da alberi, nella campagna bergamasca a Ponte S. Pietro. L'acqua corrente veniva dal fiume Brembo.

In ogni prelievo venivano misurati la temperatura dell'acqua e il pH. In questa nota non riporteremo i dati riguardanti il pH; esso variava tra 6,0 e 6,9 e queste variazioni non erano correlate né con il numero di individui né con le loro dimensioni. Le acque venivano lasciate in laboratorio a temperatura ambiente per una settimana. Quindi si individuavano le amebe in essa contenute e si isolavano su portaoggetti. Dopo averle osservate a luce normale, venivano fotografate con illuminazione con microflash equipment di Zeiss, e poi a contrasto di fase <sup>(1)</sup>. Questo perché le fotografie ottenute col *flash* danno un'immagine molto nitida del citoplasma e del contorno citoplasmatico mentre col microscopio a contrasto di fase la fotografia risulta meno chiara per quanto concerne i limiti del citoplasma, ma è ben visibile il nucleo che si distingue dai vacuoli e dagli inclusi cellulari perché è molto scuro e circondato da un alone luminoso.

Le fotografie prese al *flash* venivano utilizzate direttamente per la misura della proiezione della superficie col planimetro. Abbiamo proceduto alla misura dell'area apparente del citoplasma. Venivano misurati circa 15 individui di uno stesso campione di acqua, e da questo insieme si ricavava la media. Il valore di ogni individuo non differiva mai molto da quello di altri individui, ragion per cui la media di 15 esemplari risultava già significativa, come dimostrato dal calcolo dell'errore standard mai superiore a  $\pm 13,3$ . Abbiamo trascurato lo spessore delle amebe preso in considerazione nelle precedenti ricerche (Leonardi Cigada, Gallone e Cantone 1963), perché in misurazioni fatte inizialmente si era visto essere dell'ordine di grandezza delle amebe di controllo del precedente lavoro e variare proporzionalmente alla superficie delle amebe. Il considerarlo avrebbe fatto aumentare di circa il 30 % tutte le differenze che qui presentiamo, quando esprimiamo la dimensione delle amebe come semplice valore di superficie.

Per quanto riguarda la misura dei nuclei, essendo essi molto piccoli rispetto al citoplasma, è risultato più conveniente proiettare le negative ingrandendole 10 volte e seguire con la matita il contorno del citoplasma e del nucleo. Misurando poi col planimetro la superficie della proiezione del nucleo così ingrandito si possono avere delle misure sufficientemente precise. Misuravamo anche la superficie racchiusa dai contorni del citoplasma onde controllare le misure eseguite sulle fotografie ottenute col *flash*; queste misure non hanno dato differenze degne di nota rispetto alle prime, per cui i valori

(1) Col *flash* usavamo l'obiettivo Plan 40/0,65 e l'oculare 8 di Zeiss, il negativo ottenuto era stampato in maniera che l'ingrandimento risultasse di 960 volte. Il microscopio a contrasto di fase era un Reichert, l'obiettivo 45/0,65 l'oculare 10, il negativo era stampato in maniera da ottenere un ingrandimento identico a quello ottenuto col *flash*.

qui riportati sono esclusivamente quelli ottenuti con fotografie al *flash*, mentre quelle a contrasto di fase sono state usate solo per le dimensioni del nucleo.

Riportiamo nelle figg. 1 e 2 i dati riguardanti le misure medie dell'area protoplasmatica e nucleare delle amebe del canale con acque del fiume Brembo (a Ponte S. Pietro) nei dodici mesi dell'anno, espresse in  $\mu^2$  e la temperatura dell'acqua durante il prelievo.

Le figg. 1 e 2 presentano un valore massimo molto rilevante in corrispondenza del mese di maggio per le aree citoplasmatiche e di aprile per le aree nucleari, e un altro massimo, meno pronunciato, in entrambe le curve

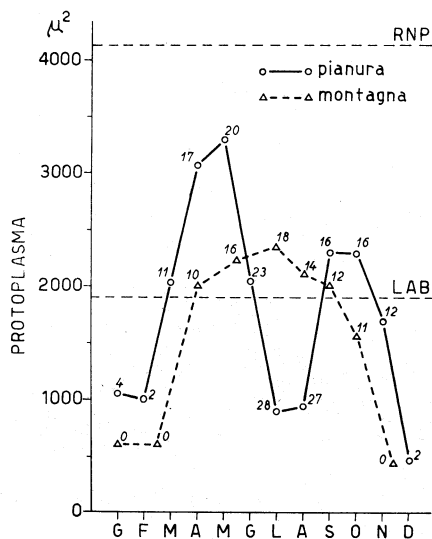


Fig. 1.

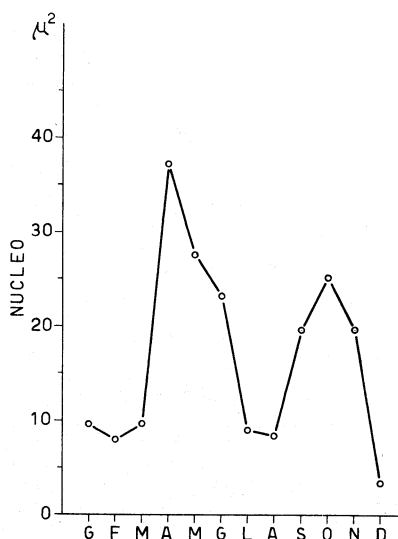


Fig. 2.

Fig. 1. - Ciclo annuale delle dimensioni di *Amoeba spumosa* di Ponte San Pietro e del Tonale. Sulle ascisse i mesi dell'anno. Sulle ordinate l'area protoplasmatica espressa in  $\mu^2$ . Per confronto sono indicati con le linee orizzontali tratteggiate i valori di amebe allévate in laboratorio (Lab.) e di amebe trattate con RNP di fitoflagellato (RNP). Per ogni determinazione è indicata la temperatura dell'acqua al momento del prelievo.

Fig. 2. - Ciclo annuale delle dimensioni del nucleo di *Amoeba spumosa* di Ponte San Pietro. Sulle ascisse i mesi dell'anno. Sulle ordinate l'area nucleare espressa in  $\mu^2$ .

in rapporto ai mesi di settembre e di ottobre. Questi massimi corrispondono a determinati valori di temperatura, fattore fisico questo che si è dimostrato significativo nelle variazioni protoplasmatiche delle amebe. È interessante osservare che queste punte coincidono con i massimi dei produttori d'acqua dolce. D'Ancona, Mozzi e Merlo (1961) e Merlo e Mozzi (1963), che hanno studiato il ciclo del fitoplancton nel lago di Garda, hanno trovato per Diatomee e Peridinee un massimo fra marzo e aprile e un altro massimo di minore entità che coincide con il mese di settembre, momento in cui anche il *Dynobryon* presenta un notevole aumento. Per il lago Maggiore Tonolli (1964) parla di un aumento della biomassa dei produttori in questi stessi periodi stagionali.

Nella fig. 3 i nostri dati vengono comparati, sovrapponendoli, con lo schema di Odum (1959) che pone in rapporto fattori fisici e chimici con le variazioni del fitoplancton.

Non siamo, è chiaro, in grado di precisare quale fattore influisca sulle dimensioni del corpo delle amebe, ma è certo interessante tener conto di tutti questi fattori correlati per indicare che, se anche noi riportiamo le dimensioni delle amebe in funzione della temperatura, valore per altro molto facilmente determinabile, è probabile che fra temperatura e dimensione delle amebe si intercalino alcuni altri anelli come emerge dalla figura.

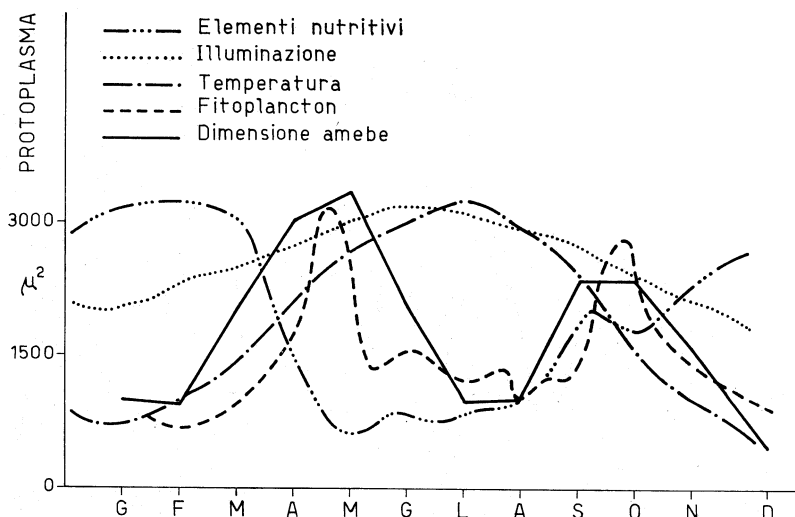


Fig. 3. - Comparazione tra i dati qui presentati e la figura di Odum (1959) sulle variazioni delle condizioni fisiche, chimiche e del fitoplancton in acque dolci temperate.

I dati ottenuti nello studio delle amebe della stazione di Ponte S. Pietro trovano conferma negli altri dati che ora riportiamo in tabella e che si riferiscono a prelievi eseguiti dal 1963 al 1966 in vari periodi dell'anno e in vari luoghi d'Italia e che in definitiva indicano che in tutti i luoghi studiati (pianura o collina) c'è il medesimo ciclo con correlazione tra temperatura e dimensione del corpo dell'ameba come emerge dalla fig. 4.

In questa figura i valori dell'area citoplasmatica in rapporto alla temperatura, osservati in tutti gli ambienti naturali studiati, vengono comparati con quelli di amebe allevate in laboratorio e con quelli di amebe trattate con ribonucleoproteine. Dalla figura si vede che le dimensioni delle amebe in natura non raggiungono mai i valori ottenuti sperimentalmente mediante trattamento con ribonucleoproteine essendo tali valori superiori rispetto ai massimi riscontrati nell'ambiente naturale. Crediamo anche che le scarse dimensioni delle amebe allevate in laboratorio, che a parità di temperatura sono più piccole di quelle raccolte in natura, stiano proprio a indicare l'esistenza di fattori che si intercalano tra temperatura e dimensione delle amebe,

TABELLA I.

|                                                   |                                                                                                |
|---------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>A. spumosa</i> di Mozzo (Bg) . . . . .         | prelievo del gennaio 1963 – temp. H <sub>2</sub> O 0° C<br>area citoplasmatica 596 $\mu^2$     |
| <i>A. spumosa</i> di Curno (Bg). . . . .          | prelievo del gennaio 1963 – temp. H <sub>2</sub> O 0° C<br>area citoplasmatica 1012 $\mu^2$    |
| <i>A. spumosa</i> di Albegno (Bg) . . . . .       | prelievo del marzo 1963 – temp. H <sub>2</sub> O 10° C<br>area citoplasmatica 3021 $\mu^2$     |
| <i>A. spumosa</i> del fiume Dora (To) . . . . .   | prelievo del marzo 1966 – temp. H <sub>2</sub> O 14° C<br>area citoplasmatica 2102 $\mu^2$     |
| <i>A. spumosa</i> del fiume Stura (To). . . . .   | prelievo del marzo 1966 – temp. H <sub>2</sub> O 14° C<br>area citoplasmatica 2319 $\mu^2$     |
| <i>A. spumosa</i> di Molara (Ss) . . . . .        | prelievo del marzo 1966 – temp. H <sub>2</sub> O 15° C<br>area citoplasmatica 2710 $\mu^2$     |
| <i>A. spumosa</i> dell'Idroscalo (Mi) . . . . .   | prelievo dell'aprile 1965 – temp. H <sub>2</sub> O 12° C<br>area citoplasmatica 1610 $\mu^2$   |
| <i>A. spumosa</i> del fiume Sesia (Vc) . . . . .  | prelievo dell'aprile 1964 – temp. H <sub>2</sub> O 17° C<br>area citoplasmatica 3025 $\mu^2$   |
| <i>A. spumosa</i> del fiume Oglio (Bs) . . . . .  | prelievo dell'aprile 1965 – temp. H <sub>2</sub> O 10° C<br>area citoplasmatica 1300 $\mu^2$   |
| <i>A. spumosa</i> di Mozzo (Bg) . . . . .         | prelievo del maggio 1963 – temp. H <sub>2</sub> O 17° C<br>area citoplasmatica 3014 $\mu^2$    |
| <i>A. spumosa</i> di Castellamare (Na) . . . . .  | prelievi del giugno 1965 – temp. H <sub>2</sub> O 13° C<br>area citoplasmatica 2080 $\mu^2$    |
| <i>A. spumosa</i> dell'Idroscalo (Mi) . . . . .   | prelievo del giugno 1966 – temp. H <sub>2</sub> O 16° C<br>area citoplasmatica 1994 $\mu^2$    |
| <i>A. spumosa</i> di Albegno (Bg) . . . . .       | prelievo del giugno 1963 – temp. H <sub>2</sub> O 21° C<br>area citoplasmatica 3021 $\mu^2$    |
| <i>A. spumosa</i> di Brendibusio (Bs) . . . . .   | prelievi del settembre 1963 – temp. H <sub>2</sub> O 15° C<br>area citoplasmatica 2507 $\mu^2$ |
| <i>A. spumosa</i> del fiume Brembo (Bg) . . . . . | prelievi del settembre 1964 – temp. H <sub>2</sub> O 12° C<br>area citoplasmatica 1950 $\mu^2$ |
| <i>A. spumosa</i> dell'Idroscalo (Mi) . . . . .   | prelievi dell'ottobre 1965 – temp. H <sub>2</sub> O 11° C<br>area citoplasmatica 1364 $\mu^2$  |
| <i>A. spumosa</i> del lago Iseo (Bs) . . . . .    | prelievi del novembre 1965 – temp. H <sub>2</sub> O 13° C<br>area citoplasmatica 1641 $\mu^2$  |
| <i>A. spumosa</i> di Bacchiglione (Vi) . . . . .  | prelievo del novembre 1965 – temp. H <sub>2</sub> O 13° C<br>area citoplasmatica 1800 $\mu^2$  |
| <i>A. spumosa</i> del fiume Brenta (Vi) . . . . . | prelievo del novembre 1965 – temp. H <sub>2</sub> O 13° C<br>area citoplasmatica 1862 $\mu^2$  |
| <i>A. spumosa</i> di Pieve Ligure (Ge) . . . . .  | prelievo del novembre 1964 – temp. H <sub>2</sub> O 11° C<br>area citoplasmatica 1263 $\mu^2$  |
| <i>A. spumosa</i> di Antrona (No). . . . .        | prelievo del novembre 1965 – temp. H <sub>2</sub> O 11° C<br>area citoplasmatica 1488 $\mu^2$  |
| <i>A. spumosa</i> di Cernusco (Bg) . . . . .      | prelievo del dicembre 1963 – temp. H <sub>2</sub> O 2° C<br>area citoplasmatica 385 $\mu^2$    |

fattori che prescindono dalla temperatura nel brodo di coltura del laboratorio (infuso di fieno) e che invece in natura variano col variare di questa. Questi fattori sono, secondo ogni verisimiglianza, il nutrimento, rappresentato da batteri, diatomee, ecc., ma noi non abbiamo eseguito ricerche dirette in questo campo.

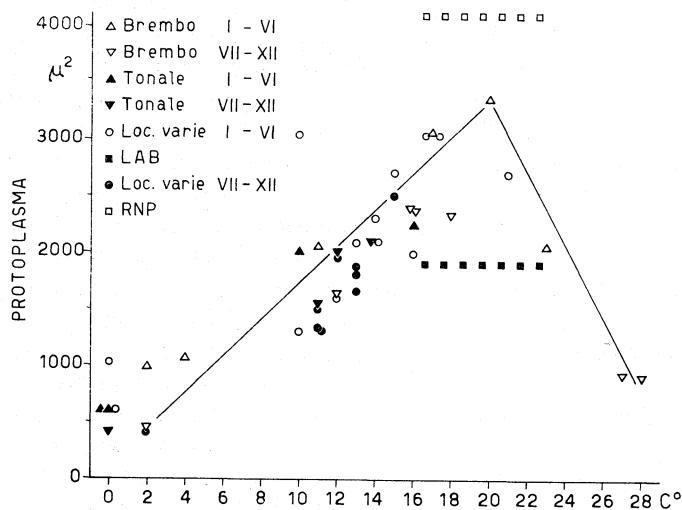


Fig. 4. - Correlazione tra dimensioni dell'*Amoeba spumosa* e temperatura dell'ambiente. Sulle ascisse la temperatura. Sulle ordinate l'area protoplasmatica in  $\mu^2$ .

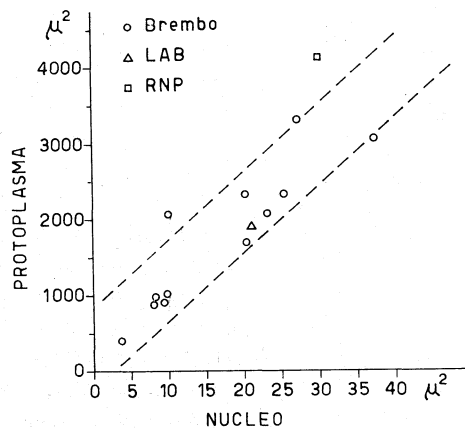


Fig. 5. - Correlazione tra dimensioni nucleari e protoplasmatiche. Sulle ascisse l'area nucleare espressa in  $\mu^2$ . Sulle ordinate l'area protoplasmatica espressa in  $\mu^2$ .

Se si esaminano i rapporti tra dimensioni nucleari e dimensioni citoplasmatiche delle amebe di ambiente naturale e di allevamento in laboratorio si vede che la correlazione è la stessa (fig. 5). Il punto che esprime il rapporto nucleocitoplasmatico delle amebe trattate con ribonucleoproteine non è invece allineato con gli altri; esso mette in evidenza un maggior accrescimento del citoplasma rispetto al nucleo, il che parla a favore di una azione del RNP a



livello citoplasmatico, azione che si è protratta per parecchie diecine di generazioni dopo il ritorno in ambiente naturale per un fenomeno che abbiamo definito di « Dauermodifikation ».

Onde studiare l'effetto stagionale di un ambiente profondamente diverso abbiamo preso in esame una popolazione vivente in acqua di alta montagna. Il luogo prescelto è stato un canale del Passo del Tonale, a m. 1880 di altezza. L'acqua scende dal ghiacciaio di Cima Presena, attraversa la morena e arriva al Passo del Tonale. È un canale largo poco più di 2 metri e poco profondo, ma nonostante le abbondantissime nevicate, che scendono al Tonale, rimane in un brevissimo tratto scoperto per tutto l'anno.

Riportiamo nella fig. 1 le dimensioni dell'*A. spumosa* di questo ambiente: il massimo errore standard riscontrato per i valori di un mese è stato  $\pm 15,14 \mu^2$ .

Non riportiamo i valori dell'area nucleare, data la piccolezza del nucleo, perché le misure effettuate non ci sono sembrate sufficientemente esatte.

In alta montagna la vita è in uno stato « latente » dall'autunno alla primavera e si ha una ripresa solo quando i fattori ecologici hanno raggiunto una determinata soglia. Come nell'ambiente di pianura anche qui l'aumento dell'area citoplasmatica è in stretto rapporto con la temperatura cui è correlata la biomassa dei produttori presenti nelle acque. Infatti solo nel mese di luglio le amebe raggiungono la loro massima dimensione e la curva stagionale presenta quindi un unico massimo corrispondente a una temperatura di 18°C.

Per le amebe quindi la risposta a un ambiente ecologico favorevole si risolve non soltanto in un aumento numerico degli individui, ma l'aumento della biomassa di tutta la popolazione è dato in modo notevole dall'accrescimento dei singoli individui. Nelle stazioni prese in esame infatti l'area citoplasmatica è aumentata dal mese di febbraio al mese di maggio da  $998 \mu^2$  a  $3353 \mu^2$  (incremento del 239,2 %) in pianura e dal mese di febbraio al mese di luglio da  $600 \mu^2$  a  $2323 \mu^2$  (incremento del 287,1 %) in montagna.

#### BIBLIOGRAFIA.

- BOVEE E. C., *The non-existence of and Suggested Abolishment of Amoeba radiosa as a separate and Taxonomically valid species.* « Proc. An. Soc. Protozool. », 2, 5 (1951).  
D'ANCONA U., MOZZI C. e MERLO S., *Ricerche limnologiche sul lago di Garda.* « Verth. Internat. Verein. Limnol. », 14, 838 (1961).  
LEONARDI CIGADA M., *Ricerche biologiche e morfologiche sulle amebe.* « Ist. Lomb. (Rend. Sc.) », B 92, 431 (1958).  
LEONARDI CIGADA M., *Le amebe di acqua dolce.* « Natura e Montagna », 4, 111 (1964).  
LEONARDI CIGADA M., GALLONE I. e CANTONE C., *Gigantismo in amebe trattate con RNP.* « Riv. di Biol. », 56, 1 (1963).  
MERLO S. e MOZZI C., *Ricerche limnologiche sul lago di Garda.* « Arch. Oceanograf. e Limnol. », 13, 1 (1963).  
ODUM E. P., *Fundamentals of Ecology*, W. B. Saunders Company, Philadelphia and London (1959).  
TONOLLI V., *Introduzione allo studio della Limnologia.* « Ed. Ist. Ital. Idrobiol. di Pallanza », Verbania Pallanza (1964).