Atti Accademia Nazionale dei Lincei

Classe Scienze Fisiche Matematiche Naturali

Rendiconti

Loreto Rossi, Laura Picciafuoco, Alberto Basset

Studio degli accumuli di detrito organico sui fondali del Lago di iberni: I - Analisi delle distribuzioni

Atti della Accademia Nazionale dei Lincei. Classe di Scienze Fisiche, Matematiche e Naturali. Rendiconti, Serie 8, Vol. **83** (1989), n.1, p. 263–270.

Accademia Nazionale dei Lincei

<http://www.bdim.eu/item?id=RLINA_1989_8_83_1_263_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/

Atti della Accademia Nazionale dei Lincei. Classe di Scienze Fisiche, Matematiche e Naturali. Rendiconti, Accademia Nazionale dei Lincei, 1989.

Atti Acc. Lincei Rend. fis.
(8), LXXXIII (1989), pp. 263-270

Ecologia. — *Studio degli accumuli di detrito organico sui fondali del Lago di Nemi: I - Analisi delle distribuzioni* (*). Nota di LORETO ROSSI, LAURA PICCIAFUOCO e ALBERTO BASSET, presentata (**) dal Socio G. MONTALENT.

ABSTRACT. — *Study on the organic detritus accumulation on the bottom layer of Nemi Lake: I - Analysis of distributions.* The depth-time distributions of organic depositions (dry weight and ash free dry weight) on the bottoms of an hypereutrophic, volcanic lake (30 m deep) have been studied. Depositions were sampled monthly at 0.2 m, 2 m, 6 m and 30 m of depth for two consecutive years (1983-1984). Samples were collected along transects 755 m long from the shoreline to the center of the lake. It results that: 1) The amount of organic depositions is quantitatively assessed as 1.24 g/m^2/d in dry weight (i.e. 452.6 g/m^2/year) with an ash content corresponding to the 45.2% of the dry weight. 2) Allochthonous input of detritus directly affects the depositions only at sampling sites located at 0.2 m and 2 m of depth, that is max 30 m offshore.

KEY WORDS: Organic detritus; Allochthonous imput; Autochthonous imput.

RIASSUNTO. — Sono state studiate le distribuzioni spazio-temporali delle deposizioni organiche (peso secco e peso secco libero da ceneri) sui fondali di un lago ipereutrofo, vulcanico di 30 m di profondità. Le deposizioni sono state campionate mensilmente a 0,2 m, 2 m, 6 m e 30 m di profondità per due anni consecutivi (1983-1984). I campioni sono stati raccolti su transetti lunghi 755 m diretti da riva verso centro lago. Risulta che: 1) La quantità di deposizioni organiche è pari a 1,24 g/m^2/g (i.e. 452,6 g/m^2/anno) con un contenuto in ceneri corrispondente al 45,2% del peso secco. 2) L'input di detrito alloctono influenza direttamente solo le deposizioni delle prime fascie litorali 0,2 m e 2 m di profondità cioè fino a 30 m dalla costa.

INTRODUZIONE.

Il riempimento di un invaso lacustre procede ad un tasso dipendente dal rapporto tra entrate ed uscite. Le prime dipendono dal tipo di ambiente di entrata (Odum, 1988), mentre le seconde dipendono anche dalla utilizzazione trofica del materiale detritico da parte del benthos e degli altri organismi da esso dipendenti. Infatti è dimostrato che il metabolismo oltre che la stabile coesistenza delle popolazioni bentoniche, come pure quello delle macrofite, dipendono dalle quantità e qualità di — Materia Organica Particolata — (POM) che sedimenta dalla colonna d'acqua sul fondo (Wetzel and Manny, 1972; Gasith, 1976; Rich and Devol, 1978; Rossi, 1985). Ne deriva che conoscere la quantità, la natura e la distribuzione del detrito organico disponibile è cruciale sia per studi di ecologia di comunità sia per la gestione di sistemi acquatici a fini produttivistici, sia per il controllo dell'inquinamento. È noto infatti che il detrito sedimentato può costituire anche una pericolosa sorgente di fosforo (Nicholas and Keeney, 1973) e l'aumento di eutrofizzazione risulta spesso in una maggiore quantità assoluta della biomassa detritica stabile sul fondo. Al fine di stabilire la quantità, la distribuzione e la dipendenza alloctona del detrito che sedimenta sui fondali ed il tasso di accumulo di questo nel piccolo lago vulcanico di Nemi (Italia centrale), gli obiettivi

(*) Questo lavoro di ricerca è stato effettuato con fondi Ministero Pubblica Istruzione e Provincia di Roma.

(**) Nella seduta del 14 gennaio 1989.

della presente ricerca sono: 1) stimare le distribuzioni spazio-tempo della deposizione detritica sui fondali lacustri. 2) determinare le proporzioni e la distribuzione di L.P.O.M. (materia organica particolata di dimensioni > 1 mm) nelle deposizioni.

Materiali e metodi.

Il lago di Nemi è un piccolo bacino ipereutrofizzato per attività umane del centro Italia (Area = 1,79 km^2; larghezza media = 953,2 m; lunghezza = 1880 m; profondità max = 32,4 m). Esso occupa la parte meridionale di una depressione vulcanica ad elevata copertura caducifoglia. Una densa vegetazione emergente e sommersa, dominata rispettivamente da *Phragmites australis* e *Myriophyllium spicatum*, occupa i fondali litorali che sono a forte pendenza. Per gran parte dell'anno l'ossigeno è presente solo nella fascia compresa tra 0 e 8 m di profondità. La completa descrizione dell'habitat e gli andamenti temporali della produttività fitoplanctonica, quest'ultimi richiamati durante la discussione che segue, sono comunque pubblicati in esteso altrove (A.A.V.V., 1987).

La deposizione di detrito sul fondo lacustre è stata determinata tramite la raccolta del materiale che raggiunge nei trenta giorni di ogni mese i fondali di differenti profondità, dal gennaio 1983 a dicembre 1984. I campionamenti sono stati condotti in quattro differenti fasce batimetriche da riva a centro lago, alle profondità di 0,2, 2, 6 e 30 metri lungo due transetti disposti a croce. Per la raccolta del materiale in sedimentazione sono state utilizzate trappole di 1 m^2 di superficie appositamente preparate con tessuto di nylon (luce 0,01 mm), ancorate a 30 cm dal fondo per mezzo di un peso ed una boa contrapposti. Le trappole distanziate dal fondale ostacolavano la

Tabella 1. – *Deposizione del detrito* (g m^{-2} g^{-1} *di peso secco libero da ceneri* ± E.S.) *campionata per due anni consecutivi mensilmente a 4 profondità situate rispettivamente a* 0, 30, 50, 755 m *dalla costa.* ** = $p < 0{,}05$; ns = *non significativo per l'eterogeneità della colonna* (*analisi della tabella di contingenza per la distribuzione mensile* χ^2 *test*). *Le medie relative a ciascuna profondità unite dalle barre non sono significativamente differenti* (*Rank Sum test.*).

Mesi	Profondità				Media ± E.S.
	0,2 m	2 m	6 m	30 m	
Gennaio	0,874 ± 0,09	0,399 ± 0,03	0,384 ± 0,05	0,748 ± 0,07	0,601 ± 0,12
Febbraio	0,800 ± 0,04	0,394 ± 0,08	0,311 ± 0,05	0,958 ± 0,03	0,616 ± 0,16
Marzo	0,763 ± 0,02	0,970 ± 0,04	0,774 ± 0,06	0,997 ± 0,08	0,876 ± 0,06
Aprile	0,826 ± 0,07	1,744 ± 0,05	0,994 ± 0,03	0,814 ± 0,04	1,095 ± 0,22
Maggio	0,995 ± 0,05	1,140 ± 0,06	0,960 ± 0,07	1,110 ± 0,09	1,051 ± 0,28
Giugno	0,818 ± 0,03	1,193 ± 0,75	0,938 ± 0,04	0,849 ± 0,05	0,949 ± 0,08
Luglio	0,674 ± 0,04	1,032 ± 0,24	1,690 ± 0,32	0,812 ± 0,07	1,052 ± 0,02
Agosto	1,213 ± 0,13	1,322 ± 0,43	1,205 ± 0,15	0,648 ± 0,08	1,097 ± 0,15
Settembre	2,682 ± 0,57	2,537 ± 0,22	1,339 ± 0,09	0,840 ± 0,03	1,849 ± 0,45
Ottobre	6,130 ± 1,72	4,007 ± 0,40	1,180 ± 0,09	0,780 ± 0,03	3,024 ± 1,25
Novembre	5,968 ± 0,98	0,440 ± 0,03	0,510 ± 0,06	0,879 ± 0,04	1,949 ± 1,34
Dicembre	1,129 ± 0,17	0,454 ± 0,05	0,407 ± 0,05	0,924 ± 0,04	0,728 ± 0,18
Media ± E.S.	1,906 ± 0,58**	1,303 ± 0,30**	0,891 ± 0,10^{ns}	0,863 ± 0,03^{ns}	1,24 ± 0,20^{ns}

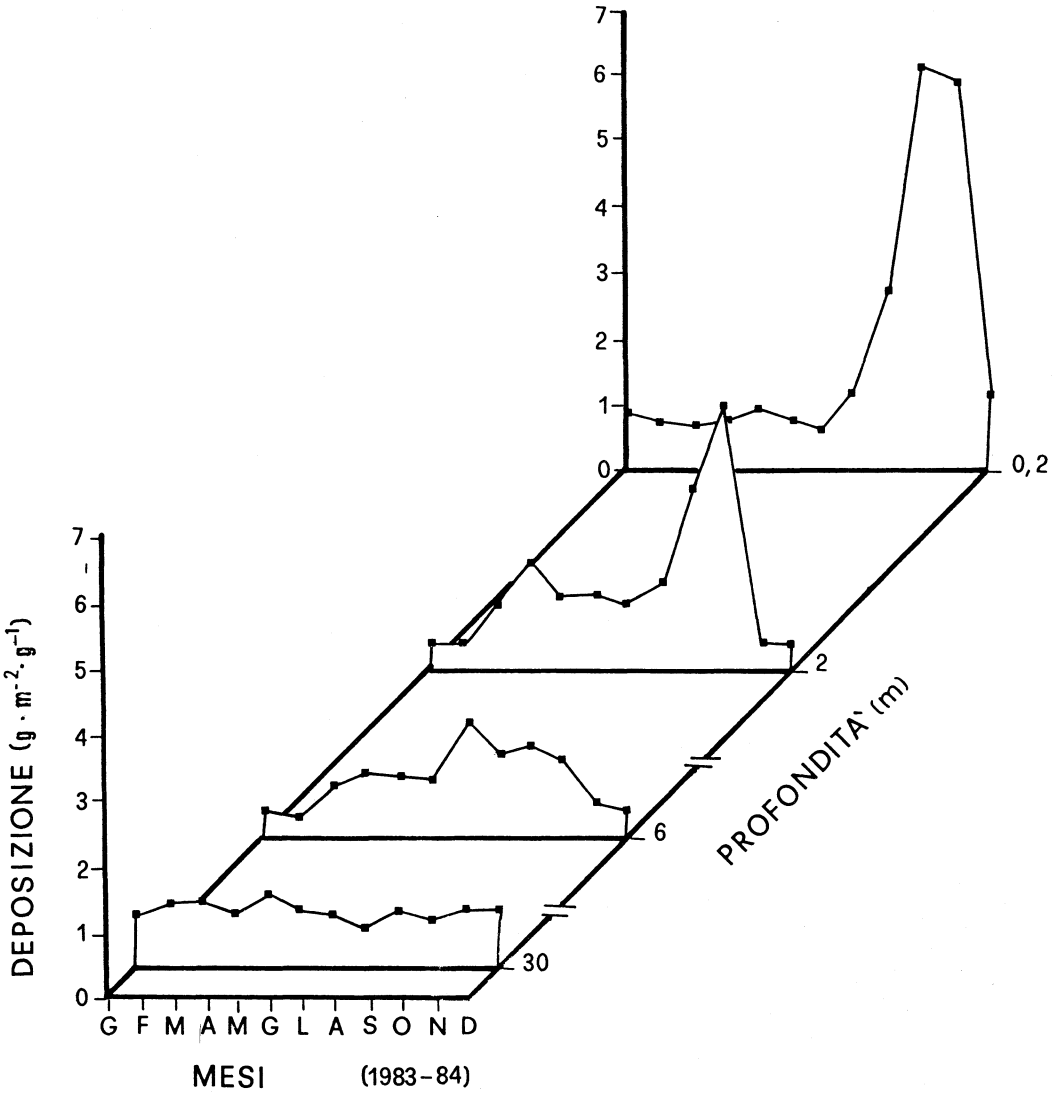

Fig. 1. – Deposizione mensile (peso secco) sui sedimenti lacustri a 4 profondità.

colonizzazione dei campioni da parte del benthos e quindi era ridotto al minimo il tasso di decomposizione del materiale che veniva accumulandosi durante l'intervallo tra due prelievi successivi (Rossi *et al.*, 1987); inoltre la posizione dei campionatori limitava la raccolta di detrito derivante da scorrimento orizzontale. Nei primi giorni di ogni mese i campionatori erano prelevati e sostituiti. Due di questi per ogni fascia batimetrica venivano raccolti e portati in laboratorio in sacchi di polietilene. Il contenuto di ciascun campionatore dopo osservazione diretta veniva essiccato (60 °C × 72 h) e setacciato in due frazioni (in modo da distinguere L.P.O.M. (> 1 mm) dal totale) che erano pesate e successivamente incenerite (500 °C × 8 h) e ripesate (i valori delle ceneri vengono discussi nella successiva nota). Il peso della sostanza organica era quindi ottenuto per

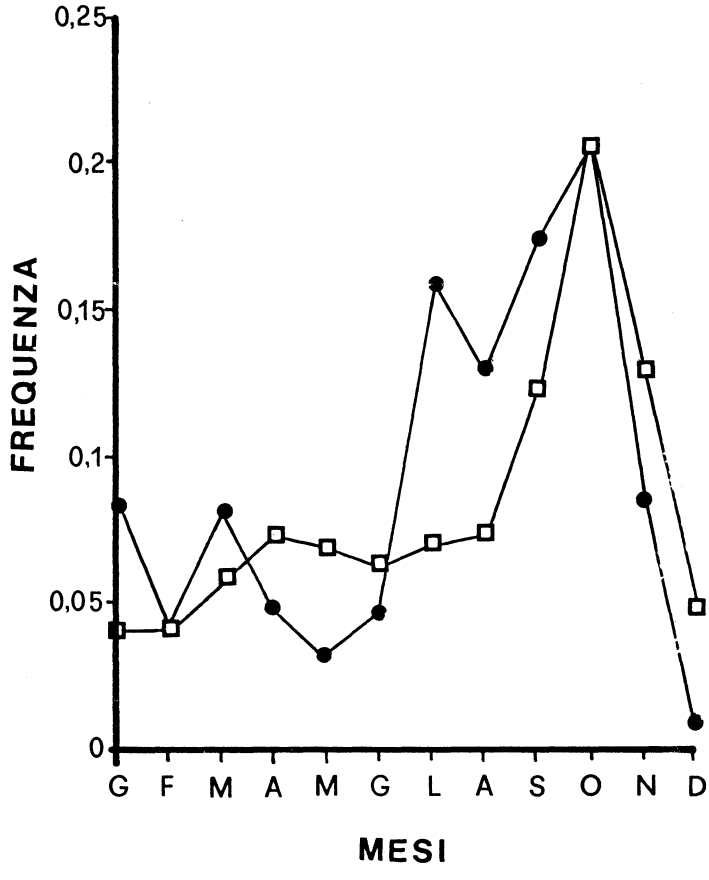

Fig. 2. – Variazioni temporali della deposizione del detrito e della densità algale. Le due variabili sono significativamente correlate: Y (frequenza della densità algale) = 0,0339 + 0,5372 X (frequenza della deposizione del detrito), $r = 0{,}7$, $p < 0{,}05$. La densità algale è stata stimata sommando le densità medie lungo 30 m di colonna d'acqua al centro del lago (755 m dalla linea di costa) (Alfinito S. *et al.*, 1987) e le densità medie alla linea di costa. ● Densità algale (10^6 cellule/litro). □ Deposizione detrito ($g/m^2/g$).

differenza tra peso secco totale e peso delle ceneri residue dalla combustione in muffola. Dal valore ponderale medio mensile del materiale raccolto, 4 repliche ($2^{I\ anno} + 2^{II\ anno}$) per ciascuna profondità considerata, è stata ricavata la deposizione media di detrito espressa in $g/m^2/g$.

Risultati.

La deposizione di detrito sul fondale lacustre è in media 452,6 g/m^2/anno ed il valore giornaliero determinato è 1,24 g/m^2 (peso secco), con un contenuto organico (peso secco libero di ceneri) del 45,2%. 693 g/m^2/anno sono stati raccolti lungo la linea di costa mentre 315 g/m^2/anno sono stati raccolti a centro lago. Non sono state osservate variazioni di rilievo tra i pesi del detrito raccolto nei mesi corrispondenti ai due anni di studio né significativamente diversi erano i campioni derivanti dai diversi

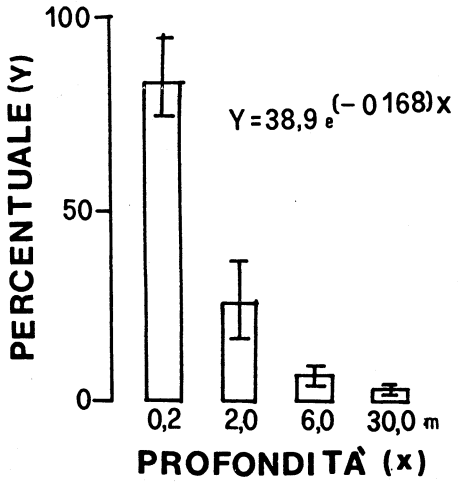

Fig. 3. – Valore medio di % L.P.O.M. (materiale organico grossolanamente particolato, dimensione > 1 mm) in deposizione sui sedimenti del lago a differenti profondità. Il modello esponenziale negativo concorda con i dati.

siti di campionamento e gli errori standard delle medie mensili alle varie profondità raramente infatti eccedono il 10% (tab. 1).

L'andamento delle deposizioni è ben definito sia batimetricamente sia stagionalmente. La prima delle 4 fasce batimetriche (0,2 m) raccoglie la maggior quantità di detrito. Solo a 0,2 m ed a 2 m di profondità si osservano inoltre distribuzioni delle deposizioni in significativa fase con la stagione autunnale e una grande varianza che conferisce significatività alle distribuzioni. I valori minimi sono registrati tra Dicembre e Agosto, i massimi da Settembre a Novembre. Invece, a 6 e 30 m di profondità le distribuzioni delle deposizioni mensili non sono significativamente eterogenee né nel tempo (gradiente stagionale) né nello spazio (6 m vs 30 m) e le varianze delle distribuzioni sono molto piccole. Oltre i 2 metri le deposizioni sono infatti in media sempre intorno ad 1 g/m^2/g (tab. 1, fig. 1).

Globalmente, senza considerare la distribuzione batimetrica, le quantità più elevate di deposizioni sui fondali di Nemi sono rilevate fra Luglio e Novembre, con un andamento temporale correlato direttamente con le densità algali rilevate per tutto il lago (fig. 2).

Per quanto riguarda le quantità di Materia Organica Particolata (LPOM > 1 mm), queste diminuiscono con la profondità ma sono molto abbondanti a 0,2 m e molto poche o assenti a 6 e 30 m di profondità (fig. 3).

Discussione.

Le quantità e le qualità del detrito che sedimentano sul fondo dei laghi in genere variano tra 0,01 e 20 g/m^2/giorno (Rau, 1976; Gasith, 1976; Molongski and Klug, 1980). I valori determinati con la presente ricerca (1,24 g/m^2/giorno) giacciono nella parte centrale di questo intervallo. La posizione intermedia nella scala di naturale trofia

in cui il lago di Nemi viene posto con la presente ricerca, sembra giustificata da una parte dalla notevole copertura arborea del bacino lacustre che produce un input non trascurabile, anche se certo non responsabile dell'attuale reale stato di ipertrofia del lago. D'altra parte la fascia pelagica produttiva del lago è ristretta ai primi 5-8 metri di profondità, il resto (30 m) è utile spazio-tempo di decomposizione che può giocare un importante ruolo nel ridurre la biomassa di detrito che arriva sul fondale, mantenendola a livelli fortemente inferiori di quelli di laghi poco profondi naturalmente eutrofi (Molongoski and Klug, 1980).

Il presente lavoro è basato su raccolte di materiale in deposizione naturale e notoriamente i numerosi fattori di disturbo possono essere solo parzialmente controllati tecnicamente (*i.e.* risospensione, trascinamento orizzontale, decomposizione lungo la colonna d'acqua, ecc.). Tuttavia l'analisi globale dei risultati evidenzia fortemente che *a*) l'input di detrito che influenza direttamente le prime fasce litorali è principalmente di origine alloctona e *b*) questo influenza la produzione fitoplanctonica.

Sia l'evidente andamento stagionale mostrato solo dalle deposizioni a 0,2 e 2 metri, cioè entro i 30 m dalla costa, sia l'elevata quantità di LPOM presente in queste deposizioni più vicine alla riva, sostengono fortemente il punto in discussione. Esiste infatti una spiccata sincronia tra i massimi delle quantità di deposizione ed il periodo di abscissione fogliare delle piante circumlacuali che alle nostre latitudini si compie proprio tra Settembre e Novembre. Quindi in accordo con quanto osservato da altri Autori relativamente a laghi di zone temperate (Pieczynska, 1972; Gasith and Hasler, 1976), si può ritenere cruciale il periodo autunnale per il contributo di materiale organico vegetale al metabolismo del lago di Nemi. Oltre questo, anche se non sono qui presentati dati sulla composizione chimica del materiale mensilmente raccolto nelle trappole, la enorme proporzione di LPOM nelle deposizioni delle prime fasce batimetriche sostiene l'origine alloctona delle deposizioni. D'altra parte il tipo di materiale era facilmente identificabile a vista come residuo dei vegetali circumlacuali. Le scarsissime proporzioni di LPOM contenute nelle deposizioni a 6 e 30 m, l'assenza di significative fluttuazioni stagionali delle quantità di materiale raccolto a quelle profondità oltre che la breve distanza del centro lago dalla costa, sembrano confermare la scarsa influenza diretta del materiale vegetale alloctono autunnale sulle deposizioni raccolte nelle zone più centrali. Il corto raggio lacustre favorisce infatti un forte effetto di ridistribuzione verso riva del materiale alloctono eventualmente trasportato dal vento a centro lago, specie di quel materiale a più lento affondamento (Rau, 1976). Inoltre la scarsa presenza di LPOM delle deposizioni profonde non è facilmente spiegabile considerando solo uno slittamento orizzontale verso il fondo di materiale precedentemente processato a riva. Le trappole erano sollevate dal substrato e potevano raccogliere solo materiale in caduta verticale. Solo eventuali risospensioni quindi, o materiali di origine autoctona potevano restare intrappolati in esse. La completa assenza di fluttuazioni stagionali molto probabilmente legata ad effetti di risospensione (Pennington, 1974; Gasith, 1975; Gasith and Hasler, 1976) che è presente a Nemi non quando si ha il massimo input alloctono, rende inoltre ancora più verosimile considerare un'origine fondamentalmente autoctona delle deposizioni presenti a questa profondità. Il forte impulso autunnale non appare infatti ripercuotersi subito e direttamente sul massimo fondo lacustre e l'immissione di nutrienti deri-

vanti dalle attività umane nel bacino di drenaggio, non ha certo a Nemi andamenti stagionali.

La seconda parte del punto in discussione deriva dal fatto che essendo il massimo input detritico autunnale e come già discusso chiaramente alloctono, la coincidenza dei picchi di frequenza mensili delle deposizioni e delle densità algali (correlazioni significative) lascia ipotizzare una dipendenza della biomassa autoctona da quelle alloctone. Ciò è anche sostenuto dalle pur limitate oscillazioni di frequenza delle deposizioni che appaiono sempre in leggero anticipo rispetto a quelle delle densità algali. Le relazioni osservate da Molongoski e Klug (1980) e Gasith (1976) nei laghi Wintergreen e Wingra relativamente a sedimentazione e produttività fitoplanctonica non sembrano sostenere la nostra ipotesi, ma ciò è dovuto alla diversità del materiale raccolto che è completamente autoctono. In laghi con forte input alloctono e poco profondi è invece stata accertata la dipendenza della produttività primaria dalla sorgente alloctona stessa (Carpenter, 1980). Nei laghi vulcanici questa relazione di dipendenza non era ancora stata provata, ma i nostri risultati sembrano rendere verosimilmente estendibile quanto già osservato nei primi. La accertata importanza delle zone litorali ed emerse di un bacino lacustre, per il rifornimento di nutrienti all'intero lago (Wetzel, 1975; Carpenter, 1980) sembrerebbe confermare questa interpretazione dei nostri risultati, ma la relazione di dipendenza certo dovrà essere ulteriormente saggiata con esperimenti più mirati alle relazioni biochimiche tra fitoplancton e detrito sedimentato.

Bibliografia

Alfinito S. - Bazzichelli G. - Fumanti B. e Mazzoni A., 1987. *Analisi della struttura e della biomassa delle comunità fitoplanctoniche.* In: *Valutazione della situazione ambientale del lago di Nemi*; cap. 7, 105-172. Ed. Università «La Sapienza» di Roma: Fac. di Scienze M.F.N., Assessorato «Sanità e Ambiente» della Provincia di Roma.

Carpenter S. R., 1980. *Enrichment of lake Wingra, Wisconsin, by submersed macrophyte decay.* Ecology, 61(5): 1145-1155.

A.A. V.V., 1987. *Valutazione della Situazione Ambientale nel Lago di Nemi.* Ed. Università «La Sapienza» di Roma: Fac. di Scienze M.F.N., Assessorato «Sanità e Ambiente» della Provincia di Roma.

Gasith A., 1976. *Seston dynamics and tripton sedimentation in the pelagic zone of a shallow eutrophic lake.* Hydrobiologia, 51(3): 225-231.

Gasith A. - Hasler A. D., 1976. *Airborne litterfall as a source of organic matter in lakes.* Limnol. Oceanogr., 18: 986-988.

Molongoski J. J. - Klug M. J., 1980. *Quantification and characterization of sedimenting particulate organic matter in a shallow hypereutrophic lake.* Freshwat. Biol., 10: 497-506.

Nichols S. A. - Keeney D. R., 1973. *Nitrogen and Phosporous release from decaying water milfoil.* Hydrobiologia, 42: 509-525.

Pennington W., 1974. *Seston and sediment formation in five Lake District lakes.* J. Ecol., 62(1): 215-251.

Pieczynska E., 1972. *Ecology of eulittoral zone of lakes.* Ekol. Pol., 20: 637-729.

Odum E. P., 1988. *Basi di Ecologia.* Piccin Nuova Libraria, S.P.A., Padova: pp. 11-14.

Rau G. H., 1976. *Dispersal of terrestrial plant litter into a subalpine lake.* Oikos, 27: 153-160.

Rich P. H. - Devol A. H., 1978. *Analysis of five North American lake ecosystems. VII: Sediments processing.* Verh. Internat. Verein. Limnol., 20: 598-604.

Rossi L., 1985. *Interactions between invertebrates and microfungi in freshwater ecosystems.* Oikos, 44: 175-184.

ROSSI L. - BASSET A. - PICCIAFUOCO L., 1987. *Dinamica della struttura detritica*. In: *Valutazione della Situazione Ambientale nel Lago di Nemi*; cap. 9: 217-237. Ed. Università «La Sapienza» di Roma: Fac. di Scienze M.F.N., Assessorato «Sanità e Ambiente» della Provincia di Roma.

WETZEL R. G. - MANNY B. A., 1972. *Decomposition of dissolved organic carbon and nitrogen compounds from leaves in an experimental hardwater stream*. Limnol. Oceanogr., 17: 927-931.

WETZEL R. G., 1975. *Limnology*. W. B. Saunders Co., Philadelphia: pp. 607-620.