

Característiques físiques i químiques del sediment de la llacuna de la Tancada (Delta de l'Ebre)

Sònia González, Elisenda Forés & Francisco A. Comín*

Resum

Es presenten els resultats de l'estudi de les característiques físiques i químiques del sediment de la llacuna de la Tancada (Delta de l'Ebre), diferenciant les zones lliures i cobertes per macròfits arrelats. També s'analitzen els canvis entre l'hivern i l'estiu en zones lliures de vegetació. Es comenten els resultats obtinguts en les dues cubetes de què consta la llacuna: est i oest.

Es pot observar una concentració de C, N, P, Mg, Al i Fe més elevada en el sediment de *Ruppia* i *Potamogeton*. S'observa, també, una concentració més elevada de matèria orgànica i de material fi (argiles i llims). Aquests resultats són vàlids solament per a la cubeta est. A la cubeta oest no s'observen diferències significatives en cap dels elements analitzats. La concentració de Si és més elevada durant l'estiu. Les concentracions de Mg i Fe són més baixes durant el mateix període.

L'activitat dels macròfits com a filtres, precipitant el material suspès en l'aigua i afavorint la precipitació química d'alguns elements tals com el Ca i el P, pot explicar les diferències observades entre les zones lliures i amb vegetació submergida. La manca de diferències a la cubeta oest és deguda als continus aportaments d'aigua marina pels canals de comunicació amb la badia durant els temporals d'hivern.

MOTS CLAU: Delta de l'Ebre, sediments lacustres, característiques químiques.

Abstract

Physical and chemical characteristics of sediment from Tancada lagoon (Ebro River Delta, N.E. Spain)

Sediments of Tancada lagoon were analyzed during summer and winter periods. The effects of the change in the salinity of water between the two periods were also analyzed. The results obtained in East and West sites in Tancada lagoon are compared.

C, N, P, Mg, Al and Fe contents are higher in *Potamogeton* and *Ruppia* sites than in sites without macrophytes. The same occurs for organic matter and fine-grained sediment. That is true only for East-Tancada. There are no differences in West-Tancada sediment elements analyzed. Si was higher and Fe and Mg were lower during summer than winter period.

Differences between sediments with and without macrophytes can be explained because the macrophytes act as physical filters. The lack of differences in West-Tancada can be explained because of the sea water inflow.

KEYWORDS: Ebro Delta, lacustrine sediments, chemical features.

* Departament d'Ecologia. Facultat de Biologia. Universitat de Barcelona. Av. Diagonal, 645. 08028 Barcelona.

Introducció

Els nivells de producció observats en medis aquàtics, estan relacionats amb la disponibilitat d'elements nutritius. En ecosistemes de minsa fondària, el sediment esdevé una font important de nodriment, com a resultat dels processos de bescanvi que tenen lloc a la interfase amb la columna d'aigua (NIXON, 1981). En aquest tipus d'ecosistema, és general la presència de macròfits submergits arrelats, que contribueixen, en una elevada proporció, a la producció primària (MANN, 1972). Aquests macròfits obtenen el nodriment necessari per al seu desenvolupament, especialment del sediment, per via radicular (CARIGNAN & KALFF, 1980). Amb la seva presència afavoreixen la sedimentació de les partícules en suspensió de l'aigua que els travessa, actuant com a veritables filtres físics (SCHUBEL & CARTER, 1983). Així, doncs, la presència de macròfits pot modificar les característiques físiques i químiques del sediment on es desenvolupen, bé sigui per assimilació de nodriment o bé per deposició de partícules que seran posteriorment mineralitzades per l'abundant biomassa bacteriana present en aquest tipus d'indrets (MARGALEF, 1983). Un altre factor que pot modificar la concentració d'elements químics en el sediment és el canvi de salinitat de l'aigua que els cobreix.

En ecosistemes estuàrics, on la salinitat de l'aigua varia entre valors corresponents a aigües dolces i marines, s'han observat diferències de difusió d'elements nutritius entre l'aigua intersticial i la columna d'aigua, com a resultat de competència iònica (SEITZINGER & GARDNER, en premsa). Així, doncs, en aquest tipus de sistema on s'alternen l'aigua dolça i la d'origen marí, cal esperar diferències de la concentració d'alguns elements en el sòl com a conseqüència de diferències en la seva difusió cap a la columna d'aigua.

La llacuna de la Tancada, al delta del riu Ebre, és una llacuna costanera d'1,8 km² i una fondària de 37 cm de mitjana. Aquesta llacuna és formada per dues cubetes, est i oest, i s'hi desenvolupen *Ruppia cirrhosa* i *Potamogeton pectinatus*, principalment (MENÉNDEZ & COMÍN, 1989). La variació de la salinitat és inversa a l'observada en la major part de llacunes costaneres de la zona temperada (COMÍN *et al.*, 1987), amb elevats valors de desembre a maig i baixos de maig a desembre (COMÍN, 1982). Aquesta inversió s'explica per l'abocament d'aigües procedents del conreu de l'arròs durant el període estival. Les característiques químiques i físiques de l'aigua d'aquesta llacuna en el decurs de l'any poden trobar-se a COMÍN (1984).

En aquest treball es presenten les característiques físiques i químiques del sediment de la llacuna de la Tancada. Donat l'acusat canvi temporal de salinitat, es presenten els resultats obtinguts en el període de predomini d'aigües dolces i en el d'aigua salada. Per obtenir una millor caracterització espacial de la llacuna, es presenten, també, els resultats obtinguts en els mostreigs duts a terme en zones lliures de vegetació arrelada i en aquelles ocupades per les diferents prades de macròfits. Es discuteix la possible influència dels factors salinitat i presència de macròfits en les característiques del sediment.

Material i mètodes

Les mostres van ser recol·lectades per triplicat en cadascuna de les estacions, est i oest (fig. 1), durant els mesos de juny (1987) i abril (1988), amb predomini d'aigües dolça i salada, respectivament. Durant el mostreig corresponent al mes de juny de 1987 es van mostrejar solament les estacions corresponents a la cubeta est. Les mostres van obtenir-se, seguint uns transectes vora-centre,

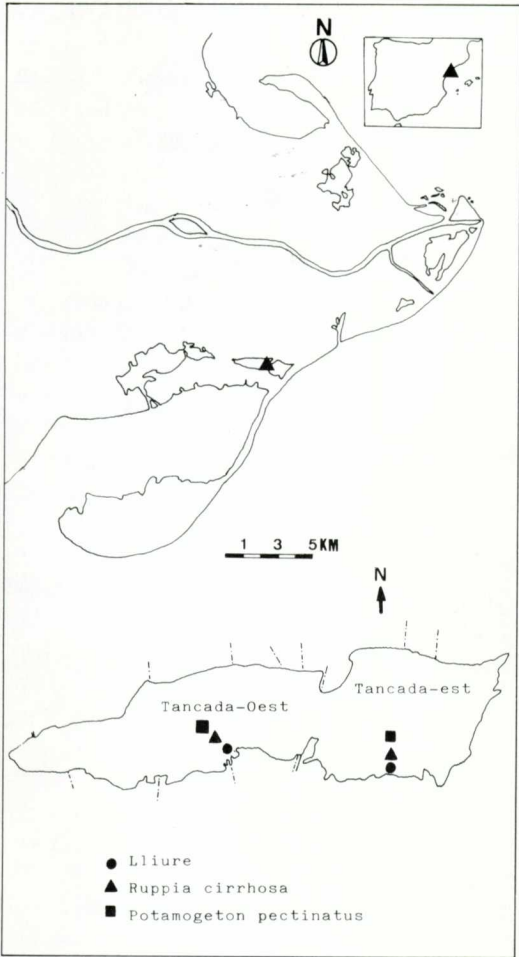


FIG. 1. Mapa mostrant la posició de la llacuna de la Tancada al delta de l'Ebre i estacions de mostreig.

Map showing the location of Tancada lagoon in the Ebro Delta River and the sampling sites.

on es troben, respectivament, zones lliures de vegetació arrelada, zones ocupades per *Ruppia cirrhosa* i més al centre per *Potamogeton pectinatus*.

Les mostres van obtenir-se introduint verticalment en el sediment cilindres de plàstic rígid, de 2,5 cm de diàmetre. Una de les rèpliques s'emprà per a dur a terme les anàlisis granulomètriques: les altres dues varen em-

prar-se per a les anàlisis químiques, i van conservar-se congelades fins al seu processament. La mostra va extreure's al laboratori mitjançant un èmbol i va dividir-se en segments de 3 cm de fondària. Les mostres obtingudes en el mostreig de l'any 1987 van separar-se en superfície (5 primers cm) i fons.

De cada fragment va determinar-se el contingut hídric, immediatament després de l'extracció, assecant la mostra a 70°C fins a arribar a pes constant. El contingut en matèria orgànica va determinar-se per calcinació d'una part de la mostra a 450°C fins a pes constant. Atès que per aquesta metodologia poden produir-se pèrdues de carboni, els resultats obtinguts s'han considerat merament orientatius, essent més representatius del contingut de matèria orgànica els corresponents al contingut de carboni. Carboni, nitrogen i sofre van ser determinats amb autoanàlitzador elemental prèvia homogeneïtzació de la mostra. Fòsfor, alumini, ferro, manganès, potassi, sodi, silici i calci varen determinar-se per fluorescència de raigs X. Els detalls d'aquesta metodologia poden trobar-se descrits a FORÉS & GONZÁLEZ (1989). Les anàlisis granulomètriques varen dur-se a terme seguint la metodologia clàssica (RIVIERE, 1977). La mida de gra de cada fracció va determinar-se segons la classificació de PORTA (1986).

Resultats

A partir de les anàlisis granulomètriques hom pot observar un increment progressiu de la presència d'argiles i lims des de la zona lliure de vegetació arrelada fins a la zona poblada per *Potamogeton*, acompanyada d'una disminució de la proporció de sorres mitjanes (fig. 2). La proporció de matèria orgànica disminueix a mesura que augmenta la profunditat en tots els casos analitzats (fig. 3). S'observa un contingut més elevat de

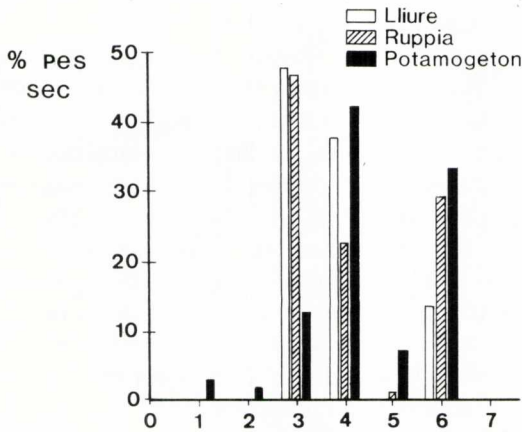


FIG. 2. Histogrames granulomètrics expressats com a tant per cent del pes sec del sediment en cadascuna de les estacions. (1: sorra grossa. 2: sorra mitjana. 3: sorra mitjana-fina. 4: sorra fina. 5: argiles. 6: llims).

Bay diagrams of size particles as percent of total dry weight of sediment from each of the studied sampling sites.

matèria orgànica en aquelles zones poblades per *Potamogeton*.

La concentració de carboni i nitrogen és sempre superior en els primers cm del sòl, i va disminuint en profunditat. La concentració d'ambdós elements a les zones poblades per *Potamogeton* és sempre significativament més elevada (600 µg-at C/gps i 25 µg-at N/gps) que a la resta de zones estudiades a la cubeta est (400-500 µg-at C/gps i 10-15 µg-at N/gps), però no s'observen diferències significatives a la cubeta oest (500-600 µg-at C/gps i 15-25 µg-at N/gps; fig. 4). Tampoc no s'observen diferències significatives ($p < 0,05$) entre els períodes dolç i salat.

La concentració de P segueix un patró de variació semblant al descrit pel C i el N pel que fa a la distribució vertical: s'observa una concentració més elevada en superfície, però no s'observen diferències significatives de la concentració d'aquest element entre les diferents zones estudiades, ni entre el període dolç i salat ($p < 0,05$).

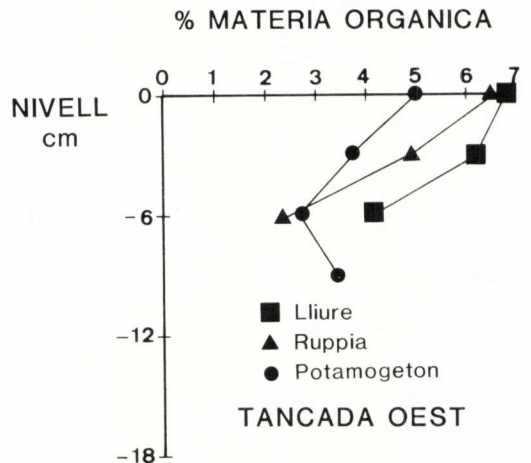
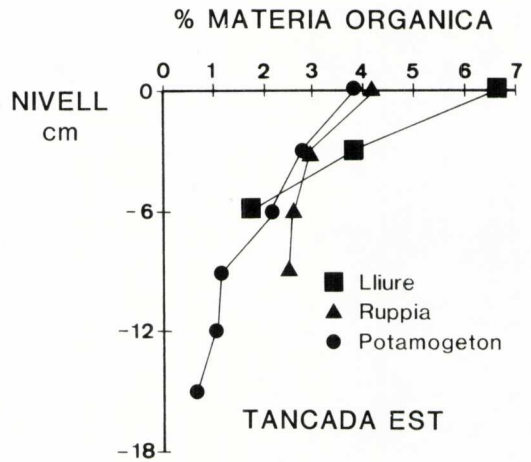


FIG. 3. Contingut en matèria orgànica del sediment de les cubetes est i oest de la llacuna de la Tancada. S'han representat tots els nivells de profunditat analitzats a les zones poblades per *Ruppia*, *Potamogeton* i la zona lliure de vegetació.

Organic matter contents at different levels in the sediment from Tancada lagoon (east and west sampling sites). The results obtained in *Ruppia*, *Potamogeton* and without vegetation sites are shown.

La concentració de sodi és més elevada en superfície que en fondària tant en el període dolç com en el salat (fig. 7), però no s'observen diferències significatives entre les diferents estacions analitzades ($p < 0,05$). La

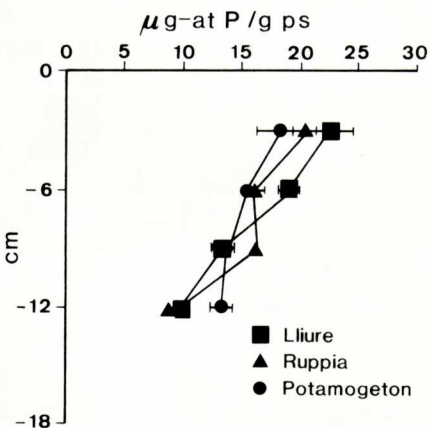
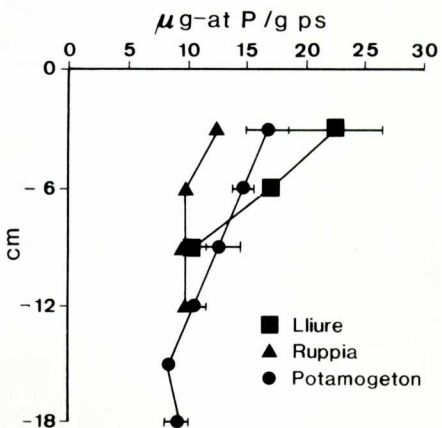
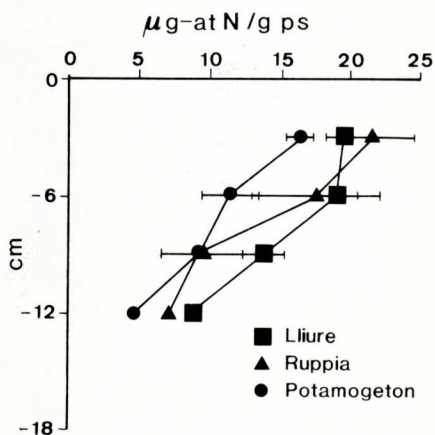
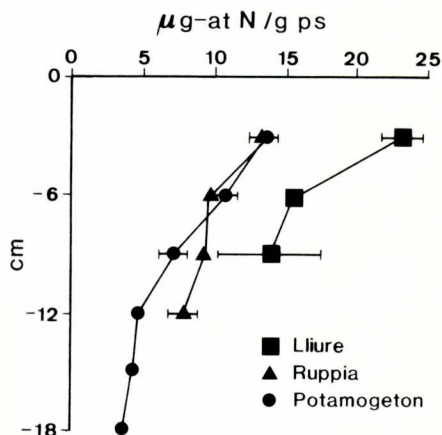
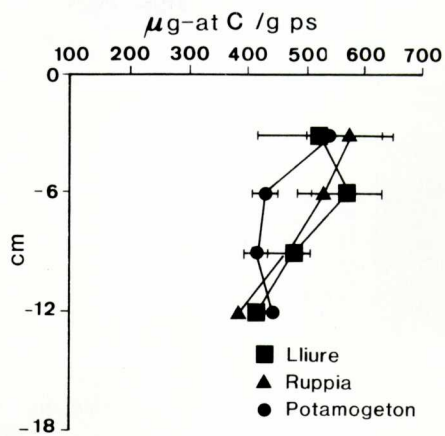
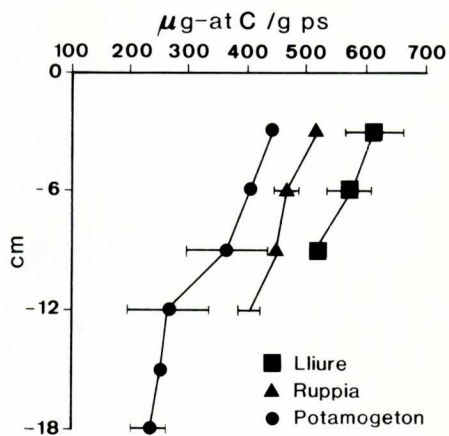


FIG. 4. Contingut en C, N i P de cada nivell de profunditat a les estacions mostrejades a les cubetes est (esquerra) i oest (dreta), durant el període salat.

C, N and P contents at different levels of the sampling sites studied from East-Tancada (left) and West-Tancada (right) during the marine period.

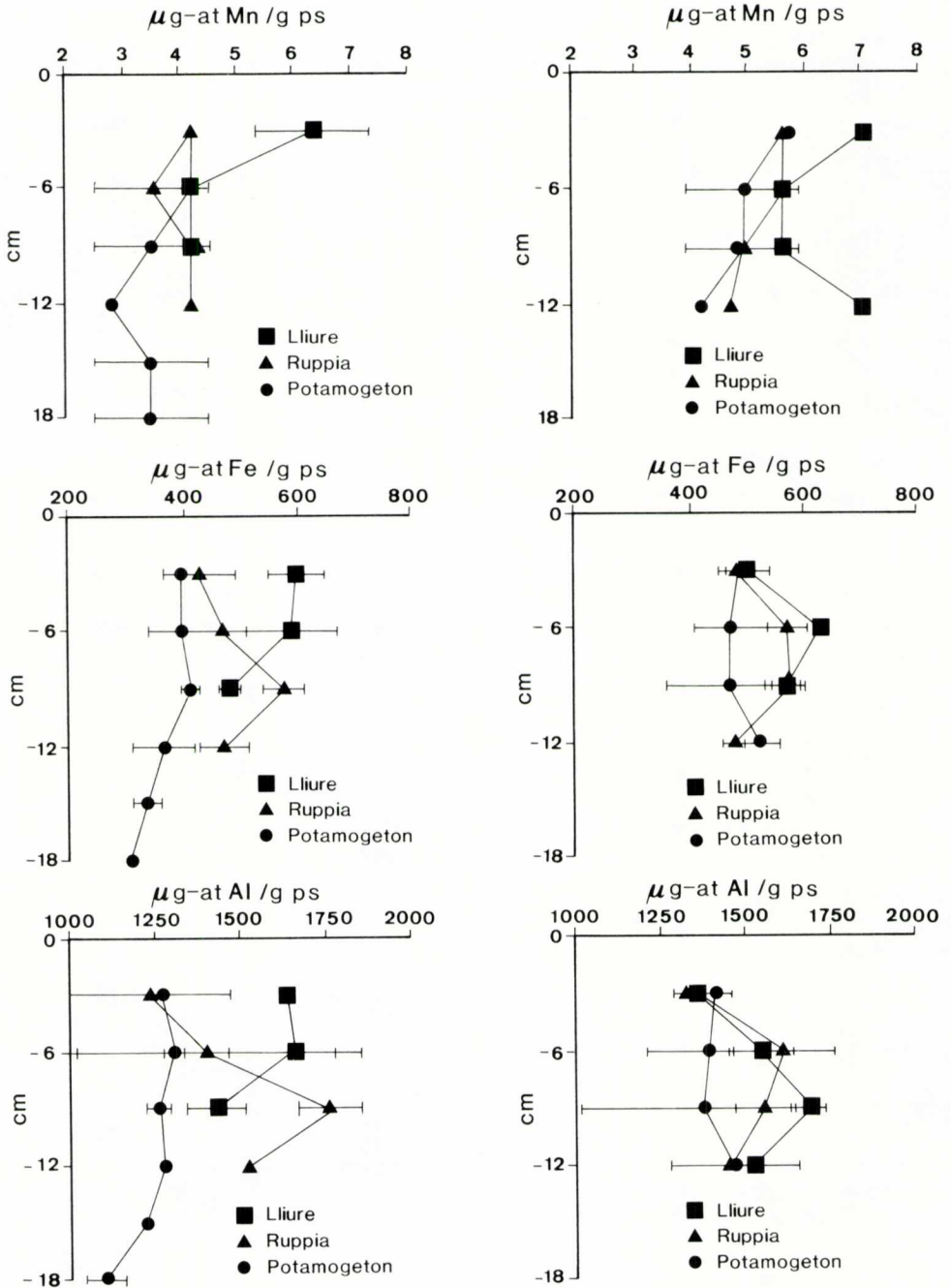


FIG. 5. Contingut en Mn, Fe i Al de cada nivell de profunditat a les estacions mostrejades a les cubetes est (esquerra) i oest (dreta), durant el període salat.

Mn, Fe and Al contents at different levels of the sampling sites studied from East-Tancada (left) and West-Tancada (right) during the marine period.

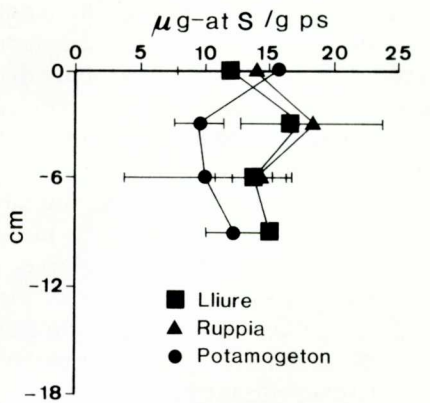
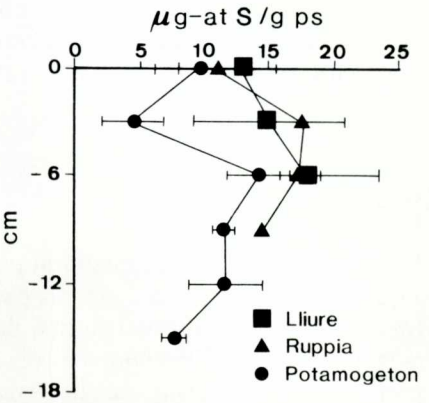
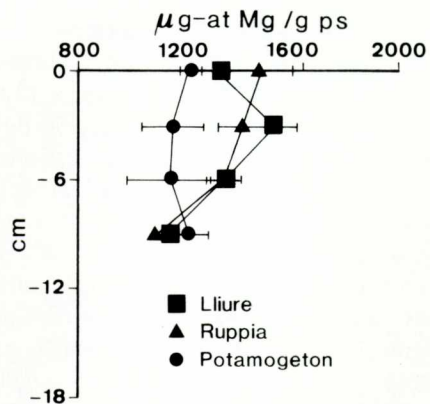
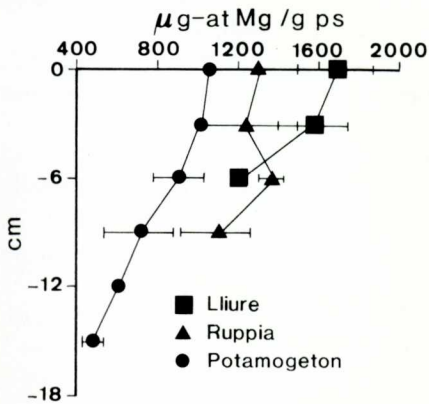
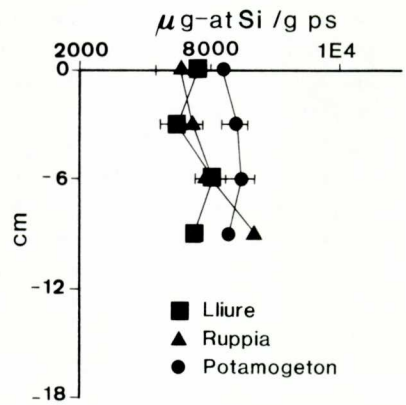
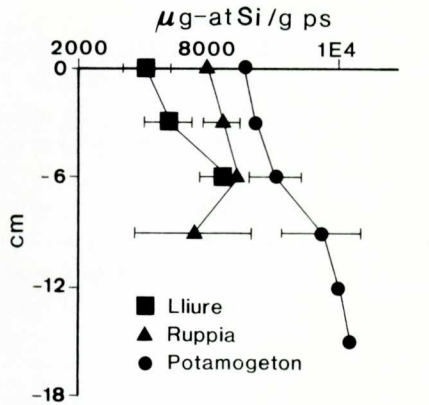


FIG. 6. Contingut en Si, Mg i S de cada nivell de profunditat a les estacions mostrejades a les cubetes est (esquerra) i oest (dreta), durant el període salat.

Si, Mg and S contents at different levels of the sampling sites studied from East-Tancada (left) and West-Tancada (right) during the marine period.

concentració de magnesi és significativament superior ($p < 0,05$) a la zona ocupada per *Potamogeton* durant el període d'aigua dolça (600-750 $\mu\text{g-at Mg/gps}$) que a la resta de zones analitzades (300-450 $\mu\text{g-at /gps}$; fig. 6) però significativament inferior a l'observada durant el període salat (1.000-1,200 $\mu\text{g-at Mg/gps}$), on no s'observen diferències significatives entre les diferents àrees analitzades.

Les concentracions de potassi i calci no presenten diferències significatives en la seva distribució vertical, a excepció de la zona lliure de vegetació (fig. 7), que presenta una concentració de calci en superfície inferior a l'observada a les zones ocupades per macròfits i significativament inferior (3.000 $\mu\text{g-at Ca/gps}$) a l'observada en fondària (3.500-4.000 $\mu\text{g-at Ca/gps}$). La concentració de potassi a la zona ocupada per *Potamogeton* durant el període dolç és significativament superior (400 $\mu\text{g-at/gps}$) a l'observada a la resta de zones analitzades.

Les concentracions de manganès, alumini i ferro són sempre més elevades (6-8 $\mu\text{g-at Mn/gps}$; 1.600 $\mu\text{g-at Al/gps}$ i 400-600 $\mu\text{g-at Fe/gps}$) a la zona ocupada per *Potamogeton*, especialment a la zona superficial (fig. 5), tot i que a la cubeta oest no s'observen diferències significatives per a Fe i Al. Durant el període d'aigua salada, les concentracions en superfície de ferro a la zona ocupada per *Potamogeton* són significativament superiors ($p < 0,05$) a les observades durant el període d'aigua dolça.

No s'observen diferències significatives en la concentració de Si entre els períodes d'aigua dolça i salada (figs. 6 i 9). La concentració més baixa s'observa a la zona ocupada per *Potamogeton* durant el període d'aigua dolça. La concentració de sofre va ser analitzada solament durant el període salat. No s'observen diferències significatives en la seva distribució vertical ni en les diferents àrees analitzades.

Si considerem com a font de variació el nivell de profunditat analitzat, s'observen diferències significatives de contingut de nitrogen, fòsfor i sodi ($p < 0,05$) en el sentit d'una concentració més elevada en superfície. Si considerem com a font de variació les diferents cubetes analitzades, est i oest, no s'observen diferències significatives en la concentració de cap dels elements analitzats a la zona ocupada per *Potamogeton* ($p < 0,05$); les concentracions de C, Mn, P i Si són superiors a la cubeta oest a la zona ocupada per *Ruppia* i, també a la mateixa cubeta, són significativament superiors les concentracions de Ca, Mn, Mg i Si de la zona lliure de vegetació ($p < 0,05$).

Si hom compara els resultats obtinguts en la capa superficial de la cubeta est entre els períodes dolç i salat, hom pot observar una concentració més elevada de Si, més baixa de Fe i Mg i similar de Mn en el període dolç en totes les estacions estudiades. Durant aquest mateix període s'observa una concentració més elevada de C, i més baixa de N, Al, K i Ca a la zona lliure de vegetació, i la mateixa concentració de P i Na. A la zona ocupada per *Ruppia* s'observa una concentració de fòsfor superior, mentre la de C, N, Na, Al, K i Ca resta sense diferències entre ambdós períodes. Pel que fa a la zona ocupada per *Potamogeton*, s'observa una concentració més elevada d'Al i K i més baixa de Na durant el període dolç.

Discussió

A la vista d'aquests resultats hom pot deduir que els macròfits de la Tancada, *Ruppia cirrhosa*, i *Potamogeton pectinatus*, duen a terme un paper important com a filtres físics de partícules en suspensió, com ho demostra la presència d'una quantitat més gran de partícules fines, matèria orgànica i elements nutritius en aquelles zones del sediment on es

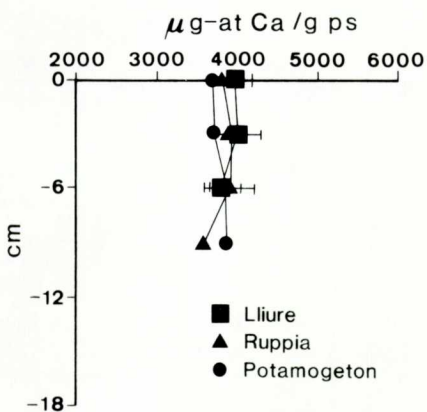
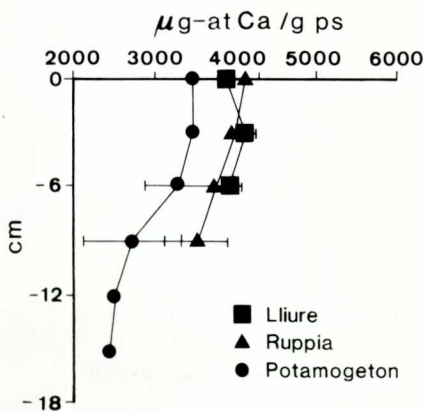
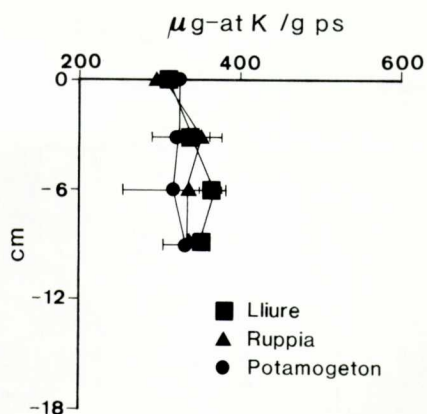
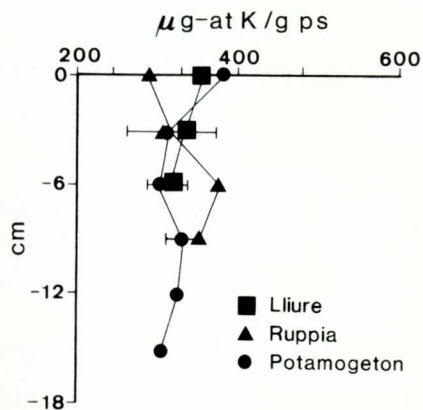
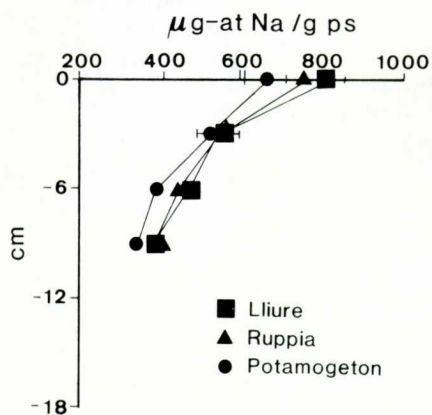
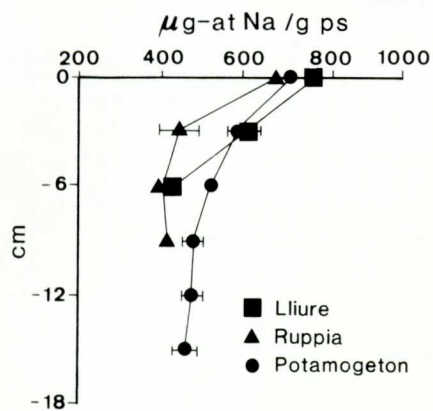


Fig. 7. Contingut en Na, K i Ca de cada nivell de profunditat a les estacions mostrejades a les cubetes est (esquerra) i oest (dreta), durant el període salat.

Na, K and Ca contents at different levels of the sampling sites studied from East-Tancada (left) and West-Tancada (right) during the marine period.

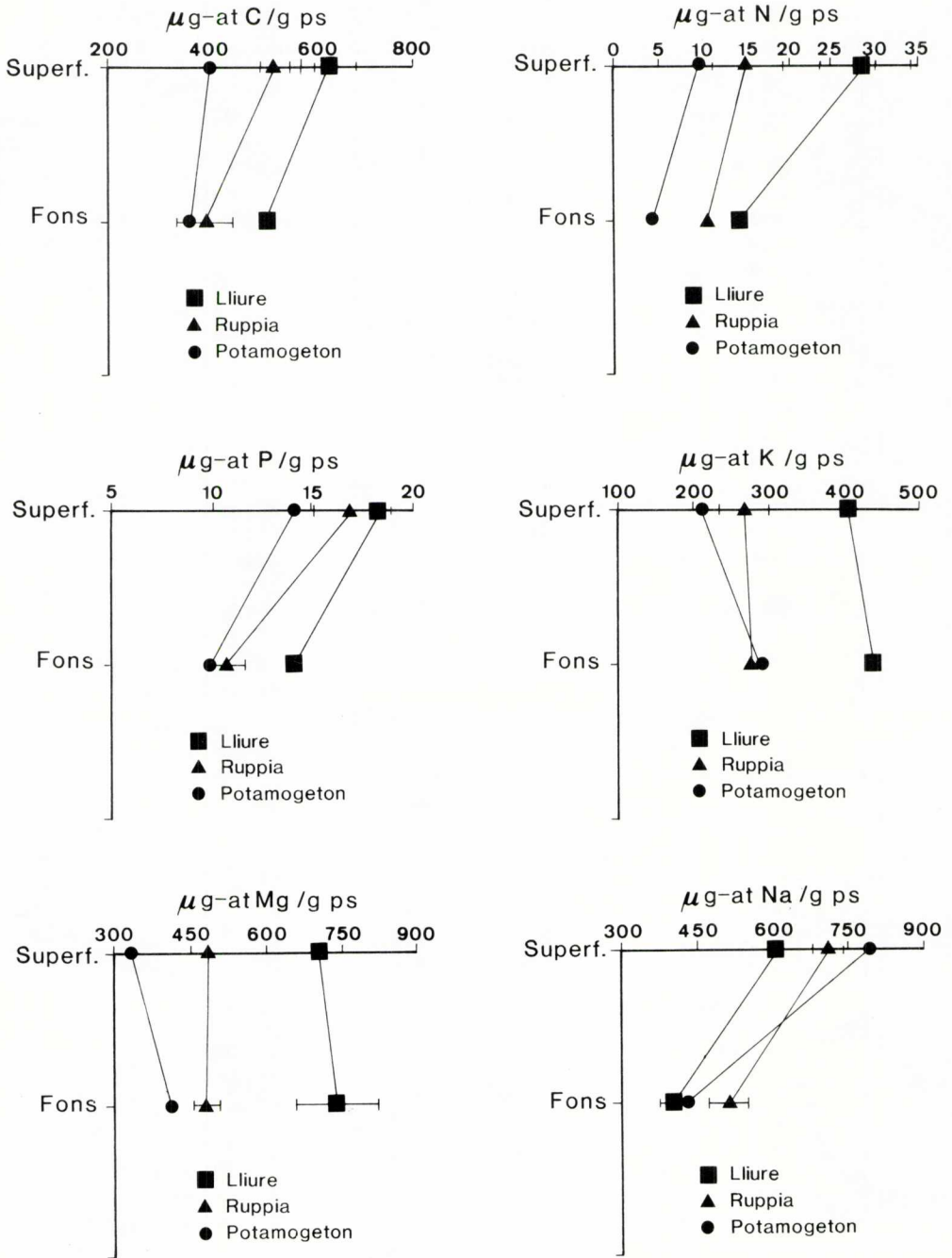


FIG. 8. Contingut en C, N, P, K, Mg i Na de cada nivell de profunditat a les estacions mostrejades a la cubeta est durant el període d'aigües dolces.

C, N, P, K, Mg and Na contents as different levels of the sampling sites studied from East-Tancada during the fresh water period.

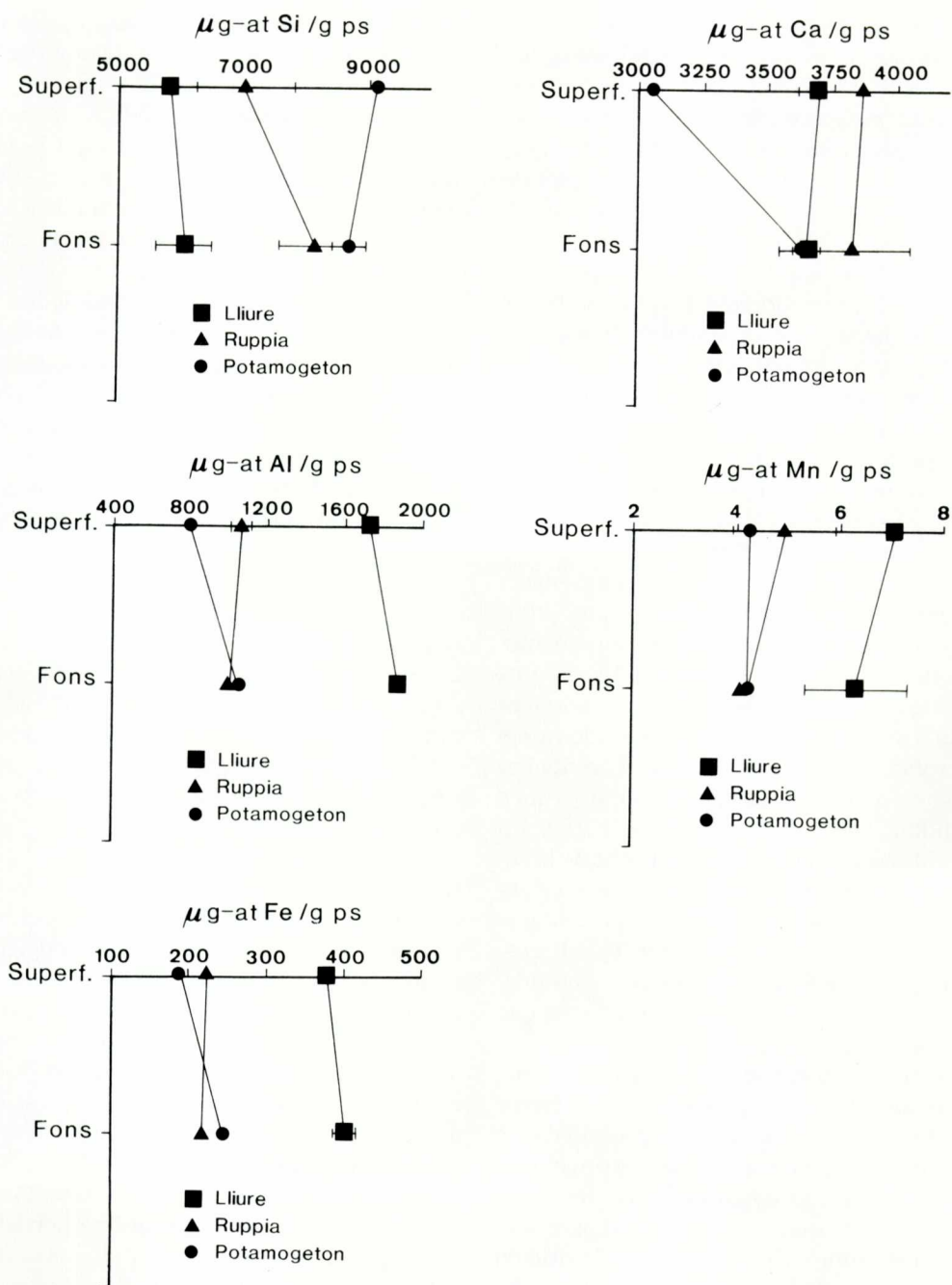


Fig. 9. Contingut en Si, Ca, Al, Mn i Fe de cada nivell de profunditat a les estacions mostrejades a les cubetes est durant el període d'aigües dolces.

Si, Ca, Al, Mn and Fe contents at different levels of the sampling sites studied from East-Tancada (left) during the fresh water period.

desenvolupen les poblacions esmentades. Aquests resultats són d'acord amb els obtinguts per SCHUBEL & KENNEDY (1983), d'una més gran transparència de les aigües que han circulat per prades de macròfits submergits. S'observa també una quantitat més gran de calci a les zones poblades per *Ruppia* i *Potamogeton*. L'activitat fotosintètica dels macròfits eleva localment el pH, la qual cosa afavoreix la precipitació del carbonat càlcic, si aquest ha superat el producte de solubilitat (STUMM & MORGAN, 1981). D'aquesta manera, les zones ocupades per vegetació poden presentar valors d'alcalinitat inferiors i pH superior als de zones desproveïdes de vegetació, tot i ser properes entre si (WETZEL, 1978). El carbonat càlcic recentment precipitat té una elevada afinitat pels fosfats (GUNATILAKA, 1982). CARIGNAN (1984) assenyala que les prades de *Miriophyllum spicatum* afavoreixen la precipitació de formes insolubles de fòsfor, la qual cosa explicaria part dels elevats valors observats en el sediment de la Tancada a les zones poblades pels macròfits, especialment durant el predomini d'aigües dolces, quan la vegetació és més abundant (MENÉNDEZ & COMÍN, 1989). En tots els casos analitzats, el sediment de la zona lliure de macròfits presenta una concentració més elevada de Si i Na. La posició d'aquestes zones, més properes a la línia de costa, fa pensar que aquests valors poden deure's a la filtració de l'aigua del mar, més que a l'absència de vegetació.

Pel que fa al contingut de la resta d'elements analitzats, no queda clar si el factor clau és l'activitat vegetal i/o la posició de les mostres obtingudes donada la distribució espacial de la vegetació a la llacuna. *Potamogeton pectinatus* ocupa la part central i més profunda de la llacuna, i és situada més propera als aportaments continentals, mentre que *Ruppia cirrhosa* ocupa els espais més propers al mar, que són també els menys profunds. Els espais lliures de vegeta-

ció es troben entre la prada de *Ruppia* i el mar. Així, doncs, hom no pot distingir si les diferències observades són degudes a la presència de vegetació arrelada o a característiques físiques del medi tals com la profunditat o la proximitat de la línia de costa. A la cubeta oest, on hi ha més comunicacions directes pels canals amb el mar, l'entrada d'aigua durant els temporals pot esborrar les diferències que apareixen en el sediment com a conseqüència de la presència de vegetació i/o la posició respecte al mar, la qual cosa explicaria la manca de diferències significatives en la concentració dels nutrients analitzats. Aquestes diferències sí que s'observen a la cubeta est, on les comunicacions amb el mar són pràcticament inexistentes.

Com a hipòtesi a testar en posteriors experiments, podríem pensar que en una escala més gran d'espai, el joc de la deposició i transport que imposen els corrents d'aigua dolça i marina és important per definir les característiques del sediment a grans trets, i que la presència i activitat de macròfits arrelats modula aquestes característiques en una escala més petita.

L'altre factor a testar, el canvi de salinitat en el temps, ofereix com a resultat diferències en la concentració de tres elements: silici, ferro i magnesi. La concentració de silici és més abundant durant el període dolç. L'única font raonable d'aquest element es pot trobar en els aportaments d'aigua dolça que provenen dels arrossars, ja que l'arròs conté una elevada proporció d'aquest element en els seus teixits, i les restes de l'arròs s'enterren en el sòl un cop acabada la collita (FORÉS *et al.*, 1988; FORÉS & GONZÁLEZ, 1989). L'aigua de drenatge podria portar en dissolució silici procedent del rentat dels sòls on es descompon la palla d'arròs. No sembla existir cap explicació pel més elevat contingut del magnesi durant el període estival, tot i que podria dependre d'altres factors

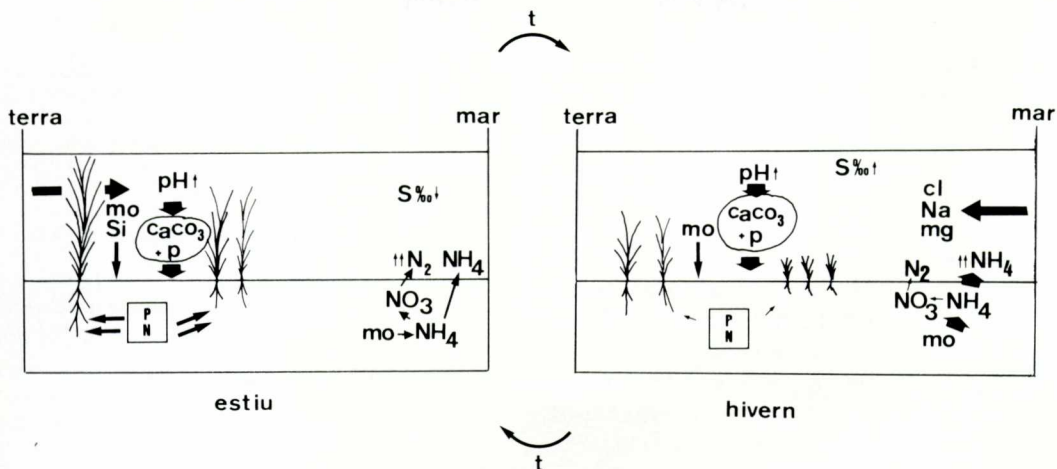


Fig. 10. Esquema mostrant la circulació de nutrients en el sediment poblat amb macrofïts i lliure de vegetació de la llacuna de la Tancada.

Scheme showing the circulation of nutrients in the sediment with macrophyte populations and without vegetation in Tancada lagoon.

no analitzats en aquest estudi. Si hom sols considera les zones lliures de vegetació, s'observa una concentració més gran de nitrogen en el període salat. D'acord amb les observacions de SEITZINGER & GARDNER (en premsa), aquest contingut més elevat podria explicar-se per canvis en l'activitat desnitrificant, molt més elevada quan hi ha predomini d'aigües dolces.

Es pot proposar una hipòtesi general pel que fa a les relacions entre la presència i absència de macrofïts i els canvis de salinitat i les característiques del sediment (fig. 10). Durant el període estival, són abundants els aportaments de matèria orgànica i particulada pels canals que drenen els arrossars (FORÉS, 1989). Els macrofïts actuen com a filtres i acumulen abundant matèria orgànica a la superfície del sediment, la qual cosa determina concentració més elevada d'elements nutritius a la capa superficial. És possible que els macrofïts absorbeixin una part d'aquests elements (CARIGNAN, 1984), però la sedimentació contínua de més matèria orgà-

nica pot emascarar aquesta absorció, restant elevada la concentració d'elements nutritius. L'activitat fotosintètica afavoreix la precipitació de carbonats, la qual cosa explicaria la concentració més elevada de calci i fòsfor sota els macrofïts.

Durant el període d'hivern *Ruppia cirrhosa* perd les seves fulles, que es descomponen ràpidament a la columna d'aigua i la part més superficial del sediment (MENÉNDEZ *et al.*, 1989). Els nutrients procedents de la descomposició poden difondre's cap a la columna d'aigua, restant en el sediment les fraccions més recalcitrants (cel·luloses, principalment) que podrien explicar part de l'increment de carboni observat. Les zones lliures de vegetació retenen una quantitat més elevada de nitrogen en disminuir l'activitat desnitrificant.

La presència de diversos factors (acció del vent, distribució espacial determinada dels macrofïts, temporals, etc.) fan recomanables estudis de laboratori en condicions controlades per acabar d'esbrinar si és real-

ment la presència dels macròfits la responsable d'una part de les diferències observades, o és una combinació de factors.

Agraïments

Agraïm als membres del Servei d'Espectroscòpia de la Universitat de Barcelona i a en Ramon Julià les facilitats ofertes per a dur a terme les anàlisis químiques i granulomètriques, respectivament. Aquest treball ha estat finançat pel Programa de Recerca CICYT (84-16-C02-02).

Bibliografia

- CARIGNAN, R. 1984. Sediment geochemistry in a eutrophic lake colonized by the submersed macrophyte *Myriophyllum spicatum*. *Verh. Internat. Verein. Limnol.*, 22: 00-00.
- CARIGNAN, R. & KALFF, J. 1980. Phosphorus sources for aquatic weeds: water or sediment. *Science*, 207 (4434): 987-989.
- COMÍN, F. A. 1982. Seasonal changes of phytoplankton in three coastal lagoons of the Ebro Delta in relation to environmental factors. *Oceanol. Acta*, SP: 260-267.
- COMÍN, F. A. 1984. Características físicas y químicas y fitoplancton de las lagunas costeras Encañizada, Tancada y Buda (Delta del Ebro). *Oecol. aquat.*, 7: 79-162.
- COMÍN, F. A., MENÉNDEZ, M. & FORÉS, E. 1987. Salinidad y nutrientes en las lagunas costeras del delta del Ebro. *Limnetica*, 3: 1-8.
- FORÉS, E. 1989. Ricefields as filters. *Arch. Hydrob.*, 116 (4): 517-527.
- FORÉS, E., MENÉNDEZ, M. & COMÍN, F. A. 1988. Rice straw decomposition in ricefield soil. *Plant & Soil*, 109: 145-146.
- FORÉS, E. & GONZÁLEZ, S. 1989. Variabilidad espacio-temporal de las características físicas y químicas del sedimento de los arrozales del Delta del Ebro (N. E. España). *Oecol. aquat.*, 9: 125-135.
- GUNATILAKA, A. 1982. Phosphate adsorption kinetics of resuspended sediments in a shallow lake, Neusiedlersee, Austria. *Hydrobiol.*, 91: 293-298.
- MAAN, K. H. 1972. Macrophyte production and detritus food chains in coastal waters. *Mem. Ist. Ital. Idrobiol.*, 29 353-383.
- MARGALEF, R. 1983. *Limnologia*. Omega. Barcelona.
- MENÉNDEZ, M. & COMÍN, F. A. 1989. Seasonal patterns of biomass variation of *Ruppia cirrhosa* and *Potamogeton pectinatus* in a coastal lagoon. *Scientia Marina*, 53 (2-3): 633-638.
- MENÉNDEZ, M., FORÉS, E. & COMÍN, F. A. 1989. *Ruppia cirrhosa* decomposition in a coastal temperate lagoon as effected by macroinvertebrates. *Arch. Hydrob.*, 117 (1): 39-48.
- NIXON, S. W. 1981. Remineralization and nutrient cycling in coastal marine ecosystems. In: *Estuaries and Nutrients* (B. J. Neilson & L. E. Grain, Eds.). The Humana Press.
- RIVIÈRE, A. 1977. *Méthodes granulométriques techniques et interprétation*. Mason. Paris.
- SCHUBEL, J. R. & CARTER, H. H., 1983. The estuary as a filter for fine-grained suspended sediment. In: *The estuary as a filter* (V.S. Kennedy, Ed.): 81-105. Academic Press. London.
- SCHUBEL, J. R. & KENNEDY, V. S. 1983. The estuary as a filter: an introduction. In: *The estuary as a filter*. (V.S. Kennedy, Ed.): 1-15. Academic Press. London.
- SEITZINGER, S. P. & GARDNER, W. S. En premsa. Denitrification in freshwater and coastal marine systems: controlling factors. *Verh. Internat. Verein. Limnol.*
- STUMM, W. & MORGAN, M. 1981. The regulation of the chemical composition of natural waters. In: *Aquatic Chemistry*. Wiley. New York.
- WETZEL, R. G. 1978. *Limnology*. Saunders. Philadelphia.